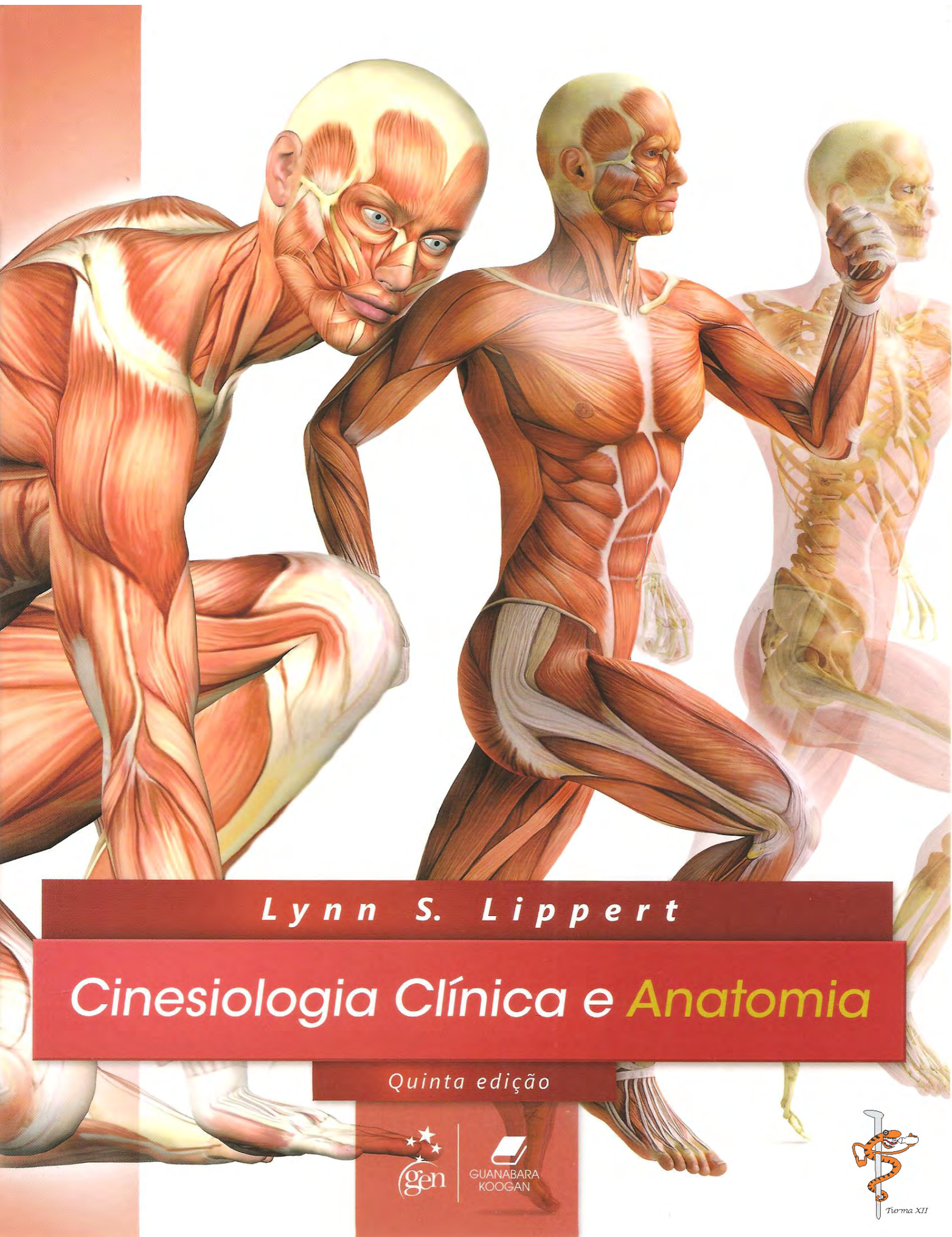




Lynn S. Lippert

Cinesiologia Clínica e **Anatomia**

Quinta edição



GUANABARA
KOOGAN



Turma XII

Cinesiologia Clínica e Anatomia

5ª edição

Lynn S. Lippert, MS, PT

Program Director, Retired
Physical Therapist Assistant Program
Mount Hood Community College
Gresham, Oregon

Tradução

Maria de Fátima Azevedo (Capítulos 1 a 6)

Médica

Cláudia Lúcia Caetano de Araújo (Capítulos 7 a 22)

Médica

Revisão técnica

Eduardo Cottechia Ribeiro

Professor associado. Disciplina de Anatomia Descritiva e Topográfica do Departamento de Morfologia e Genética da Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo.

Luís Otávio Carvalho de Moraes

Fisioterapeuta pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Especialista em Fisioterapia Ortopédica e Traumatológica pela Escola Paulista de Medicina (UNIFESP).
Mestre e Doutor em Anatomia Humana pela Escola Paulista de Medicina (UNIFESP).



■ O autor e a EDITORA GUANABARA KOOGAN LTDA. empenharam seus melhores esforços para assegurar que as informações e os procedimentos apresentados no texto estejam em acordo com os padrões aceitos à época da publicação. O autor e a Editora não podem ser responsabilizados por quaisquer danos a pessoas ou bens, devido à aplicação incorreta ou uso impróprio do conteúdo apresentado nesta obra, como resultado de qualquer declaração difamatória, violação de propriedade intelectual ou direitos de privacidade, mesmo que decorrente de negligência ou de outra conduta, ou de qualquer uso de ideias, instruções, procedimentos, produtos ou métodos contidos neste material.

■ O autor e a editora se empenharam para citar adequadamente e dar o devido crédito a todos os detentores de direitos autorais de qualquer material utilizado neste livro, dispondo-se a possíveis acertos posteriores caso, inadvertida e involuntariamente, a identificação de algum deles tenha sido omitida.

■ Traduzido de:

CLINICAL KINESIOLOGY AND ANATOMY, FIFTH EDITION

The original English language work has been published by:

The F. A. Davis Company, Philadelphia, Pennsylvania

Copyright © 2011. All rights reserved.

ISBN: 978-0-8036-2363-7

■ Direitos exclusivos para a língua portuguesa

Copyright © 2013 by

EDITORA GUANABARA KOOGAN LTDA.

Uma editora integrante do GEN | Grupo Editorial Nacional

Travessa do Ouvidor, 11

Rio de Janeiro – RJ – CEP 20040-040

Tels.: (21) 3543-0770/(11) 5080-0770 | Fax: (21) 3543-0896

www.editoraguanabara.com.br | www.grupogen.com.br | editorial.saude@grupogen.com.br

■ Reservados todos os direitos. É proibida a duplicação ou reprodução deste volume, no todo ou em parte, em quaisquer formas ou por quaisquer meios (eletrônico, mecânico, gravação, fotocópia, distribuição pela Internet ou outros), sem permissão, por escrito, da EDITORA GUANABARA KOOGAN LTDA.

■ Capa: Bruno Sales

Editoração eletrônica:  ANTHARES

■ Ficha catalográfica

L742c

Lippert, Lynn, 1942-

Cinesilogia clínica e anatomia / Lynn S. Lippert; [revisão técnica de Eduardo Cottechia Ribeiro, Luis Otávio Carvalho de Moraes; tradução de Maria de Fátima Azevedo, Cláudia Lúcia Caetano de Araújo]. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

Tradução de: Clinical kinesiology and anatomy, 5th ed.

ISBN 978-85-277-2190-5

1. Cinesilogia. 2. Sistema musculoesquelético – Anatomia. 3. Fisioterapia. I. Título.

12-7106.

CDD: 612.76

CDU: 612.7

Prefácio à Quinta Edição

O principal acréscimo à quinta edição é o capítulo sobre o sistema circulatório. Os sistemas cardiovascular e linfático estão se tornando mais importantes clinicamente nos campos da fisioterapia, da terapia ocupacional, do treinamento de atletas e da massoterapia, assim como são em outras áreas da medicina. Novas técnicas de tratamento exigem o conhecimento básico desses sistemas.

Este livro mostra-se muito útil àqueles que desejam conhecer os fundamentos da cinesiologia e anatomia do ponto de vista clínico. A maioria dos capítulos descreve resumidamente a base anatômica de distúrbios patológicos comuns para aumentar a aplicação clínica. As atividades funcionais e os exercícios clínicos na seção *Autoavaliação* de muitos capítulos foram expandidos.

A profundidade e o escopo do texto continuam iguais, mas a cinesiologia básica e a anatomia são enfatizadas. Descrições e explicações simples e fáceis de acompanhar continuam sendo a essência deste livro. Nem todas as especialidades necessitam de todas as informações contidas neste texto – por exemplo, algumas podem não depender do estudo da artrocinemática, da articulação temporomandibular ou da marcha –, contudo, o livro é escrito de modo que os professores possam omitir esses e outros conceitos sem que isso prejudique a compreensão do aluno. Os capítulos dedicados às várias articulações são independentes, e, portanto, a ordem da leitura pode ser tranquilamente modificada – em vez de começar com as articulações do membro superior, pode-se começar com o membro inferior ou o esqueleto axial, sem que isso comprometa o entendimento do leitor.

Lynn S. Lippert

Prefácio da Quarta Edição

Há 15 anos, este projeto começou como uma tentativa de produzir um texto de Anatomia e de Cinesiologia básica para estudantes de Fisioterapia. Jean-François Vilain, editor da F.A. Davis Company, reconheceu a necessidade e publicou o primeiro livro didático para fisioterapeutas. O título restrito *Clinical Kinesiology for Physical Therapist Assistants* (*Cinesiologia Clínica para Fisioterapeutas*) foi escolhido na tentativa de encorajar outras pessoas a escrever livros necessários e de estimular as editoras a publicá-los. Enquanto muitos livros eram escritos sobre esse assunto específico, ainda permaneciam áreas carentes de textos apropriados, dos quais os estudantes se beneficiariam se existissem. Nosso trabalho aqui não está completamente terminado.

No entanto, o editor percebeu que havia chegado a hora de mudar o título deste livro para *Cinesiologia Clínica e Anatomia*, abrindo o mercado para outras disciplinas. Mas ele permanece um livro didático básico. Os estudantes que buscam uma compreensão básica de anatomia e de cinesiologia com enfoque clínico irão perceber o grande valor desta obra. Exemplos, atividades e exercícios não estão concentrados somente na fisioterapia, mas foram ampliados para uso daqueles que trabalham com terapia ocupacional, treinamento de atletas, massoterapia e para outras áreas que requerem esse nível básico de compreensão.

Como nas edições anteriores, a ênfase concentra-se na anatomia e na cinesiologia básica. Descrições e explicações fáceis

de acompanhar permanecem como o cerne deste livro. A relevância clínica foi reforçada com o acréscimo do seguinte: (1) definições e descrições breves das patologias comuns em termos de localização anatômica; (2) questões que envolvem a análise das atividades funcionais e exercícios clínicos, além de uma revisão geral da anatomia.

Nem todas as disciplinas podem necessitar de toda a informação contida neste livro. Algumas dessas disciplinas, por exemplo, podem não enfatizar as características artrocinemáticas. O livro foi escrito de forma que o capítulo sobre artrocinemática pudesse ser omitido do estudo. Exemplos e questões relativas a essa matéria também podem ser omitidos sem que o estudante fique prejudicado em seu conhecimento de outra matéria. Os capítulos dedicados às diversas articulações começam com a abordagem dos membros superiores e prosseguem com o enfoque do esqueleto axial e, em seguida, dos membros inferiores. Entretanto, como esses capítulos são essencialmente autônomos, a ordem em que são lidos pode ser facilmente alterada. Pode-se começar com os membros inferiores ou com o esqueleto axial sem prejuízo da compreensão.

Existem diversos livros didáticos que apresentam uma análise mais profunda da matéria; contudo, *Cinesiologia Clínica e Anatomia* visa proporcionar uma introdução básica de fácil compreensão.

Lynn S. Lippert

Prefácio da Terceira Edição

Existem algumas mudanças e diversos aspectos novos nesta revisão; entretanto, a profundidade e o objetivo do livro permanecem os mesmos. É satisfatório e gratificante ouvir, frequentemente, que as principais características deste livro são as descrições e as explicações fáceis de compreender.

O sistema muscular foi ampliado para incluir uma explicação dos princípios abertos e fechados da cadeia cinética. O capítulo da marcha agora inclui uma explanação dos padrões de marcha patológicos mais comuns. Diversas ilustrações foram refeitas para maior clareza.

Cinco novos capítulos foram acrescentados. Um capítulo sobre biomecânica básica fornece explicações e exemplos dos diversos princípios biomecânicos comumente usados em fisioterapia. Os capítulos que descrevem a articulação temporomandibular e o cingulo do membro inferior foram acrescentados para atender aqueles que necessitam de uma descrição básica da estrutura e função dessas articulações. A postura normal e a artrocinemática, que foram incluídas no

Kinesiology Laboratory Manual for Physical Therapist Assistants, foram descritas e ampliadas nesta revisão.

Não existe uma concordância universal, na comunidade de terapia física, com relação ao objetivo da prática do fisioterapeuta. Percebe-se, geralmente, que a mobilização articular não é uma habilidade principal. Eu mesma não discordo disso. Contudo, os fisioterapeutas estão expostos a situações, que envolvem tratamentos dos pacientes, em que essas habilidades são utilizadas. Por essa razão, precisam de compreensão básica da terminologia e princípios, e este livro lhes propicia essa informação.

Esta revisão do *Cinesiologia Clínica para Fisioterapeutas* é o resultado de muitas sugestões por parte de educadores, estudantes e clínicos. A profissão precisa de bons textos que abranjam muitas áreas adicionais da educação do fisioterapeuta. Espero que, na sua quarta edição, este livro tenha seu lugar na estante junto com outros livros que ainda serão escritos.

Prefácio da Segunda Edição

Lynn S. Lippert

A maioria das pessoas que escrevem sobre anatomia e a lecionam concordam em relação ao que existe e onde está, embora nem sempre concordem com a sua designação. Os cinesiologistas tendem a concordar em que o movimento ocorre, mas certamente não concordam com a asserção de que músculos produzem movimento, nem com a importância relativa da ação de cada músculo nesse movimento.

Neste *Cinesiologia Clínica para Fisioterapeutas*, a ênfase está na cinesiologia básica. Na descrição do movimento articular e na ação do músculo, focalizei a descrição dos agonistas comumente aceitos, usando a terminologia mais amplamente aceita na disciplina Fisioterapia. Existem muitos livros didáticos que descrevem em maiores detalhes diversos movimentos e músculos, tanto em condições normais

quanto patológicas. Para uma análise mais profunda, o estudante deve consultá-los.

A ideia de escrever um livro didático para estudantes de fisioterapia vem-me acompanhando há muitos anos. De alguma maneira, limites de tempo e pressões de outros projetos sempre interferiram. Quando os educadores se reuniam para discutir assuntos relativos à educação dos fisioterapeutas, a ausência de livros didáticos apropriados sempre encabeçava as listas dos problemas. Tornou-se evidente que, se tais livros viessem a existir, os educadores dos fisioterapeutas seriam os únicos habilitados a escrevê-los.

Cinesiologia Clínica para Fisioterapeutas é o resultado daquelas discussões. Espero que este seja o primeiro de muitos livros que enfatizam a educação dos fisioterapeutas.

Lynn S. Lippert

Sumário

Parte 1 Fundamentos de Cinesiologia Clínica e Anatomia, 1

- 1 Informações Básicas, 3**
 - Terminologia descritiva, 4
 - Segmentos do corpo, 5
 - Tipos de movimento, 6
 - Movimentos das articulações (osteocinemática), 7
- 2 Sistema Esquelético, 11**
 - Funções do esqueleto, 12
 - Tipos de esqueleto, 12
 - Composição do osso, 12
 - Estrutura do osso, 12
 - Tipos de ossos, 13
 - Patologias esqueléticas comuns, 16
- 3 Sistema Articular, 17**
 - Tipos de articulações, 18
 - Estrutura das articulações, 20
 - Planos e eixos, 22
 - Graus de liberdade, 23
 - Termos de doenças comuns, 24
- 4 Artrocinemática, 25**
 - Movimento osteocinemático, 26
 - Movimento artrocinemático, 26
- 5 Sistema Muscular, 33**
 - Inserções musculares, 34
 - Nomes dos músculos, 34
 - Disposição das fibras musculares, 35
 - Características funcionais do tecido muscular, 36
 - Correlação comprimento-tensão no tecido muscular, 36
 - Tipos de contração muscular, 38
 - Funções dos músculos, 41
 - Ângulo de tração, 42
 - Cadeias cinéticas, 42
- 6 Sistema Nervoso, 45**
 - Tecido nervoso (neurônios), 46
 - Sistema nervoso central, 47
 - Sistema nervoso periférico, 52
 - Doenças comuns das partes central e periférica do sistema nervoso, 60

- 7 Sistema Circulatório, 65**
 - Sistema circulatório (cardiovascular), 66
 - Sistema linfático, 76
 - Doenças comuns, 78
- 8 Biomecânica Básica, 81**
 - Leis de movimento, 82
 - Força, 83
 - Torque, 85
 - Estabilidade, 86
 - Máquinas simples, 89

Parte 2 Cinesiologia Clínica e Anatomia dos Membros Superiores, 99

- 9 Cíngulo do Membro Superior, 101**
 - Significado dos termos, 102
 - Ossos e pontos de referência, 102
 - Articulações e ligamentos, 103
 - Movimentos articulares, 104
 - Músculos do cíngulo do membro superior, 106
- 10 Articulação do Ombro, 115**
 - Movimentos da articulação, 116
 - Ossos e pontos de referência, 117
 - Ligamentos e outras estruturas, 118
 - Músculos da articulação do ombro, 119
- 11 Articulação do Cotovelo, 129**
 - Estrutura e movimentos da articulação, 130
 - Ossos e pontos de referência, 131
 - Ligamentos e outras estruturas, 133
 - Músculos do cotovelo e do antebraço, 133
- 12 Articulação Radiocarpal, 141**
 - Estrutura da articulação, 142
 - Movimentos da articulação, 142
 - Ossos e pontos de referência, 142
 - Ligamentos e outras estruturas, 143
 - Músculos do “punho”, 144
- 13 Mão, 151**
 - Articulações e movimentos do polegar, 152
 - Articulações e movimentos do 2º ao 5º dedo, 153
 - Ossos e pontos de referência, 153
 - Ligamentos e outras estruturas, 154

Músculos do polegar e dos outros dedos, 155
Função da mão, 166

Parte 3 Cinesiologia Clínica e Anatomia do Tronco, 171

14 Articulação Temporomandibular, 173

Estrutura e movimentos da articulação, 174
Ossos e pontos de referência, 174
Ligamentos e outras estruturas, 177
Mecânica do movimento, 178
Músculos da ATM, 178

15 Pescoço e Tronco, 185

Curvaturas da coluna vertebral, 186
Significado dos termos, 186
Movimentos da articulação, 186
Ossos e pontos de referência, 187
Articulações e ligamentos, 189
Músculos do pescoço e do tronco, 192

16 Sistema Respiratório, 207

Caixa torácica, 208
Estruturas da respiração, 209
Fases da respiração, 210
Músculos da respiração, 211

17 Cíngulo do Membro Inferior, 217

Estrutura e função, 218
Pelves maior e menor, 218
Movimentos do cíngulo do membro inferior, 222

Parte 4 Cinesiologia Clínica e Anatomia dos Membros Inferiores, 229

18 Articulação do Quadril, 231

Estrutura e movimentos da articulação, 232
Ossos e pontos de referência, 233

Ligamentos e outras estruturas, 235
Músculos do quadril, 236

19 Articulação do Joelho, 251

Estrutura e movimentos da articulação, 252
Ossos e pontos de referência, 253
Ligamentos e outras estruturas, 255
Músculos do joelho, 257

20 Articulações do “Tornozelo” e do Pé, 267

Ossos e pontos de referência, 268
Articulações e movimentos, 270
Ligamentos e outras estruturas, 273
Músculos do “tornozelo” e do pé, 276

Parte 5 Cinesiologia Clínica e Anatomia do Corpo, 289

21 Postura, 291

Alinhamento vertebral, 292
Postura em pé, 294
Postura sentada, 296
Postura em decúbito dorsal, 297
Desvios posturais comuns, 298

22 Marcha, 301

Definições, 302
Análise da fase de apoio, 305
Análise da fase de balanço, 306
Outros determinantes da marcha, 307
Padrões de marcha relacionados com a idade, 309
Marcha anormal (atípica), 309

Bibliografia, 315

Respostas das Questões de Autoavaliação, 319

Índice Alfabético, 333

Parte 1

Fundamentos de Cinesiologia Clínica e Anatomia

- ▶ 1 Informações Básicas, 3
- ▶ 2 Sistema Esquelético, 11
- ▶ 3 Sistema Articular, 17
- ▶ 4 Artrocinemática, 25
- ▶ 5 Sistema Muscular, 33
- ▶ 6 Sistema Nervoso, 45
- ▶ 7 Sistema Circulatório, 65
- ▶ 8 Biomecânica Básica, 81



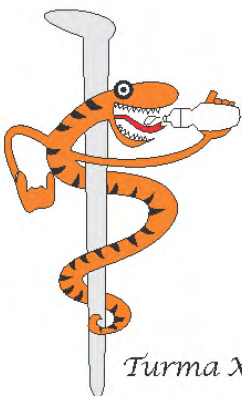
Turma XII



1

Informações Básicas

- ▶ Terminologia descritiva, 4
- ▶ Segmentos do corpo, 5
- ▶ Tipos de movimento, 6
- ▶ Movimentos das articulações (osteocinemática), 7
- ▶ Autoavaliação, 10



Turma XII



Por definição, **cinesiologia** é o estudo do movimento; no entanto, este conceito é inespecífico demais para ser muito utilizado. A cinesiologia reúne os campos da anatomia, da fisiologia, da física e da geometria, correlacionando-os com o movimento humano. Assim, cinesiologia utiliza princípios da mecânica, da anatomia do aparelho locomotor e da fisiologia neuromuscular.

Princípios mecânicos que se relacionam diretamente com o corpo humano são usados no estudo da **biomecânica**. Ao utilizarmos uma bola, uma raquete, uma muleta, uma prótese ou algum outro utensílio, é fundamental que consideremos nossa interação biomecânica com eles. Isso envolve a análise dos sistemas *estático* (imóvel) e/ou *dinâmico* (móvel) associados a várias atividades. Os sistemas dinâmicos podem ser divididos em cinéticos e cinemáticos. **Cinética** consiste nas forças que provocam movimento, enquanto **cinemática** engloba os elementos tempo, espaço e massa de um sistema móvel. Esses e outros conceitos básicos de biomecânica serão abordados no Capítulo 8.

Neste capítulo serão mais enfatizados os componentes anatómicos do aparelho locomotor, considerados essenciais para a compreensão e a aplicação dos outros componentes. Muitos alunos se assustam com a simples menção da palavra *cinesiologia*; seus olhos sobressaltam-se e seu cérebro paralisa. Talvez, com base em sua experiência anterior com a anatomia, eles sintam que sua única esperança é a memorização, a qual, a longo prazo, pode tornar-se uma tarefa árdua e sem nenhuma vantagem.

Portanto, deve-se ter em mente alguns conceitos simples. Primeiro, o corpo humano é organizado de maneira muito lógica; entretanto, como em todos os aspectos da vida, há exceções. Às vezes, a lógica dessas exceções é evidente e, às vezes, não. Seja qual for o caso, você deve constatar a exceção e seguir em frente. Segundo, se você tiver uma boa compreensão da terminologia descritiva e conseguir visualizar o conceito, a memorização estrita deixará de ser necessária. Por exemplo, se você sabe onde geralmente a patela está localizada e quais são as estruturas ao redor dela, você consegue descrever com acurácia sua localização usando suas próprias palavras. Assim, você não precisa decorar alguns nomes para estar correto.

Se você se lembrar de alguns dos princípios básicos relacionados com os músculos, a compreensão da função muscular individual deixará de ser um mistério. Se você souber (1) os movimentos de uma determinada articulação, (2) que um músculo precisa abranger uma determinada superfície articular para promover um movimento específico e (3) o ângulo de tração do músculo, você saberá a(s) ação(ões) específica(s) de um determinado músculo. Por exemplo, (1) no cotovelo ocorre somente flexão e extensão, (2) um músculo precisa estar localizado anteriormente para flexioná-lo e posteriormente para estendê-lo, (3) o músculo bíceps braquial é um músculo vertical na região anterior do braço; (4) portanto, o músculo bíceps braquial flexiona o antebraço na articulação do cotovelo.

Sim, a cinesiologia *pode* ser compreendida por meros mortais. Estudá-la pode até ser agradável. No entanto, é necessário lembrar: assim como praticar exercícios físicos, é melhor fazê-lo várias vezes por semana do que deixar para estudar por um longo período antes de uma prova.

► Terminologia descritiva

O corpo humano é ativo e está em constante movimento. Portanto, está sujeito a mudanças frequentes na posição. A

correlação entre as várias partes do corpo também muda constantemente. Para descrever a organização do corpo humano, é necessário usar uma posição arbitrária como ponto de partida para que os movimentos ou a localização das estruturas sejam relatados. Essa posição é conhecida como **posição anatômica** (Figura 1.1A), e é descrita com o corpo humano em pé e ereto (posição ortostática), com os olhos dirigidos para frente, os pés paralelos e juntos, os membros superiores pendentes ao lado do corpo e com as palmas das mãos voltadas para frente. Embora a posição do antebraço e a da mão não sejam naturais, elas possibilitam descrições acuradas. A **posição fundamental** (Figura 1.1B) é igual à posição anatômica, exceto que as palmas das mãos estão voltadas medialmente, ou seja, para as regiões laterais do corpo. Esta posição é frequentemente usada quando se comenta sobre a rotação do membro superior.

Termos específicos são utilizados para descrever a localização de uma estrutura e sua posição em relação a outras estruturas (Figura 1.2). O termo **medial** refere-se a um local ou posição próxima ao plano sagital mediano do corpo, enquanto **lateral** refere-se a um local ou posição mais distante do plano sagital mediano. Por exemplo, a ulna ocupa posição medial no antebraço; o rádio é lateral à ulna.

O termo **anterior** refere-se à frente do corpo ou a uma posição mais próxima da frente (frente) do corpo. O termo **posterior** refere-se ao dorso do corpo ou a uma posição mais próxima do dorso do corpo. Por exemplo, o esterno é anterior à cavidade torácica e a escápula é posterior à cavidade torácica. O termo **ventral** é um sinônimo de *anterior*, e **dorsal** é sinônimo de *posterior*; os termos *anterior* e *posterior* são os mais frequentemente utilizados em cinesiologia. *Frente* e *dorso* também se referem às superfícies do corpo, mas são considerados termos leigos e não costumam ser utilizados por profissionais de saúde.

Os termos *distal* e *proximal* são usados para descrever locais nos membros superiores e inferiores. O termo **distal** significa longe do tronco, enquanto **proximal** se refere ao que está mais próximo do tronco. Por exemplo, a cabeça do úmero

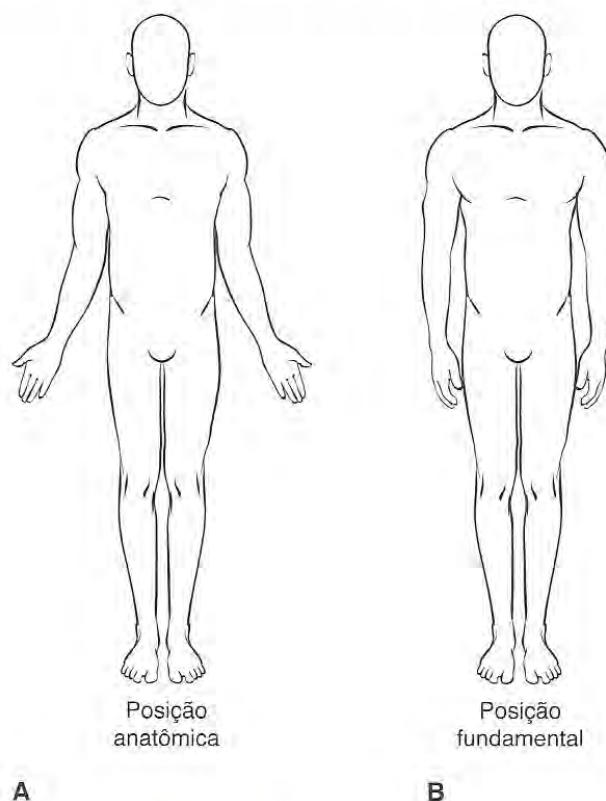


Figura 1.1 Posições descritivas.

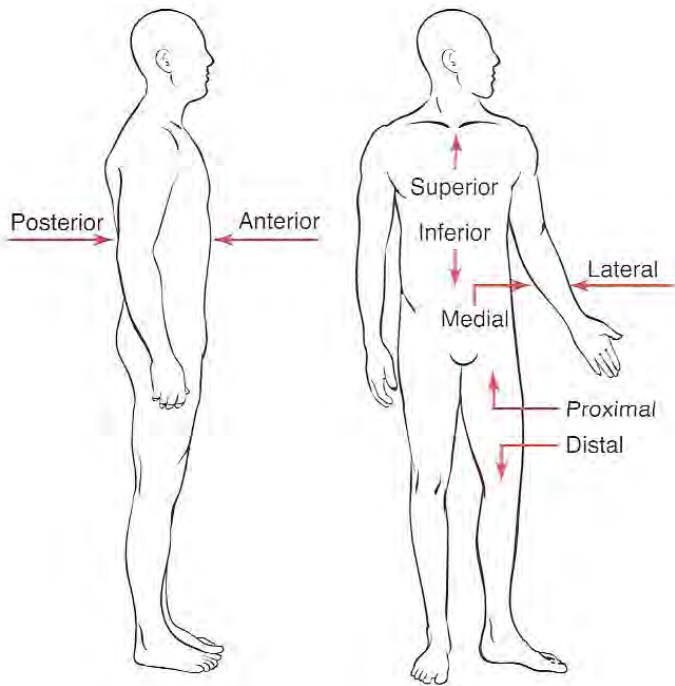


Figura 1.2 Terminologia descritiva.

está localizada na extremidade proximal do úmero. O cotovelo é proximal ao “punho”, mas distal ao ombro.

O termo **superior** é usado para indicar a localização de uma parte do corpo que está acima de outra, ou para se referir à superfície superior de um órgão ou uma estrutura. O termo **inferior** indica que uma parte do corpo está abaixo de outra, ou se refere à superfície inferior de um órgão ou uma estrutura. Por exemplo, o corpo do esterno é superior ao processo xifóide, mas inferior ao manúbrio. Às vezes, os termos **craniano** ou **cefálico** são utilizados para se referir a uma posição ou estrutura perto da cabeça. **Caudal** refere-se a uma posição ou estrutura mais próxima ao pé. Por exemplo, a *cauda equina*, que significa “rabo de cavalo”, é o conjunto de raízes nervosas descendentes a partir da extremidade inferior da medula espinal. Os termos **dorsal** e **ventral** e **cranial** e **caudal** são mais utilizados para descrever posições em um animal quadrúpede (animal de quatro patas). Os seres humanos são bípedes, ou animais de duas pernas. Podemos observar, na Figura 1.3, que se o cão se apoiasse sobre as patas traseiras, dorsal iria tornar-se posterior; cranial, superior, e assim por diante.

A estrutura pode ser descrita como **superficial** ou **profunda**, dependendo de sua profundidade relativa. Por exemplo, ao descrever as camadas dos músculos abdominais, o músculo (M.) oblíquo externo do abdome é profundo em relação à pele, mas superficial ao M. oblíquo interno do abdome. Outro exemplo é o couro cabeludo, que é descrito como superficial ao crânio.

Os termos decúbito **dorsal** e decúbito **ventral** são empregados para descrever a posição do corpo enquanto deitado. No **decúbito dorsal**, a pessoa está deitada sobre uma superfície plana, com a face e o abdome voltados para cima. A pessoa em **decúbito ventral** está deitada sobre uma superfície plana, com a face e o abdome voltados para baixo (a criança na Figura 1.5 está deitada no trenó).

O termo **bilateral** se refere a dois lados. Por exemplo, amputações bilaterais acima dos joelhos referem-se a ambas as pernas (direita e esquerda) amputadas acima do joelho. O termo **contralateral** refere-se ao lado oposto. Por exemplo, uma pessoa que sofreu um acidente vascular encefálico (AVE)

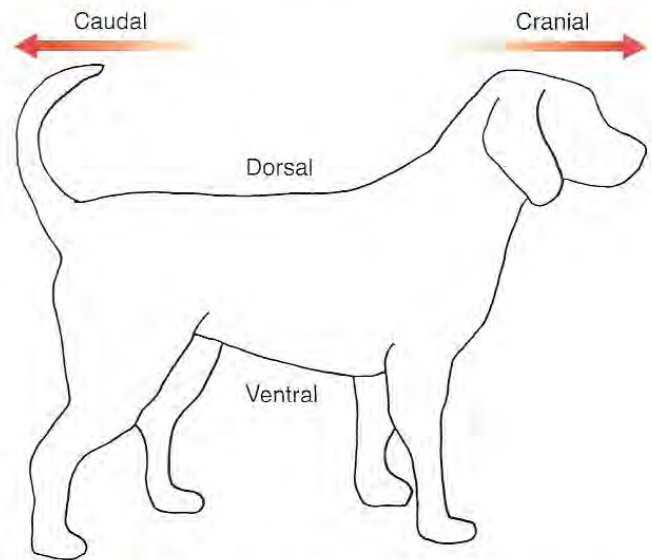


Figura 1.3 Terminologia descritiva de um quadrúpede.

que acometeu o lado direito do encéfalo apresenta paralisia contralateral dos membros (ou seja, dos membros superior e inferior esquerdos). Por outro lado, o termo **ipsilateral** refere-se ao mesmo lado do corpo.

► Segmentos do corpo

O corpo é dividido em segmentos (partes) de acordo com os ossos constituintes (Figura 1.4). No membro superior, o **braço** é o segmento entre o ombro e o cotovelo, cujo osso é o úmero. Em seguida, o **antebraço** (tem o rádio e a ulna) está localizado entre o cotovelo e o “punho”. A **mão** é distal ao “punho”.

O membro inferior é constituído por três segmentos similares aos do membro superior. A **coxa** (fêmur) localiza-se entre

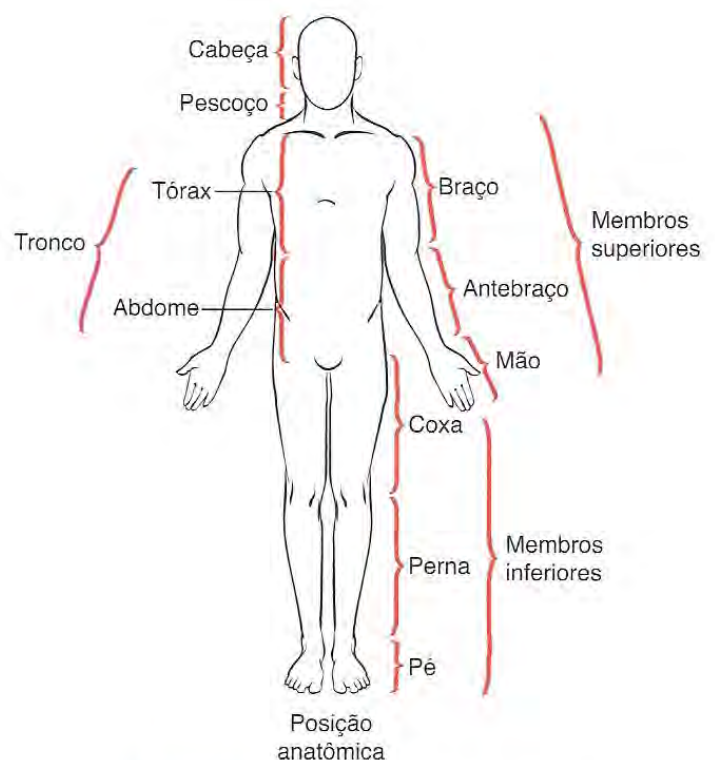


Figura 1.4 Segmentos do corpo humano.

o quadril e o joelho; a **perna** (tíbia e fíbula) situa-se entre o joelho e o “tornozelo” e o **pé** é distal ao “tornozelo”.

O tronco tem dois segmentos: o tórax e o abdome. O **tórax** é constituído pelas costelas, pelo esterno e pelas vértebras torácicas. O **abdome** situa-se superiormente à pelve, contém as vísceras abdominais e apresenta as vértebras lombares. O **pescoço** (vértebras cervicais) e a **cabeça** (crânio) são segmentos separados.

O **movimento artrocinemático** (Capítulo 4) refere-se ao movimento da superfície articular em relação ao movimento do segmento do corpo. Por exemplo, a face articular da extremidade proximal do úmero se move para baixo, enquanto o segmento correspondente do corpo (braço) se move para cima durante sua flexão. Segmentos do corpo raramente são empregados para descrever o movimento das articulações. Por exemplo, a flexão ocorre no ombro, e não no braço. O movimento ocorre na articulação glenoumeral (ombro) e o segmento do corpo (braço) apenas acompanha! Uma exceção a esse conceito é o antebraço. Este é um segmento do corpo, mas também funciona como uma articulação. Tecnicamente, o movimento articular ocorre nas articulações radiolnares proximal e distal; entretanto, a prática comum refere-se a isso como *pronação e supinação do antebraço*.

► Tipos de movimento

O **movimento linear**, também chamado *movimento de translação*, ocorre em uma linha aproximadamente reta entre dois pontos. Todas as partes do objeto se movem na mesma distância, na mesma direção e ao mesmo tempo. O movimento que ocorre em uma linha exatamente reta é chamado **retilíneo**, como o movimento de um trenó com uma criança descendo uma ladeira (Figura 1.5), o movimento de um veleiro na água ou de um jogador de beisebol correndo para a primeira base. Se o movimento ocorrer em uma trajetória curva, que não é necessariamente circular, é chamado **movimento curvilíneo**. A trajetória do atleta a partir da prancha de mergulho até entrar na água é um movimento curvilíneo. A Figura 1.6 mostra a trajetória curvilínea de um esquiador descendo uma pista de esqui. Outros exemplos de movimentos curvilíneos são a trajetória de uma bola lançada, de um dardo atirado ou da órbita do nosso planeta em torno do Sol.

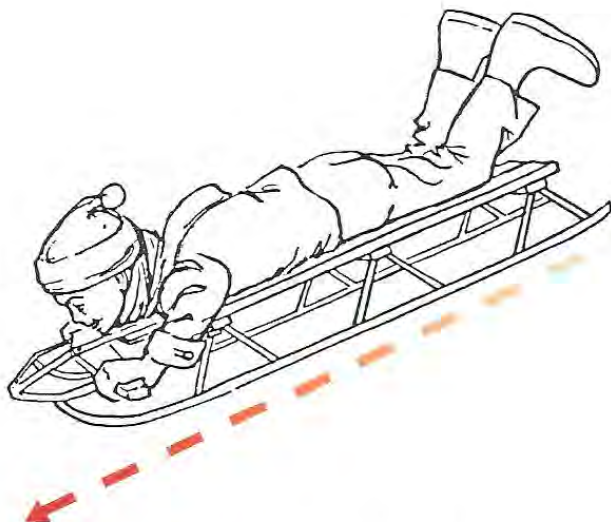


Figura 1.5 Movimento retilíneo.



Figura 1.6 Movimento curvilíneo.

O movimento de um objeto em torno de um ponto fixo é chamado de **movimento angular**, também conhecido como *movimento rotatório* (Figura 1.7). Todas as partes do objeto se movem por meio do mesmo ângulo, na mesma direção e ao mesmo tempo, mas não se movem na mesma distância. Quando uma pessoa flexiona o joelho, o pé se move mais amplamente no espaço do que o “tornozelo” ou a perna.

Não é raro ver dois tipos de movimento ocorrendo ao mesmo tempo, com o objeto como um todo se deslocando de maneira linear e as partes individuais se movendo de modo angular. Na Figura 1.8, todo o corpo do skatista se move de modo linear, enquanto as articulações individuais no membro inferior que “empurra” (ou seja, o quadril, o joelho e o “tornozelo”) giram sobre seus eixos (movimento angular). Outro exemplo de movimentos combinados é a caminhada. Todo o corpo realiza um movimento linear ao caminhar do ponto A ao B, enquanto os quadris, joelhos e “tornozelos” fazem um movimento angular. Uma pessoa que arremessa uma bola utiliza as articulações do membro superior em uma direção angular, e a bola realiza uma trajetória curvilínea.

De modo geral, a maioria dos movimentos do corpo é angular, enquanto os movimentos para fora do corpo tendem a ser lineares; porém, há exceções a essa afirmação. Por exemplo, o movimento da escápula em elevação/abaixamento e protração/retração é essencialmente linear. No entanto, o movimento da clavícula, que está ligada à escápula, é angular e realiza esse movimento a partir da articulação esternoclavicular.

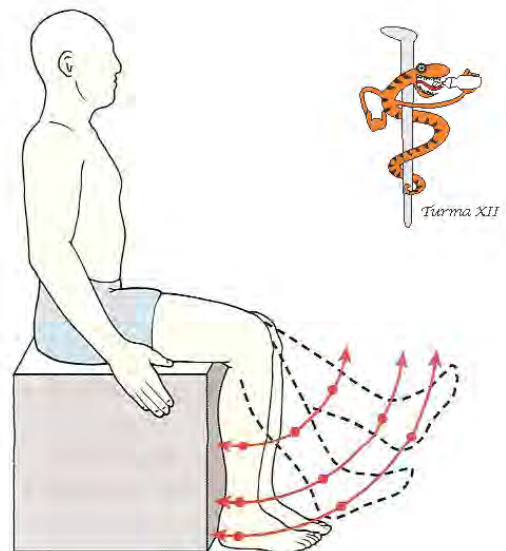


Figura 1.7 Movimento angular.

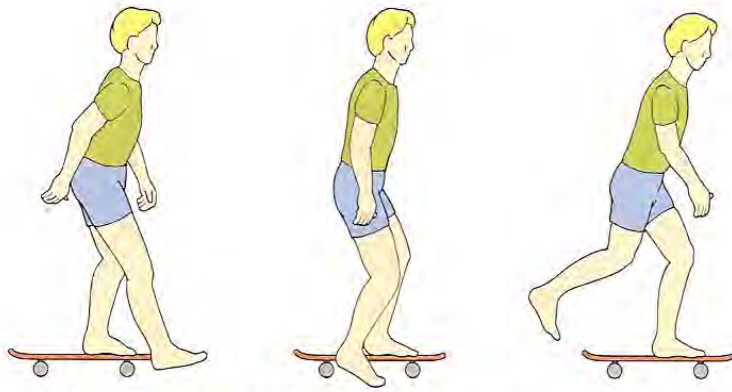


Figura 1.8 Combinação de movimentos linear e angular.

► Movimentos das articulações (osteocinemática)

As articulações se movem em diversas direções. Como será discutido, o movimento ocorre em torno de eixos articulares e por meio de planos articulares. Os seguintes termos são usados para descrever os vários movimentos que ocorrem nas articulações sinoviais (Figura 1.9). As articulações sinoviais são articulações livremente móveis nas quais ocorre a maioria dos movimentos articulares. Essas articulações serão discutidas mais detalhadamente no Capítulo 3. Este tipo de movimento articular também é chamado de **osteocinemática**, ao se avaliar a correlação do movimento dos ossos em torno de

um eixo articular (p. ex., o movimento do úmero em relação à escápula), em oposição à **artrocinemática**, que avalia a correlação do movimento da face (superfície) articular (movimento da cabeça do úmero na cavidade glenoidal da escápula). Esse assunto será discutido em mais detalhes no Capítulo 4.

Flexão é o movimento de curvatura de um osso em relação a outro, aproximando os dois segmentos e aumentando o ângulo articular. Normalmente, isso ocorre entre as superfícies anteriores dos ossos que formam a articulação, e elas se movem uma em direção à outra. No caso do pescoço, flexão é um movimento de “inclinação” anterior (Figura 1.9A) no qual a cabeça se move em direção ao tórax. Na flexão do cotovelo, o antebraço e o braço se aproximam. Já no joelho, são as superfícies posteriores da coxa e da perna que se aproximam durante o movimento de flexão. Na flexão do quadril, a coxa move-se em direção ao tronco quando o membro inferior é a parte móvel. Quando os membros inferiores estão fixos e o tronco se torna a parte móvel, ocorre flexão do tronco. Na verdade, se a flexão representa um aumento ou uma diminuição do ângulo da articulação, isso depende do seu ponto de referência. Assim, ao realizar a goniometria da flexão do cotovelo, você deve começar na posição anatômica (extensão completa), que é considerada o ponto zero. A magnitude de flexão aumenta até 180°. Nesse caso, a flexão representaria um aumento do ângulo articular (Figura 1.9D). Em outras referências, a flexão começa em 180° (extensão completa) e alcança 0° ao se completar. Portanto, é uma diminuição do ângulo articular.

Por outro lado, **extensão** é o movimento de afastamento de um osso em relação a outro, provocando aumento do ângulo articular. De modo geral, este tipo de movimento retorna a

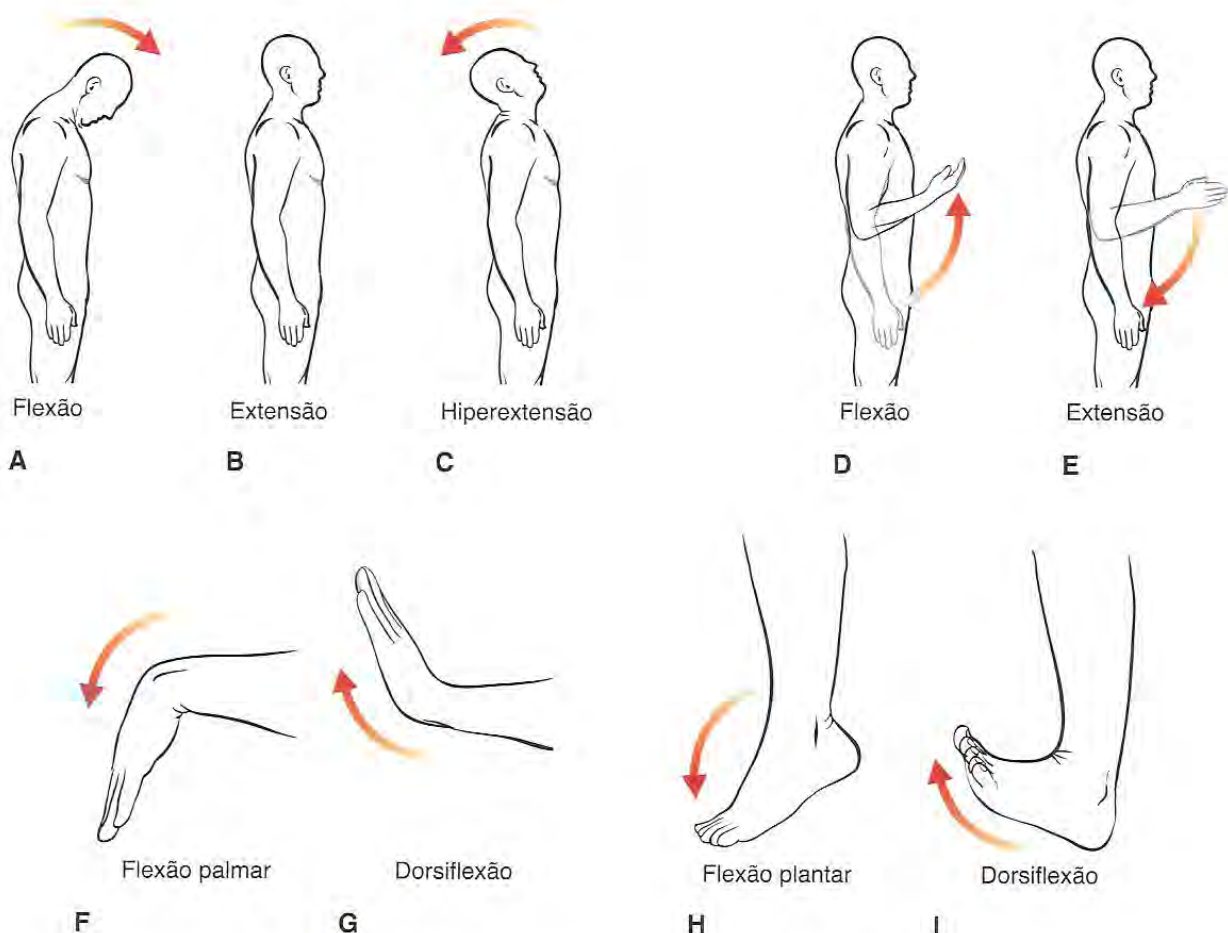


Figura 1.9 Movimentos articulares de flexão e extensão.

parte do corpo para a posição anatômica após ter sido flexionada (Figura 1.9B, E). As faces articulares tendem a se afastar umas das outras. Extensão ocorre, por exemplo, quando a cabeça se move para cima e se afasta do tórax, e a coxa se afasta do tronco e retorna à posição anatômica. A **hiperextensão** é a continuação da extensão além da posição anatômica (Figura 1.9C). O ombro, o quadril, o pescoço e o tronco podem ser hiperestendidos. A flexão no “punho” pode ser chamada de **flexão palmar** (Figura 1.9F) e a flexão no “tornozelo” pode ser chamada de **flexão plantar** (Figura 1.9H). A extensão nas articulações do “punho” e do “tornozelo” pode ser chamada de **dorsiflexão** (Figura 1.9G, I).

Abdução é o movimento de afastamento do plano sagital mediano do corpo (Figura 1.10A); **adução** (Figura 1.10B) é o movimento em direção ao plano sagital mediano. O ombro e o quadril conseguem realizar movimentos de abdução e adução. Exceções a essa definição são os dedos das mãos e dos pés. O ponto de referência para os dedos das mãos é o dedo médio (III). O movimento para afastar outro dedo do médio é considerado abdução (veja a Figura 13.5). Deve ser mencionado que o dedo médio da mão faz movimento de abdução (para a direita e para a esquerda), mas só é considerado movimento de adução quando ele retorna da abdução em direção ao plano sagital mediano do corpo. O ponto de referência para os dedos dos pés é o segundo dedo do pé (II) (veja a Figura 20.13). De modo semelhante ao dedo médio da mão, o segundo dedo do pé faz movimento de abdução para a direita e para a esquerda, mas só é considerado movimento de adução quando ele retorna da abdução em direção ao plano sagital mediano do corpo.

Abdução e adução horizontais são movimentos que não podem ocorrer a partir da posição anatômica. É necessário que sejam precedidas por flexão ou abdução da articulação do ombro, de modo que o braço fique no mesmo nível do ombro. A partir dessa posição, o movimento do ombro para trás é considerado **abdução horizontal** (Figura 1.10C) e o movimento para frente é considerado **adução horizontal** (Figura 1.10D). Há movimentos semelhantes no quadril, mas a amplitude de movimento, em geral, não é tão grande.

Desvio radial e **desvio ulnar** são termos mais comumente usados para se referir à abdução e à adução do “punho”. Quando a mão se move lateralmente a partir da posição anatômica, ou seja, em direção ao polegar, trata-se de **desvio radial** (Figura 1.10E). Quando a mão se move medialmente a partir da posição anatômica, ou seja, para o quinto dedo, trata-se de **desvio ulnar** (Figura 1.10F).

Quando o tronco se curva lateralmente (para a direita ou esquerda), utiliza-se o termo **flexão lateral** (Figura 1.10G, H). Se o tronco é inclinado para a direita, deslocando o ombro em direção ao quadril direito, este movimento é chamado de **flexão lateral direita**. O pescoço também se curva lateralmente da mesma maneira. O termo **flexão lateral** é, às vezes, utilizado para descrever este movimento lateral. No entanto, visto que este termo é facilmente confundido com **flexão**, não será utilizado neste livro.

Circundução é um movimento circular característico que determina a formação de um cone imaginário no espaço. Trata-se de uma combinação de quatro movimentos articulares: (1) flexão, (2) abdução, (3) extensão e (4) adução. Por exemplo, se o ombro se move em um círculo, a mão se move em um círculo ainda maior. O membro superior, como um todo, move-se em um padrão sequencial, em forma de cone, de flexão para abdução, extensão e adução, trazendo o braço de volta à sua posição inicial (Figura 1.11).

A rotação é o movimento de um osso ou parte do corpo em torno de seu eixo longitudinal. Se a superfície anterior

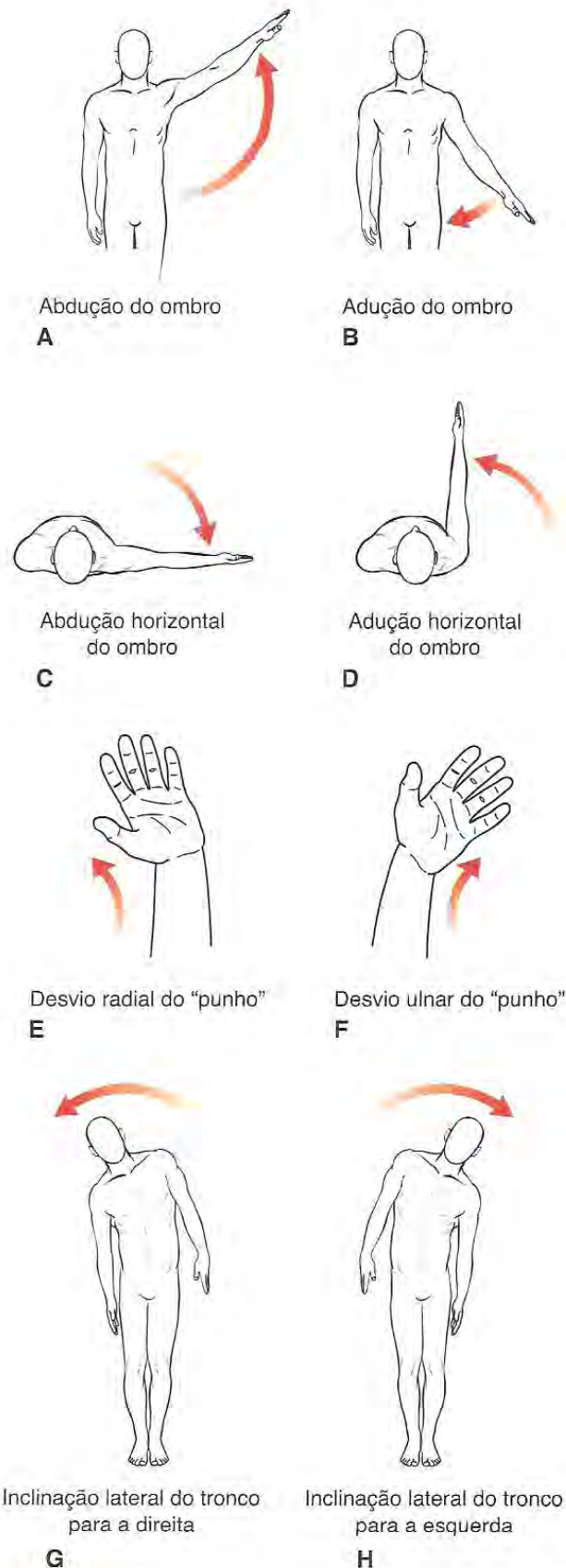


Figura 1.10 Movimentos articulares de abdução e adução.

rodar para dentro, em direção ao plano sagital mediano, este movimento é chamado de **rotação medial** (Figura 1.12A) que, às vezes, é denominado **rotação interna**. Por outro lado, se a superfície anterior rodar para fora, ou seja, afastando-se do plano sagital mediano, o movimento é chamado de **rotação lateral** (Figura 1.12B) ou **rotação externa**. O pescoço e o tronco rodam para o lado direito e para o esquerdo (Figura 1.12C, D). Visualize o pescoço rodando quando se deseja olhar por cima do ombro direito; isso seria “rotação cervical direita.”

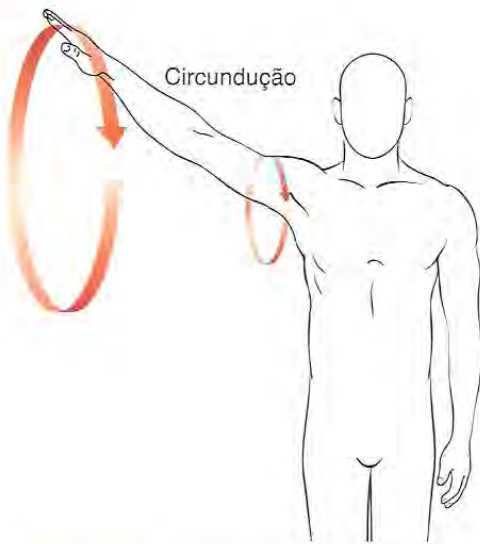


Figura 1.11 Movimento de circundução.

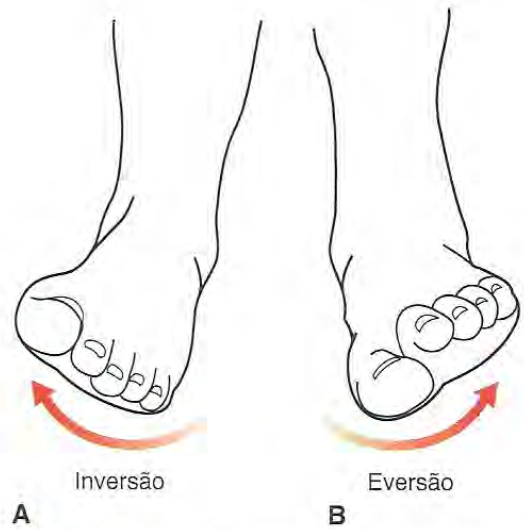


Figura 1.13 Inversão e eversão do pé esquerdo.

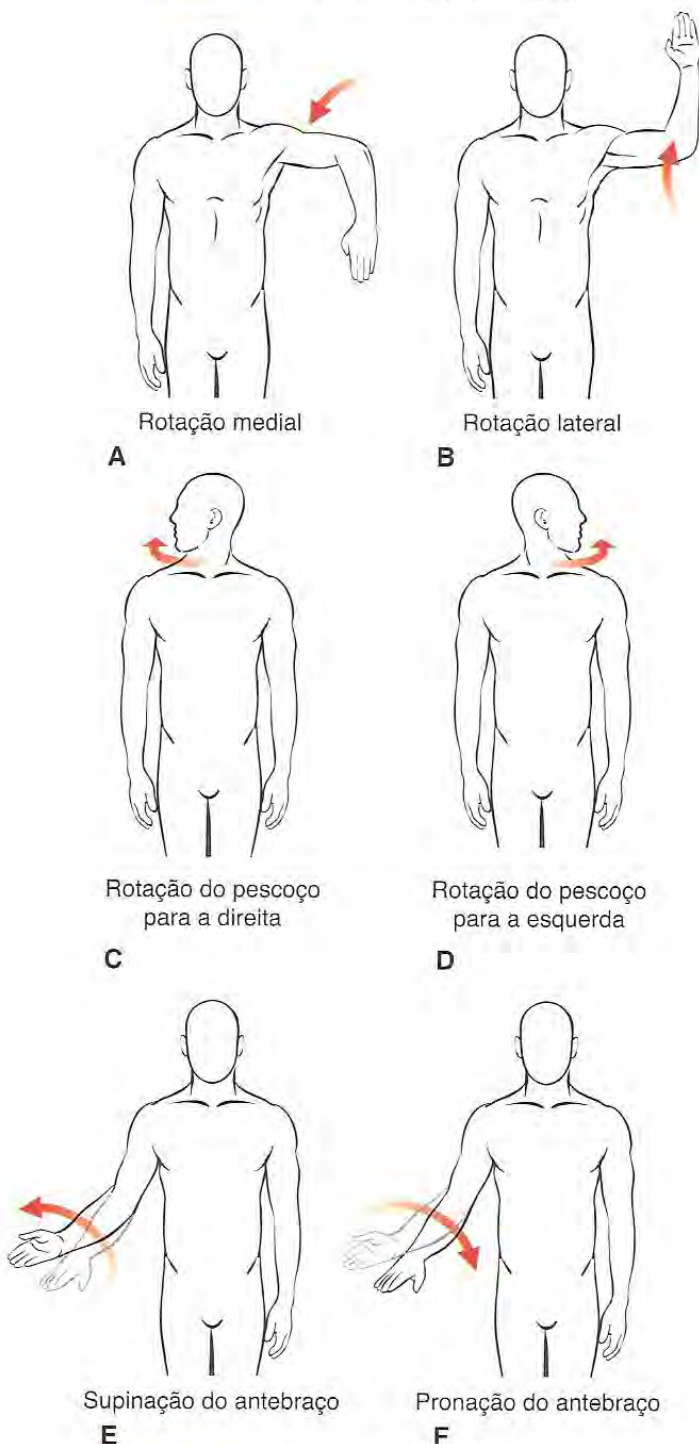


Figura 1.12 Movimentos articulares de rotação.

A rotação do antebraço é referida como *supinação* e *pronação*. Em posição anatômica, o antebraço se encontra em **supinação** (Figura 1.12E). A região palmar está voltada para frente, ou anteriormente. Na **pronação** (Figura 1.12F), a palma está voltada para trás, ou posteriormente. Quando o cotovelo está flexionado, a posição “palma para cima” se refere à supinação e a posição “palma para baixo” se refere à pronação.

Os seguintes termos são utilizados para descrever movimentos específicos de determinadas articulações. **Inversão** é o movimento medial (para dentro) da planta do pé na articulação do “tornozelo” (Figura 1.13A) e a **eversão** é o movimento lateral (para fora) (Figura 1.13B). **Protrusão** (protração) é principalmente um movimento linear ao longo de um plano paralelo ao solo e para frente, afastando-se do plano frontal (Figura 1.14A); **retração** (retrusão) é principalmente um movimento linear no mesmo plano, mas em direção oposta, para trás (Figura 1.14B). A protrusão do cingulo do membro superior (cingulo peitoral) consiste em mover a escápula para frente, assim como a protrusão da mandíbula, enquanto a retração em ambos os casos determina o retorno da parte do corpo para trás, ou seja, de volta à posição anatômica.

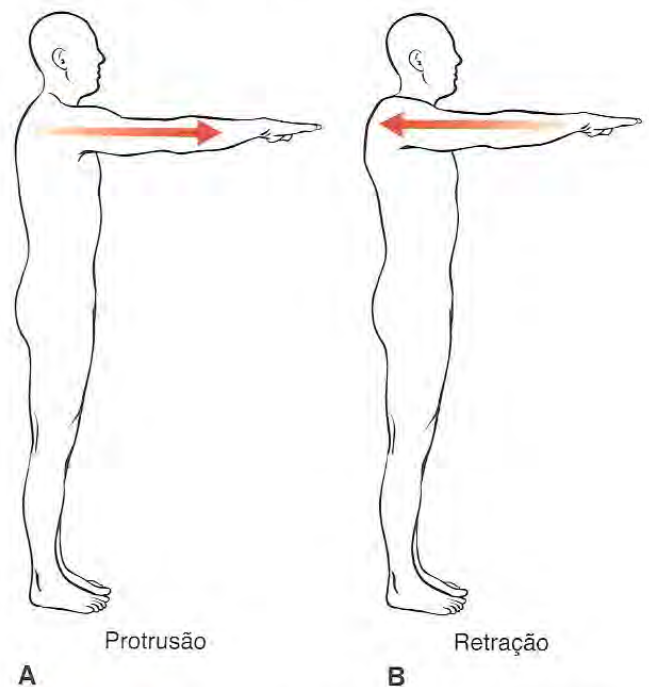


Figura 1.14 Protrusão (protração) e retração (retrusão).

Autoavaliação

1. Usando a terminologia descritiva, preencha o seguinte:
 - a. O esterno é _____ em relação à coluna vertebral.
 - b. O calcâneo está localizado na parte _____ do pé.
 - c. O quadril é _____ em relação ao tórax.
 - d. O fêmur é _____ à tíbia.
 - e. O rádio está localizado _____ no antebraço.
2. Quando uma bola de futebol americano é chutada por entre as traves, que tipo de movimento está sendo demonstrado pela bola? E pelo jogador?
3. Olhar para um ponto no teto diretamente sobre sua cabeça envolve que tipo de movimento articular?
4. Colocar a mão no bolso de trás da calça envolve que tipo de rotação da articulação do ombro?
5. Pegar um lápis no chão ao lado da cadeira em que está sentado envolve qual movimento articular do tronco?
6. Colocar o “tornozelo” direito no seu joelho esquerdo envolve que tipo de rotação do quadril?
7. Qual é a única diferença entre posição *anatômica* e posição *fundamental*?
8. Se você colocar a mão no dorso de um cão, este movimento é referido a qual superfície? Se você colocar a mão nas costas de uma pessoa, este movimento é referido a qual superfície?
9. Uma pessoa movendo-se em uma cadeira de rodas em um quarto usa tanto movimento linear como angular. Descreva quando cada tipo de movimento está sendo usado.

10. Uma pessoa deitada em uma cama olhando para o teto está em que posição?
11. Ao tocar no ombro esquerdo com a mão esquerda, a pessoa usa a mão contralateral ou ipsilateral?

Consulte a Figura 1.15, adiante.

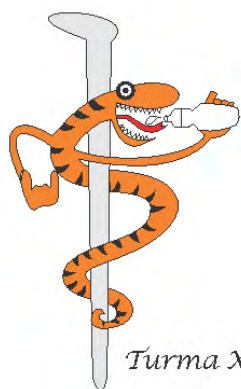
12. Identifique as três principais posições do quadril esquerdo.
13. Qual é a posição do joelho esquerdo?
14. Qual é a posição do antebraço direito?
15. Identifique as duas principais posições do pescoço (não da cabeça).



Figura 1.15 Posição de balé.

2 Sistema Esquelético

- ▶ Funções do esqueleto, 12
- ▶ Tipos de esqueleto, 12
- ▶ Composição do osso, 12
- ▶ Estrutura do osso, 12
- ▶ Tipos de ossos, 13
- ▶ Patologias esqueléticas comuns, 16
- ▶ Autoavaliação, 16



Turma XII



► Funções do esqueleto

O sistema esquelético, que é constituído por numerosos ossos, é o arcabouço rígido do corpo humano. Dá apoio e forma ao corpo, protege órgãos vitais, como o encéfalo, a medula espinal e o coração, auxilia no movimento, fornecendo uma estrutura rígida para inserção dos músculos, e funciona como um sistema de alavancas. O sistema esquelético também produz células sanguíneas em vários locais. Os principais locais de formação do sangue são o ílio, as vértebras, o esterno e as costelas. Esta formação ocorre principalmente em ossos planos. Cálcio e outros sais minerais são armazenados em todo o tecido ósseo do sistema esquelético.

► Tipos de esqueleto

Os ossos do corpo são agrupados em duas principais categorias: axial e apendicular (Figura 2.1). O **esqueleto axial** constitui o eixo do corpo. É composto por cerca de 80 ossos da cabeça, do pescoço e do tronco. O **esqueleto apendicular** conecta-se ao esqueleto axial e contém os 126 ossos dos membros superiores e inferiores. Há 206 ossos no corpo humano. Algumas pessoas apresentam ossos sesamoides adicionais nos tendões flexores do hálux e do polegar.

Na Tabela 2.1 estão listados os ossos do corpo humano adulto. O sacro, o cóccix e os ossos do quadril são constituídos por ossos fundidos. No osso do quadril esses ossos fundidos são denominados *ílio*, *ísqio* e *púbis*.

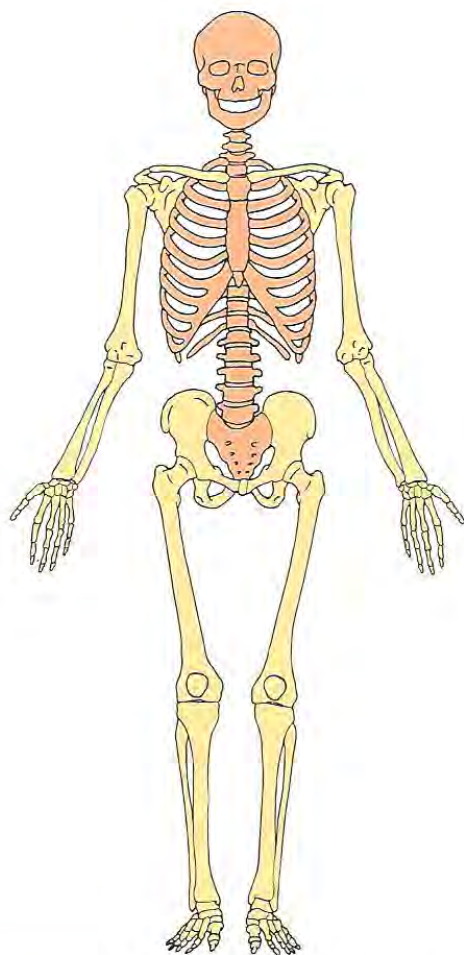


Figura 2.1 Esqueleto axial e esqueleto apendicular.

► Composição do osso

Os ossos podem ser considerados órgãos porque são constituídos por diferentes tipos de tecido (fibroso, cartilágneo, ósseo, nervoso e vascular) e funcionam como partes integrais do sistema esquelético.

Os ossos são constituídos por matéria *orgânica* (1/3) e matéria *inorgânica* (2/3). A matéria orgânica confere elasticidade aos ossos, enquanto a matéria inorgânica confere rigidez e força, tornando os ossos opacos nas radiografias. Quão resistentes são os ossos? Estima-se que, se for colocado peso lentamente sobre um crânio humano, ele consegue sustentar três toneladas antes de se quebrar!

A **substância óssea compacta** constitui-se em um revestimento externo denso e rijo. Ela sempre reveste completamente todo o osso e tende a variar de espessa, ao longo do corpo do osso (diáfise), a delgada, nas extremidades (epífises) dos ossos longos. Também é espessa nas lâminas dos ossos planos do crânio.

A **substância óssea esponjosa** é porosa e se localiza na porção interna formando *trabéculas* (termo que significa “pequenos feixes” em latim). As trabéculas estão dispostas em um padrão que resiste às tensões e aos esforços locais (Figura 2.2A). Os espaços entre as trabéculas tendem a ser preenchidos por medula óssea, o que torna os ossos mais leves. A substância esponjosa constitui a maior parte das epífises dos ossos.

► Estrutura do osso

A **epífise** é a área em cada extremidade de um osso longo. Esta área tende a ser maior do que o corpo (diáfise) (Figura 2.3). Nos ossos dos adultos a epífise é óssea; durante o crescimento ósseo, a epífise é formada por um material cartilágneo chamado de “placa de crescimento” ou “**placa epifisial**”. O crescimento longitudinal ocorre neste local por meio da formação de novo tecido ósseo.

A **diáfise** é o corpo do osso longo (parte principal/eixo). É constituída principalmente por substância compacta, que lhe confere grande força. No seu interior há a **cavidade medular** que, entre outras características, reduz o peso do osso. Esta cavidade contém medula óssea e possibilita a passagem de artérias nutritivas. O **endóstio** é uma membrana que reveste a cavidade medular. Contém **osteoclastos**, que são os principais responsáveis pela reabsorção óssea.

Nos ossos longos, a parte que se expande em forma de leque em cada extremidade da diáfise é chamada de **metáfise**. É constituída principalmente por substância esponjosa e funciona como suporte à epífise.

O **perióstio** é a delgada membrana fibrosa que reveste externamente todo o osso, exceto as faces articulares que são revestidas por cartilagem hialina. O perióstio contém nervos e vasos sanguíneos que são importantes para o fornecimento de nutrientes, promovendo o crescimento do diâmetro do osso imaturo e a reparação do osso. Também serve de ponto de inserção (fixação) para os tendões e ligamentos.

Nas radiografias, o osso em crescimento apresenta uma linha bem definida entre a “placa epifisial” e o resto do osso (Figura 2.4A). Visto que esta linha não existe no osso do adulto normal, sua ausência indica que não há mais crescimento ósseo (Figura 2.4B).

Há dois tipos de epífises nas crianças cujos ossos ainda estão em formação (Figura 2.5). A **epífise de pressão** está localizada

Tabela 2.1 Ossos do corpo humano.

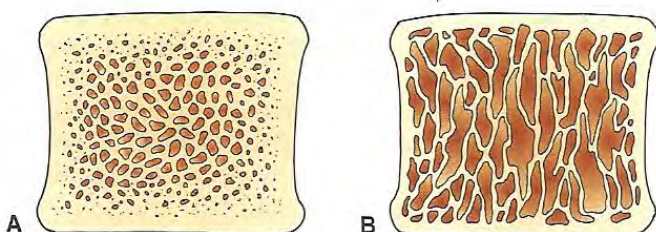
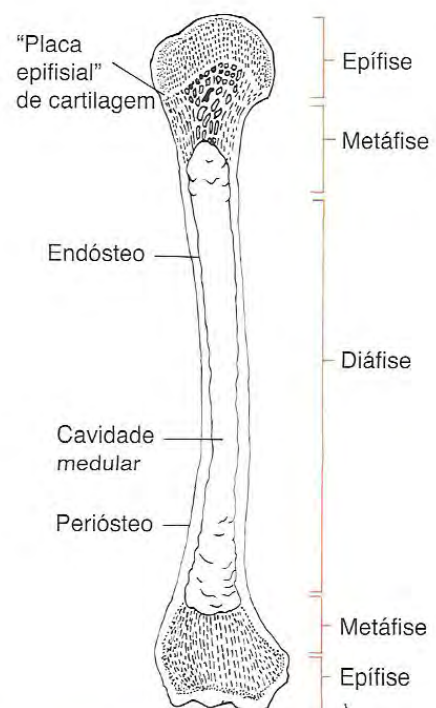
	Únicos	Pareados	Múltiplos
Esqueleto axial			
Crânio (8)	Frontal Esfenoide Etmóide Occipital	Parietal Temporal	Nenhum
Face (14)	Mandíbula Vômer	Maxila Zigomático Lacrimar Concha nasal inferior Palatino Nasal	Nenhum
Outros (7)	Hioide	Ossículos da audição (3)	Nenhum
Coluna vertebral (26)	Sacro (5)* Cóccix (3)*	Nenhum	Cervical (7) Torácica (12) Lombar (5)
Tórax (25)	Esterno	Costelas (12 pares) Verdadeiras: 7 Falsas: 3 Flutuantes: 2	Nenhum
Esqueleto apendicular			
Membro superior (64)	Nenhum	Escápula Clavícula Úmero Ulna Rádio	Carpais (8) Metacarpais (5) Falanges (14)
Membro inferior (62)	Nenhum	Quadril (3)* Fêmur Tíbia Fíbula Patela	Tarsais (7) Metatarsais (5) Falanges (14)

*Denota ossos fundidos.

nas extremidades dos ossos longos, onde são comprimidas pelo outro osso que constitui a articulação. É neste local que ocorre o crescimento dos ossos longos. Visto que a epífise de um osso em crescimento não está firmemente conectada à diáfise, pode deslizar ou se deformar. A **epífise de tração** está localizada nos pontos em que os tendões se inserem nos ossos, e é submetida à força de tração muscular. Exemplos seriam os trocanteres maior e menor do fêmur e a tuberosidade da tíbia.

► Tipos de ossos

Ossos longos são assim chamados porque o seu comprimento é maior do que sua largura (Figura 2.6A). Eles são os

**Figura 2.2** Osso normal (A) e osso osteoporótico (B).**Figura 2.3** Corte longitudinal de um osso longo.

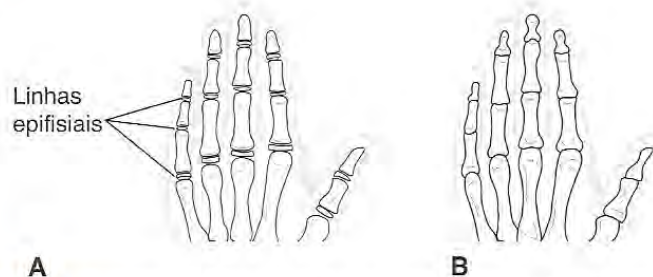


Figura 2.4 Linhas epifisais na mão de uma criança (A) e mão de um adulto (B).

maiores ossos do corpo e constituem a maior parte do esqueleto apendicular. Ossos longos são basicamente tubulares com um corpo (diáfise) e duas extremidades bulbosas (epífises). A parte larga da diáfise mais próxima da epífise é chamada de *metáfise* (Figura 2.3). A diáfise consiste em substância compacta que circunda a cavidade medular. A metáfise e a epífise são constituídas por substância esponjosa recoberta por uma delgada camada de substância compacta. Uma camada delgada de cartilagem hialina reveste as faces articulares das epífises. O crescimento ósseo ocorre nas epífises.

Os **ossos curtos** tendem a ter as três dimensões, comprimento, largura e espessura, iguais, as quais lhes conferem um formato cúbico (Figura 2.6B). Apresentam maior face articular e, ao contrário de ossos longos, geralmente se articulam com mais de um osso. Sua composição é semelhante à dos ossos longos: uma delgada camada de substância compacta que recobre a substância esponjosa, que tem cavidade medular entre as trabéculas. Os exemplos de ossos curtos incluem os ossos do “punho” (carpais) e do “tornozelo” (tarsais).

Os **ossos planos** apresentam uma superfície muito ampla, mas não são muito espessos. Eles tendem a ter uma superfície curva em vez de plana (Figura 2.6C). Esses ossos apresentam duas camadas de substância compacta com substância esponjosa e medula óssea entre elas. O ílio e a escápula são bons exemplos de ossos planos.

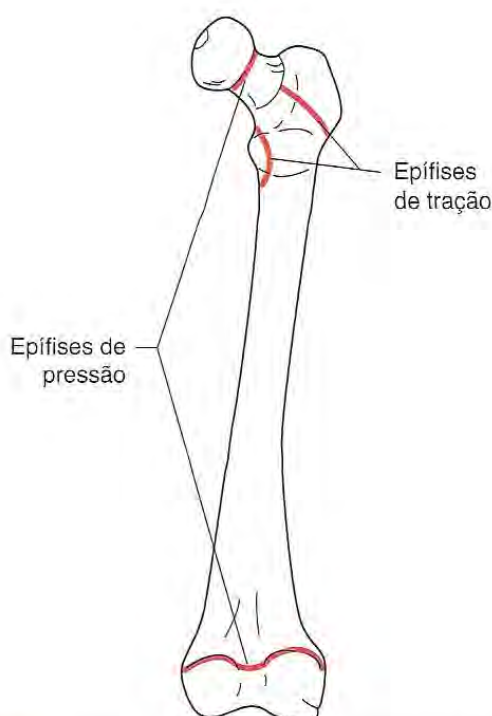


Figura 2.5 Tipos de epífises encontradas em um osso imaturo.

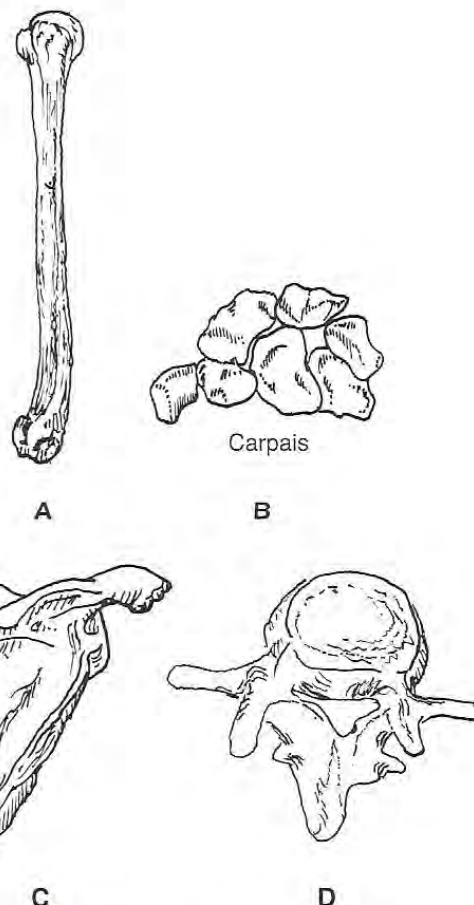


Figura 2.6 Tipos de ossos.

Os **ossos irregulares** têm formatos variados, como o próprio nome indica (Figura 2.6D). Exemplos de ossos irregulares incluem as vértebras e o sacro, que não se enquadram nas outras categorias. Eles também são constituídos por substância esponjosa e medula óssea envoltas por uma camada delgada de substância compacta.

Os **ossos sesamoides**, que se assemelham a sementes de gergelim, são pequenos ossos localizados em regiões em que alguns tendões cruzam epífises de ossos longos nos membros superior e inferior. Eles se desenvolvem dentro dos tendões e os protegem de desgaste excessivo junto ao osso. Por exemplo, o tendão do músculo flexor longo do hálux se estende pela superfície plantar e se insere no hálux. Se esse tendão não fosse protegido de alguma maneira, seria constantemente comprimido. A “mãe natureza” é muito inteligente para permitir que isso aconteça. Os ossos sesamoides estão localizados em cada lado do tendão perto da cabeça do primeiro osso metatarsal, formando um “sulco” protetor para a passagem do tendão por esta área sustentadora de peso.

Os ossos sesamoides também modificam o ângulo de inserção de um tendão. A patela pode ser considerada um osso sesamoide, porque é envolta pelo tendão do músculo quadríceps femoral e melhora a vantagem mecânica deste músculo. Como já foi mencionado, os ossos sesamoides também são encontrados nos tendões flexores que passam posteriormente para o pé, de cada lado do “tornozelo”. No membro superior, são encontrados nos tendões flexores do polegar, próximo às articulações metacarpofalângicas e interfalângicas. Ocasionalmente, um osso sesamoide está localizado perto da articulação metacarpofalângica dos dedos indicador e mínimo.

A Tabela 2.2 resume os tipos de ossos dos esqueletos axial e apendicular. Deve ser notado que não existem ossos longos ou

Tabela 2.2 Tipos de ossos.

Tipo	Esqueleto apendicular		Esqueleto axial
	Membro superior	Membro inferior	
Ossos longos	Clavícula Úmero Rádio Ulna Metacarpais Falanges	Fêmur Fíbula Tíbia Metatarsais Falanges	Nenhum
Ossos curtos	Carpais	Tarsais	Nenhum
Ossos planos	Escápula	Quadril Patela	Ossos do crânio (frontal, parietal) Costelas Esterno Vértebras
Ossos irregulares	Nenhum	Nenhum	Ossos do crânio (esfenoide, etmoide) Sacro Cóccix Mandíbula, ossos da face

curtos no esqueleto axial, e não existem ossos irregulares no esqueleto apendicular. Os ossos sesamoides não estão incluídos na Tabela 2.2, porque são considerados ossos acessórios, e tanto seu formato e como seu número variam muito.

Ao analisar vários ossos, podemos ver orifícios, depressões, sulcos, saliências, cristas e muitos outros tipos de acidentes ósseos. Cada um deles tem funções diferentes. A Tabela 2.3 descreve os diversos tipos de acidentes ósseos e seus propósitos.

Tabela 2.3 Acidentes ósseos.**Depressões e orifícios**

Acidentes ósseos	Descrição	Exemplos
1. Forame	Orifício através do qual os vasos sanguíneos, nervos e ligamentos passam	Forame transversário das vértebras cervicais
2. Fossa	Pequena depressão	Fossa mandibular no osso temporal
3. Sulco	Depressão linear que contém um tendão ou vaso sanguíneo	Sulco intertubercular do úmero
4. Meato	Canal ou abertura tubular em um osso; passagem	Meato acústico externo
5. Seio	Cavidade cheia de ar dentro de um osso	Seio frontal no osso frontal

Projeções ou processos que se encaixam em articulações

Acidentes ósseos	Descrição	Exemplos
1. Côndilo	Projeção arredondada	Côndilo medial do fêmur
2. Eminência	Parte protrusa proeminente de um osso	Eminência intercondilar da tíbia
3. Face/faceta	Superfície articular plana ou rasa	Face articular na cabeça da costela
4. Cabeça	Projeção articular arredondada geralmente separada do corpo do osso por uma região estreitada denominada colo	Cabeça do fêmur

Projeções/processos nos quais se inserem tendões, ligamentos e outros tipos de tecido conjuntivo

Acidentes ósseos	Descrição	Exemplos
1. Crista	Margem óssea proeminente	Crista ilíaca
2. Epicôndilo	Proeminência óssea situada acima do côndilo	Epicôndilo medial do úmero
3. Linha	Margem óssea suave	Linha áspera do fêmur
4. Espinha	Projeção óssea afilada	Espinha da escápula
5. Tubérculo	Projeção óssea pequena e arredondada	Tubérculo maior do úmero
6. Tuberosidade	Projeção óssea grande e arredondada	Tuberosidade da tíbia
7. Trocanter	Grande saliência óssea para inserção muscular	Trocanter maior do fêmur

► Patologias esqueléticas comuns

A **fratura** consiste em uma perda de continuidade da substância cortical do osso provocada por força direta, força indireta ou processo patológico. As fraturas nas crianças tendem a ser incompletas (“em galho verde”) ou nas epífises. As fraturas nas pessoas idosas são mais comuns na epífise proximal do fêmur, resultado de queda, ou no membro superior, em decorrência de queda sobre a mão espalmada. As fraturas são frequentemente descritas de acordo com o tipo (p. ex., fechadas), direção da linha de fratura (p. ex., transversas) ou posição das partes do osso (p. ex., acavalgadas).

A **osteoporose** é uma condição caracterizada por perda de densidade normal do osso ou da massa óssea (Figura 2.2B). Esta condição pode enfraquecer o osso até ocorrer uma fratura. As vértebras de pessoas idosas são um local comum de osteoporose. A **osteomielite** é uma infecção do osso causada

geralmente por bactérias. A fratura que rompe a pele (fratura exposta) representa um risco maior para o desenvolvimento de osteomielite do que uma fratura que não rompe a pele (fratura fechada).

Visto que a epífise de um osso em crescimento não está firmemente aderida à diáfise, ela pode deslizar ou se tornar deformada. A cabeça do fêmur é um local comum de problemas decorrentes da epífise de pressão, tais como a **doença de Legg-Calvé-Perthes** e o **deslizamento da epífise da cabeça do fêmur**. O uso excessivo pode causar irritação e inflamação em qualquer epífise de tração em que os tendões estão inseridos no osso. Uma condição comum na epífise de tração da tuberosidade da tibia em crianças cujos ossos ainda estão em formação é chamada **doença de Osgood-Schlatter**. De modo geral, os problemas nas epífises de pressão e de tração ocorrem apenas durante os anos de formação óssea, e não após as epífises se fundirem e o crescimento do osso ter cessado.

Autoavaliação

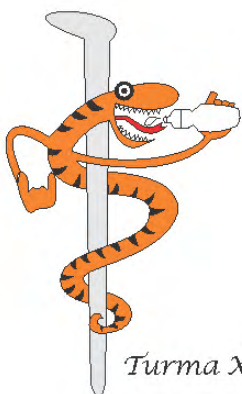
1. Quais são as diferenças entre os esqueletos axial e apendicular?
2. Cite um exemplo de substância óssea compacta e um de substância óssea esponjosa.
3. Qual osso é mais pesado, o compacto ou o esponjoso? Por quê?
4. Que tipo de osso está principalmente envolvido no crescimento de um indivíduo em termos de altura? Em que parte do osso ocorre esse crescimento?
5. Qual é a função do osso sesamoide?
6. Quais são os acidentes ósseos que podem ser classificados como:
 - a. depressões e orifícios;
 - b. projeções ou processos que se encaixam em articulações;
 - c. projeções ou processos nos quais se insere tecido conjuntivo.

Nas Questões 7 a 9, classifique os acidentes ósseos.

7. Sulco intertubercular
8. Cabeça do úmero
9. Acetábulo
10. Qual é o nome da membrana que reveste a cavidade medular?
11. Como é denominada a parte principal (eixo) de um osso longo?
12. Em crianças, o crescimento dos ossos longos ocorre em uma epífise de tração ou em uma epífise de pressão?
13. O úmero faz parte do esqueleto apendicular ou do axial?
14. A clavícula faz parte do esqueleto axial ou do apendicular?
15. O esterno faz parte do esqueleto axial ou do apendicular?

3 Sistema Articular

- ▶ Tipos de articulações, 18
- ▶ Estrutura das articulações, 20
- ▶ Planos e eixos, 22
- ▶ Graus de liberdade, 23
- ▶ Termos de doenças comuns, 24
- ▶ Autoavaliação, 24



Turma XII



Articulação é uma conexão entre dois ossos. Embora as articulações tenham várias funções, talvez a mais importante seja tornar o movimento possível. Articulações também ajudam a sustentar o peso do corpo e promovem estabilidade. Esta estabilidade se deve principalmente ao formato dos ossos que compõem a articulação, como na articulação do quadril, ou pode resultar das características dos tecidos moles, como observado no ombro e no joelho. Muitas articulações contêm a sinóvia, secreção que lubrifica as articulações e nutre a cartilagem articular.

► Tipos de articulações

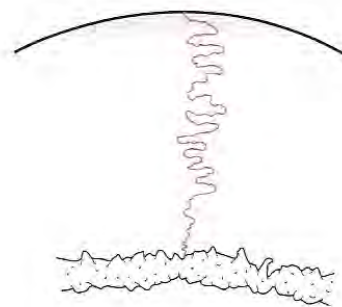
A articulação possibilita diversos movimentos, como no ombro, ou pouco movimento, como na articulação esternoclavicular. Assim como há diferenças, também existem restrições. Uma articulação que possibilita maior variedade de movimentos é menos estável. Por outro lado, uma articulação muito estável tende a permitir pouco movimento. Muitas vezes, há mais de um termo que pode ser utilizado para descrever a mesma articulação. Esses termos tendem a descrever a estrutura ou a amplitude do movimento possível.

Uma **articulação fibrosa** tem uma delgada camada de periósteo fibroso entre os dois ossos, como nas suturas do crânio. Há três tipos de articulações fibrosas: sinartrose, sindesmose e gonfose. Uma **sinartrose**, ou sutura, apresenta uma fina camada de periósteo fibroso entre os dois ossos, como nas suturas do crânio. As regiões articulares dos ossos têm o formato próprio que possibilita o encaixe recíproco dos mesmos (Figura 3.1A). Neste tipo de articulação não há essencialmente movimento entre os ossos; o objetivo é fornecer forma e força. Outro tipo de articulação fibrosa é a **sindesmose** ou articulação “por ligamentos”. Há muito tecido fibroso, como ligamentos e membranas interósseas, que mantêm os ossos unidos (Figura 3.1B). Neste tipo de articulação pode ocorrer um pequeno movimento de torção ou alongamento. A articulação tibiofibular distal no “tornozelo” e a articulação radiulnar (membrana interóssea) são exemplos. O terceiro tipo de articulação fibrosa é chamado de **gonfose**, que é a palavra grega para “encaixe.” Esta articulação ocorre entre a raiz de um dente e o alvéolo dental no arco alveolar da mandíbula e da maxila (Figura 3.1C). Sua forma é similar a de um *pino em uma tomada* de luz.

A **articulação cartilaginosa** (Figura 3.2) apresenta cartilagem hialina ou fibrocartilagem entre os dois ossos. As articulações entre os corpos vertebrais são exemplos de articulações em que discos de fibrocartilagem conectam diretamente os ossos. A primeira articulação esternocostal é um exemplo de conexão direta feita por cartilagem hialina. Articulações cartilaginosas são também chamadas de **anfiartroses**, porque tornam possível algum grau de movimento, como flexão ou torção, e alguma compressão. Ao mesmo tempo, essas articulações são muito estáveis.

Na **articulação sinovial** (Figura 3.3) não há união direta de continuidade entre as extremidades ósseas. Em vez disso, há uma cavidade articular cheia de sinóvia e envolta por uma cápsula semelhante a uma bacia. A camada externa da cápsula articular é constituída por tecido conjuntivo fibroso denso, que mantém os ossos da articulação no lugar. A camada interna é formada por uma membrana sinovial que secreta o líquido denominado sinóvia. A face articular é muito lisa e coberta com cartilagem *articular* do tipo *hialina*. A articulação sinovial é também chamada de **diartrose** porque possibilita movimentos livres. Não é tão estável quanto outros

A. Sinartrose (tipo sutura)



B. Sindesmose (tipo “por ligamentos”)



C. Gonfose

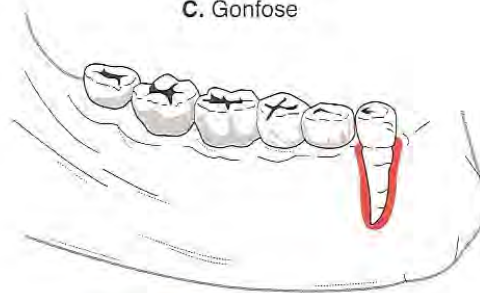


Figura 3.1 Articulações fibrosas.

tipos de articulações, mas garante muito mais amplitude de movimento. A Tabela 3.1 apresenta um resumo dos tipos de articulações. O número de eixos, o formato da articulação e o tipo de movimento que ocorre na articulação subdividem as articulações sinoviais (Tabela 3.2).

Em uma **articulação não axial**, o movimento tende a ser linear, em vez de angular (Figura 3.4). As faces articulares dos ossos são relativamente planas e deslizam uma sobre a outra, em vez de se moverem uma em torno da outra, caracterizando uma **articulação plana**. O movimento que ocorre entre os

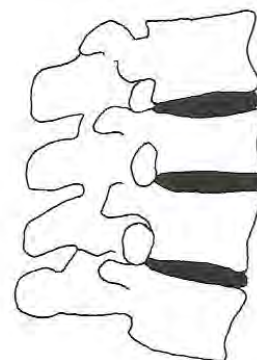


Figura 3.2 Articulação cartilaginosa.

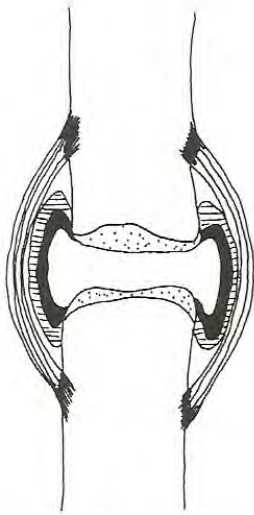


Figura 3.3 Articulação sinovial.

ossos carpais é um exemplo de deslizamento. Ao contrário da maioria dos outros tipos de movimento que ocorre nas articulações sinoviais, o movimento não axial ocorre secundariamente a outro movimento. Por exemplo, você consegue flexionar e estender o cotovelo sem mover outras articulações. No entanto, não é possível mover os ossos carpais separadamente. O movimento dos ossos carpais ocorre quando a articulação radiocarpal (do “punho”) se move em flexão e extensão ou abdução e adução.

A **articulação uniaxial** possibilita movimento angular que ocorre em um plano em torno de um eixo, de modo semelhante a uma dobradiça. O cotovelo (articulações umero-ulnar e umero-radial) é um bom exemplo de **gínglimo**, com a forma convexa da extremidade do úmero se encaixando na extremidade da ulna cujo formato é côncavo (Figura 3.5). Os únicos movimentos possíveis são flexão e extensão, que ocorrem no plano sagital em torno do eixo transversal do corpo. Nenhum outro movimento é possível nesta articulação. As articulações interfalângicas das mãos e dos pés também apre-

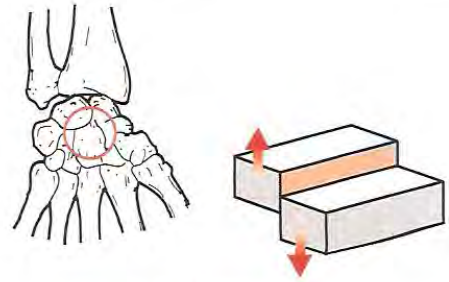


Figura 3.4 Articulação plana.

sentam esse tipo de movimento. O joelho é uma articulação do tipo **gínglimo**, mas esse exemplo precisa ser esclarecido. Durante os últimos graus de extensão, o fêmur roda medialmente sobre a tíbia. Essa rotação não é um movimento ativo, mas é o resultado de determinadas características mecânicas. Portanto, o joelho é classificado de maneira adequada como uma articulação uniaxial, porque apresenta movimento *ativo* em torno de apenas um eixo.

No cotovelo também existe a articulação radiulnar, que é uma **articulação trocóide** e apresenta outro tipo de movimento uniaxial. A cabeça do rádio roda em relação à ulna estacionária durante a pronação e a supinação do antebraço

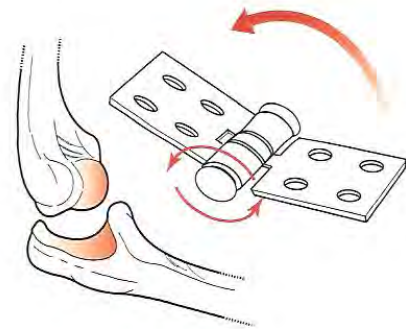


Figura 3.5 Gínglimo.

Tabela 3.1 Classificação das articulações.

Tipo	Movimento	Estrutura	Exemplo
Sinartrose	Nenhum	Fibrosa – sutura	Ossos do crânio
Sindesmose	Leve	Fibrosa – por meio de ligamentos	Tibiofibular distal
Gonfose	Nenhum	Fibrosa – gonfose	Dentoalveolar (arco alveolar da mandíbula e da maxila com os dentes)
Anfiartrose	Pouco	Cartilágnea	Sínfise púbica, discos intervertebrais
Diartrose	Livre	Sinovial	Quadril, joelho, cotovelo

Tabela 3.2 Classificação das articulações sinoviais.

Número de eixos	Formato da articulação	Movimento da articulação	Exemplo
Não axial	Plana (Irregular)	Deslizamento	Intercarpais
Uniaxial	Gínglimo	Flexão/extensão	Cotovelo e joelho
	Trocóide	Rotação	Atlantoaxial e radiulnar proximal
Biaxial	Elipsóide	Flexão/extensão, abdução/adução	Radiocarpal, metacarpofalângica
	Selar	Flexão/extensão, abdução/adução, rotação (acessório)	Carpometacarpal do polegar
Triaxial (multiaxial)	Esferóide	Flexão/extensão, abdução/adução, rotação	Ombro, quadril

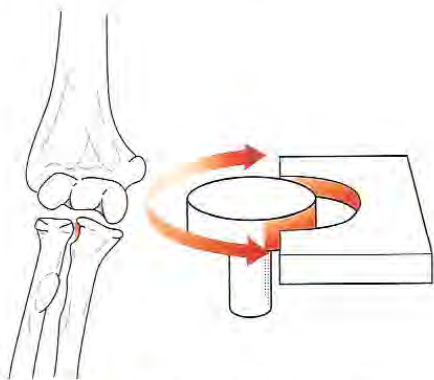


Figura 3.6 Articulação trocóideia.

(Figura 3.6). Esse movimento ocorre no plano transversal em torno do eixo longitudinal do corpo. O movimento na articulação atlantoaxial (entre CI e CII) também é rotação. A primeira vértebra cervical (*atlas*), sobre a qual se apoia o crânio, roda em torno do dente da segunda vértebra cervical (*áxis*). Isso torna possível que a cabeça possa girar para a direita ou esquerda.

O movimento em uma articulação **biaxial**, como a encontrada no “punho” (radiocarpal), ocorre em duas direções diferentes (Figura 3.7). Flexão e extensão ocorrem em torno do eixo transversal, enquanto adução e abdução ocorrem em torno do eixo sagital. Este movimento bidirecional também ocorre nas articulações metacarpofalângicas (MCF), que são denominadas **elipsóideas**, por causa de seu formato.

A articulação carpometacarpal (CMC) do polegar é biaxial, mas difere um pouco da articulação elipsóidea. Na articulação carpometacarpal a face articular de cada osso é côncava em uma direção e convexa na outra. Os ossos se encaixam como um cavaleiro sentado em uma sela, fato que justifica ser denominada **articulação selar** (Figura 3.8).

Ao contrário da articulação elipsóidea, a articulação CMC possibilita uma discreta rotação. Similar ao movimento intrínseco dos ossos carpais, esta rotação não ocorre por si só. Se você tentar rodar o polegar sem também flexioná-lo e abduzi-lo, descobrirá que não consegue fazê-lo; no entanto, a rotação ocorre. Olhe para a direção em que a polpa do polegar (face palmar) está apontando quando ele está aduzido. Abduza e flexione seu polegar e observe que a direção para a qual a polpa digital está apontando mudou cerca de 90°. Essa rotação não ocorreu ativamente; a rotação ocorreu por causa do formato da articulação. Portanto, embora a articulação CMC do polegar não seja uma articulação biaxial verdadeira em razão da rotação permitida, ela se enquadra melhor nesta categoria por causa dos movimentos *ativos* permitidos em torno de dois eixos.

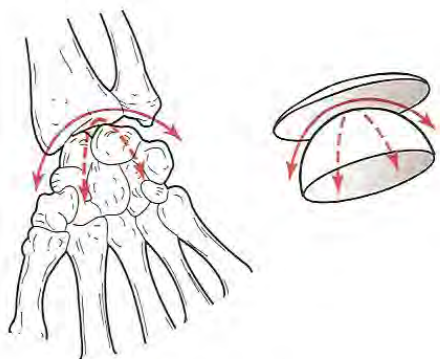


Figura 3.7 Articulação elipsóidea.

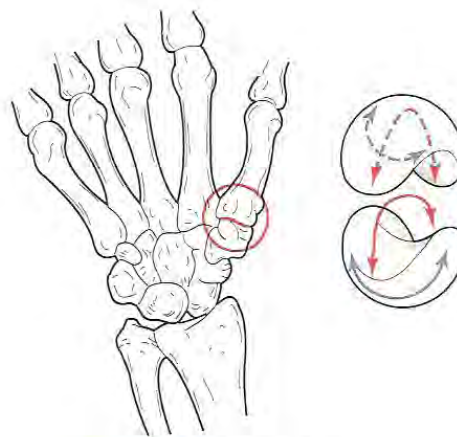


Figura 3.8 Articulação selar.

Em uma **articulação triaxial**, por vezes referida como **articulação multiaxial**, os movimentos ocorrem ativamente em todos os três eixos do corpo (Figura 3.9). Esta articulação possibilita mais movimentos do que qualquer outro tipo de articulação. O quadril e o ombro permitem movimentos em torno do eixo transversal (flexão e extensão), em torno do eixo sagital (abdução e adução) e em torno do eixo longitudinal (rotação). A articulação triaxial também é denominada **esferóidea** porque no quadril, por exemplo, a cabeça do fêmur tem forma esférica como uma bola que se encaixa na concavidade do acetábulo.

► Estrutura das articulações

Há muitas outras estruturas associadas às articulações sinoviais (Figura 3.10). Primeiro, existem **ossos**, geralmente dois, que se articulam um com o outro. A amplitude e a direção do movimento permitido em cada articulação são ditadas pelo formato das extremidades ósseas que se articulam e pela face articular de cada osso. Por exemplo, a articulação do ombro apresenta uma face articular lisa na maior parte da cabeça do úmero e na cavidade glenoidal da escápula. Como resultado, o ombro apresenta grande mobilidade e os movimentos ocorrem em todas as direções. O joelho, por outro lado, é muito móvel, mas em uma direção específica. Ao examinar a extre-

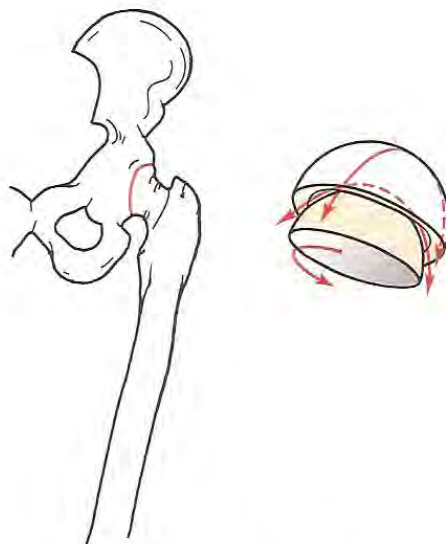


Figura 3.9 Articulação esférica.

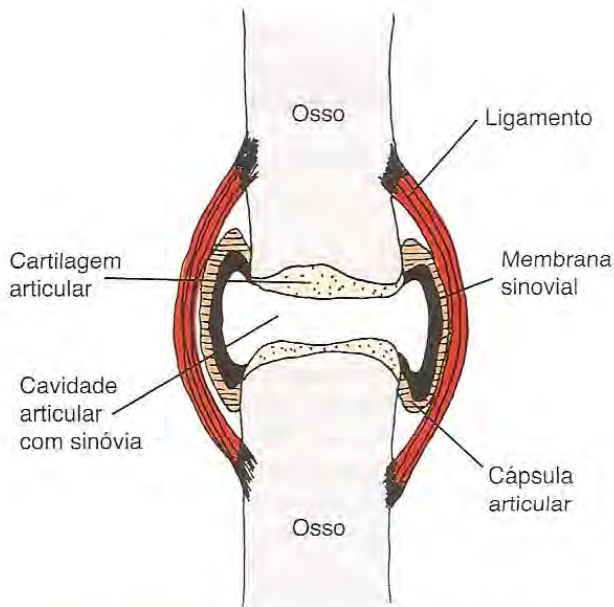


Figura 3.10 Articulação sinovial, corte longitudinal.

midade (epífise) distal do fêmur, você perceberá que existem duas saliências curvas (côndilos) muito semelhantes às bases curvas de uma cadeira de balanço. A extremidade proximal da tíbia apresenta duas faces articulares, com uma área elevada (eminência intercondilar) entre elas. Essas faces articulares possibilitam muitos movimentos, mas, como a cadeira de balanço, em uma única direção.

Os dois ossos de uma articulação são mantidos juntos e sustentados por **ligamentos**, que são faixas de tecido conjuntivo fibroso. Ligamentos também fornecem fixação para cartilagens, fâscias ou, em alguns casos, músculos. Ligamentos são flexíveis, mas não elásticos. Esta flexibilidade é necessária para permitir a mobilidade articular, mas a ausência de elasticidade é necessária para manter próximos os ossos e para fornecer alguma proteção para a articulação. Em outras palavras, ligamentos restringem o movimento articular excessivo. Quando ligamentos envolvem uma articulação, são chamados *ligamentos capsulares*.

Toda articulação sinovial apresenta uma **cápsula articular** que envolve e limita a cavidade articular da articulação, além de proteger as faces articulares dos ossos (Figura 3.11). Na articulação do ombro, por exemplo, a cápsula articular envolve completamente a articulação, formando um vácuo parcial que ajuda a manter a cabeça do úmero junto à cavidade glenoidal da escápula. Em algumas articulações a cápsula pode não ser tão completa.

A cápsula articular apresenta duas camadas: uma externa e uma interna. A camada externa é constituída por tecido conjuntivo fibroso, sustentando e protegendo a articulação. Esta camada é reforçada geralmente por ligamentos. A camada interna de revestimento é a **membrana sinovial**, que consiste em tecido conjuntivo espesso e vascular que secreta o líquido denominado sinóvia. **Sinóvia** é uma secreção espessa e clara (semelhante à clara de ovo) que lubrifica a cartilagem articular, reduzindo assim o atrito e facilitando o movimento livre da articulação. Este líquido absorve parte dos choques e é a principal fonte de nutrição para a cartilagem articular.

A **cartilagem articular** consiste em tecido conjuntivo fibroso denso que consegue suportar muita pressão e tensão. No corpo existem três tipos básicos de cartilagem: hialina, fibrocartilagem e elástica. A **cartilagem articular é hialina**,

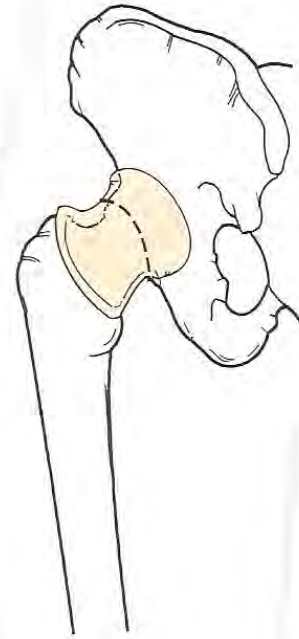


Figura 3.11 Cápsula articular.

reveste as faces articulares dos ossos opostos e, com a ajuda da sinóvia, proporciona uma superfície lisa e escorregadia em todas as articulações sinoviais. Visto que a cartilagem hialina não apresenta suprimento sanguíneo ou nervoso próprio e precisa ser nutrida pela sinóvia, não consegue se regenerar se for danificada.

A **fibrocartilagem** atua como um amortecedor de choques. Isto é especialmente importante em articulações que suportam peso, como no joelho e entre as vértebras. No joelho, a fibrocartilagem de formato semilunar denominada **menisco** se localiza entre as faces articulares relativamente planas da tíbia e os côndilos do fêmur. Existem **discos** intervertebrais (Figura 3.2) entre os corpos vertebrais. Devido a sua estrutura muito densa, estes discos conseguem absorver uma quantidade surpreendente de choque, que é transmitido para cima graças às forças sustentadoras de peso.

No membro superior, um disco fibrocartilágneo localizado entre a clavícula e o esterno é importante para absorver o choque transmitido ao longo da clavícula ao esterno, se a pessoa cair e se apoiar na mão espalmada. Este disco ajuda a prevenir luxação da articulação esternoclavicular. Também é importante para tornar o movimento possível. O disco, que é fixado ao esterno em uma extremidade e à clavícula na outra, é muito parecido com uma dobradiça de porta oscilante que possibilita o movimento em ambas as direções. Esta “dobradiça” permite à clavícula se mover sobre o esterno quando a extremidade acromial é elevada ou abaixada. Na verdade, a fibrocartilagem divide a articulação em duas cavidades, possibilitando dois tipos de movimentos.

A fibrocartilagem apresenta outras funções nas articulações. A fibrocartilagem do ombro, denominada **lábio glenoidal**, aprofunda a cavidade glenoidal da escápula, formando um melhor encaixe para a cabeça do úmero (Figura 3.12). A fibrocartilagem também preenche a lacuna entre dois ossos. Se você examinar o “punho”, perceberá que a ulna não entra em contato com os ossos carpais, ao contrário do rádio. Um pequeno disco triangular localizado neste espaço age como um preenchimento do espaço, permitindo que forças sejam exercidas sobre a ulna e os ossos carpais sem causar danos.

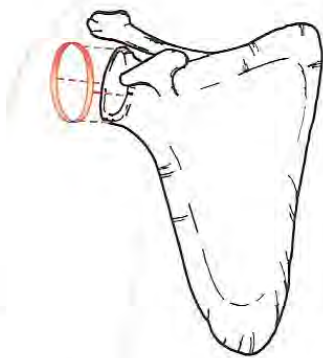


Figura 3.12 Lábio glenoidal.

O terceiro tipo de cartilagem, **cartilagem elástica**, é projetado para ajudar a manter o formato de uma estrutura anatómica. É encontrada na orelha externa e na tuba auditiva. Também é encontrada na laringe, na qual seu movimento é importante para a fala.

Músculos fornecem a força contrátil que possibilita o movimento nas articulações. Portanto, eles têm de cruzar toda a articulação para exercerem um efeito sobre ela. Músculos são moles e não conseguem se inserir diretamente nos ossos. Um **tendão** deve inseri-los nos ossos. O tendão pode ter o formato de uma corda, como o tendão da cabeça longa do músculo bíceps braquial, ou de uma faixa achatada, como no “manguito rotador”.^{*} Em determinadas localizações, os tendões estão envoltos por **bainhas tendíneas**. Essas bainhas fibrosas envolvem o tendão quando este é submetido a pressão ou fricção, como quando ele passa entre músculos e ossos ou através de um túnel entre ossos. Todos os tendões do “punho” apresentam bainhas, as quais são lubrificadas por líquido secretado por seus revestimentos.

Aponeurose é uma lâmina tendínea larga e achatada. As aponeuroses são encontradas em vários lugares onde músculos se inserem em ossos. O grande e poderoso músculo latíssimo do dorso está inserido em vários ossos por meio de uma aponeurose. Na parede abdominal anterior, as aponeuroses fornecem uma base de inserção muscular onde não há ossos, mas onde é necessária muita força. Os músculos abdominais de ambos os lados têm aponeuroses que se entrecruzam na linha média do corpo, tendo como resultado a formação da **linha alba** que representa a área de inserção desses músculos.

As **bolsas sinoviais** são pequenas estruturas saculares encontradas em torno da maioria das articulações sinoviais. Elas estão localizadas em áreas de atrito excessivo, como sob tendões e sobre proeminências ósseas (Figura 3.13). As bolsas sinoviais estão preenchidas por **sinóvia** (líquido claro) e reduzem o atrito entre as partes em movimento. Por exemplo, no ombro, o músculo deltoide passa diretamente sobre o acrômio. O movimento repetido causaria desgaste excessivo do tecido muscular. Entretanto, a bolsa subdeltóidea que está localizada entre o músculo deltoide e o acrômio evita atrito excessivo e reduz a probabilidade de lesão. O mesmo arranjo é observado no coto-

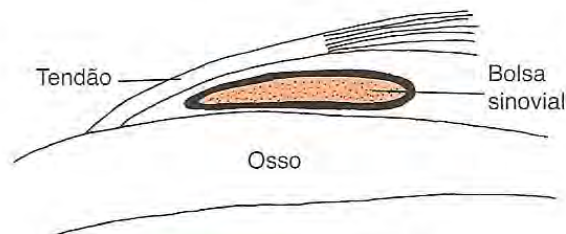


Figura 3.13 Bolsa sinovial.

velo, no qual o tendão do músculo tríceps braquial se insere no olécrano. Algumas articulações, tais como o joelho, apresentam muitas bolsas sinoviais. Há dois tipos de bolsas sinoviais: as naturais (que acabam de ser descritas) e as adquiridas. Uma bolsa sinovial pode aparecer em uma área que normalmente não apresenta atrito excessivo, caso surja atrito nessa área. Essas **bolsas sinoviais adquiridas** tendem a ocorrer em outros lugares que não as articulações. Por exemplo, uma pessoa pode desenvolver uma bolsa sinovial na superfície lateral do terceiro dedo (médio) da mão por causa da escrita. Isso é muitas vezes chamado de “bolsa sinovial do estudante”, porque estudantes costumam fazer muitas anotações. Essas bolsas desaparecem quando a atividade é interrompida ou muito reduzida.

► Planos e eixos

Planos de ação correspondem a planos fixos de referência (imaginários) ao longo dos quais o corpo é dividido.* Existem três planos, e cada um forma ângulos retos, ou seja, é perpendicular, com os outros dois planos (Figura 3.14).

O **plano sagital** atravessa o corpo de anterior para posterior, dividindo-o em partes direita e esquerda. Imagine uma parede vertical ao longo da qual os membros superiores e inferiores se movem. Os movimentos que ocorrem neste plano são flexão e extensão.

O **plano frontal** atravessa o corpo de lado a lado, dividindo-o em porções anterior e posterior. É também chamado de **plano coronal**. Os movimentos que ocorrem neste plano são abdução e adução.

O **plano transversal** atravessa o corpo horizontalmente, dividindo-o em partes superior e inferior. Também é chamado de **plano horizontal**. Rotação ocorre neste plano.

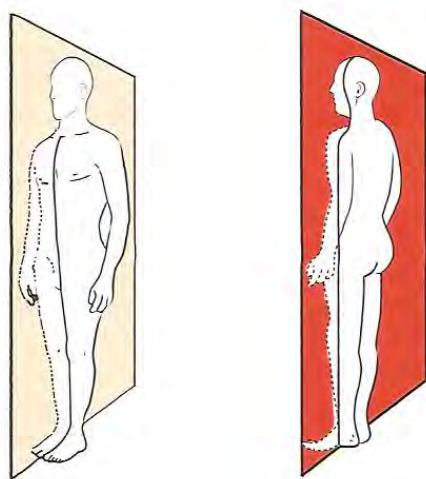
Sempre que um plano atravessa a linha média de uma parte, seja o plano sagital, frontal ou transversal, é denominado **plano cardinal**, porque divide o corpo em partes iguais. O ponto em que os três planos cardinais se intersectam representa o **centro de gravidade** do corpo. No corpo humano, esse ponto está na linha média aproximadamente no nível da segunda vértebra sacral, embora um pouco anterior a ela (Figura 3.15).

Eixos correspondem a linhas imaginárias que atravessam o centro de uma articulação em torno dos quais uma parte do corpo roda (Figura 3.16). O **eixo sagital** atravessa uma articulação de anterior para posterior. O **eixo transversal** atravessa a articulação de lado a lado. O **eixo vertical**, também chamado de **eixo longitudinal**, atravessa a articulação de superior para inferior.

O movimento articular ocorre em torno de um eixo que é sempre perpendicular ao seu plano. Outra maneira de dizer

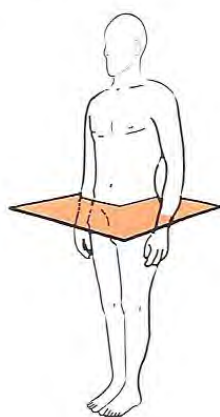
* N.R.T.: Grupo de músculos que roda o úmero.

* N.R.T.: Portanto, podem ser denominados planos de corte ou secção do corpo.



A. Sagital

B. Frontal



C. Transversal

Figura 3.14 Os planos do corpo. **A.** Plano sagital. **B.** Plano frontal. **C.** Plano transversal.

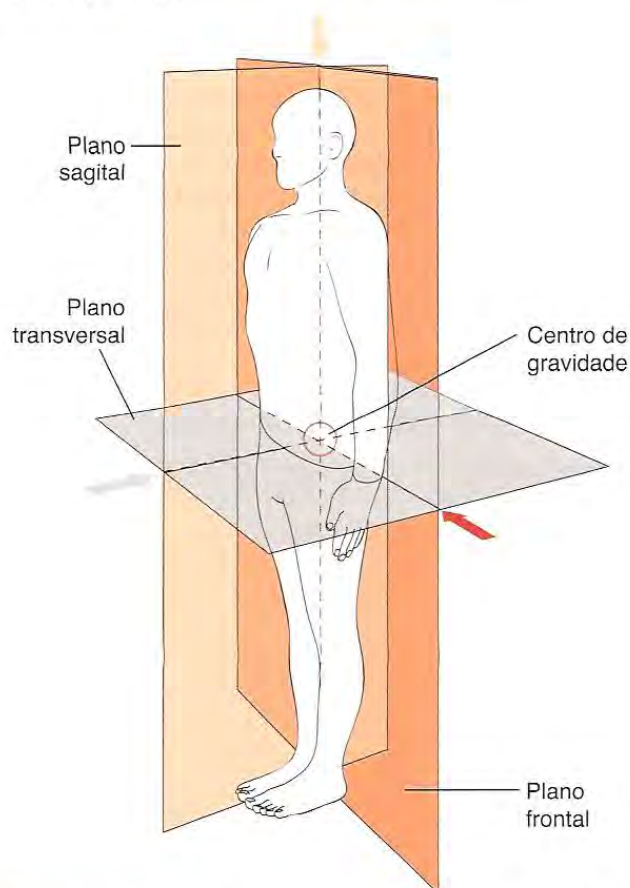
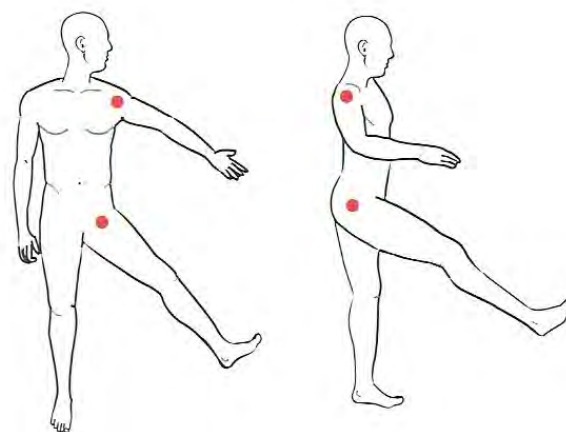


Figura 3.15 O centro de gravidade corresponde ao ponto de interseção dos três planos cardinais.



A. Eixo sagital

B. Eixo transversal



C. Eixo vertical (longitudinal)

Figura 3.16 Os eixos do corpo. **A.** Eixo sagital. **B.** Eixo transversal. **C.** Eixo vertical (longitudinal).

isso é que o movimento articular ocorre *em um plano* e *em torno de um eixo*. Um movimento específico sempre ocorre no mesmo plano e em torno do mesmo eixo. Por exemplo, flexão/extensão sempre ocorre no plano sagital em torno do eixo transversal. Abdução/adução sempre ocorre no plano frontal em torno do eixo sagital. Movimentos semelhantes, tais como “desvios radial e ulnar” no “punho”, também ocorrem no plano frontal em torno do eixo sagital. O polegar é a exceção, porque flexão/extensão e abdução/adução não ocorrem nesses planos tradicionais. (Esses movimentos do polegar, e os seus planos e eixos, serão descritos no Capítulo 13.) A Tabela 3.3 resume o movimento articular em relação a planos e eixos.

► Graus de liberdade

As articulações também podem ser descritas em termos de graus de liberdade, ou número de planos e eixos nos quais conseguem se mover. Por exemplo, uma articulação uniaxial apresenta movimento em torno de um eixo e em um plano; portanto, apresenta um grau de liberdade. Uma articulação biaxial teria dois graus de liberdade, e uma articulação triaxial

Tabela 3.3 Movimentos articulares.

Plano	Eixo	Movimento articular
Sagital	Transversal	Flexão/extensão
Frontal	Sagital	Abdução/adução “Desvio radial/ulnar” Eversão/inversão
Transversal	Vertical (longitudinal)	Rotação medial/lateral Supinação/pronação Rotação direita/esquerda “Abdução/adução horizontal”

teria três, o número máximo de graus de liberdade que uma articulação individual pode apresentar.

Este conceito torna-se significativo quando se avalia uma ou mais articulações de proximal para distal e vice-versa. Por exemplo, o ombro tem três graus de liberdade, o cotovelo e a articulação radiulnar apresentam, cada um, um grau de liberdade; juntos eles apresentam cinco graus de liberdade. O membro superior todo, desde o dedo até o ombro, teria 11° de liberdade.

► Termos de doenças comuns

Entorses consistem na ruptura parcial ou completa de fibras dos ligamentos. A entorse *suave* consiste em ruptura de algumas fibras sem perda funcional. Na entorse *moderada* existe ruptura parcial do ligamento com alguma perda funcional. Na entorse *grave* o ligamento é totalmente rompido e perde sua capacidade funcional. **Estiramento** refere-se à tração excessiva das fibras musculares. Tal como acontece nas entorses, distensões são classificadas em função da gravidade da lesão.

Luxação refere-se à separação completa das duas faces articulares de uma articulação. Uma parte da cápsula articular que envolve a articulação poderá estar rompida. **Subluxação** é o deslocamento parcial de uma articulação de sua posição normal, ocorrendo geralmente durante um período. Um exemplo comum é a subluxação do ombro que se desenvolve depois de um acidente vascular encefálico (AVE). Paralisia muscular e o peso do braço provocam lentamente a subluxação da articulação do ombro.

Osteoartrite é um tipo de artrite que é causada pela ruptura e eventual perda da cartilagem de uma ou mais articulações. Também conhecida como *artrite degenerativa*, ocorre mais frequentemente à medida que envelhecemos e comumente afeta as mãos, os pés, a coluna vertebral e as grandes articulações que sustentam peso, como quadris e joelhos.

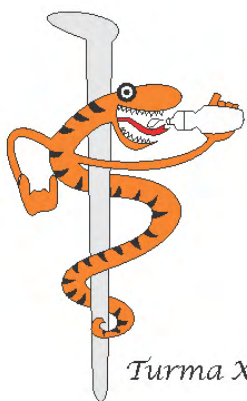
Tendinite é a inflamação de um tendão. **Sinovite** é a inflamação da membrana sinovial. **Tenossinovite** é a inflamação da bainha dos tendões e é muitas vezes causada por esforço repetitivo. O tendão da cabeça longa do músculo bíceps braquial e os tendões flexores das mãos são locais comuns de tenossinovite. **Bursite** é a inflamação da bolsa sinovial. **Capsulite** é a inflamação da cápsula articular.

Autoavaliação

- Quais são os três tipos de articulações que possibilitam pouco ou nenhum movimento?
- Quais são os dois termos utilizados para descrever uma articulação com muito movimento?
- Quais são as três características que descrevem as articulações sinoviais?
- Que tipo de estrutura articular conecta um osso a um músculo?
- Que tipo de estrutura articular amortece e protege áreas de grande atrito?
- Quais são as diferenças entre a cartilagem hialina e a fibrocartilagem? Cite um exemplo de cada tipo de cartilagem.
- Quando a superfície anterior do antebraço se move em direção à superfície anterior do braço, qual movimento da articulação está envolvido? Em que plano ocorre o movimento? Em torno de qual eixo?
- Quais são os movimentos articulares envolvidos ao rodar a palma da mão? Em qual plano e em torno de qual eixo ocorre esse movimento articular?
- Qual movimento articular está envolvido no retorno dos dedos da mão à posição anatômica após o afastamento pleno desses dedos? Em que plano e em torno de qual eixo ocorre o movimento articular?
- Identifique os 11° de liberdade do membro superior.
- Cite um exemplo de uma articulação fibrosa (sinartrose) no esqueleto axial.
- Diartrose*, *sinovial*, *triaxial* e *esferóidea* são termos que poderiam ser usados para descrever qual articulação do membro superior? Poderiam esses mesmos termos ser aplicados a uma articulação no membro inferior? Em caso positivo, qual articulação seria?
- Diartrose*, *sinovial*, *biaxial* e *selar* são termos que poderiam ser usados para descrever qual articulação?
- Quais são os dois termos que poderiam ser usados para classificar a sínfise púbica?
- Qual estrutura articular envolve e limita a articulação sinovial e qual protege as faces articulares?

4 Artrocinemática

- ▶ Movimento osteocinemático, 26
- ▶ Movimento artrocinemático, 26



Turma XII



► Movimento osteocinemático

Costuma-se imaginar o movimento articular como o deslocamento de um osso sobre outro, causando movimentos como flexão, extensão, abdução, adução ou rotação. Esses movimentos, que são realizados sob controle voluntário, são muitas vezes referidos como **clássicos**, **fisiológicos** ou **osteocinemáticos**. Este tipo de movimento pode ser feito na forma de contrações isométricas, isotônicas ou até isocinéticas. Quando atuam ativamente, os músculos movem as articulações por sua amplitude de movimento (ADM). Enquanto movimentamos nossas articulações ao longo do dia, estamos ativamente realizando movimentos osteocinemáticos. Esses movimentos já foram descritos no Capítulo 1. Quando uma articulação é mobilizada passivamente em sua amplitude de movimento, geralmente isso é feito para auxiliar na manutenção do movimento pleno ou para determinar a natureza da resistência no final da amplitude de movimento. Isso é chamado de *sensação final do movimento* de uma articulação.

▪ Sensação final do movimento

A **sensação final do movimento** é uma avaliação subjetiva das *características* da sensação percebida quando é aplicada uma discreta pressão no final da mobilização passiva de uma articulação. Foi descrita pela primeira vez por Cyriax (1983), que destacou a importância da sensação tátil final que o examinador percebe durante a mobilização passiva.

A sensação final do movimento pode ser normal ou anormal. A *sensação final do movimento normal* existe quando a ADM passiva é plena em uma articulação e as estruturas anatómicas normais (p. ex., ossos, cápsula articular, músculo ou o comprimento do músculo) interrompem o movimento. A *sensação final do movimento* é anormal quando dor muscular, defesa muscular, edema ou anormalidade anatômica interrompem o movimento articular.

Os três tipos normais de sensação final do movimento são óssea, estiramento (alongamento) dos tecidos moles e aproximação dos tecidos moles. O termo *óssea* é, por vezes, utilizado para descrever sensação final do movimento normal ou anormal. A **sensação final do movimento normal** é caracterizada por limitação rígida e abrupta à mobilização articular passiva. Isso ocorre quando o osso entra em contato com o outro osso ao final da ADM e, às vezes, é chamada de *sensação final do movimento dura ou resistente*. Um exemplo seria a extensão total normal do cotovelo quando o olécrano entra em contato com a fossa do olécrano. A **sensação normal de estiramento dos tecidos (partes) moles** é caracterizada pela sensação firme que cede um pouco quando a articulação é levada até o final da amplitude de movimento. Esta *sensação final do movimento firme*, como é chamada às vezes, resulta da tensão dos ligamentos associados, cápsula articular e músculos circundantes. Esta é a sensação final do movimento mais comum. Exemplos seriam as rotações medial e lateral do ombro, a extensão do quadril e do joelho e a dorsiflexão do “tornozelo”. A **sensação final do movimento do tipo aproximação dos tecidos (partes) moles** ocorre quando o volume do músculo é comprimido, dando uma *sensação final do movimento macia*, como às vezes é chamada. Por exemplo, a flexão do cotovelo é interrompida pela aproximação do antebraço e braço. Isso é particularmente evidente em uma pessoa com músculos bem desenvolvidos ou que é extremamente obesa.

A sensação final do movimento anormal pode ser descrita como óssea, pastosa, espasmo muscular, vazia e bloqueio elástico. Esses termos podem ser usados para quantificar a limitação do movimento articular. Uma **sensação final do movimento óssea anormal** consiste na interrupção súbita e rígida que costuma ser percebida bem antes do final da ADM normal, quando estruturas ósseas anormais, como osteófitos (esporões ósseos) bloqueiam o movimento da articulação. A **sensação final do movimento pastosa** é frequentemente encontrada em condições agudas nas quais existe edema de tecidos moles, como imediatamente após a torção grave de um “tornozelo” ou sinovite. A sensação é mole como a de uma “esponja molhada”. **Espasmo muscular** consiste em defesa reflexa da musculatura durante o movimento. É uma resposta protetora em face à lesão aguda. A palpação do músculo revelará a contração espasmódica do músculo. A habilidade de palpar e perceber a sensação final do movimento normal, além de detectar alterações da mesma, é importante para proteger as articulações durante os exercícios com relação à ADM. A **sensação final do movimento vazia** ocorre quando o movimento provoca dor considerável. Não há limitação mecânica ao final da amplitude de movimento porque o indivíduo não permite que o examinador mova a parte além da ADM. No **bloqueio elástico** um movimento de rebote é sentido ao final da ADM. Geralmente ocorre quando existe distúrbio interno de uma articulação, como ruptura de cartilagem.

► Movimento artrocinemático

Outra maneira de perceber o movimento articular é o exame das faces (superfícies) articulares. **Movimento artrocinemático** é definido como a maneira em que as faces articulares adjacentes se movem durante o movimento articular osteocinemático. Portanto, movimento osteocinemático é referido como *movimento articular* e movimento artrocinemático é referido como *movimento da face articular*.

▪ Terminologia do movimento acessório

A terminologia pode ser confusa, porque vários especialistas usam os mesmos termos com significados um pouco diferentes. Assim, existem dois tipos de movimento acessório que precisam ser descritos. **Movimentos componentes** são os movimentos que acompanham o movimento ativo, mas não estão sob controle voluntário. Por exemplo, o cingulo do membro superior precisa rodar superiormente para que ocorra a flexão do ombro. O fêmur roda sobre a tibia durante os últimos graus de extensão do joelho. Durante a oposição do polegar ocorre rotação do mesmo. Nenhum desses movimentos pode ser realizado de modo independente, mas precisam ocorrer para que o movimento articular normal aconteça. **Jogo articular** consiste nos movimentos passivos entre as faces articulares realizados por meio de aplicação passiva de força externa. Esses movimentos também não estão sob controle voluntário. Isso inclui movimentos como deslizamento, rotação e rolamento, que serão definidos mais adiante.

Independentemente da maneira como esses movimentos acessórios são definidos, aceita-se que eles são necessários para a mobilização da articulação. A **mobilização da articulação** é geralmente descrita como um movimento oscilatório passivo ou alongamento sustentado que é aplicado por uma força externa em velocidade lenta o suficiente para que o indivíduo consiga interromper o movimento. Essa mobilização é reali-

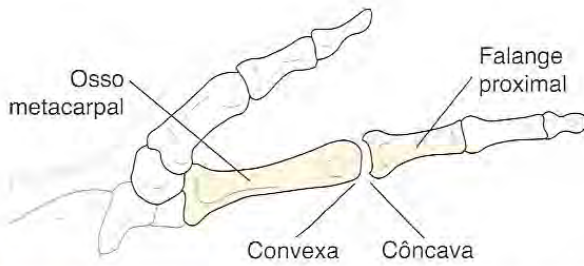


Figura 4.1 Formato das faces articulares ósseas de uma articulação ovoidal – articulação MCF de um dedo da mão.

zada para melhorar a mobilidade articular ou para diminuir a dor oriunda das estruturas articulares. Uma discussão mais aprofundada da mobilização articular está além do escopo deste livro. Esses termos e conceitos relacionados são apresentados para garantir a compreensão básica do movimento articular. Outro termo, **manipulação**, é definido como a mobilização passiva aplicada durante um breve intervalo de tempo e que não pode ser interrompida. É aplicada sob anestesia. Esta manobra também está muito além do escopo deste livro.

• Formato da face articular

Para entender artrocinemática, é necessário reconhecer que o tipo de movimento que ocorre em uma articulação depende da forma das faces articulares dos ossos. A maioria das articulações apresenta uma extremidade óssea côncava e outra convexa (Figura 4.1). A face convexa é arredondada para fora, semelhante a uma colina. A face côncava é “escavada”, semelhante a uma caverna.

Todas as faces articulares são ovoides ou selares. Em uma **articulação ovoidal** são encontrados dois ossos que formam uma relação convexo-côncava. Por exemplo, na articulação metacarpofalângica, uma superfície é côncava (falange proximal) e a outra é convexa (osso metacarpal; Figura 4.1). A maioria das articulações sinoviais é ovoidal. Em uma articulação ovoidal, uma extremidade óssea é geralmente maior do que a extremidade óssea adjacente. Isso permite uma ADM maior em uma superfície menos articular, o que reduz o tamanho da articulação.

Em uma articulação **selar** cada face articular é côncava em uma direção e convexa na outra. A articulação carpometacarpal (CMC) do polegar é, talvez, o melhor exemplo de uma articulação selar (Figura 4.2). Um dos ossos carpais (trapézio) é côncavo no eixo sagital e convexo no eixo transversal. O primeiro osso metacarpal, que se articula com o osso carpal, apresenta o formato oposto: é convexo no eixo sagital e côncavo no eixo transversal.

• Tipos de movimento artrocinemático

Os tipos de movimento artrocinemático são rolamento, deslizamento e rotação. A maioria dos movimentos articulares consiste em uma combinação desses três movimentos. **Rolamento** é o movimento de uma face articular sobre a outra como se fosse uma bola. Novos pontos em cada face articular entram em contato durante o movimento (Figura 4.3). Exemplos incluem a superfície do sapato sobre o chão durante a caminhada, ou o movimento de uma bola rolando pelo chão. O **deslizamento** é um movimento linear de uma face articular em paralelo ao plano da face articular adjacente (Figura 4.4). Em outras palavras, um ponto em uma face articular entra em

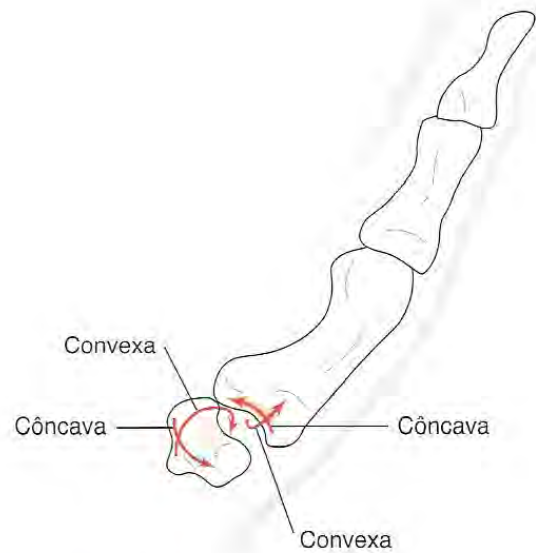


Figura 4.2 Formato das faces articulares ósseas de uma articulação selar – a articulação selar CMC do polegar.

contato com novos pontos da face articular adjacente. A lâmina do patim de gelo (um ponto) ao deslizar sobre a superfície de gelo (novos pontos) demonstra o movimento de deslizamento. **Rotação** é o movimento giratório da face articular móvel sobre a face articular fixa adjacente (Figura 4.5). Essencialmente o mesmo ponto em cada face articular permanece em contato um com o outro. Um exemplo desse tipo de movimento seria um pião girando sobre uma mesa. Se o topo permanece perfeitamente na posição vertical, o pião gira em um só lugar. Exemplos no corpo seriam quaisquer movimentos puramente

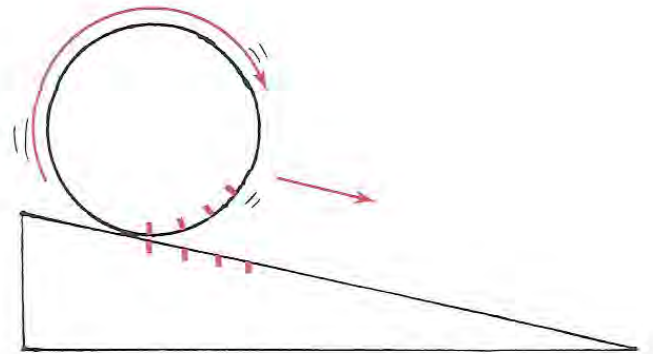


Figura 4.3 Rolamento – movimento de uma face articular sobre outra. Novos pontos em cada face articular entram em contato.

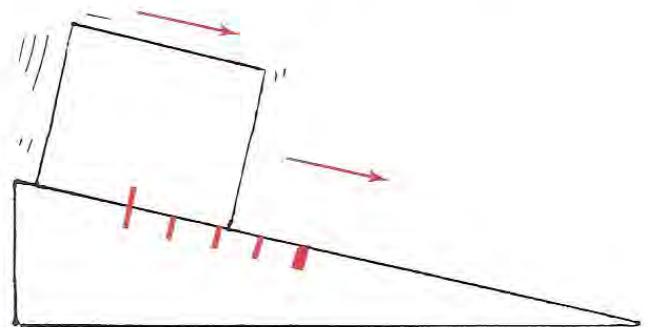


Figura 4.4 Deslizamento – movimento linear de uma face articular paralelo à outra face articular. Um ponto em uma face articular entra em contato com novos pontos em outra face articular.

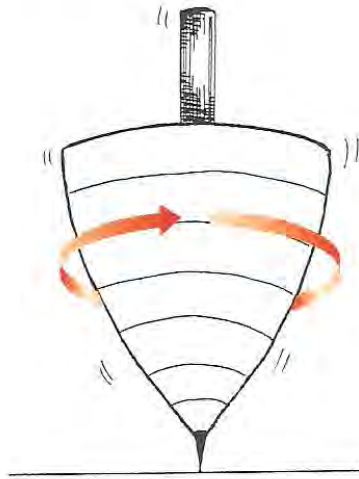


Figura 4.5 Rotação – movimento circular ou elíptico de uma face articular sobre outra. Mesmo ponto em cada face articular permanece em contato.

rotacionais (relativamente falando), como a cabeça do úmero realizando os movimentos de rotação medial e lateral na cavidade glenoidal da escápula, ou a cabeça do rádio rodando na incisura radial da ulna.

Como será discutido no Capítulo 19, o movimento da articulação do joelho demonstra claramente que os três tipos de movimento artrocinemático são necessários para obter flexão e extensão total do joelho. Neste movimento durante a sustentação de peso, os côndilos medial e lateral do fêmur rodam sobre os côndilos da tíbia. Em razão da grande amplitude de flexão e extensão na articulação do joelho, o fêmur rolaria para fora da tíbia se os seus côndilos medial e lateral também não deslizassem posteriormente sobre a tíbia. Visto que os côndilos medial e lateral do fêmur são de tamanhos diferentes, e que as regiões medial e lateral da articulação do joelho se movem em diferentes velocidades, é necessário que ocorra rotação medial do fêmur sobre a tíbia nos últimos 15° de extensão do joelho. Em uma atividade sem sustentação de peso, os mesmos movimentos ocorrem, exceto que a tíbia se move sob o fêmur e ocorre rotação lateral da tíbia em relação ao fêmur (veja a Figura 19.3B).

▪ Regra convexo-côncavo

É importante saber se uma face articular é côncava ou convexa, porque o seu formato determina o movimento. A **regra convexo-côncavo** descreve como as diferenças nos formatos das extremidades ósseas fazem com que as faces articulares se movam de modo específico durante o movimento articular.

A regra é descrita da seguinte maneira: uma face articular côncava move-se sobre uma face articular convexa fixa na mesma direção do segmento do corpo que está se movendo. Por exemplo, a base da falange proximal é côncava e a cabeça do osso metacarpal é convexa (Figura 4.6). Durante a extensão de um dedo da mão (a partir da posição de flexão), a falange proximal se move na mesma direção que sua base enquanto esta se move sobre a face articular convexa da cabeça do osso metacarpal. Em suma, a **face articular côncava** se move na **mesma direção** do movimento do segmento corporal. Por outro lado, uma face articular convexa se move sobre uma face articular côncava fixa na direção oposta à do movimento do segmento do corpo. Por exemplo, a cabeça do úmero é convexa, enquanto a cavidade glenoidal da escápula, na qual se articula, é côncava (Figura 4.7). Durante a flexão do braço na

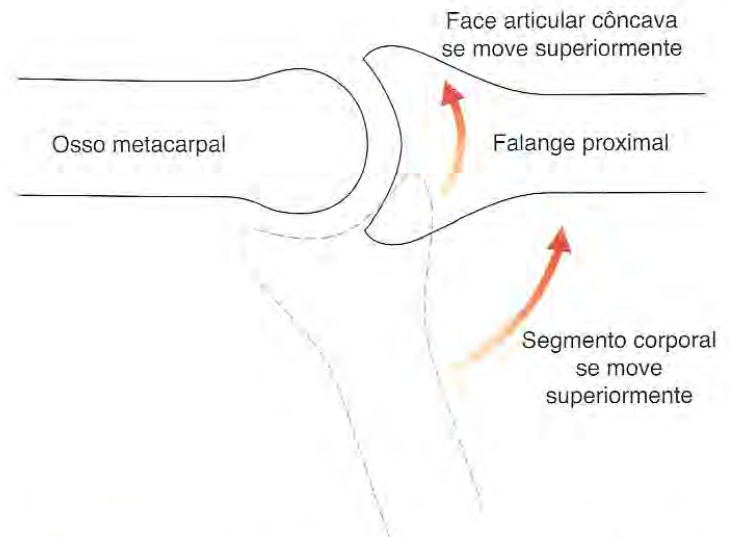


Figura 4.6 A face articular côncava se move na mesma direção do segmento do corpo.

articulação do ombro, a face articular convexa da cabeça do úmero se move na direção oposta, inferiormente (para baixo) ao resto do úmero, que está se movendo superiormente (para cima). Assim, a **face articular convexa** se move na **direção oposta** do movimento do segmento corporal.

Existe uma maneira fácil para lembrar essa regra. Para representar a articulação, feche a mão esquerda e coloque-a dentro de sua mão direita aberta na forma de concha. A mão esquerda fechada representa a face articular convexa de um osso. O antebraço esquerdo representa o osso. A mão direita em formato de concha representa a face articular côncava do outro osso. Mantenha as mãos no mesmo nível, o “punho” reto e rode a mão esquerda na mão direita em concha, levantando o cotovelo esquerdo. Observe que seu antebraço (segmento do corpo) se move superiormente, enquanto sua mão fechada (face articular) roda inferiormente. Em outras palavras, a face articular convexa se move na direção oposta à do movimento

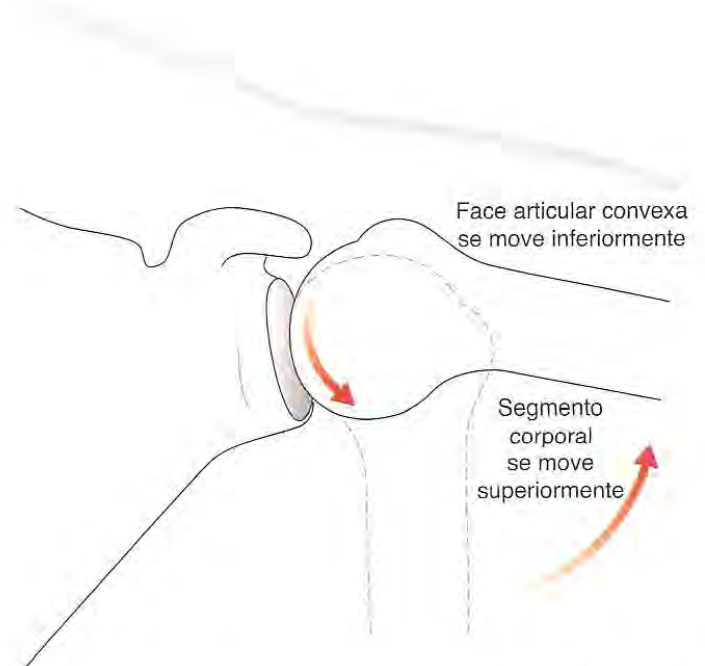


Figura 4.7 A face articular convexa se move na direção oposta à do segmento do corpo.

do segmento do corpo. Repita a ação, com a mão em concha se movendo e a mão fechada fixa. Levante o cotovelo direito e perceba que sua mão direita em concha está se movendo para cima sobre a mão fechada esquerda. A face articular côncava (mão em concha) está se movendo na mesma direção do movimento do segmento do corpo (antebraço direito).

- Posições da face articular (congruência articular)

O encaixe das faces articulares é chamado *congruência articular*. As faces articulares de uma articulação são congruentes em uma posição e incongruentes em todas as outras posições. Quando uma articulação é **congruente**, as faces articulares apresentam máximo contato entre si, estão fortemente comprimidas e são difíceis de separar (distração). Os ligamentos e a cápsula articular mantêm a articulação no lugar, o que é conhecido como posição **em cadeia cinética fechada**. Isso ocorre, geralmente, em um extremo da ADM. Por exemplo, se você colocar o joelho na posição totalmente estendida, é possível mobilizar manualmente a patela de um lado para outro ou superior e inferiormente. No entanto, se o joelho estiver flexionado, esse movimento patelar *não* é possível. Portanto, a posição em cadeia cinética fechada da articulação entre o fêmur e a patela é a flexão do joelho. Outras posições em cadeia fechada são dorsiflexão do “tornozelo”, flexão metacarpofalângica e extensão do cotovelo, do “punho”, do quadril e interfalângica. A Tabela 4.1 apresenta uma lista mais detalhada das posições em cadeia cinética fechada das articulações.

Quando os ligamentos e as estruturas capsulares são testados quanto à estabilidade e à integridade, a articulação é geralmente colocada na posição de cadeia cinética fechada.

Pela natureza das características da posição em cadeia fechada, uma articulação é muitas vezes lesionada nesta posição. Por exemplo, é muito mais provável que uma articulação do joelho que sustenta uma força lateral quando está estendida (posição em cadeia fechada) seja lesionada do que quando está em uma posição flexionada ou semiflexionada (posição em cadeia aberta). Além disso, quando uma articulação está edemaciada, não pode ser movida para a posição em cadeia fechada.

Em todas as outras posições, as faces articulares estão incongruentes. A posição de incongruência máxima é chamada de **cadeia cinética aberta**. É também referida como **posição de repouso**. Partes da cápsula articular e dos ligamentos de sustentação estão relaxadas. Há congruência mínima entre as faces articulares. Separação passiva adicional das faces articulares pode ocorrer nesta posição. Visto que os ligamentos e as estruturas capsulares tendem a estar mais relaxados, as técnicas de mobilização articular são mais bem aplicadas na posição de cadeia aberta. A posição em cadeia cinética aberta possibilita os movimentos de rolamento, rotação e deslizamento, que são necessários para a mobilidade articular normal. A Tabela 4.1 apresenta uma lista mais detalhada das posições em cadeia aberta das articulações e compara essas posições com as em cadeia fechada.

Além disso, alguns **movimentos acessórios**, ou **jogo articular**, podem ser demonstrados nessas posições em cadeia aberta. Este é o movimento passivo de uma face articular sobre a outra. Visto que o jogo articular não é um movimento voluntário, ele exige músculos relaxados e a força externa de um profissional bem treinado para demonstrá-lo.

- Forças do movimento acessório

Ao aplicar a mobilização articular, três tipos principais de forças são usados: tração, compressão e cisalhamento. As for-

Tabela 4.1 Comparação da posição em cadeia cinética fechada e em cadeia cinética aberta.

Articulação(ões)	Posição em cadeia fechada	Posição em cadeia aberta
Processo articular das vértebras	Extensão	Posição média entre flexão e extensão
Temporomandibular	Dentes cerrados	Boca discretamente aberta (espaço interoclusal)
Articulação do ombro (glenoumeral)	Abdução e rotação lateral	55° de abdução, 30° de adução horizontal
Acromioclavicular	Abdução do braço a 30°	Braço em repouso ao lado do corpo em posição fisiológica
Umeroulnar	Extensão	70° de flexão, 10° de supinação
Umerorrádial	Cotovelo flexionado a 90°, antebraço supinado a 5°	Extensão completa e supinação
Radiulnar proximal	5° de supinação	70° de flexão, 35° de supinação
Radiocarpal (punho)	Extensão com desvio ulnar	Neutra com discreto desvio ulnar
Carpometacarpal	N/A	Posição média entre abdução/adução e flexão/extensão
Metacarpofalângica (dedos das mãos)	Flexão completa	Discreta flexão
Metacarpofalângica (polegar)	Oposição completa	Discreta flexão
Interfalângica	Extensão completa	Discreta flexão
Quadril	Extensão completa e rotação medial*	30° de flexão, 30° de abdução e discreta rotação lateral
Joelho	Extensão completa e rotação lateral da tíbia	25° de flexão
Talocrural (tornozelo)	Dorsiflexão máxima	10° de flexão plantar, na posição média entre inversão e eversão máximas
Metatarsofalângica	Extensão completa	Neutro
Interfalângica	Extensão completa	Discreta flexão

*Alguns autores incluem abdução.

Adaptada de Magee, DJ: Orthopedic Physical Assessment, ed 4. WB Saunders, Philadelphia, 2002, p. 50, com permissão.

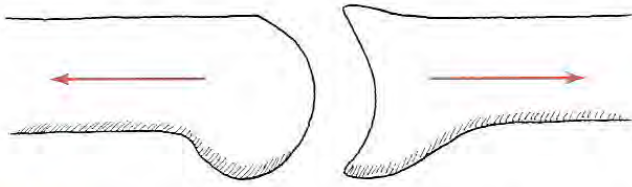


Figura 4.8 Força de tração faz com que as extremidades do osso se afastem uma da outra.

ças de inclinação e torção são o resultado de uma combinação de forças.

Tração, também chamada de **distração** ou **tensão**, ocorre quando a força externa é exercida sobre uma articulação, causando o afastamento das faces articulares (Figura 4.8). O ato de carregar uma mala pesada ou ficar pendurado em uma barra acima do nível da cabeça provoca tração do ombro, do cotovelo e do “punho”. Você pode demonstrar isso em outra pessoa, segurando o dedo indicador dela na base (extremidade proximal) da falange média com o seu polegar e o dedo indicador. Em seguida, segure a cabeça (extremidade distal) da falange proximal com o seu outro polegar e o dedo indicador. Mova a articulação interfalângica proximal (IFP) para uma posição levemente flexionada (posição em cadeia cinética aberta) e puxe-a delicadamente em direções opostas. Essa descrição e as próximas visam ilustrar as várias forças, e não representam uma descrição de técnica terapêutica. *É necessário extremo cuidado ao realizar estes movimentos.*

Aproximação, também chamada **compressão**, ocorre quando uma força externa é exercida sobre uma articulação, reduzindo a distância entre as faces articulares (Figura 4.9). Fazer exercícios de *push-up* em uma cadeira ou no chão aproxima as faces articulares do ombro, do cotovelo e do “punho”. Como regra geral, a tração pode ajudar a mobilidade de uma articulação e a compressão (aproximação) pode ajudar a estabilidade de uma articulação.

As **forças de cisalhamento** ocorrem paralelamente à face articular (Figura 4.10). A força de cisalhamento resulta em um movimento de deslizamento na articulação. Utilizando as posições referentes à tração, segure o dedo indicador de outra pessoa pela base (extremidade proximal) da falange média com o seu polegar e o dedo indicador. Em seguida, segure a

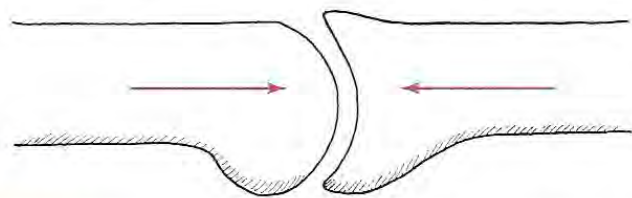


Figura 4.9 A força de compressão faz com que as extremidades ósseas se aproximem.

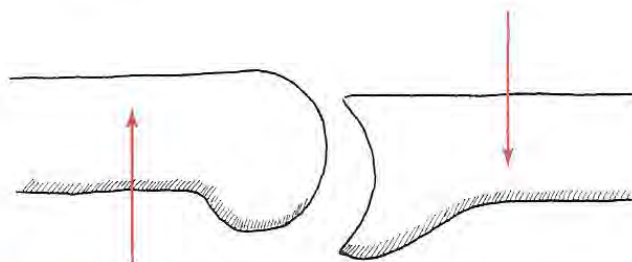


Figura 4.10 A força de cisalhamento faz com que as extremidades ósseas se movam em paralelo e em direções opostas.

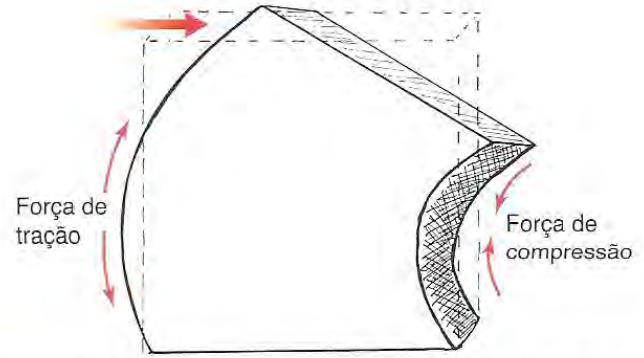


Figura 4.11 A força de inclinação provoca compressão de um lado e tração do outro lado.

cabeça (extremidade distal) da falange proximal com o seu outro polegar e o dedo indicador. Com a articulação IFP discretamente flexionada, delicadamente mova as duas mãos em um movimento de oposição para cima e para baixo. Esse movimento descreve o deslizamento anteroposterior da articulação IFP (força de cisalhamento).

As forças de inclinação e torção são, na verdade, uma combinação de forças. **Inclinação** ocorre quando outra força que não a vertical é aplicada, resultando em compressão no lado côncavo e tração no lado convexo (Figura 4.11). As forças de torção ou rotação envolvem um movimento de torção. Uma força tenta rodar uma extremidade ou parte em torno de um eixo longitudinal, enquanto a outra força está fixa ou faz rodar na direção oposta (Figura 4.12).

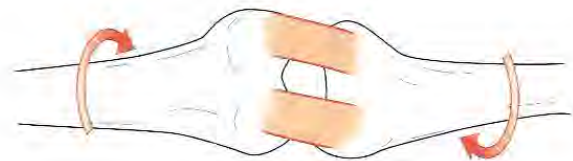


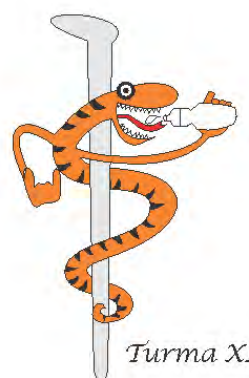
Figura 4.12 A força de torção determina um movimento de torção.

Pontos-chave

- Sensação final normal do movimento pode ser descrita como óssea, estiramento de tecidos (partes) moles ou a aproximação de tecidos moles.
- Sensação final anormal pode ser descrita como óssea, pastosa, vazia, bloqueio elástico e espasmo muscular.
- A face articular pode apresentar formato ovoide ou selar.
- Os tipos de movimento artrocinemático são rolamento, deslizamento e rotação.
- De acordo com a regra convexo-côncavo, as faces articulares côncavas se movem na mesma direção do movimento do segmento do corpo ou da articulação, enquanto as faces articulares convexas se movem na direção oposta à do movimento articular.
- Quando uma articulação é congruente, suas faces articulares se encontram em contato máximo entre si. Quando a articulação é incongruente, as faces articulares estão separadas ao máximo.
- Quando se mobiliza uma articulação é possível empregar forças de compressão, tração e cisalhamento, além de inclinação e torção.

Autoavaliação

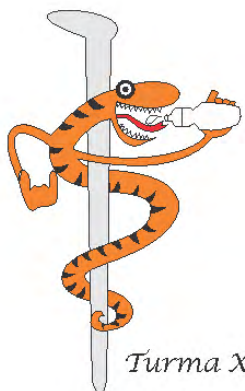
1. a. A flexão e a extensão do ombro são movimentos artrocinemáticos ou osteocinemáticos?
b. A tração do ombro é um movimento artrocinemático ou osteocinemático?
2. Que tipo de sensação final do movimento é percebida ao término da flexão do joelho?
3. Flexione o ombro a partir de uma posição estendida.
 - a. O úmero se move com relação à escápula ou a escápula se move sobre o úmero?
 - b. A cabeça do úmero é uma face articular côncava ou convexa?
 - c. A cavidade glenoidal da escápula apresenta uma face articular côncava ou convexa?
 - d. A face articular côncava se move sobre uma face articular convexa fixa, ou uma face articular convexa se move sobre uma face articular côncava fixa?
 - e. A face articular está se movendo na mesma direção ou na direção oposta à do movimento da articulação?
4. Identifique a(s) força(s) dos movimentos acessórios que ocorrem nas seguintes atividades:
 - a. Apoiar-se em uma mesa com os cotovelos estendidos
 - b. Fazer a transferência de uma cadeira de rodas para o carro usando uma placa de deslizamento
 - c. Pegar uma extremidade de uma mesa
 - d. Abrir um frasco
 - e. Girar uma criança segurando-a pelos braços
5. A articulação temporomandibular (ATM) se encontra na posição de cadeia fechada quando os dentes estão cerrados ou quando a boca está discretamente aberta?
6. Em termos de congruência articular, descreva como as batatas fritas Pringles® ficam encaixadas no pacote (veja a Figura 13.2). Coloque duas batatas, uma sobre a outra, com a extremidade longa virada para você em uma posição anteroposterior. Considere as faces articulares de cada batatinha em contato com a outra:
 - a. O formato anteroposterior da superfície inferior da batatinha de cima é côncavo ou convexo?
 - b. O formato anteroposterior da superfície superior da batatinha de baixo é côncavo ou convexo?
 - c. O formato mediolateral da superfície inferior da batatinha de cima é côncavo ou convexo?
 - d. O formato mediolateral da superfície superior da batatinha de baixo é côncavo ou convexo?
 - e. Se essas batatas fritas representassem uma articulação, a articulação teria formato ovoide ou selar?
7. A rotação de uma moeda sobre sua margem em uma mesa demonstra que tipo de movimento artrocinemático?
8. Coloque a moeda sobre a mesa e dê um toque com seu dedo, fazendo-a deslizar. Qual seria este tipo de movimento artrocinemático?
9. Ao comparar o tamanho de uma moeda de 25 centavos e uma de 5 centavos, note que a de 25 centavos é maior. Coloque uma marca de lápis na moeda de 25 centavos nas posições de 6 e 12 h. Coloque uma moeda de 5 centavos sobre a mesa. Role a moeda de 25 centavos sobre a superfície plana da moeda de 5 centavos, começando com a moeda de 25 centavos na posição de 6 h na margem da moeda de 5 centavos.
 - a. A moeda de 25 centavos alcançará a margem da moeda de 5 centavos antes de chegar à posição de 12 h?
 - b. Qual movimento artrocinemático é necessário exercer sobre a moeda, além do rolamento, para que a marca de 12 h possa atingir o lado oposto da moeda de 5 centavos?
10. Segure um lápis na posição vertical, com a extremidade de grafite apoiada na mesa. Segurando a ponta de borracha entre o polegar e o dedo indicador, rode o lápis entre os dedos, mantendo a ponta de grafite em contato com a mesa. Essa é uma demonstração de que tipo de movimento artrocinemático?
11. Partindo do pressuposto de que os músculos têm comprimento normal, ao colocar o “tornozelo” de uma pessoa em dorsiflexão, você esperaria que tipo de sensação final do movimento?
12. Uma pessoa se inclina para tocar o chão no plano sagital.
 - a. Que tipo de força é aplicada na parte anterior das vértebras?
 - b. Que tipo de força é aplicada na parte posterior das vértebras?
13. Sentado em uma cadeira, um homem se vira para olhar para trás. Que tipo de força está sendo aplicada à coluna vertebral?
14. Qual é o formato das faces articulares da articulação metacarpofalângica (MCF) do polegar?
15. O movimento de rotação na articulação carpometacarpal (CMC) do polegar é considerado um movimento clássico ou um movimento acessório? Por quê?



Turma XII

5 Sistema Muscular

- ▶ Inserções musculares, 34
- ▶ Nomes dos músculos, 34
- ▶ Disposição das fibras musculares, 35
- ▶ Características funcionais do tecido muscular, 36
- ▶ Correlação comprimento-tensão no tecido muscular, 36
- ▶ Tipos de contração muscular, 38
- ▶ Funções dos músculos, 41
- ▶ Ângulo de tração, 42
- ▶ Cadeias cinéticas, 42
- ▶ Pontos-chave, 43
- ▶ Autoavaliação, 44



► Inserções musculares

Quando um músculo se contrai, o resultado final é o seu encurtamento. Se um músculo não apresenta inserções (fixações) em suas extremidades e é estimulado, as duas extremidades se movem em direção ao centro. No entanto, os músculos estão inseridos em ossos e cruzam pelo menos uma articulação. Portanto, quando um músculo se contrai, uma extremidade da articulação se move em direção à outra. O osso mais móvel, no qual se encontra a **inserção distal** (ponto móvel), move-se em direção ao osso mais estável, no qual se encontra a **inserção proximal** (ponto fixo). Por exemplo, quando o músculo bíceps braquial se contrai, o antebraço se move em direção ao braço, como o movimento de levar um copo em direção à boca (Figura 5.1A). O úmero (osso do braço) é mais estável porque está ligado ao esqueleto axial pela articulação do ombro. O antebraço é mais móvel porque está ligado à mão, que é ainda mais móvel. Portanto, o ponto de inserção distal (ponto móvel) do músculo do osso se move em direção ao ponto de inserção proximal (ponto fixo). Outra maneira de explicar é que a extremidade mais móvel se desloca em direção à extremidade mais estável. Outro ponto que pode ser mencionado em relação às inserções musculares é que as inserções proximais (ponto fixo) tendem a estar mais próximas do tronco, e que as inserções distais (ponto móvel) tendem a estar mais próximas da extremidade distal do membro.

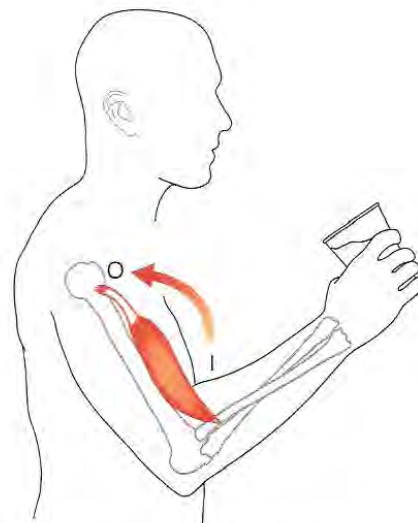
Esta disposição pode ser revertida se a extremidade mais móvel se tornar menos móvel. Por exemplo, o que acontece quando a mão está segurando uma barra fixa de exercício e se contrai o músculo bíceps braquial? Este músculo continua a flexionar o cotovelo, mas agora o úmero se move em direção ao antebraço. Em outras palavras, a inserção proximal (agora ponto móvel) se move em direção à inserção distal (agora ponto fixo) (Figura 5.1B). Alguns especialistas denominam essa ação como **reversão da ação muscular**. Entretanto, é preciso lembrar que o mesmo movimento articular está ocorrendo (no caso a flexão do cotovelo). A mudança é que, em vez da inserção distal se mover em direção à inserção proximal, esta é que está se deslocando em direção à inserção distal. O osso proximal, que geralmente é mais estável, tornou-se mais móvel.

Vejamos outro exemplo de modo muito simplista. Em decúbito dorsal, aproxime os joelhos do tórax. Utilizando os músculos flexores do quadril para flexioná-lo, você estará movendo o fêmur (mais móvel) em direção ao tórax (mais estável), ou seja, deslocando a inserção distal em direção à inserção proximal. Se alguém segurar seus pés para baixo, seu fêmur passará a ser a parte mais estável (fixa) e seu tronco, a parte mais móvel. Quando os músculos flexores do quadril se contraem, a inserção proximal se move em direção à inserção distal. Exercícios de cadeia cinética fechada são baseados na fixação do segmento distal e deslocamento da extremidade proximal. Essa é outra maneira de aplicar a reversão da ação muscular. Cadeias cinéticas abertas e fechadas serão comentadas mais adiante neste capítulo.

► Nomes dos músculos

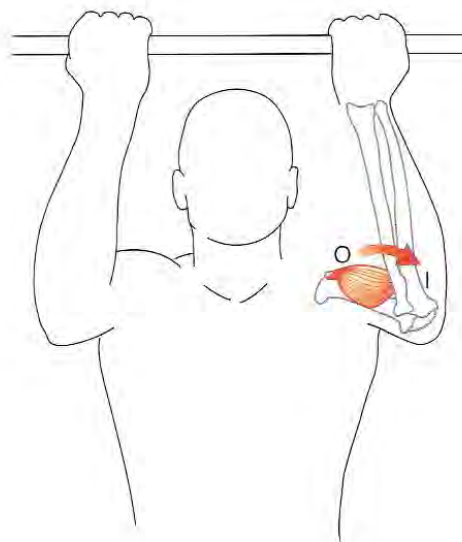
O nome de um músculo frequentemente nos informa muito sobre ele. Os nomes dos músculos tendem a se enquadrar em uma ou mais das seguintes categorias:

1. Localização
2. Formato



A inserção distal (ponto móvel) move-se em direção à inserção proximal (ponto fixo)

A



A inserção proximal move-se em direção à inserção distal

B

Figura 5.1 A. Direção de movimento considerando-se as inserções do músculo bíceps braquial. B. Direção de movimento da inserção proximal e da inserção distal do músculo bíceps braquial na reversão das ações musculares.

3. Ação
4. Número de cabeças ou divisões
5. Inserções (fixações) = proximal/distal
6. Direção das fibras
7. Tamanho do músculo

O músculo tibial anterior, como o próprio nome indica, está localizado junto à superfície anterior da tíbia. O músculo reto do abdome é um músculo vertical localizado na parede do abdome. O músculo trapézio apresenta formato trapezoide e o músculo serrátil anterior (Figura 5.2) apresenta a inserção anterior serrilhada ou irregular. O nome do músculo extensor ulnar do carpo informa que sua ação é estender a mão (ossos carpais), na região ulnar. O músculo tríceps braquial contém



Figura 5.2 O músculo serrátil anterior tem um formato serrilhado.

três cabeças e se localiza no braço, enquanto o músculo bíceps femoral tem duas cabeças e se localiza na coxa. O músculo esternocleidomastóideo (Figura 5.3) se insere no esterno, na clavícula e no processo mastoide. Os nomes dos músculos oblíquos externo e interno do abdome descrevem a direção e a disposição de suas fibras musculares. Da mesma maneira, os nomes dos músculos *peitoral maior* e *peitoral menor* indicam que, embora ambos estejam localizados na mesma área (tórax), um é maior que o outro.

► Disposição das fibras musculares

As fibras musculares estão organizadas paralelamente ou obliquamente ao eixo longitudinal do músculo (Figura 5.4). As fibras **musculares paralelas** tendem a ser mais longas e, portanto, apresentam um maior potencial de amplitude de movimento. As fibras **musculares oblíquas**, por sua vez, tendem a ser mais curtas. Todavia, são mais numerosas por área determinada do que as fibras paralelas, o que significa que os

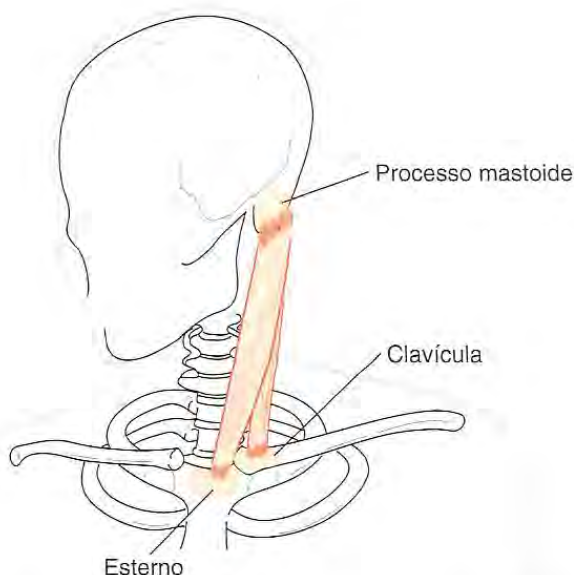


Figura 5.3 O músculo esternocleidomastóideo é nomeado de acordo com suas inserções no esterno, na clavícula e no processo mastoide.

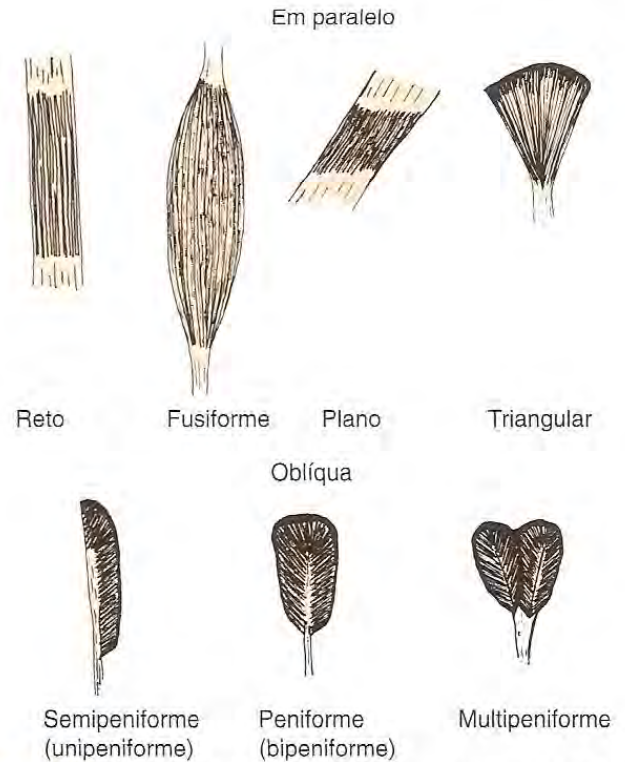


Figura 5.4 Orientação das fibras musculares, em paralelo e oblíqua.

músculos com fibras oblíquas tendem a apresentar um maior potencial de força, mas um menor potencial de amplitude de movimento do que os músculos com fibras paralelas. Há muitos tipos de arranjo de fibras musculares no corpo.

Os músculos com fibras em paralelo podem ser retos, fusiformes, planos (retangulares) ou triangulares. Os **músculos retos** são longos e delgados com fibras que compreendem todo o comprimento do músculo. O músculo sartório no membro inferior, o músculo reto do abdome no tronco e o músculo esternocleidomastóideo no pescoço são exemplos de músculos retos.

Um **músculo fusiforme** assemelha-se a um fuso. É mais largo no meio e afunila-se nas duas extremidades, onde se continua nos tendões. A maioria das fibras, mas não todas, corresponde ao comprimento do músculo. Assim, os músculos podem apresentar vários comprimentos ou tamanhos, ou seja, podem ser longos ou curtos, grandes ou pequenos. Exemplos de músculos fusiformes são os músculos flexores do cotovelo, ou seja, os músculos bíceps braquial, braquial e braquiorradial.

Um **músculo de formato plano** apresenta quatro lados e, geralmente, tem inserções largas em cada extremidade. Exemplos deste tipo de músculo são o pronador quadrado no antebraço, os romboides maior e menor no cingulo do membro superior e o músculo glúteo máximo na região do quadril.

Os **músculos com formato triangular** são planos e em forma de leque, com as fibras se irradiando a partir de uma inserção estreita em uma extremidade para uma inserção larga na outra extremidade. Um exemplo deste tipo de músculo é o peitoral maior no tórax.

Os músculos com fibras oblíquas apresentam uma disposição peniforme na qual um músculo se insere em um ângulo oblíquo com seu tendão, de maneira semelhante à fixação das barbas na haste das penas de uma ave. Os diferentes tipos de músculos com fibras oblíquas são semipeniformes, peniformes e multipeniformes.

Os **músculos semipeniformes** assemelham-se a um lado de uma pena. Existe uma série de fibras curtas que se inserem diagonalmente ao longo do comprimento de um tendão central. Exemplos: músculos tibial posterior, semimembranoso e flexor longo do polegar.

O padrão de **músculo peniforme** assemelha-se ao de uma pena de ave comum. Suas fibras estão inseridas obliquamente nos dois lados de um tendão central. O músculo reto femoral e os músculos interósseos na mão são exemplos desse padrão.

Os **músculos multipeniformes** apresentam alguns tendões com fibras oblíquas inseridas entre eles. Os músculos deltoide e subescapular no ombro apresentam este padrão.

► Características funcionais do tecido muscular

O tecido muscular apresenta as propriedades de irritabilidade, contratilidade, extensibilidade e elasticidade. Nenhum outro tecido no corpo apresenta todas essas características. Para compreender melhor essas propriedades, vale a pena lembrar que os músculos apresentam um **comprimento normal de repouso**. Este é definido como o comprimento de um músculo quando ele não é estimulado, isto é, quando não há forças ou tensões aplicadas sobre ele. **Irritabilidade** é a capacidade de responder a um estímulo. Um músculo se contrai quando é estimulado. O estímulo pode ser natural, oriundo de um nervo motor, ou artificial, como o proveniente de uma corrente elétrica. **Contratilidade** é a capacidade do músculo de se contrair (encurtar) quando recebe estimulação adequada. Isso pode resultar em encurtamento, manutenção do comprimento ou alongamento do músculo. **Extensibilidade** é a capacidade do músculo em aumentar seu comprimento quando uma força é aplicada. **Elasticidade** é a capacidade do músculo de retornar ao seu comprimento normal de repouso quando o estímulo para alongamento ou encurtamento é removido. Uma bala “puxa-puxa” apresenta extensibilidade, mas não elasticidade. Você pode esticar a bala “puxa-puxa”, mas, uma vez que a força é removida, a bala permanecerá esticada. Uma mola de arame apresenta extensibilidade e elasticidade. Se a mola for esticada, ela se alonga. Assim que cessar o alongamento, a mola retorna ao seu tamanho original. O mesmo pode ser dito de um músculo; no entanto, ao contrário da bala “puxa-puxa” ou da mola de arame, um músculo consegue se encurtar para além do seu comprimento normal de repouso.

As propriedades de um músculo são resumidas da seguinte maneira: se um músculo for alongado, seu comprimento aumentará (extensibilidade). Assim que for retirado o estímulo para o alongamento, o músculo retornará ao seu comprimento normal de repouso (elasticidade). Se um músculo for estimulado, ele responderá (irritabilidade) encurtando-se (contratilidade). Quando o estímulo for retirado, o músculo retornará ao seu comprimento normal de repouso (elasticidade).

► Correlação comprimento-tensão no tecido muscular

Tensão refere-se à força acumulada em um músculo. O estiramento de um músculo acumula *tensão passiva*, como ocorre ao esticar um elástico. Isso envolve as unidades não contráteis de um músculo. A *tensão ativa* provém das unidades contrá-

teis e pode ser comparada à liberação de uma extremidade de um elástico esticado. A tensão total de um músculo é uma combinação das tensões passiva e ativa. **Tônus** é a leve tensão que existe em um músculo em todos os momentos, mesmo quando ele está em repouso. Seria como um estado de prontidão que possibilita que o músculo atue mais rapidamente e facilmente quando necessário.

Embora haja variação entre os músculos, pode-se dizer que, geralmente, um músculo consegue se contrair até aproximadamente metade de seu comprimento normal de repouso. Por exemplo, um músculo com aproximadamente 15 cm de comprimento consegue diminuir para aproximadamente 7,5 cm. Além disso, um músculo pode ser estirado até cerca de duas vezes o que foi encurtado. Portanto, esse mesmo músculo pode ser esticado 7,5 cm para além do seu comprimento de repouso até um comprimento total de 22,5 cm. A **excursão** de um músculo é a variação entre o alongamento máximo e a redução máxima. Neste exemplo, a excursão seria de 15 cm (Figura 5.5).

Habitualmente, um músculo apresenta uma excursão suficiente para tornar possível que a articulação percorra toda a sua amplitude de movimento. Isso é verdadeiro no caso de músculos que cruzam apenas uma articulação; entretanto, um músculo que cruza duas ou mais articulações pode não ter excursão suficiente para possibilitar que a articulação apresente uma amplitude de movimento combinada que corresponda a todas as articulações que cruza.

Um dos fatores que determina a quantidade de tensão existente em um músculo é o seu comprimento. Já foi demonstrado que um músculo é mais forte se for colocado sob tensão antes de sua contração. Há muitos exemplos desse conceito. Por exemplo, pense no que acontece quando você chuta uma bola. Primeiro, ocorre hiperextensão do quadril e, depois, flexão vigorosa dessa articulação. Em outras palavras, os músculos flexores do quadril são alongados antes de serem contraídos. Isso é semelhante a puxar para trás um elástico antes de soltá-lo.

Há uma correlação ideal de contração mais efetiva para um músculo. Tal como acontece com um elástico, uma contração muscular é mais forte quando o músculo está alongado e perde potência rapidamente à medida que encurta. Portanto, músculos que atravessam duas articulações (biarticulares) têm vantagem sobre os que atravessam uma articulação porque eles mantêm mais força contrátil em uma amplitude maior de movimento. Eles fazem isso flexionando uma articulação enquanto

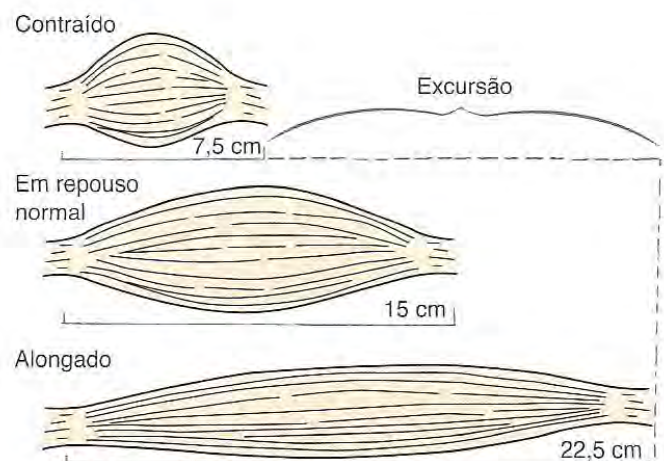


Figura 5.5 Excursão de um músculo.

estendem a outra. Considere seus músculos posteriores da coxa (isquiotibiais) enquanto sobe um lance de escada. A função desses músculos é estender o quadril e flexionar o joelho. Quando você sobe um lance de escada, o movimento inicial consiste em flexão do quadril e do joelho (Figura 5.6A). Os músculos posteriores da coxa se alongam no quadril e encurtam no joelho. Em seguida, o quadril é estendido (encurtamento dos músculos), enquanto o joelho também é estendido (alongamento dos músculos; Figura 5.6B). Em outras palavras, os músculos posteriores da coxa (isquiotibiais) são encurtados no quadril enquanto são alongados no joelho. Dessa maneira, conseguem manter uma correlação comprimento-tensão ideal em toda a amplitude de movimento.

▪ Insuficiências ativa e passiva

Quando o músculo cruza uma articulação (uniarticular), o deslocamento do músculo é maior do que a amplitude de movimento permitida pela articulação. No entanto, quando o músculo cruza duas ou mais articulações, seu deslocamento é menor do que a amplitude de movimento permitida pelas duas articulações. A tensão intramuscular torna-se insuficiente nos dois extremos. O músculo não pode ser mais alongado nem encurtado. Brunnstrom usa os termos *insuficiências ativa e passiva* para descrever essas condições.

O ponto no qual um músculo não consegue mais se encurtar é chamado **insuficiência ativa**. Insuficiência ativa ocorre no músculo agonista (aquele que está se contraindo). Considere os músculos posteriores da coxa como um exemplo. Eles são músculos biarticulares localizados na região posterior da coxa; estendem o quadril e flexionam o joelho. Há tensão suficiente para realizar a extensão do quadril ou a flexão do joelho, mas não os dois movimentos ao mesmo tempo. Observe que, se você flexionar o joelho enquanto seu quadril está estendido,

não é mais possível completar a amplitude de movimento do joelho. Os músculos não conseguem se contrair (encurtar) em relação às duas articulações ao mesmo tempo (Figura 5.7A). Tornam-se ativamente insuficientes. Para determinar a amplitude de movimento, segure seu tornozelo e flexione o joelho o máximo possível (Figura 5.7B). É preciso cuidado ao tentar esse exercício para não provocar uma câimbra muscular. Em outras palavras, no músculo biarticular referido que está se contraindo em relação às duas articulações ao mesmo tempo, ele perderá a capacidade de contratilidade antes de as articulações (quadril e joelho) alcançarem sua amplitude máxima de movimento.

Insuficiência passiva ocorre quando um músculo não pode mais ser alongado sem que suas fibras sejam danificadas. Insuficiência passiva ocorre no músculo antagonista (aquele que está relaxado e situado opostamente ao agonista). *Agonista* e *antagonista* são termos descritos com mais detalhes adiante neste capítulo.

Considere os músculos posteriores da coxa como um exemplo de insuficiência passiva. Esses músculos são longos o suficiente para serem alongados em relação a cada articulação (flexão do quadril ou extensão do joelho), mas não a ambas. Se flexionar seu quadril com o joelho flexionado, você conseguirá completar a amplitude de movimento. Como você pode ver na Figura 5.8A, o indivíduo consegue tocar os dedos dos pés graças à flexão do quadril e do joelho. Os músculos posteriores da coxa estão sendo alongados em relação apenas a uma articulação (quadril). Pode-se também estender o joelho completamente quando o quadril estiver estendido (Figura 5.6B), porque os músculos posteriores da coxa estão sendo alongados apenas na região do joelho. No entanto, se você tentar flexionar os quadris para tocar os dedos dos pés com os joelhos estendidos (Figura 5.8B), sentirá dor na região posterior da coxa bem antes de completar a flexão do quadril. Seus músculos posteriores da coxa “estão lhe dizendo” para interromper o movimento. Eles estão sendo esticados em relação a ambas as articulações ao mesmo tempo e tornaram-se passivamente insuficientes. Eles não podem ser alongados além desse ponto.

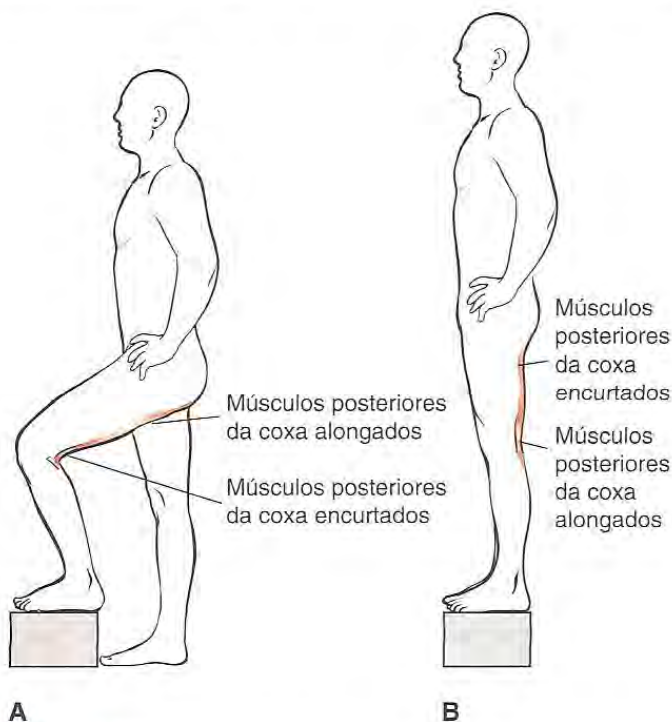


Figura 5.6 Correlação ideal de comprimento-tensão dos músculos posteriores da coxa (isquiotibiais) ao subir lances de uma escada. **A.** Quando o pé está apoiado no degrau, os músculos posteriores da coxa são esticados no quadril enquanto são encurtados no joelho. **B.** O ato de subir degraus demanda a extensão do quadril (os músculos posteriores da coxa estão se contraindo = encurtando) e do joelho (os músculos posteriores da coxa estão se alongando).

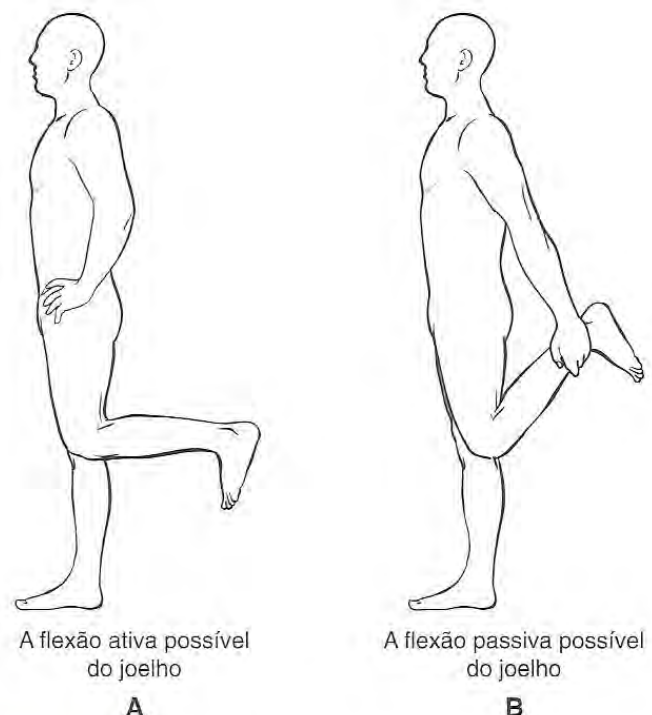


Figura 5.7 Insuficiência ativa dos músculos posteriores da coxa.

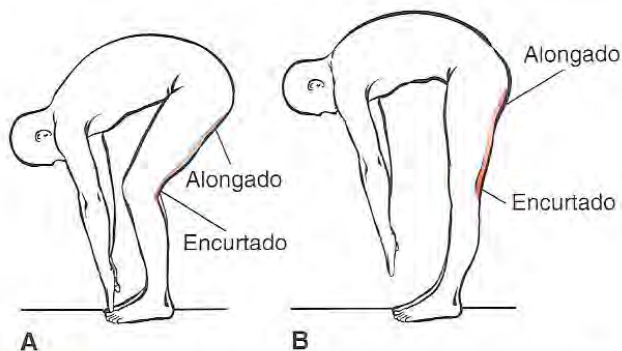


Figura 5.8 Insuficiência passiva dos músculos posteriores da coxa. **A.** Os músculos posteriores da coxa estão sendo esticados (alongados) apenas em relação a uma articulação, e isso possibilita movimento articular mais amplo. **B.** O alongamento desses músculos em relação às duas articulações (quadril e joelho) reduz a amplitude de movimento de cada articulação.

Alongamento

De modo geral, um músculo agonista torna-se ativamente insuficiente (não consegue mais se contrair) antes de o antagonista tornar-se passivamente insuficiente (não consegue ser mais alongado). Podemos usar esse conceito quando propositalmente alongamos um músculo para manter ou recuperar o seu comprimento normal de repouso. Algumas atividades demandam muita flexibilidade, de modo que o alongamento é feito para aumentar o comprimento de repouso de um músculo. Em todas essas situações, o alongamento deve ser realizado em músculos relaxados. A pessoa é posicionada de modo que alongue um músculo, geralmente biarticular, em relação a todas as articulações ao mesmo tempo, dentro dos limites desse músculo. Se você quiser alongar seus músculos posteriores da coxa, coloque o joelho em extensão e, lentamente, flexione o quadril até sentir desconforto, mas não dor extrema. Para alongar um músculo uniarticular, é necessário relaxar os músculos biarticulares em relação à articulação que não é cruzada pelo músculo uniarticular. Por exemplo, para alongar o músculo sóleo (que cruza apenas o tornozelo), o músculo gastrocnêmio (que cruza o tornozelo e o joelho) deve ser relaxado sobre o joelho. Isso pode ser feito por meio de flexão do joelho, enquanto se faz dorsiflexão do tornozelo. Caso contrário, se você tentar dorsifletir o tornozelo quando o joelho é estendido, o alongamento será mais do músculo gastrocnêmio do que do sóleo.

Há vários métodos de alongamento utilizados em diferentes situações e, às vezes, com resultados diferentes. Esses diversos métodos são importantes, mas estão além do escopo desta discussão.

Ação de tendão de um músculo | Tenodese

Pode-se conseguir algum grau de abertura e fechamento da mão por meio do princípio de insuficiência passiva. Os músculos flexores e extensores dos dedos das mãos são multiarticulares. Eles cruzam o punho, as articulações metacarpofalângicas (MCF), as articulações interfalângicas proximais (IFP) e, às vezes, as articulações interfalângicas distais (IFD). Nós já percebemos que um músculo biarticular ou multiarticular não tem comprimento suficiente para ser alongado em relação a todas as articulações ao mesmo tempo. Algo tem que ceder. Se você apoiar o cotovelo flexionado sobre a mesa em uma posição pronada, relaxar e deixar o punho cair em flexão, perceberá que seus dedos tendem à extensão passiva (Figura 5.9A). Por outro lado, se você supinar seu antebraço

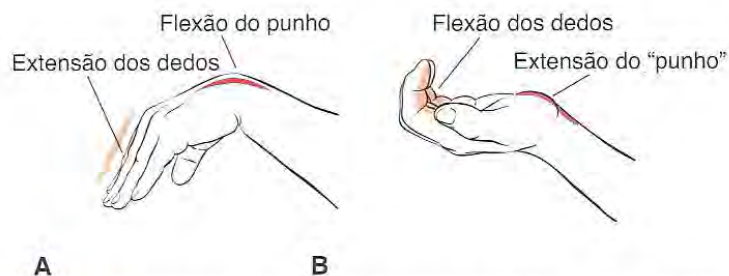


Figura 5.9 Tenodese, o uso funcional de insuficiência passiva, demonstrada nos músculos flexores e extensores dos dedos das mãos. Cada grupo não pode ser alongado em relação ao "punho", às articulações MCF, IFP e IFD ao mesmo tempo. **A.** Insuficiência passiva dos músculos extensores dos dedos ocorre quando o punho está flexionado, provocando extensão dos dedos. **B.** Insuficiência passiva dos músculos flexores dos dedos ocorre quando o "punho" está estendido, provocando flexão dos dedos.

e relaxar o punho em extensão, os dedos tendem a se fechar (Figura 5.9B). Se esses tendões estiverem um pouco tensos, esta abertura e este fechamento serão mais pronunciados. Isso é chamado **tenodese** ou **ação de tendão de um músculo**. Uma pessoa tetraplégica, que não tem capacidade voluntária de abrir e fechar os dedos das mãos, pode usar esse princípio para segurar e soltar objetos leves. Ao supinar o antebraço, o peso da mão e a gravidade fazem com que o punho caia em hiperextensão. Isso fecha os dedos, propiciando um aperto leve. A pronação do antebraço faz com que o punho caia em flexão, abrindo os dedos e liberando um objeto.

► Tipos de contração muscular

Há três tipos básicos de contração muscular: isométrica, isotônica e isocinética. Uma **contração isométrica** ocorre quando um músculo se contrai, produzindo força sem que seu comprimento seja alterado (Figura 5.10A). O termo *isométrico* se origina do grego que significa "mesmo comprimento". Para demonstrar essa ação, sente-se e coloque a mão direita sob a sua coxa e a mão esquerda em seu braço, sentindo o músculo bíceps braquial direito. Após, tente puxar a coxa para cima com a mão direita ou, em outras palavras, tente flexionar o cotovelo direito. Observe que não houve movimento real na articulação do cotovelo, mas você sentiu o músculo se contrair. Esta é uma contração isométrica de seu músculo bíceps braquial direito. O músculo se contraiu, mas não houve movimento articular.

Agora, segure um peso em sua mão enquanto flexiona o cotovelo para elevar o peso em direção ao ombro (Figura 5.10B). Você sentirá a contração do músculo bíceps braquial, mas, dessa vez, há movimento articular. Esta é uma **contração isotônica**, que ocorre quando um músculo se contrai e determina modificações tanto do comprimento muscular quanto do ângulo da articulação.

Ocasionalmente, você vai ler um texto que descreve a contração isométrica como *estática* ou *tônica*, e a contração isotônica como *fásica*. Embora esses termos signifiquem essencialmente a mesma coisa, eles caíram em desuso, e as diferenças específicas entre esses termos não são mais relevantes.

O termo *isotônico* se origina do grego e significa "mesmo tônus ou tensão." O uso deste termo é criticado por alguns especialistas, pois se considera que a tensão originada dentro de um músculo não permanece constante durante toda a amplitude de movimento. Portanto, este termo não é tão signifi-

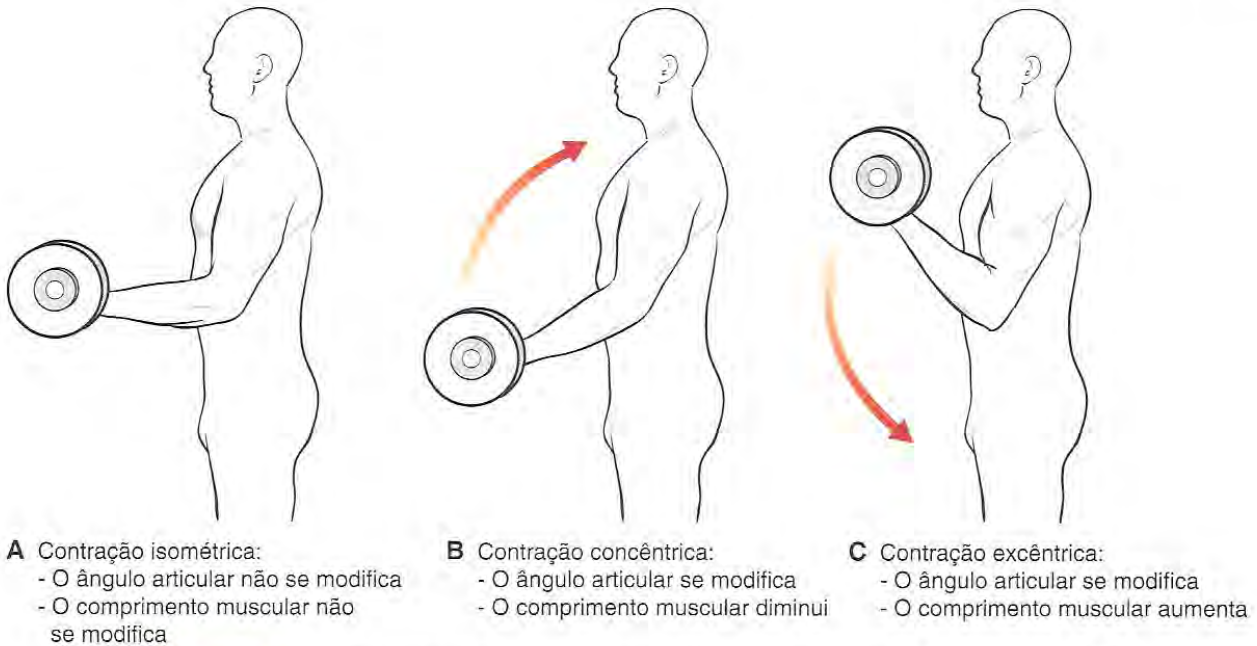


Figura 5.10 Tipos de contrações musculares: isométrica (A), concêntrica (B) e excêntrica (C).

ficativo quanto os outros dois tipos. Uma contração isotônica pode ser subdividida em concêntrica e excêntrica. A **contração concêntrica** ocorre quando há movimento articular, encurtamento dos músculos e aproximação das inserções musculares (ponto fixo e ponto móvel) (Figura 5.10B). Às vezes ela é referida como *contração com encurtamento*. O levantamento de peso, como descrito anteriormente, é um exemplo de contração concêntrica do músculo bíceps braquial.

Se você continuar a palpar o músculo bíceps braquial enquanto coloca o peso de volta na mesa, sentirá que este músculo (não o músculo tríceps braquial) continua a se contrair, embora o movimento articular seja a extensão do cotovelo. O que ocorre é uma contração excêntrica do músculo bíceps braquial. Uma **contração excêntrica** ocorre quando há movimento articular, mas o músculo parece alongar-se, ou seja, as *inserções musculares* (ponto fixo e ponto móvel) se afastam (Figura 5.10C). Depois de elevar o peso até o nível do ombro, perceba que, se você relaxar seu músculo bíceps braquial, a força da gravidade exercida sobre sua mão e seu antebraço, além do peso do objeto, promove a queda de seu membro em direção à mesa. Se você utilizasse o seu músculo tríceps braquial para estender o cotovelo (concentricamente), a sua mão e o peso cairiam sobre a mesa com mais força e velocidade. Entretanto, o que você fez ao retornar lentamente o peso para a mesa foi reduzir a ação da força da gravidade (desaceleração). Isso ocorreu por meio de contração excêntrica do músculo bíceps braquial (flexor do cotovelo).

As contrações excêntricas são, por vezes, referidas como *contrações com alongamento*. Essa denominação causa equívocos porque, embora o músculo se alongue em termos macroscópicos, ele se encurta microscopicamente. O que o músculo realmente faz é retornar à sua posição normal de repouso a partir de uma posição encurtada. Uma contração excêntrica pode produzir forças muito maiores do que pode uma contração concêntrica.

Frequentemente, diferentes tipos de contração muscular são utilizados em diversos exercícios físicos. Exercícios estáticos para o músculo quadríceps femoral consistem em contrações isométricas desse músculo. Flexão e extensão do joelho ocorrem por meio de contrações isotônicas. Sentar em uma cadeira

e estender o joelho depende de uma contração concêntrica do músculo quadríceps femoral (Figura 5.11), enquanto a flexão do joelho e o retorno à posição inicial depende de uma contração excêntrica do músculo quadríceps femoral. Ao deitar no chão em decúbito ventral e flexionar o joelho a 90°, você estará realizando a contração concêntrica dos músculos posteriores da coxa. A retificação (extensão) do joelho depende de uma contração excêntrica dos mesmos músculos. O que está acontecendo? A extensão do joelho com a pessoa sentada e a flexão do joelho com a pessoa em decúbito ventral envolve a mobilização da perna *contra a gravidade*. Músculos precisam acelerar para se mover contra a gravidade. Dobrar o joelho ao sentar-se e retificar o joelho quando em decúbito ventral são

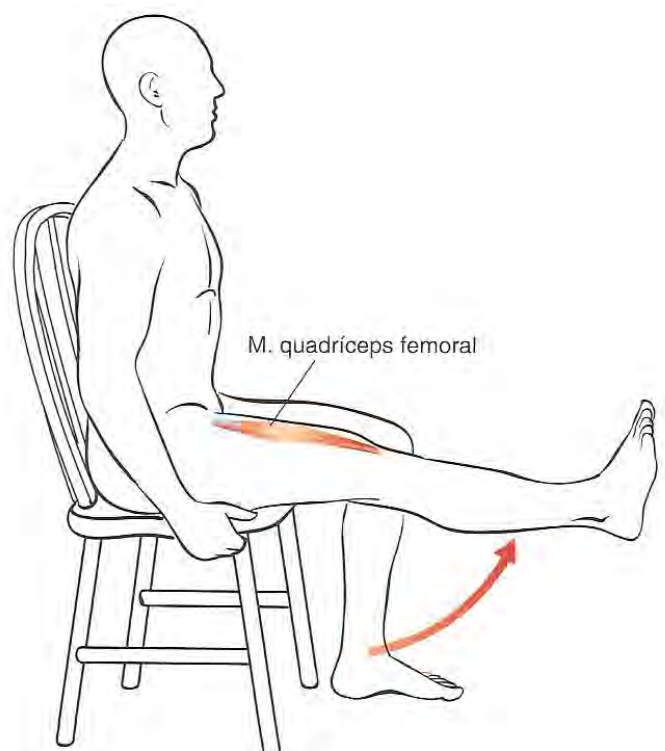


Figura 5.11 Contração concêntrica do músculo quadríceps femoral.

ações que envolvem a movimentação da perna *com a ajuda da gravidade* que, na verdade, é a sua desaceleração. De modo geral, as contrações excêntricas são usadas em atividades de desaceleração, e as contrações concêntricas são usadas em atividades de aceleração.

Portanto, pode-se resumir que os dois tipos de contração isotônica apresentam as seguintes características.

Contrações concêntricas

1. As inserções musculares (ponto fixo e ponto móvel) se aproximam.
2. O movimento ocorre geralmente contra a gravidade (um movimento de “elevação”).
3. É uma atividade de aceleração.

Contrações excêntricas

1. As inserções musculares (ponto fixo e ponto móvel) se afastam.
2. O movimento geralmente ocorre a favor da gravidade (um movimento de “abaixamento”).
3. A contração é usada com uma atividade de desaceleração.

A Tabela 5.1 mostra muitos exemplos para enfatizar a diferença entre as contrações concêntrica e excêntrica e como elas mudam, dependendo da ação realizada. A mesma coisa poderia ser dita sobre qualquer das duas ações musculares opostas (p. ex., supinação e pronação).

No entanto, nem todas as contrações concêntricas e excêntricas trabalham contra ou a favor da gravidade. Obviamente, há exceções. Eis um exemplo: na posição sentada, peça a alguém para oferecer resistência enquanto você tenta flexionar o joelho. Que tipo de contração é essa e qual grupo muscular está sendo contraído? A resposta é uma contração concêntrica dos músculos posteriores da coxa (flexores do joelho). Nesse caso, sua perna está se movendo para baixo (a favor da gravidade), mas a gravidade não está se tornando mais lenta. Isso ocorre porque uma força (resistência da outra pessoa) maior do que a força da gravidade está sendo gerada. Assim, os músculos flexores do joelho se contraem contra uma resistência externa maior que a gravidade.

Tabela 5.1 Comparação de contrações concêntrica e excêntrica.

Tipo de contração	Grupo muscular ativo (contraído)	Movimento articular
Concêntrica	Flexores	Flexão
Concêntrica	Extensores	Extensão
Concêntrica	Abdutores	Abdução
Concêntrica	Adutores	Adução
Concêntrica	Rotadores mediais	Rotação medial
Concêntrica	Rotadores laterais	Rotação lateral
Tipo de contração	Grupo muscular ativo (contraído)	Movimento articular
Excêntrica	Flexores	Extensão
Excêntrica	Extensores	Flexão
Excêntrica	Abdutores	Adução
Excêntrica	Adutores	Abdução
Excêntrica	Rotadores mediais	Rotação lateral
Excêntrica	Rotadores laterais	Rotação medial

Considere outro exemplo. Normalmente, você utiliza seus músculos flexores do ombro para abaixar o seu braço; esses músculos realizam uma contração excêntrica, porque você está reduzindo a ação da gravidade e realizando o movimento de extensão lentamente; porém, se você segurar a alça de uma roldana localizada acima de sua cabeça e a puxar para baixo, realizando extensão do ombro, estará fazendo uma contração concêntrica dos músculos extensores do ombro. Embora seu braço esteja se movendo na mesma direção que a gravidade, você está superando uma força maior que a gravidade (ou seja, o peso da roldana acima de sua cabeça). Para provar isso, continue segurando a alça da polia, mas relaxe os músculos do ombro. Observe que seu braço não cai em direção ao chão. Por quê? O peso da roldana é maior do que o da força da gravidade.

Em seguida, se você lentamente, e sob controle, retornar a alça da roldana para a posição inicial (flexão do ombro), você fará uma contração excêntrica dos músculos extensores do ombro. Por quê? Você está se movendo contra a gravidade (um movimento de “elevação”). No entanto, neste caso, você está desacelerando a força externa (o peso da roldana).

Tubos de elástico propiciam um método comum para oferecer resistência durante o exercício. Embora possam ser efetivamente utilizados em contrações concêntricas, há maior limitação com as contrações excêntricas. Se você colocou um tubo elástico em cima de uma porta e o puxou para baixo, você duplicou a ação da roldana acima do nível da cabeça. O ato de puxar para baixo seria uma contração concêntrica dos músculos extensores do ombro. No entanto, o retorno à posição inicial utilizando tubos de elástico não é tão efetivo quanto uma contração excêntrica com as roldanas. O movimento inicial é uma forte contração excêntrica, mas a elasticidade rapidamente perde a sua tensão. Portanto, tubos só devem ser utilizados para contração excêntrica na parte inicial do movimento e não devem ser considerados efetivos em toda a amplitude do movimento. É possível obter contração excêntrica efetiva em amplitudes de movimento menores utilizando tubos de elástico, tais como pronação e supinação do antebraço, mas não movimentos mais amplos, tais como flexão e extensão do cotovelo.

Quando você coloca uma pessoa em uma posição para minimizar os efeitos da gravidade, as contrações musculares são concêntricas. Se você deitar em decúbito dorsal e flexionar e estender o seu ombro, as contrações dos músculos flexores e extensores serão concêntricas. Se um músculo for fraco demais para mover uma parte do corpo contra a gravidade, o terapeuta pode mudar o posicionamento da pessoa para que ela realize os exercícios físicos em uma posição com **eliminação da força da gravidade**. Para flexão e extensão, a posição em que não ocorre a ação da força da gravidade é em decúbito lateral. O músculo pode ter força suficiente para mover a parte do corpo, porém não para superar ou diminuir a ação da gravidade. Sente-se ou ajoelhe-se junto a uma mesa e descanse o braço na altura dos ombros sobre a mesa. Um exemplo de movimento sem a ação da força da gravidade é o deslocamento do braço para frente e para trás em adução e abdução horizontais com o peso do seu braço sendo sustentado pela mesa.

Outro tipo de contração muscular, embora não tão comum, é a **contração isocinética**. Esse tipo de contração só pode ser feito com equipamentos especiais. O Orthotron Cybex™ foi o primeiro aparelho para produzir este tipo de contração. Na contração isocinética a resistência aplicada é variável, mas a velocidade permanece a mesma. Isso é diferente de uma contração isotônica, na qual a resistência se mantém constante, mas a velocidade varia.

Considere o exemplo de uma pessoa com um peso de 2,5 kg preso à perna. Enquanto a pessoa estende e flexiona o joelho (contração isotônica), a resistência permanece igual. O peso de 2,5 kg manteve-se o mesmo durante toda a amplitude do movimento. Em razão de outros fatores, como o ângulo de tração dos músculos, é mais fácil mover a perna no meio e no final do arco da amplitude de movimento do que no início. Em outras palavras, a velocidade com que a pessoa consegue mover a perna varia ao longo do movimento.

Em uma contração isocinética, a velocidade é predefinida e permanece igual não importa o quanto a pessoa empurre; no entanto, a resistência varia. Se a pessoa empurrar mais forte, o aparelho oferecerá mais resistência, e se a pessoa não empurrar mais forte, haverá menos resistência.

Por que as contrações musculares isocinéticas são significativas? Os méritos do exercício isocinético em comparação com outros tipos de exercício são mais bem abordados em uma discussão mais detalhada sobre exercícios terapêuticos, algo que está além do escopo deste livro. No entanto, existem duas vantagens significativas. Exercícios isocinéticos conseguem modificar ou ajustar a resistência oferecida durante a amplitude de movimento, enquanto um exercício isotônico não consegue. Isso é importante porque o músculo não é tão forte no início ou no final do arco da amplitude de movimento como é no meio. Visto que o músculo é mais forte na parte média do arco da amplitude de movimento, mais resistência deve ser aplicada neste ponto e menos resistência deve ser aplicada no início e no fim do referido arco. Em um exercício isotônico, não é possível fazer isso; portanto, pode haver muita resistência nas partes mais fracas do arco da amplitude de movimento e não haver resistência suficiente nas partes mais fortes.

A acomodação da resistência também é importante por causa do fator dor. Se a dor surge de repente durante a prática de um exercício, a resposta da pessoa é interromper o exercício ou não trabalhar tão intensamente. Durante uma contração isotônica, esta resposta pode não acontecer rapidamente ou não ocorrer de modo seguro. Na realização de um exercício isocinético, se a pessoa interrompe o exercício, o aparelho também para. Se a pessoa deixa de contrair, o aparelho não oferece muita resistência.

Acreditamos que isso dará a você uma ideia do valor de exercício isocinético. Entretanto, há alguns inconvenientes; por exemplo, o exercício isocinético requer um equipamento especial, que é caro. Existem indicações para todos esses tipos de contrações musculares, e é importante que você reconheça as diferenças entre esses tipos. A Tabela 5.2 resume as principais diferenças entre esses três tipos de contrações musculares.

► Funções dos músculos

Os músculos desempenham diferentes funções durante o movimento articular, dependendo de variáveis, tais como

o movimento que está sendo executado, a direção do movimento e a resistência que o músculo precisa superar. Se qualquer uma dessas variáveis muda, a participação do músculo no movimento também o faz. Os músculos podem assumir ações como agonistas, antagonistas, estabilizadores ou neutralizadores. **Agonista** é um músculo ou grupo muscular responsável diretamente pelo movimento desejado. É, às vezes, referido como **agonista principal (primário)**. Um músculo que não é o principal, embora auxilie o movimento, é chamado de **agonista secundário** ou **auxiliar**.^{*} Fatores que determinam se um músculo é um agonista principal (primário) ou secundário (auxiliar) incluem o tamanho do músculo, seu ângulo de tração, a alavancagem e o potencial contrátil. Durante a flexão do cotovelo, o músculo bíceps braquial é o agonista primário e, por causa de seu tamanho e ângulo de tração, o músculo pronador redondo é o agonista secundário.

Antagonista é um músculo que realiza o movimento oposto ao do agonista. No caso da flexão do cotovelo, o antagonista é o músculo tríceps braquial. É preciso lembrar que a função de um músculo é específica para uma determinada ação articular. No caso da extensão do cotovelo, o músculo tríceps braquial é o agonista e o músculo bíceps braquial é o antagonista. No entanto, na flexão do cotovelo, o músculo bíceps braquial é o agonista e o músculo tríceps braquial, antagonista.

O antagonista tem o potencial de se opor ao agonista, mas geralmente está relaxado enquanto o agonista se contrai. Quando o antagonista se contrai ao mesmo tempo que o agonista, o resultado é uma **cocontração**. Uma cocontração ocorre quando há necessidade de acurácia. Alguns especialistas acreditam que as cocontrações são comuns quando uma pessoa aprende uma tarefa, especialmente se ela for difícil. Depois que a tarefa é aprendida, a cocontração tende a desaparecer.

Estabilizador é um músculo ou um grupo muscular que confere sustentação ou firmeza a uma parte do corpo, possibilitando que o agonista trabalhe de modo mais eficiente e adequado. Por exemplo, quando a pessoa faz um exercício de flexão (*push-up*), os agonistas são os músculos extensores do cotovelo. Os músculos abdominais (músculos flexores do tronco) atuam como estabilizadores para manter o tronco reto, enquanto os braços movimentam o tronco para cima e para baixo. Um estabilizador é, por vezes, denominado *fixador*.

É preciso lembrar que um músculo não conhece direção quando se contrai. Se um músculo consegue desempenhar duas (ou mais) ações, mas apenas uma é desejada, outro músculo denominado **neutralizador** irá se contrair para evitar o movimento indesejado. Por exemplo, o músculo bíceps braquial consegue flexionar o cotovelo e supinar o antebraço. Se apenas a flexão do cotovelo é desejada, o componente supinação tem de ser descartado. Portanto, o músculo pronador redondo, que realiza a pronação do antebraço, contrai-se para neutralizar o componente supinação do músculo bíceps braquial e, assim, só ocorre flexão do cotovelo. Um neutralizador também torna possível que um músculo execute mais de uma ação. A adução (desvio ulnar) da mão é um exemplo. O músculo flexor ulnar do carpo promove flexão e adução da mão no “punho”. O músculo extensor ulnar do carpo promove extensão e adução. No movimento de adução, esses músculos se contraem e realizam duas ações: eles neutralizam o componente de flexão/extensão um do outro, enquanto agem como agonistas na adução da mão.

^{*} N.R.T.: Outro termo muito utilizado para referir este tipo de músculo é **sinergista** (colaborador).

Tabela 5.2 Tipos de contração muscular.

Tipo	Velocidade	Resistência	Movimento da articulação
Isométrica	Fixa	Fixa (0°/s)	Não
Isotônica	Variável	Fixa	Sim
Isocinética	Fixa	Variável (acomodar)	Sim

Sinergista é um músculo que interage com um ou mais músculos para melhorar um movimento específico. Alguns autores usam esse termo para englobar o papel dos agonistas, agonistas secundários, estabilizadores e neutralizadores. A desvantagem desse termo é que, embora indique que o músculo está trabalhando, não indica o mecanismo.

► Ângulo de tração

Diversos fatores determinam a participação de um músculo em um determinado movimento articular. Determinar se um músculo tem um papel importante (agonista principal ou primário), um papel menor (agonista secundário) ou nenhum papel depende de fatores como seu tamanho, o ângulo de tração, os movimentos articulares possíveis e a localização do músculo em relação ao eixo de movimento da articulação. Visualizando o músculo, sobretudo em relação a outros músculos que executam a mesma ação, tem-se uma ideia referente ao tamanho. Por exemplo, compare o tamanho do músculo tríceps braquial com o do músculo anconeio (ver Figuras 11.17 e 11.18). É fácil perceber que o músculo anconeio terá pouco efeito sobre a mobilidade articular em comparação com o músculo tríceps braquial. Em seguida, verifique os movimentos possíveis de uma determinada articulação. No caso do cotovelo, os movimentos possíveis são flexão e extensão. Os músculos tríceps braquial e anconeio cruzam essa articulação posteriormente ao eixo de movimento da articulação. Visto que o músculo tríceps braquial é muito maior do que o músculo anconeio, e que os músculos extensores do cotovelo devem cruzar a articulação posteriormente, é lógico que o músculo tríceps braquial é o agonista principal na extensão do cotovelo.

Nem todos os músculos apresentam ações tão óbvias. O ângulo de tração é, geralmente, um fator importante. A maioria dos músculos tracionam em diagonal. Como será discutido no Capítulo 8 referente a torque, a maioria dos músculos apresenta uma linha diagonal de tração, que é a força resultante de uma força vertical e uma força horizontal. No caso do cingulo dos membros superiores ("cintura escapular"), os músculos com maior ângulo vertical de tração serão efetivos na mobilização da escápula para cima ou para baixo (elevando ou abaixando a escápula). Músculos com maior tração horizontal serão mais efetivos na mobilização da escápula para dentro ou para fora (protrusão ou retração). Músculos com forças de tração horizontal e vertical similares participarão nos dois movimentos. A Figura 5.12 apresenta um exemplo de cada um. O músculo levantador da escápula apresenta um componente vertical mais forte; já a parte transversa do músculo trapézio apresenta um forte componente horizontal e os músculos romboides apresentam força de tração similar nas duas direções. Quando esses músculos forem descritos mais adiante, no Capítulo 9, veremos que o músculo levantador da escápula é um agonista principal na elevação da escápula e a parte transversa do músculo trapézio é um agonista principal na retração, enquanto os músculos romboides são agonistas principais tanto na elevação quanto na retração.

► Cadeias cinéticas

O conceito de exercícios em cadeia cinética aberta *versus* exercícios em cadeia cinética fechada evoluiu para movimento e exercício físico. Em termos de engenharia, uma cadeia cinética consiste em uma série de elos rígidos conectados de modo



Figura 5.12 Ângulo de tração como um determinante da ação muscular.

a permitir o movimento. Visto que esses elos estão conectados, o movimento de um elo provoca movimento em outros elos de um modo previsível. Aplicando esse conceito ao corpo humano, uma **cadeia cinética fechada** requer que o segmento distal esteja fixo (fechado) e o segmento ou os segmentos proximais se movam (Figura 5.13). Por exemplo, quando você se levanta de uma posição sentada, seus joelhos se estendem, fazendo com que seu quadril e tornozelos também se movam. Se os pés estiverem fixados no chão, não há outra maneira de mover seu joelho sem causar movimento no quadril e joelho.

Entretanto, se você permanecer sentado e estender o joelho, seu quadril e tornozelo não se moverão. Esta é uma atividade em **cadeia cinética aberta**. O segmento distal está livre para se mover enquanto o(s) segmento(s) proximal(is) devem per-



Figura 5.13 Cadeia cinética fechada.

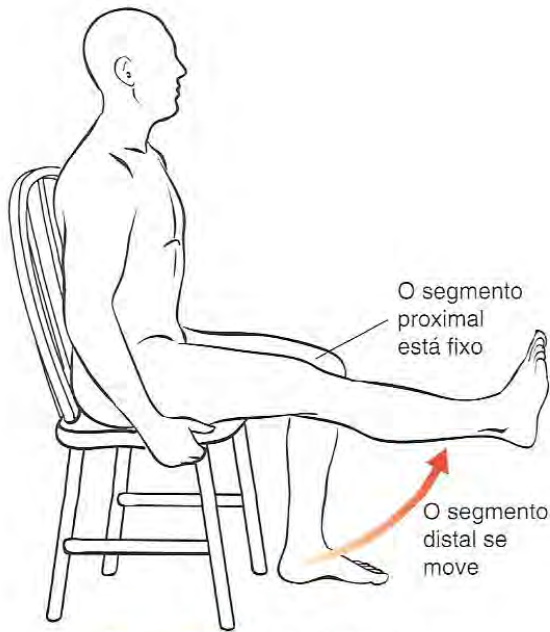


Figura 5.14 Cadeia cinética aberta.

manecer estacionários (Figura 5.14). Nas atividades de cadeia aberta, os segmentos dos membros são livres para se mover em muitas direções. Por exemplo, se você estiver deitado em uma cama com o braço livre no ar, você conseguirá mover seu ombro, cotovelo, punho e mão em muitas direções, em conjunto ou individualmente. Essa é uma atividade de cadeia aberta. O segmento distal não está fixo, estando livre para se mover.

Contudo, se você segura um trapézio preso no teto, sua mão, o segmento distal, torna-se fixo, ou fechado. À medida que você flexiona o cotovelo, o ombro realiza alguma extensão. À medida que o cotovelo se estende, seu ombro realiza o movimento de flexão. Nas atividades em cadeia fechada, os segmentos dos membros se movem em direções limitadas e previsíveis. Outros exemplos de atividades de cadeia fechada dos membros superiores são os que ocorrem durante a deambulação com muleta e a mobilização em uma cadeira de rodas. A extremidade da muleta (segmento distal) está fixada no chão e o corpo (segmento proximal) se move. As mãos apoiadas nos aros da cadeira de rodas são os segmentos distais e as articulações proximais às mãos se movem de modo conjunto (ou seja, extensão dos cotovelos e flexão dos ombros).

O equipamento para a prática de exercícios de cadeia fechada inclui aparelhos como supino (*bench press*), aparelho de remo, bicicleta ergométrica e *stepper*. Exemplos de equipamento de exercício de cadeia aberta incluem Cybex e pesos livres. O teste de força muscular manual consiste em movimento de cadeia aberta. A esteira ergométrica é uma combi-

Tabela 5.3 Terminologia do exercício.

Concêntrica	Excêntrica
Geralmente em cadeia aberta	Pode ser em cadeia aberta ou fechada
Geralmente sem sustentação de peso	Pode ser com ou sem sustentação de peso
Cadeia cinética aberta	Cadeia cinética fechada
Pode ser concêntrica ou excêntrica	Pode ser concêntrica ou excêntrica
Geralmente sem sustentação de peso	Geralmente com sustentação de peso
Sem sustentação de peso	Com sustentação de peso
Pode ser concêntrica ou excêntrica	Geralmente excêntrica
Geralmente em cadeia aberta	Geralmente em cadeia fechada

nação de exercícios em cadeias cinéticas aberta e fechada. A parte de sustentação de peso corresponde ao movimento em cadeia fechada, e a parte sem sustentação de peso corresponde ao movimento em cadeia aberta.

A Tabela 5.3 ilustra as inter-relações dos conceitos discutidos neste capítulo. Tenha em mente que estas são afirmações gerais, e não são absolutas.

Pontos-chave

- As duas extremidades de um músculo são denominadas inserções proximal (ponto fixo) e distal (ponto móvel)
- Habitualmente a inserção distal (ponto móvel) se move em direção à inserção proximal (ponto fixo)
- Quando a inserção proximal se move em direção à inserção distal, isso é referido como reversão da ação muscular
- Insuficiência ativa ocorre quando um músculo não consegue mais se contrair
- Insuficiência passiva ocorre quando um músculo não pode mais ser alongado
- O tecido muscular apresenta as propriedades de irritabilidade, contratilidade, extensibilidade e elasticidade
- As fibras musculares estão dispostas em padrões paralelos ou oblíquos, o que favorece a amplitude ou a potência do movimento, respectivamente
- As contrações musculares são de três tipos básicos: isométricas, concêntricas ou excêntricas
- Um músculo pode atuar como agonista, antagonista, estabilizador ou neutralizador, dependendo da situação
- O movimento em cadeia cinética depende de o segmento distal estar fixo (fechado) ou livre (aberto).

Autoavaliação

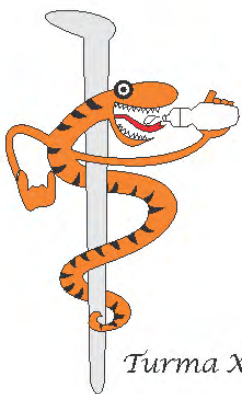
1. Geralmente, quando um músculo se contrai, a inserção distal (ponto móvel) se move em direção à inserção proximal (ponto fixo).
 - a. Qual é o outro termo para descrever a inserção distal?
 - b. Qual é o outro termo para descrever a inserção proximal?
2. Qual é o termo para descrever uma contração muscular na qual a extremidade proximal do membro se move em direção à extremidade distal?
3. O músculo flexor radial do carpo realiza flexão e abdução da mão. O músculo flexor ulnar do carpo realiza flexão e adução da mão.
 - a. Em qual movimento da mão os dois músculos agem como agonistas?
 - b. Em qual movimento da mão agem como antagonistas?
4. O quadro abaixo identifica os movimentos na articulação do quadril pela ação de três músculos. A extensão do quadril é o movimento desejado.

Músculo	Extensão	Rotação lateral	Rotação medial
Glúteo máximo	X	X	
Posteriores da coxa	X		
Glúteo mínimo			X

- a. Quais desses músculos atuam como agonistas na extensão do quadril?
- b. Qual movimento precisa ser neutralizado de modo que os agonistas realizem apenas a extensão do quadril?
- c. Qual músculo precisa agir como neutralizador para evitar o movimento indesejado?
5. Qual é o termo para descrever a situação na qual um músculo se contrai até que não consiga mais fazê-lo, embora ainda seja possível amplitude de movimento articular?
6. O ato de descer uma ladeira requer uma contração concêntrica ou excêntrica do músculo quadríceps femoral?
7. Sentado com um peso em sua mão, o antebraço pronado, o cotovelo estendido e o ombro rodado medialmente, mova lentamente a mão para o lado e depois a levante.
 - a. Qual é o movimento articular no ombro?
 - b. No ombro está ocorrendo uma contração muscular isométrica, concêntrica ou excêntrica?
 - c. Qual grupo muscular está se contraindo no ombro?
 - d. Que tipo de contração muscular está ocorrendo no cotovelo?
 - e. Qual grupo muscular está se contraindo no cotovelo?
8. Enquanto está em decúbito dorsal com o braço ao longo do corpo e com um peso em sua mão, levante o peso até sobre o seu ombro. (*Dica:* pense sobre o efeito da gravidade durante todo o movimento.)
 - a. Qual é o movimento articular no ombro?
 - b. A ação muscular durante os primeiros 90° do movimento é concêntrica ou excêntrica?
 - c. São os músculos flexores ou os extensores do ombro os responsáveis por essa ação?
 - d. A ação muscular durante os segundos 90° do movimento é concêntrica ou excêntrica?
 - e. São os músculos flexores ou os extensores do ombro os responsáveis por essa ação?
9. Identifique os seguintes termos de atividades em cadeia cinética aberta ou fechada:
 - a. *Push-ups* em cadeira de rodas
 - b. Exercícios com braçadeiras
 - c. Roldanas de parede
10. Em que posição uma pessoa precisa estar para realizar abdução e adução do ombro de modo a eliminar a força da gravidade?
11. Para um músculo ter um ângulo de tração efetivo, de modo a agir como flexor do ombro e não abdutor do ombro, teria de cruzar o ombro em qual superfície?
12. O músculo reto femoral flexiona o quadril e estende o joelho. O músculo vasto medial estende apenas o joelho. Em qual posição o quadril e o joelho precisam ser colocados para ser possível alongar o músculo vasto medial?
13. Se você precisasse de um músculo para levantar uma carga muito pesada, qual arranjo de fibras musculares você escolheria?
14. Se você precisasse de um músculo que contraísse em um arco de amplitude de movimento bem grande, qual arranjo de fibras musculares você escolheria?
15. Em termos de características do tecido muscular:
 - a. O que um músculo consegue fazer que um elástico não pode?
 - b. Qual característica tem um elástico que a goma de mascar não apresenta?

6 Sistema Nervoso

- ▶ Tecido nervoso (neurônios), 46
- ▶ Sistema nervoso central, 47
- ▶ Sistema nervoso periférico, 52
- ▶ Doenças comuns das partes central e periférica do sistema nervoso, 60
- ▶ Autoavaliação, 63



Turma XII



O sistema nervoso é um mecanismo extremamente complexo em nosso corpo, que controla, estimula e coordena todos os outros sistemas do corpo. Conforme descrito na Figura 6.1, pode ser dividido anatomicamente em sistema nervoso central (SNC), que inclui o encéfalo e a medula espinal, sistema nervoso periférico (SNP), que inclui os nervos espinais e cranianos, e sistema nervoso autônomo (SNA), que controla principalmente as vísceras.* As subdivisões do SNA são sistema nervoso simpático e sistema nervoso parassimpático. Eles funcionam como um sistema de controle e equilíbrio mútuo. O sistema simpático lida com estresse e situações de emergência, enquanto o sistema parassimpático lida com a conservação de energia.

Uma descrição específica das diversas partes de cada sistema e suas funções está além do escopo deste texto. Entretanto, apresentaremos uma descrição sucinta dos aspectos anatômicos e funcionais do SNC e do SNP e de como influenciam o movimento muscular. Esta descrição será focada no nível macroscópico em vez de celular.

► Tecido nervoso (neurônios)

A unidade fundamental do tecido nervoso é o neurônio (Figura 6.2). Cada neurônio é constituído por um **corpo celular**, a partir do qual é projetado um único prolongamento denominado **axônio**, e um número variável de ramificações denominadas **dendritos**. O termo *célula nervosa* é sinônimo de *neurônio* e inclui todos os seus prolongamentos (dendritos e axônios).

Dendritos são ramificações que recebem impulsos nervosos de outras partes do sistema nervoso e conduzem esses

* N.R.T.: Utilizando o critério anatômico, o sistema nervoso está dividido nas partes central e periférica. Utilizando o critério funcional, de relação do animal com o meio ambiente, o sistema nervoso está dividido nas partes somática e visceral, que inclui o sistema nervoso autônomo.

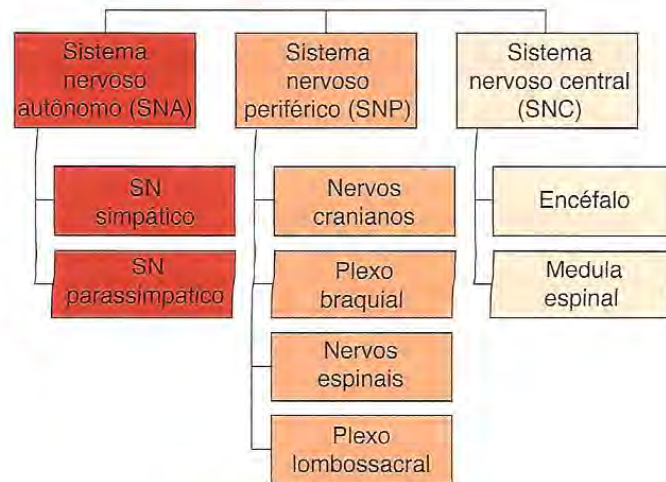


Figura 6.1 Sistema nervoso.

impulsos para o corpo celular. **Axônios** são fibras nervosas que conduzem impulsos nervosos do corpo celular para outros locais. Eles estão localizados em oposição aos dendritos e, geralmente, consistem em uma única ramificação. Ao longo do seu trajeto o axônio é, com frequência, circundado por uma bainha de gordura, chamada **bainha de mielina**. A bainha de mielina é interrompida a intervalos de aproximadamente 0,5 mm. Essa interrupção na bainha de mielina é denominada **nó (nodo) de Ranvier**.

A mielina é uma camada adiposa esbranquiçada encontrada no SNC e no SNP. Uma de suas funções é aumentar a velocidade de condução dos impulsos nervosos nas fibras mielinizadas. A mielina não recobre os corpos celulares nem determinadas fibras nervosas. As áreas que contêm principalmente fibras amielínicas são denominadas **substância cinzenta**, enquanto as áreas que contêm principalmente fibras mielinizadas são chamadas de **substância branca** (Figura 6.3). Áreas de substância cinzenta incluem o córtex cerebral e a parte central da medula espinal. A substância branca inclui os principais

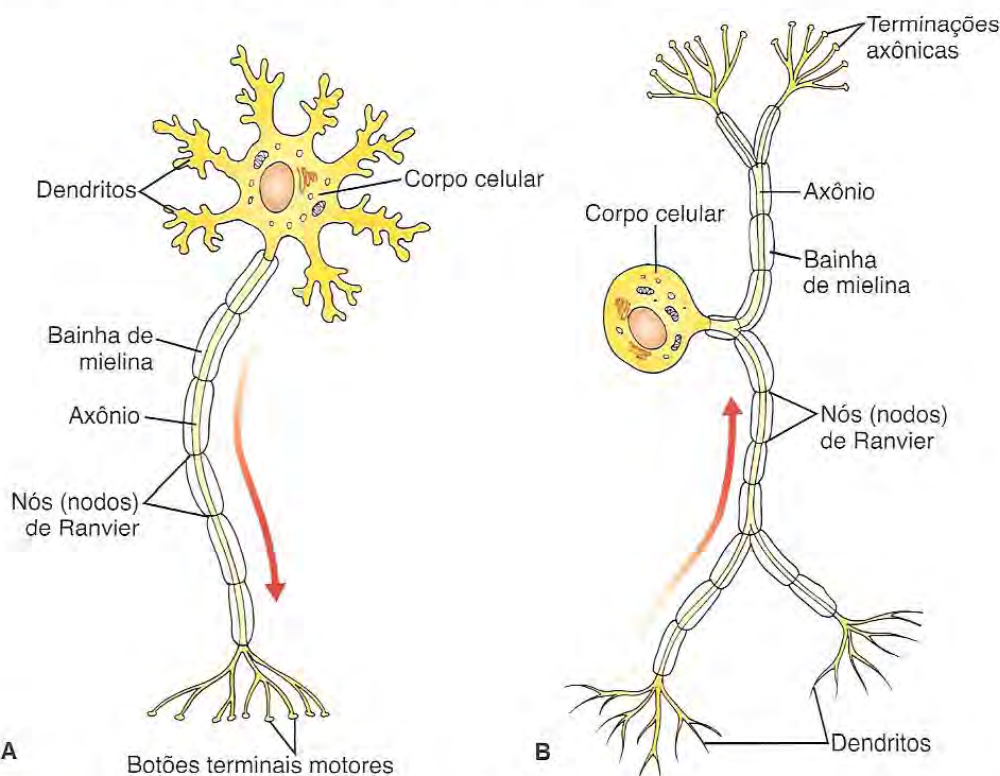


Figura 6.2 Neurônios típicos motor (A) e sensitivo (B). As setas indicam a direção dos impulsos nervosos.

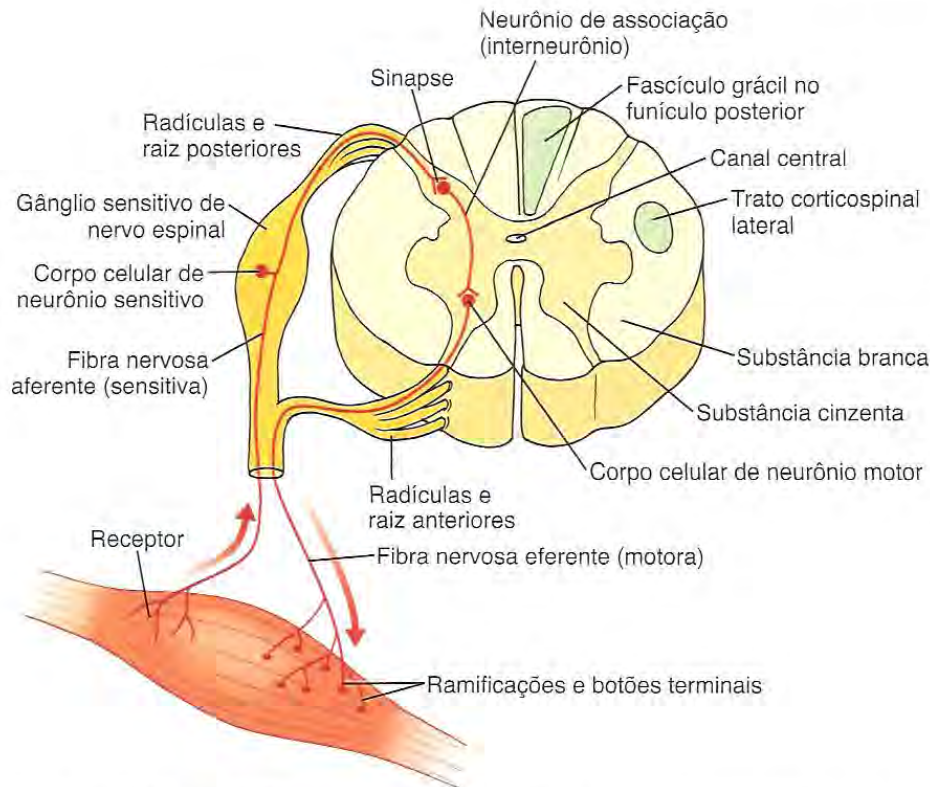


Figura 6.3 Corte transversal da medula espinal. Observe o neurônio sensitivo penetrando na medula espinal, o neurônio motor saindo da medula espinal e o neurônio de associação (internuncial) conectando os dois neurônios.

tratos na medula espinal e grandes feixes de fibras, tais como a cápsula interna no encéfalo.

Uma **fibra nervosa** conduz impulsos a partir do neurônio. A transmissão dos impulsos nervosos de um neurônio para outro acontece na **sinapse**, que é uma região de aproximação com um pequeno espaço entre os neurônios onde ocorrem fenômenos fisiológicos muito complexos.

Um **trato** é um grupo de fibras nervosas mielinizadas no SNC que conduzem um tipo específico de informações de uma área para outra. Dependendo de sua localização dentro do SNC, o grupo de fibras pode ser referido como um *fascículo*, *funículo*, *pedúnculo*, *braço* ou *lemnisco*. Um grupo de fibras no SNP pode ser chamado de *nervo espinal*, *raiz nervosa*, *plexo* ou *nervo craniano*, dependendo de sua localização. (Um exemplo do trajeto de um trato pode ser visto na Figura 6.15.) Fibras de neurônios motores e sensitivos são os dois tipos principais de fibras nervosas encontradas nos nervos. Um **neurônio motor (eferente)** apresenta um corpo celular grande com dendritos multirramificados e um axônio longo (Figura 6.2A). Este corpo celular e os dendritos estão localizados no corno anterior da medula espinal (Figura 6.3). Os termos *anterior* e *ventral* podem ser usados como sinônimos, assim como *posterior* e *dorsal*. O axônio sai do corno anterior e atravessa a substância branca, constituindo com outros axônios semelhantes a **raiz anterior**, que está localizada fora da medula espinal na proximidade do forame intervertebral. O axônio continua pelo nervo espinal até chegar à **placa motora** de uma fibra muscular. Um neurônio motor conduz impulsos **eferentes** da medula espinal para a periferia (Figuras 6.3 e 6.4).

O **neurônio sensitivo (aferente)** apresenta um dendrito, que inicia na pele e continua até seu corpo celular no gânglio sensitivo do nervo espinal (Figuras 6.2B e 6.3), localizado junto ao forame intervertebral. O axônio segue pela raiz posterior do nervo espinal e penetra a medula espinal pelo corno posterior. O axônio pode terminar neste ponto, ou pode fazer

um trajeto ascendente na substância branca até um nível superior da medula espinal ou atingir o tronco encefálico. Um neurônio sensitivo envia impulsos **aferentes** da periferia para a medula espinal (Figuras 6.3 e 6.4).

Os impulsos sensitivos e motores são conduzidos ao longo de fibras nervosas localizadas fora da medula espinal, mas fazendo parte dos nervos espinais. Conforme descrito anteriormente, impulsos motores são conduzidos do sistema nervoso central para a periferia; impulsos sensitivos são conduzidos da periferia para o SNC (Figura 6.4).

Um terceiro tipo de neurônio é o neurônio de associação (**interneurônio**) ou **neurônio internuncial** (Figura 6.3). É encontrado no SNC, e sua função consiste em transmitir ou integrar os sinais de um ou mais neurônios sensitivos e retransmitir os impulsos para os neurônios motores.

► Sistema nervoso central

Os componentes do SNC são o encéfalo e a medula espinal. O encéfalo é composto pelo cérebro, tronco encefálico e cerebelo. (Para os leitores que apreciam curiosidades, o encéfalo pesa em torno de 1,5 kg.)

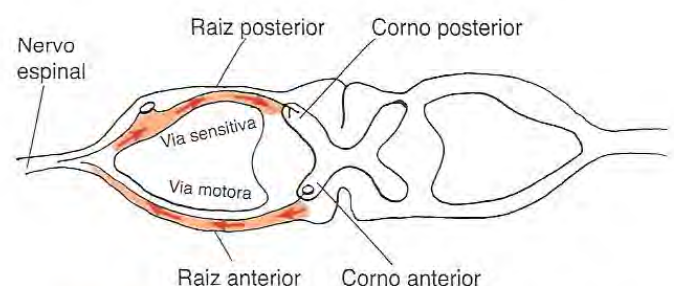


Figura 6.4 Vias sensitivas e motoras na medula espinal.

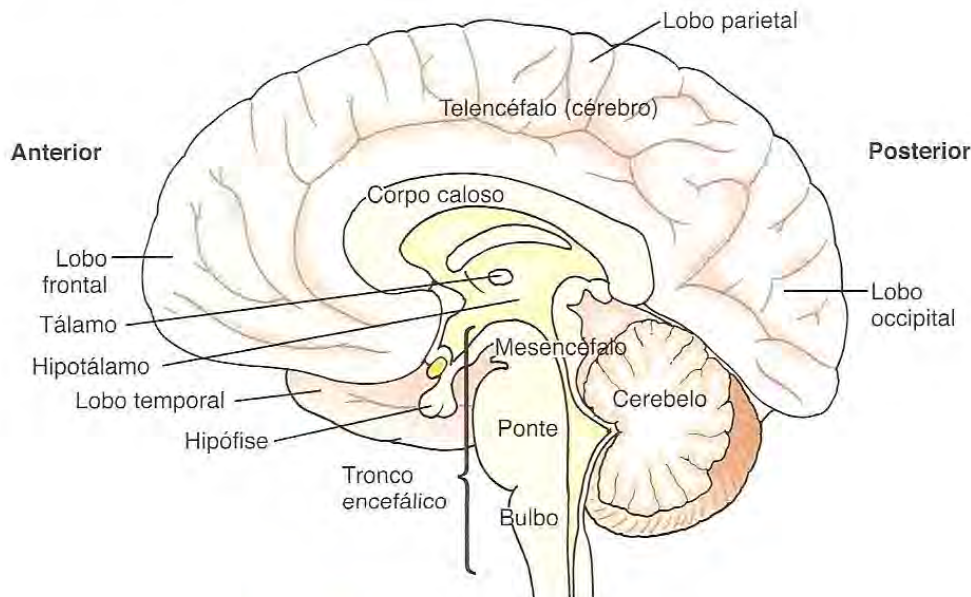


Figura 6.5 Corte sagital mediano do encéfalo.

▪ Encéfalo

Cérebro

O **cérebro (telencéfalo)** é a porção maior e principal do encéfalo (Figura 6.5), sendo responsável pelas funções mentais mais complexas. Ocupa a área anterior e superior da cavidade do crânio, acima do tronco encefálico e do cerebelo. O cérebro é composto pelos **hemisférios cerebrais** direito e esquerdo que se unem na região medial por meio do **corpo caloso**.

Cada hemisfério cerebral apresenta um **córtex**, que é a parte externa com diversas camadas, e está dividido em quatro **lobos** (Figura 6.6). Cada lobo tem muitas funções conhecidas. Os locais específicos de algumas funções ainda são desconhecidos. O **lobo frontal** ocupa a porção anterior da cavidade do crânio. A área de atividade cerebral que controla a personalidade está localizada neste lobo. O lobo frontal também controla a motricidade e a expressão da fala. O **lobo occipital** ocupa a parte posterior da cavidade do crânio, sendo responsável pela visão e pelo reconhecimento de tamanho, formato e cor. O **lobo parietal** situa-se entre os lobos frontal e occipital. Esta área controla a sensibilidade grosseira, como o toque e a pressão. Também controla a sensibilidade fina, como a percepção da textura, peso, tamanho e formato de um objeto. Atividade cerebral associada à habilidade de leitura também está localizada no lobo parietal. O **lobo temporal** está localizado sob os lobos frontal e parietal, logo acima do nível da orelha. Este é o centro do comportamento, da audição, da recepção e compreensão da linguagem. Esses quatro lobos são demonstrados na Figura 6.6.

Localizado profundamente nos hemisférios cerebrais, abaixo do córtex, encontra-se o **tálamo** (Figura 6.5); essa massa de neurônios serve como uma estação de retransmissão de sensações corporais, e é nela que ocorre a percepção da dor. Localizado profundamente no encéfalo encontra-se o **hipotálamo***, que é uma importante estrutura para as funções hormonais e para o comportamento. Também é na região profunda do cérebro que estão os **núcleos da base** (não mos-

trados na figura), que são importantes para a coordenação da motricidade.

Tronco encefálico

Inferior ao cérebro (telencéfalo) se encontra o tronco encefálico, que é dividido em três partes: mesencéfalo, ponte e bulbo (Figura 6.5). A porção superior do tronco encefálico é o mesencéfalo, localizado um pouco abaixo do telencéfalo. O **mesencéfalo** é o centro dos reflexos visuais. A ponte (do latim *pons*, que significa estrutura de ligação) está localizada entre o mesencéfalo e o bulbo. O **bulbo** é a parte mais inferior do tronco encefálico. Também é conhecido como *medula oblonga*. O bulbo é contínuo com a medula espinal, cuja transição ocorre na base do crânio, com a passagem através do forame magno. O bulbo é o centro de controle automático da respiração e da frequência cardíaca.

A maioria dos nervos cranianos penetra o tronco encefálico ou sai dele, e todas as fibras nervosas dos tratos da medula

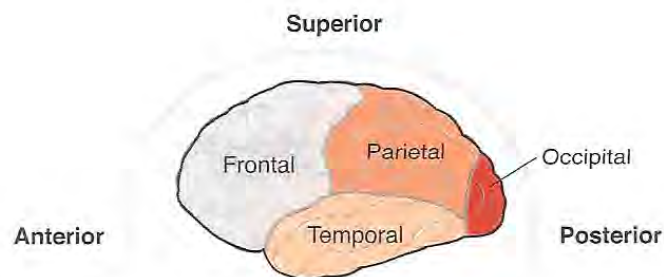


Figura 6.6 Os quatro lobos do hemisfério cerebral.*

* N.R.T.: Tálamo e hipotálamo são partes constituintes do diencefalo.

* N.R.T.: Normalmente é descrito um quinto lobo, o insular, escondido na profundidade dos demais lobos.

espinal e dos nervos espinais que vão para os centros superiores do cérebro (e que saem do mesmo) passam pelo referido tronco.

Cerebelo

Em latim, **cerebelo** significa “pequeno cérebro”. Ele está localizado na porção posterior da cavidade do crânio posteriormente à ponte e ao bulbo (Figura 6.5). Apresenta relação topográfica superior com a porção posterior do cérebro (telencéfalo). As principais funções do cerebelo são controle da coordenação muscular, tônus e postura do corpo.

Proteção cerebral

O cérebro tem três níveis básicos de proteção: óssea, membranácea e líquida. Circundando a massa encefálica está o **crânio**, constituído por vários ossos com articulações do tipo suturas (articulações fibrosas fixas e rígidas) que conferem maior resistência (Figura 6.7).

Na cavidade do crânio existem três camadas de membranas denominadas **meninges** (Figura 6.8). As meninges envolvem o encéfalo e proporcionam sustentação e proteção. A camada mais espessa, mais fibrosa e mais externa é denominada **dura-máter** (do latim = “mãe dura”). A camada média e mais fina é denominada **aracnoide-máter** (*arachnoid*, em grego *aranha*).

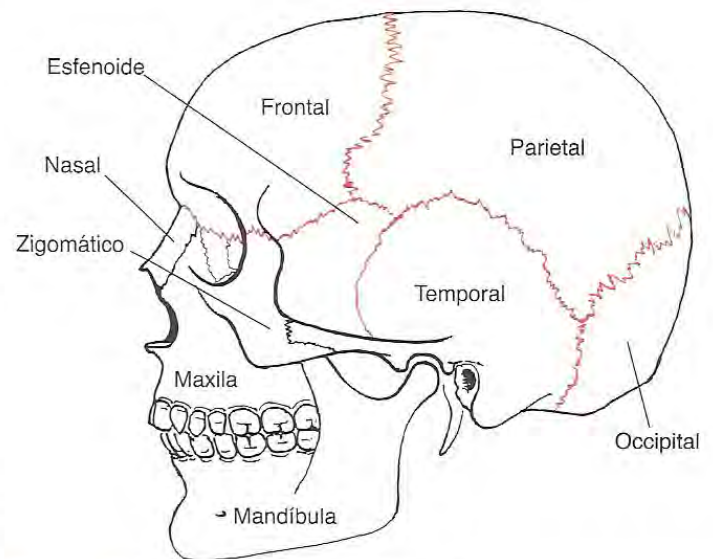


Figura 6.7 Ossos do crânio. As articulações fibrosas imóveis entre esses ossos oferecem máxima proteção.

A camada mais interna e mais delicada é a **pia-máter** (do latim “mãe delicada, carinhosa”), onde estão os vasos sanguíneos que irrigam o encéfalo. Essas meninges encefálicas são contí-

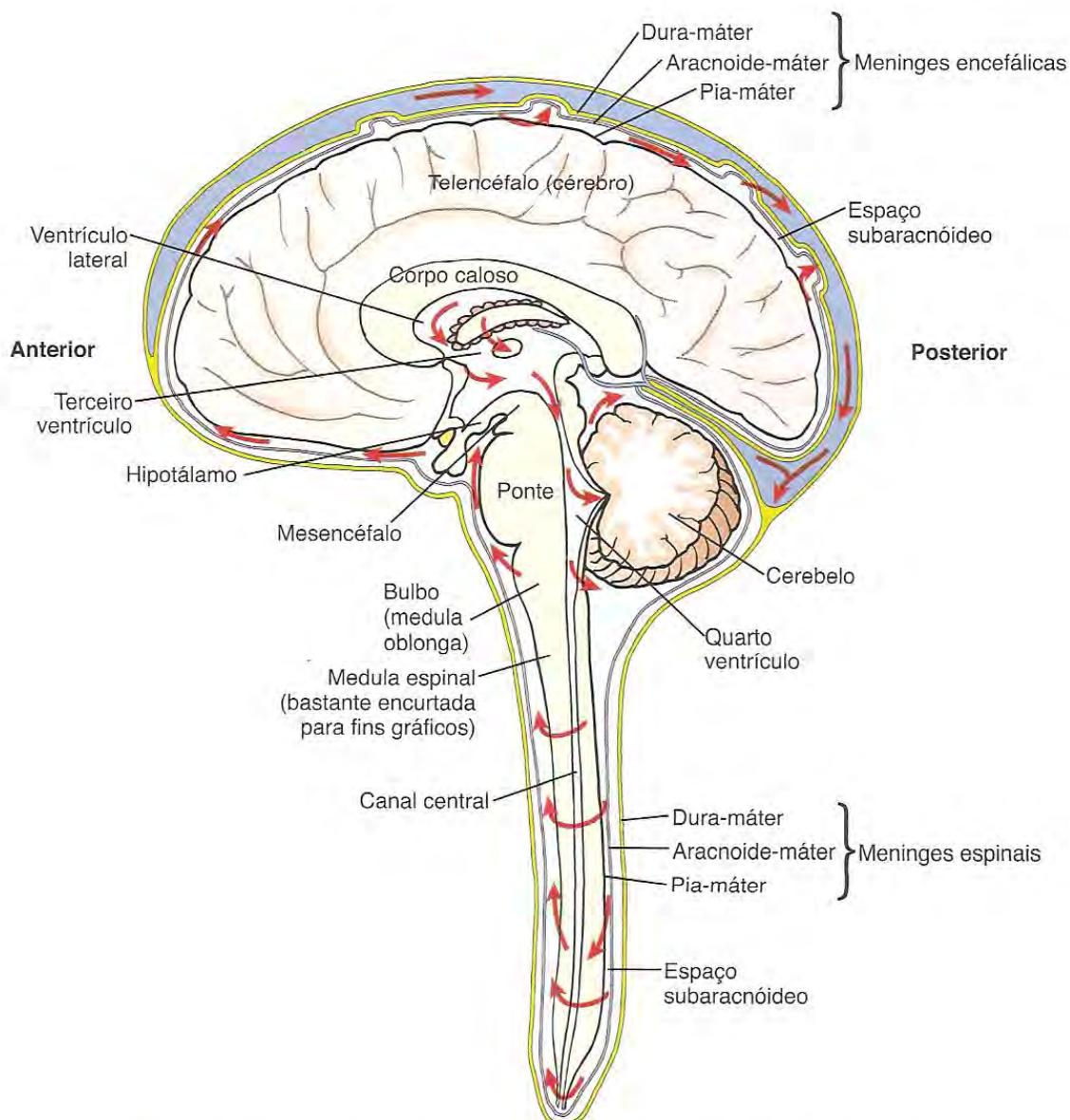


Figura 6.8 Circulação do líquido cefalorraquidiano. As setas indicam a direção do fluxo.

nuas com as meninges espinais que circundam a medula espinal, que será descrita mais adiante neste capítulo.

Entre as camadas da aracnoide-máter e da pia-máter se encontra o **espaço subaracnóideo** por onde circula o **líquido cerebrospinal** (Figura 6.8). Esse líquido circunda o encéfalo e preenche os quatro **ventrículos** encefálicos. Os ventrículos são quatro pequenas cavidades que contêm uma estrutura que produz líquido cerebrospinal. Existem dois ventrículos laterais, um terceiro ventrículo e um quarto ventrículo. A principal função do líquido cerebrospinal é a absorção de choques.

• Medula espinal

A medula espinal é a continuação do bulbo e está localizada no canal vertebral, estendendo-se desde o forame magno até sua extremidade cuneiforme denominada **cone medular** aproximadamente no nível da segunda vértebra lombar nos adultos (Figura 6.9). A partir desse nível há um agrupamento de raízes nervosas que tem direção inferior. Essas raízes nervosas se assemelham bastante à cauda de um cavalo, daí o nome **cauda equina**. A cauda equina é constituída por raízes nervosas desde L II até S V. O **filamento terminal** é o prolongamento final de pia-máter que se estende desde o cone medular até o cóccix, onde se fixa.

A medula espinal mede aproximadamente 45 cm em homens e 43 cm em mulheres. É envolta pelas mesmas três meninges protetoras do encéfalo: a dura-máter (a mais externa), a aracnoide-máter e a pia-máter (Figura 6.10). Como no encéfalo, o líquido cerebrospinal flui no espaço entre a aracnoide-máter e a pia-máter (Figura 6.8).

O **forame vertebral**, o buraco de passagem da medula espinal, é limitado pelas partes ósseas de cada vértebra (Figura 6.11). Cada vértebra é composta pelo **corpo vertebral**, que é a porção anterior que sustenta peso, e pelo **arco vertebral**, a porção posterior que consiste em lâminas e pedículos de arco vertebral, além dos processos transversos e um processo espinhoso (Figura 6.12). A abertura formada entre essas duas partes (corpo e arco vertebral) é o forame vertebral. Esse buraco não deve ser confundido com o **forame intervertebral**, localizado nas laterais da coluna vertebral. O forame intervertebral é a abertura limitada pela incisura vertebral superior da vértebra inferior e pela incisura vertebral inferior da vértebra superior (Figura 6.13). Esse forame é atravessado pelas raízes dos nervos espinais, atingindo o canal vertebral.

Um corte (seção) transversal (horizontal) da medula espinal revela a substância branca externa e a substância cinzenta interna (Figura 6.14). A **substância cinzenta** está localizada no centro da medula espinal e apresenta o formato de H ou de borboleta. Na substância cinzenta estão os corpos celulares dos neurônios e as sinapses. A parte posterior do H é o **cornio posterior**, que transmite impulsos nervosos sensitivos. A parte anterior, o **cornio anterior**, transmite impulsos nervosos motores.

Os **funículos posteriores** estão localizados na região posteromedial da medula espinal. Por esses funículos são conduzidos os impulsos nervosos referentes às sensações de propriocepção, pressão e vibração (Figura 6.14).

A **substância branca** contém as vias de fibras nervosas ascendentes (sensitivas) e descendentes (motoras). Cada via nervosa conduz um tipo específico de impulso, como o tato, de uma determinada região para outra. Essas diversas vias cruzam de um lado do SNC para o outro em diferentes níveis. Este fenômeno é responsável pelo fato de um acidente vascular

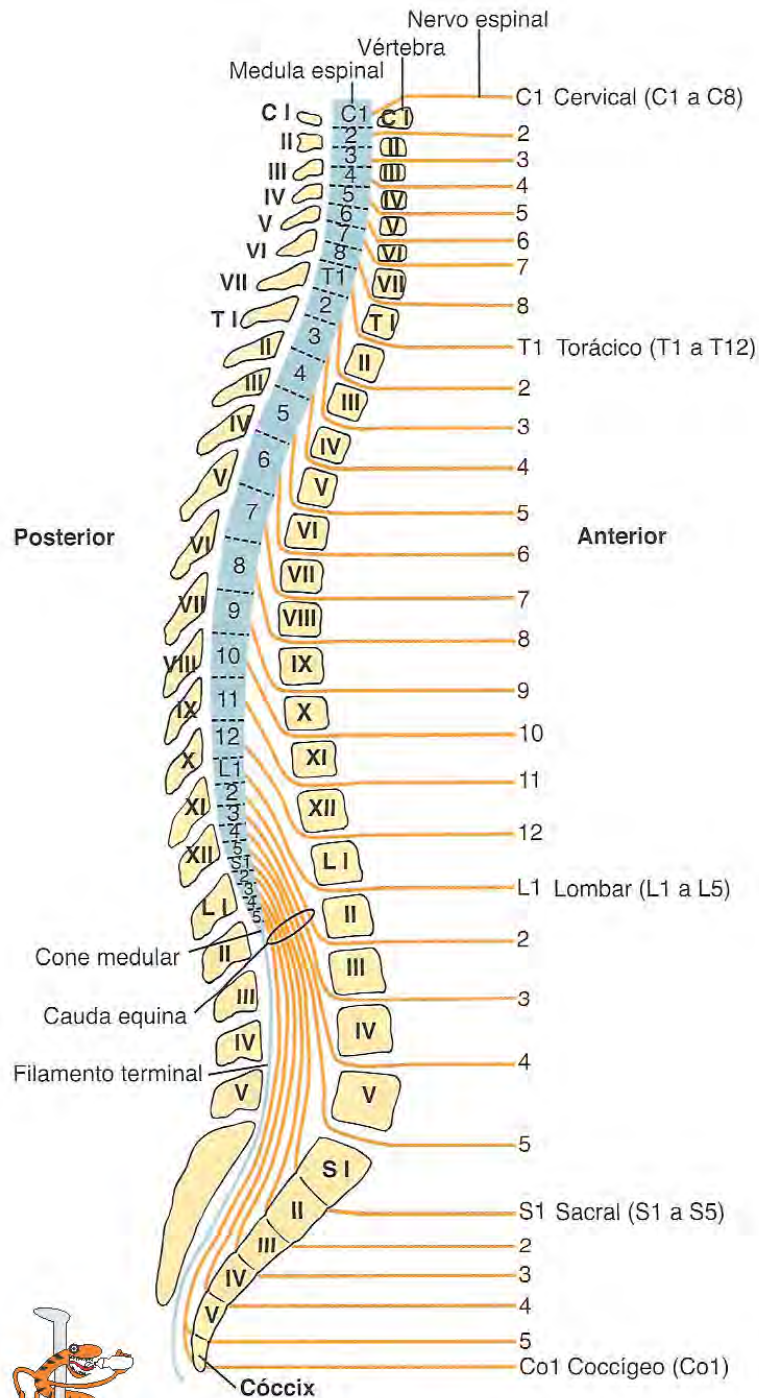


Figura 6.9 Medula espinal.

cerebral (AVC) ou encefálico (AVE) no lado esquerdo do encéfalo afetar o lado direito do corpo.

A via nervosa motora especialmente importante para o controle muscular é o **trato corticospinal lateral** (Figura 6.15), que está localizado lateralmente ao H de substância cinzenta, no funículo lateral. Como está implícito, o trato corticospinal lateral origina-se na área motora do córtex cerebral e estende-se até a medula espinal, e suas fibras cruzam de um lado para outro na região inferior do tronco encefálico. As fibras do trato corticospinal fazem sinapse no cornio anterior com outros neurônios, cujas fibras saem da medula espinal.

Neurônios motores que fazem sinapse acima deste nível são denominados **neurônios motores superiores**. Os neurônios motores que fazem sinapse no nível do cornio anterior ou em níveis inferiores são denominados **neurônios motores inferiores**. A lesão desses dois tipos de neurônios resulta em sinais

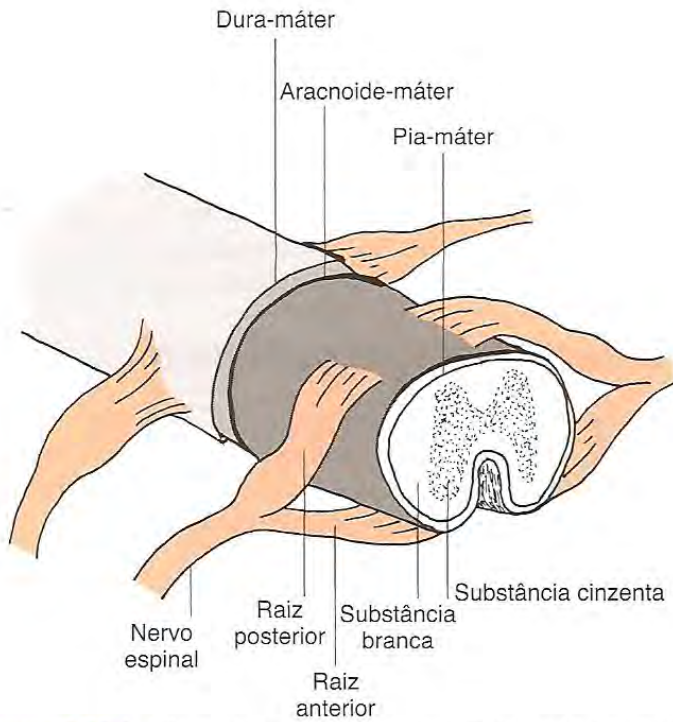


Figura 6.10 As três camadas de meninges que circundam a medula espinal e o encéfalo.

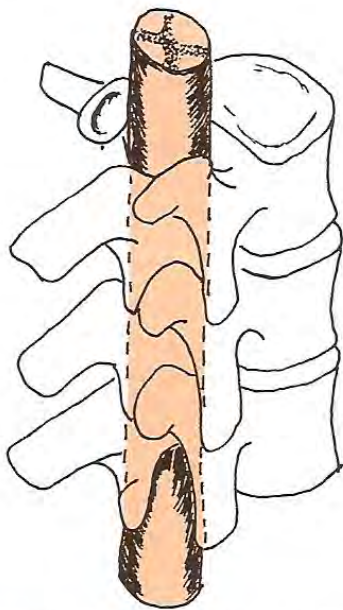


Figura 6.11 A medula espinal ocupa o canal vertebral.

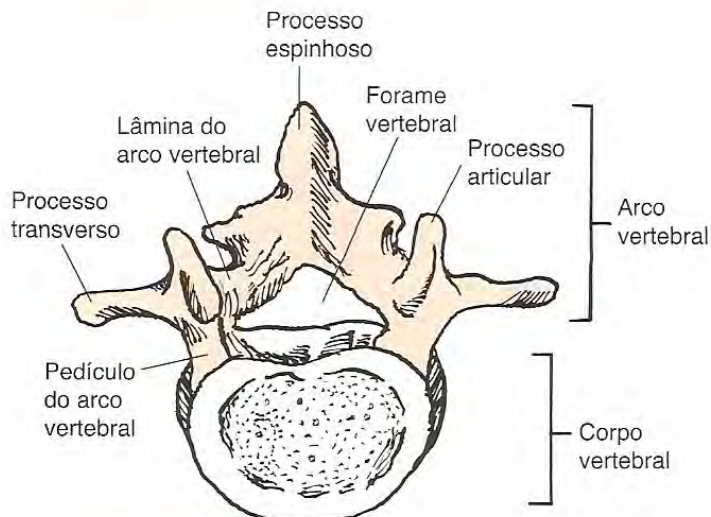


Figura 6.12 As vértebras protegem a medula espinal.

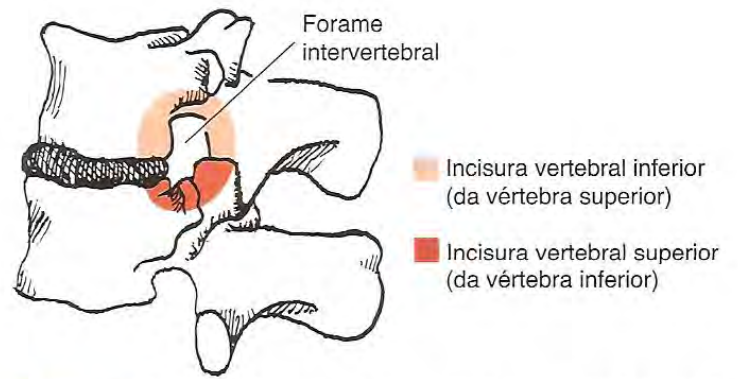


Figura 6.13 Duas vértebras articulam-se para limitar uma abertura (forame intervertebral) de cada lado, por onde passa um nervo espinal.

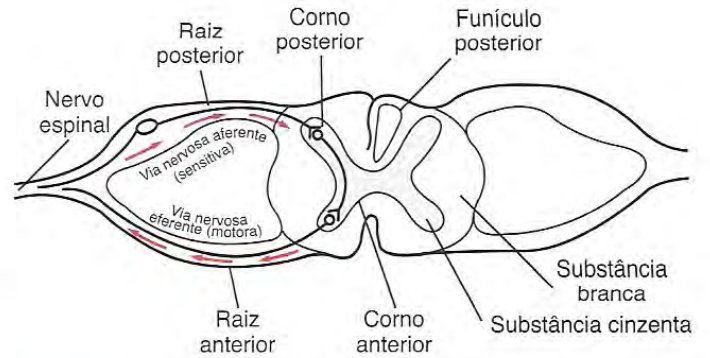


Figura 6.14 Corte transversal da medula espinal, mostrando as substâncias branca e cinzenta.

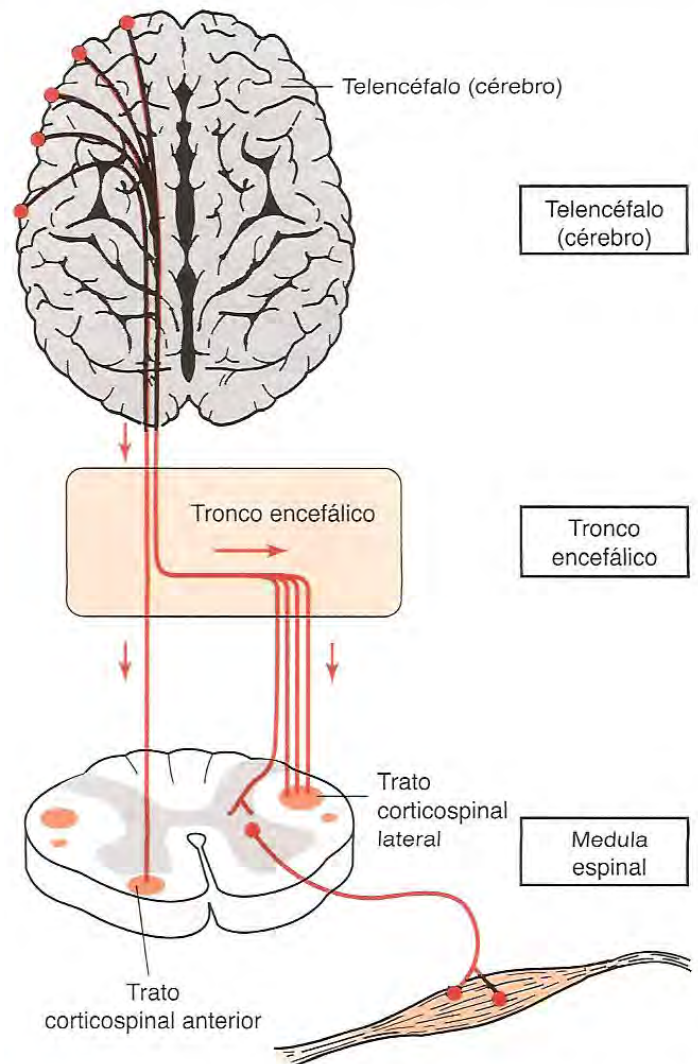


Figura 6.15 Trajeto do trato corticospinal desde a área motora do córtex cerebral até a medula espinal.

Tabela 6.1 Diferenças clínicas entre as lesões dos neurônios motores superior e inferior.

Sinal	Lesão do neurônio motor superior	Lesão do neurônio motor inferior
Paralisia	Existe espasticidade	Flacidez
Atrofia muscular	Não significativa	Acentuada
Fasciculações e fibrilações	Não ocorrem	Ocorrem
Reflexos	Hiper-reflexia	Hiporreflexia
Reflexo de Babinski	Ocorre	Não ocorre
Clônus	Ocorre	Não ocorre

clínicos muito diferentes. Em outras palavras, se uma lesão ocorrer próximo ao corno anterior, é considerada uma lesão do neurônio motor superior. Se a lesão ocorrer nos corpos celulares ou nos axônios dos neurônios motores inferiores, é considerada uma lesão do neurônio motor inferior. De modo geral, ocorre paralisia nos dois tipos de lesão; entretanto, os sinais clínicos são muito diferentes (as diferenças são mostradas na Tabela 6.1).

Exemplos de doenças que envolvem lesões do neurônio motor superior incluem lesões medulares, esclerose múltipla, parkinsonismo, acidente vascular encefálico e vários tipos de

lesões cranianas. Exemplos de doenças que envolvem lesões do neurônio motor inferior são distrofia muscular, poliomielite, miastenia grave e lesões de nervos espinais.

Em suma, impulsos nervosos motores originam-se no encéfalo, fazem trajeto descendente e atingem a medula espinal, especificamente o corno anterior, e chegam à periferia pelos nervos espinais. Impulsos sensitivos provenientes da periferia são conduzidos pelos nervos espinais para a medula espinal (via corno posterior) e, então, ascendem para o encéfalo.

► Sistema nervoso periférico

O SNP consiste, em sua maior parte, no tecido nervoso localizado fora do canal vertebral. Inicia-se no corno anterior da medula espinal, conduzindo impulsos nervosos motores para os músculos e impulsos nervosos sensitivos da pele.*

▪ Nervos cranianos

Existem 12 pares de nervos cranianos (NC), que são nomeados e numerados (Figura 6.16). Os NC são funcionalmente classificados como sensitivos, motores ou mistos (uma

* N.R.T.: A parte periférica do sistema nervoso está constituída por todos os nervos espinais e cranianos, pelos gânglios e terminações nervosas sensitivas (receptores) e motoras.

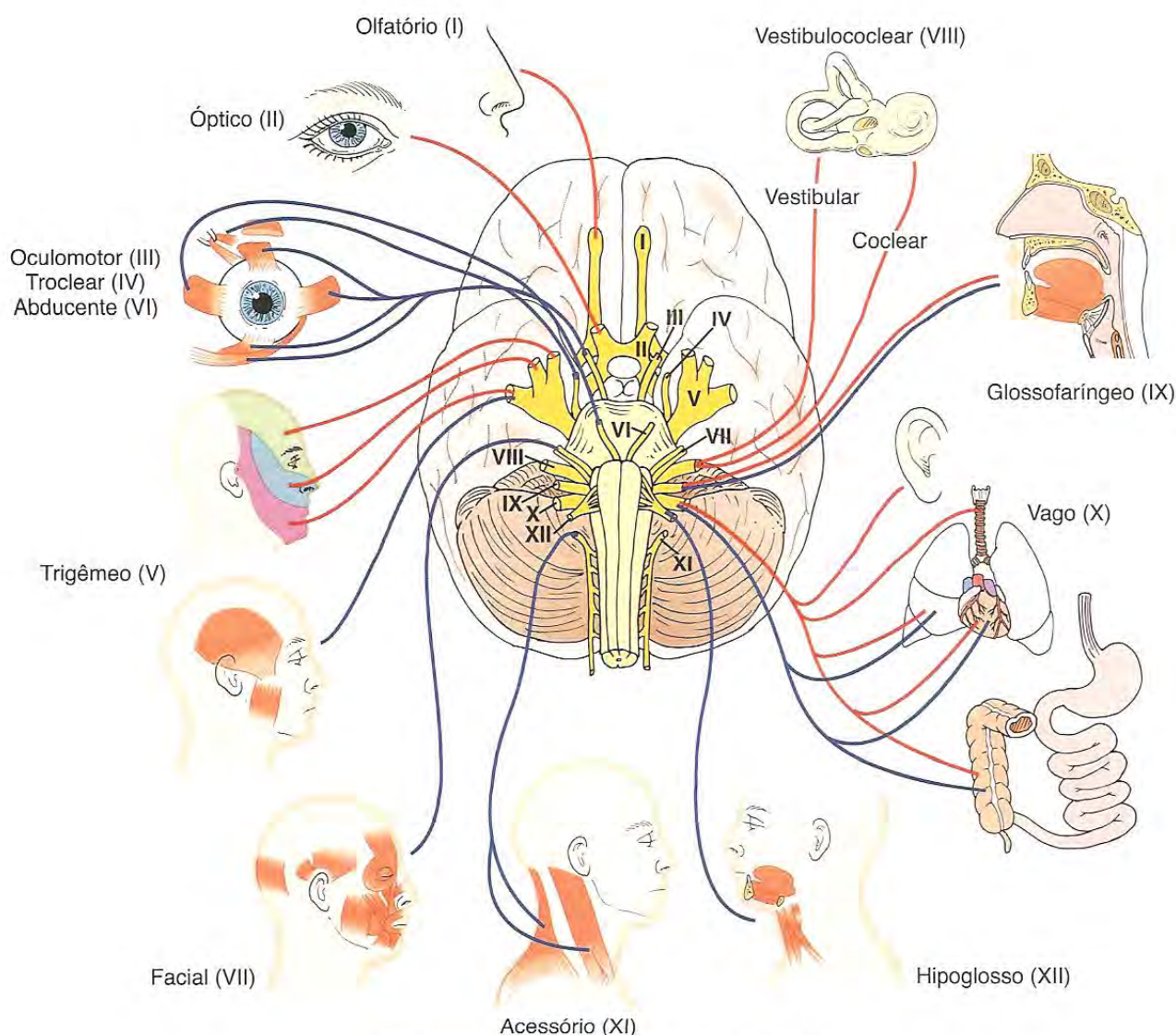
**Figura 6.16** Nervos cranianos e sua distribuição.

Tabela 6.2 Nervos cranianos.

Número	Nome	Tipo	Função
I	Olfatório	Sensorial	Olfação
II	Óptico	Sensorial	Visão
III	Oculomotor	Motor	Músculos do bulbo do olho
IV	Troclear	Motor	Músculos do bulbo do olho
V	Trigêmeo	Misto	Sensitivo: área da face Motora: músculos da mastigação
VI	Abducente	Motor	Músculos do bulbo do olho
VII	Facial	Misto	Sensorial: área da língua (gustação) Motora: músculos da face (expressão facial)
VIII	Vestibulococlear	Sensorial	Audição Equilíbrio
IX	Glossofaríngeo	Misto	Sensorial e sensitivo: gustação, faringe, orelha média Motora: músculos da faringe
X	Vago	Misto	Sensitivo: coração, pulmões, trato GI, orelha Motora: coração, pulmões, trato GI
XI	Acessório	Motor	Músculos esternocleidomastóideo e trapézio, deglutição
XII	Hipoglosso	Motor	Músculo da língua

combinação de ambos os tipos de fibras nervosas). Suas funções estão resumidas na Tabela 6.2.

Dos 12 pares de nervos cranianos, o trigêmeo (NC V), o facial (NC VII) e o acessório (NC XI) são os mais importantes para o controle de determinados músculos. Os capítulos das Partes 2, 3 e 4 identificam a inervação dos músculos, com uma descrição sucinta de cada músculo.

▪ Nervos espinais

Existem 31 pares de nervos espinais, incluindo 8 nervos cervicais, 12 nervos torácicos, 5 nervos lombares, 5 nervos sacrais e 1 nervo coccígeo (Figura 6.9). Os sete primeiros nervos cervicais (C1-C7) saem da coluna vertebral *acima* da vértebra correspondente. Por exemplo, o nervo C3 sai da coluna vertebral acima da vértebra C III. Visto que existe um nervo cervical a mais do que a quantidade de vértebras cervicais, então existe o oitavo nervo cervical. O nervo C8 sai da coluna

vertebral *abaixo* da vértebra CVII e *acima* da vértebra T I. O nervo T1 sai da coluna vertebral *abaixo* da vértebra T I, e assim sucessivamente (Figura 6.17).

Ramos dos nervos espinais

Após saírem da medula espinal, as raízes anterior (motora) e posterior (sensitiva) se unem para formar o nervo espinal (Figura 6.18), que atravessa o forame intervertebral. Imediatamente após esta passagem, o nervo se ramifica, enviando o denominado **ramo posterior** que normalmente é menor que o ramo anterior. O ramo posterior inerva os músculos e a pele da região posterior do tronco. O nervo espinal se continua como **ramo anterior**. Este ramo inerva todos os músculos e áreas cutâneas que não são inervados pelo ramo posterior, o que inclui as regiões anterior e lateral do tronco, além dos membros superior e inferior. Localizado imediatamente ao lado do ramo posterior há uma ramificação para o sistema nervoso autônomo (tronco simpático). O tronco simpático

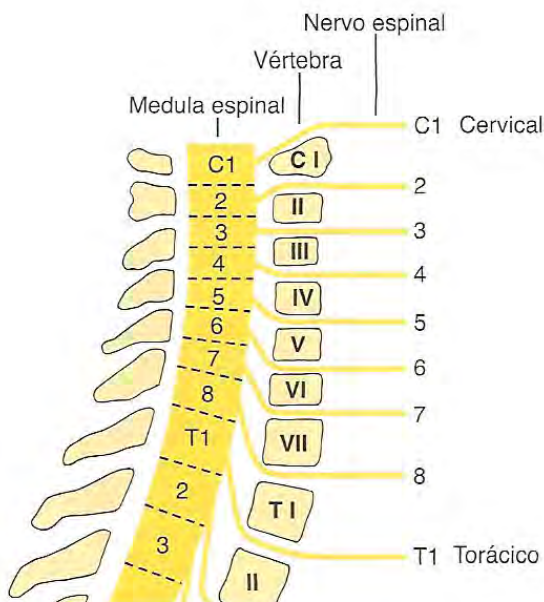


Figura 6.17 Correlação entre vértebras e nervos cervicais.

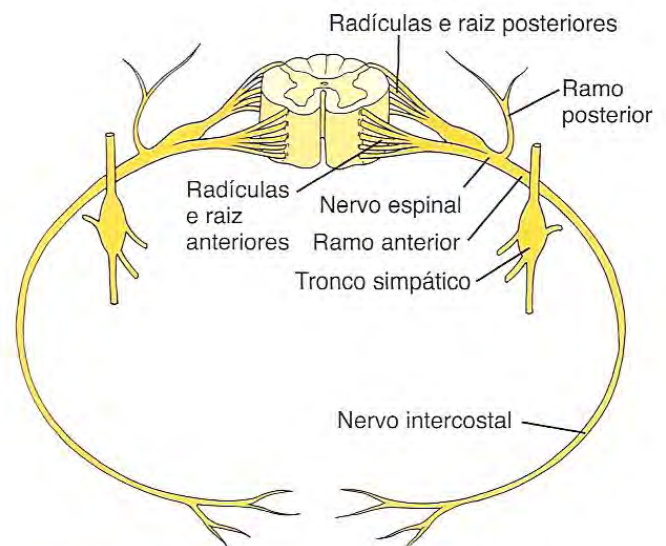


Figura 6.18 Formação de um nervo espinal. Na região torácica, os nervos espinais formam os nervos intercostais.

desempenha funções como, por exemplo, a regulação da pressão sanguínea. Embora essas funções viscerais sejam vitais, elas não serão discutidas aqui. Assim, nós daremos maior ênfase às funções motoras que são desempenhadas principalmente pelos ramos anteriores. Na região torácica os nervos espinais formam os nervos intercostais.

Dermátomos

A área de pele innervada pelas **fibras sensitivas** de um nervo espinal é denominada **dermatomo** (Figura 6.19). Com frequência, dermatomos contíguos se superpõem. Desta maneira, uma anestesia completa de um dermatomo não ocorrerá a menos que mais de dois nervos espinais tenham perdido sua função. Se uma lesão envolver somente um nervo espinal, a sensibilidade diminuirá ou se alterará, porém não desaparecerá.

Nervos torácicos

Existem 12 pares de nervos torácicos. Com exceção de T1, que faz parte do plexo braquial, os nervos torácicos mantêm sua relação segmentar e não se unem a outros nervos para formar um plexo. Como já foi descrito, cada nervo espinal se ramifica em um ramo posterior e um ramo anterior (Figura 6.18). Os ramos posteriores innervam os músculos do dorso (inervação motora) e a pele sobrejacente (inervação sensitiva). Os ramos anteriores se tornam os **nervos intercostais**, innervando a parte

anterior do tronco e os músculos intercostais (motor), assim como a pele das partes anterior e lateral do tronco (sensitiva).

Importância funcional do nível da medula espinal

É preciso lembrar que os nervos espinais na região cervical (C1 a C7) saem da coluna vertebral *acima* da vértebra correspondente (Figura 6.17). O nervo espinal C8 sai da coluna vertebral *abaixo* da vértebra C VII, isto porque existe um nervo cervical a mais do que a quantidade de vértebras cervicais. Já na região torácica, começando com o nervo espinal T1, todos os nervos espinais abaixo dele saem inferiormente à vértebra de mesmo número.

Na Figura 6.20 é possível ter uma ideia do nível de inervação geral dos principais músculos. É preciso mencionar que a maioria dos músculos recebe inervação de mais de um segmento da medula espinal. Em consequência, o dano a um segmento da medula espinal pode enfraquecer um músculo, embora alguma função permaneça. Por exemplo, os músculos flexores do cotovelo recebem inervação dos segmentos medulares C5 e C6. Uma lesão no nível da vértebra C V comprometerá a flexão do cotovelo, mas a função não estará totalmente perdida. Isso ocorre porque o nervo espinal C5 sai da coluna vertebral acima da vértebra C V enquanto o nervo espinal C6 sai abaixo da quinta vértebra cervical. Assim, o nervo espinal C5 pode não ser lesionado, possibilitando que os músculos flexores recebam uma inervação parcial.

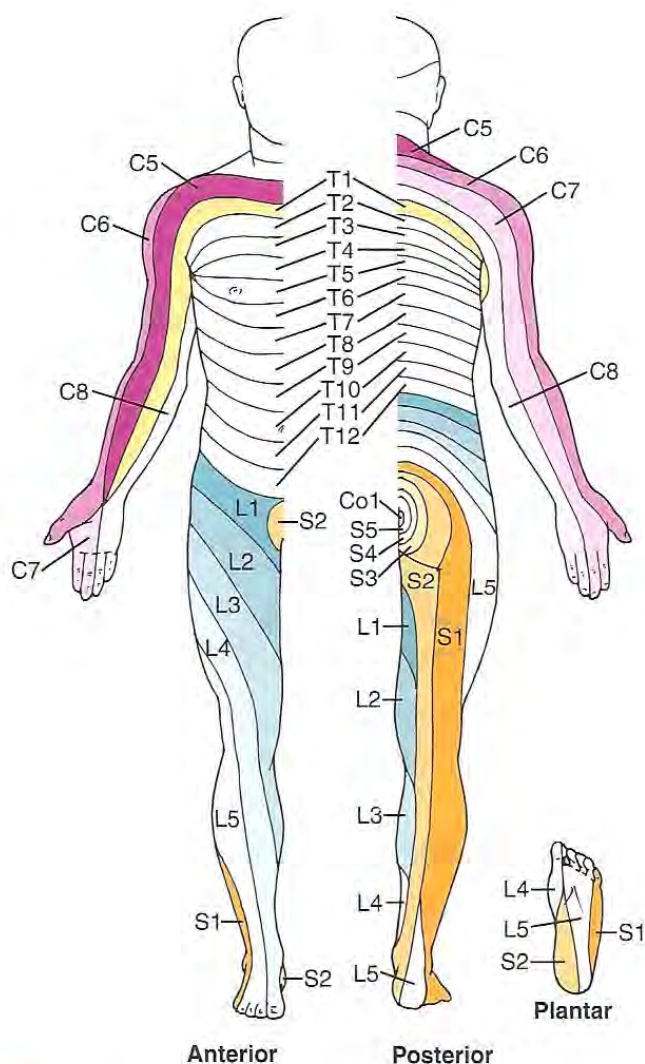


Figura 6.19 Dermátomos: áreas segmentares de inervação da pele pelos nervos espinais.

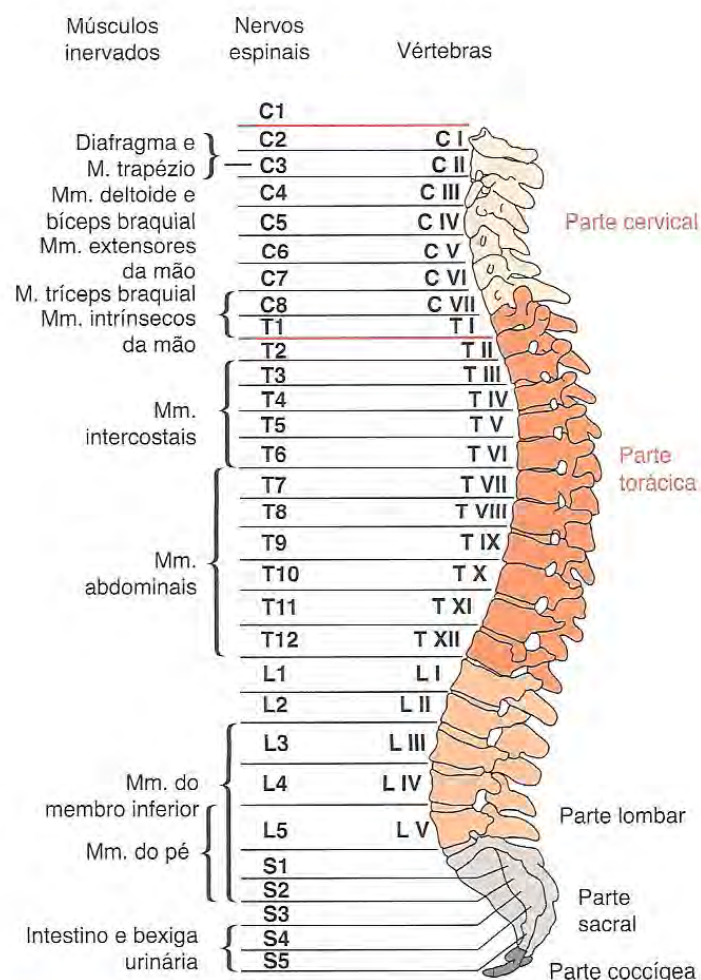


Figura 6.20 Níveis gerais de inervação dos principais músculos. Vista lateral da coluna vertebral.

Embora haja uma variação discreta entre os indivíduos, algumas afirmações gerais podem ser feitas a respeito das funções em relação aos vários níveis (segmentos) da medula espinal. Uma pessoa que sofreu uma lesão medular no nível do segmento C3, ou acima, perderia a função do diafragma e não conseguiria respirar sem suporte ventilatório. Abaixo desse nível, embora a respiração seja comprometida, a pessoa provavelmente conseguiria respirar sem um suporte ventilatório. Quando há comprometimento da medula espinal no nível do segmento C5, é preservada alguma inervação dos músculos abdutores do ombro e flexores do cotovelo, tornando possível alguma função dos membros superiores. Os músculos extensores do punho recebem inervação de C6 a C8, enquanto o músculo tríceps braquial é innervado pelos nervos C7 e C8. Os músculos intrínsecos da mão são os que recebem inervação mais baixa no membro superior – dos nervos espinais C8 e T1.

Na região torácica, os músculos recebem inervação correspondente a cada segmento da medula espinal. Visto que os músculos intercostais e os músculos eretores da espinha recebem inervação sequencial ao longo da região torácica, quanto mais inferior for o nível da lesão, mais músculos serão preservados. Os músculos abdominais recebem inervação dos segmentos medulares torácicos mais inferiores.

Os músculos das regiões lombar e sacral são innervados por um plexo, e, mais uma vez, é importante conhecer o nível da lesão para determinar quais músculos ainda estão agindo. Os músculos flexores do quadril e os músculos extensores do joelho são innervados pelos nervos espinais L2 a L4. Em seguida, estão os músculos adutores do quadril innervados por L2 e L3 e os músculos abdutores do quadril por L4 e L5. Os músculos extensores do quadril e os músculos flexores do joelho são innervados por L5 a S2. Os movimentos do “tornozelo” dependem de músculos que são innervados pelos nervos espinais L4 a S2. A inervação dos intestinos e da bexiga urinária depende dos nervos S4 e S5, ou seja, os mais inferiores.

A sensibilidade muda à medida que se atinge a parte mais inferior da medula espinal. A Figura 6.19 mostra a inervação sensitiva (dermatômos) em vários níveis. Uma pessoa que tenha sofrido uma lesão medular no segmento C3 tem sensibilidade apenas do topo da cabeça até o pescoço. Se a lesão ocorre no segmento T3, a inervação de todo o membro superior e do tórax, no nível da axila, é comprometida. Uma lesão no segmento medular L3 resultaria em um padrão irregular de comprometimento da inervação dos músculos, aproximadamente no nível do meio da coxa.

• Formação dos plexos

Com exceção dos nervos torácicos, os ramos anteriores dos nervos espinais se unem e/ou se ramificam, formando uma rede conhecida como **plexo**. Há três plexos principais (Figura 6.21):

1. O plexo cervical, constituído pelos nervos espinais C1 a C4, innerva os músculos do pescoço
2. O plexo braquial, constituído pelos nervos espinais C5 a T1, innerva os músculos do membro superior
3. O plexo lombossacral, constituído pelos nervos espinais L1 a S5, innerva os músculos do membro inferior
 - a. A parte lombar, L1 a L4, innerva principalmente os músculos da coxa
 - b. A parte sacral, L5 a S3, innerva principalmente os músculos da perna e do pé.

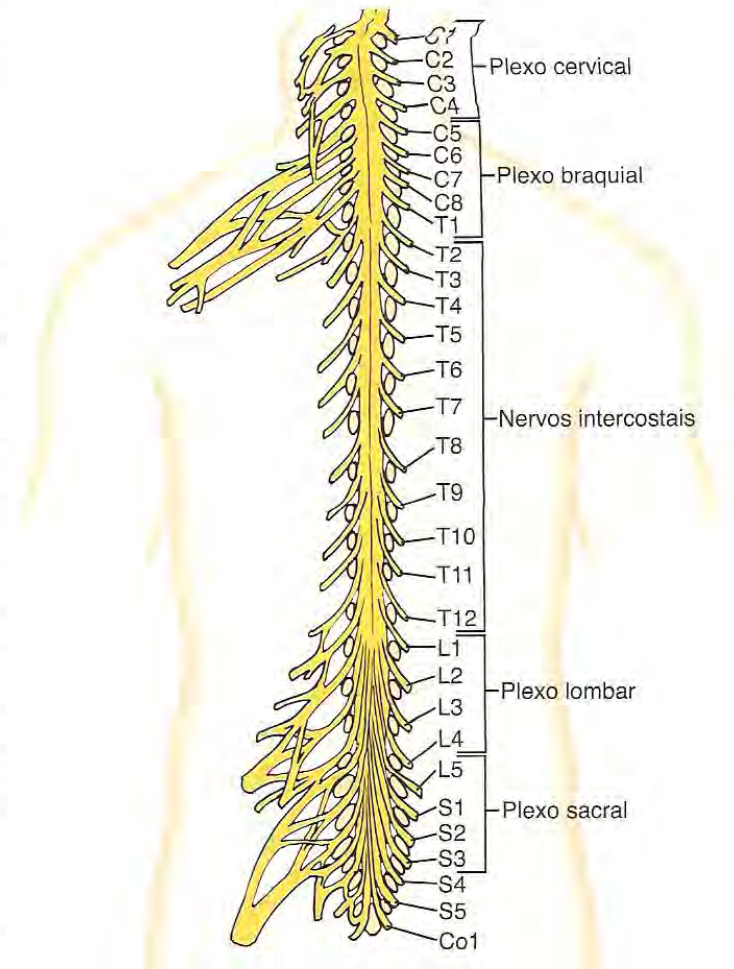


Figura 6.21 Nervos espinais e plexos.

Plexo cervical

Os ramos anteriores dos quatro primeiros nervos cervicais (C1 a C4) se dividem e se unem em um padrão específico para formar o **plexo cervical** (Figura 6.21). Esse plexo não será descrito com detalhes porque apenas alguns músculos comentados nesta obra são innervados por ele.

Um ramo do nervo espinal C2 innerva o músculo esternocleidomastóideo e ramificações dos nervos espinais C3 e C4 innervam o músculo trapézio. O músculo levantador da escápula recebe inervação dos nervos C3 a C5. O músculo escaleno anterior recebe alguma inervação de C4, enquanto o músculo escaleno médio recebe inervação de C3 e C4. Um dos nervos mais importantes do plexo cervical é o *nervo frênico*, que é formado por ramificações de C3 a C5 e innerva o músculo diafragma.

Plexo braquial

O **plexo braquial** é formado pelos ramos anteriores dos nervos espinais C5 a T1 (Figura 6.21). O plexo braquial se ramifica e se reúne várias vezes antes de formar os cinco nervos terminais principais. Seu arranjo reticular consiste em raízes, troncos, divisões, fascículos e nervos terminais, como se vê na Figura 6.22.

Existem cinco raízes que são as continuações dos próprios ramos anteriores de C5, C6, C7, C8 e T1. Essas raízes se reúnem e formam três **troncos**. Os três troncos, nomeados de acordo com a sua posição em relação um ao outro, são os seguintes:

1. O tronco superior proveniente de C5 e C6
2. O tronco médio proveniente de C7
3. O tronco inferior proveniente de C8 e T1.

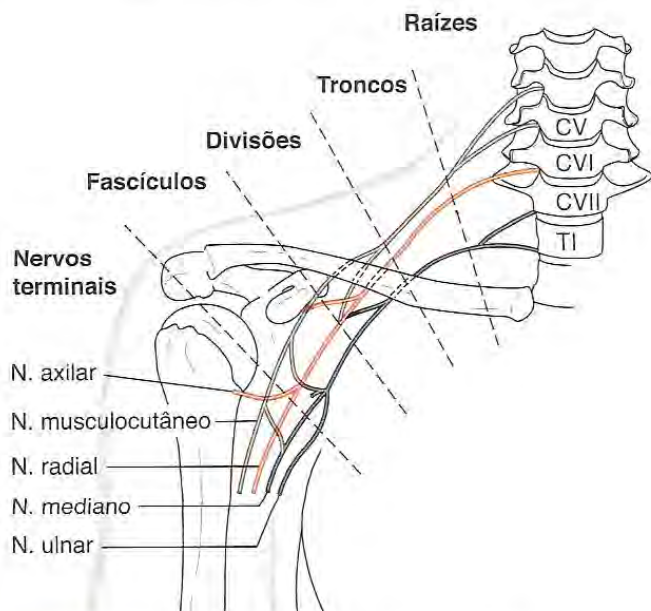


Figura 6.22 Organização do plexo braquial desde as raízes nervosas até os nervos terminais. Alguns nervos motores e sensitivos menores foram omitidos.

Cada tronco se ramifica em uma **divisão** anterior e uma **divisão** posterior, nomeados de acordo com sua posição em relação uma à outra.

Em seguida estão os três **fascículos**, nomeados de acordo com sua relação com a artéria axilar. Eles são formados pela união das divisões dos troncos. O fascículo lateral é formado pela divisão anterior dos troncos superior e médio. O fascículo posterior se origina das divisões posteriores dos três troncos e o fascículo medial provém da divisão anterior do tronco inferior. Os cinco **nervos terminais**, que são ramificações dos fascículos, apresentam a seguinte origem:

1. Nervo musculocutâneo: a partir do fascículo lateral
2. Nervo axilar: uma ramificação do fascículo posterior
3. Nervo radial: uma ramificação do fascículo posterior
4. Nervo mediano: a partir dos fascículos lateral e medial
5. Nervo ulnar: a partir do fascículo medial.

Este arranjo em níveis proporciona aos músculos uma inervação a partir de mais de um segmento medular. Assim, se ocorrer um traumatismo ou uma doença, nem todos os níveis da inervação serão comprometidos. Dessa maneira, um músculo pode perder parte de sua força, mas não torna-se completamente paralisado.

Estes cinco nervos terminais inervam os músculos do membro superior. Entretanto, alguns desses músculos recebem inervação de outros ramos do plexo que se originam superiormente aos cinco nervos referidos; esses outros não são mostrados. O nervo dorsal da escápula provém do ramo anterior de C5 e inerva os músculos romboides (maior e menor) e levantador da escápula. O nervo supraescapular provém do tronco superior e inerva os músculos supraespal e infraespal. O nervo peitoral medial provém do fascículo medial e inerva os músculos peitorais maior e menor, enquanto o nervo peitoral lateral provém do fascículo lateral e propicia inervação adicional para o músculo peitoral maior. O nervo subescapular provém do fascículo posterior e inerva os músculos subescapular e redondo maior. O nervo toracodorsal também provém do fascículo posterior e inerva o músculo latíssimo do dorso. Todos os outros músculos do membro superior recebem inervação dos cinco nervos terminais descritos adiante.

Nervos terminais do plexo braquial

Os cinco nervos terminais do plexo braquial foram resumidos de acordo com:

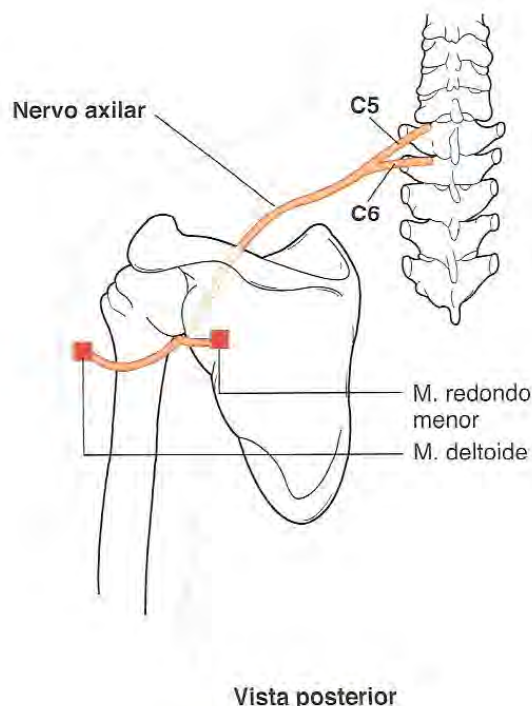
1. O segmento da medula espinal do qual se originam
2. Os principais músculos que inervam
3. A principal distribuição sensitiva
4. Os principais comprometimentos motores que seriam observados após lesão do nervo.

Nervo axilar (Figura 6.23)

Segmento da medula espinal	C5, C6
Inervação muscular	Mm. deltoide e redondo menor
Distribuição sensitiva	Parte lateral do braço acima da parte inferior do M. deltoide
Manifestações clínicas motoras da paralisia	Perda da abdução do ombro Comprometimento da rotação lateral do ombro

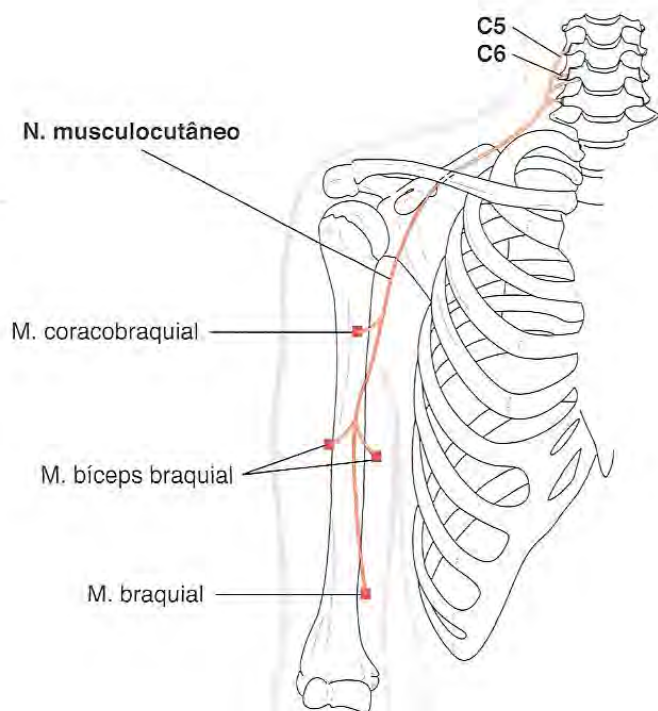
Nervo musculocutâneo (Figura 6.24)

Segmento da medula espinal	C5, C6
Inervação muscular	Mm. coracobraquial, bíceps braquial e braquial
Distribuição sensitiva	Superfície anterolateral do antebraço
Manifestações clínicas motoras da paralisia	Perda da flexão do cotovelo, comprometimento da supinação



Vista posterior

Figura 6.23 O nervo axilar.



Vista anterior

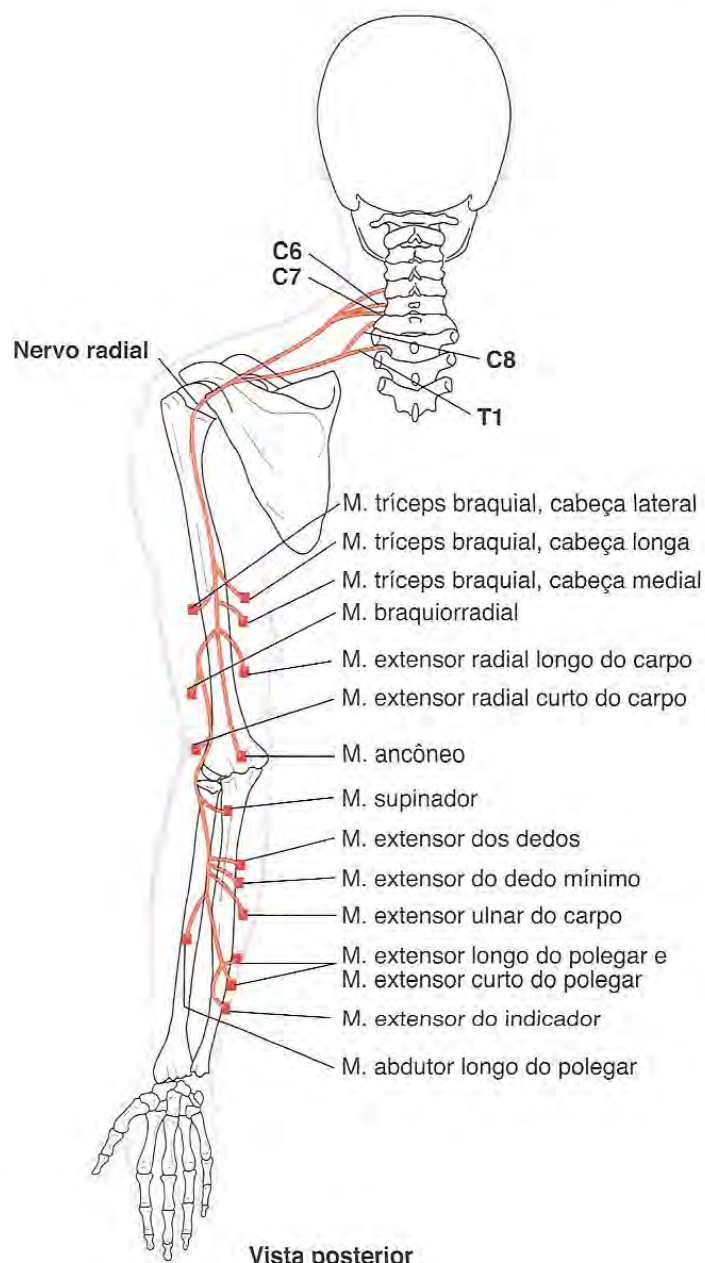
Figura 6.24 O nervo musculocutâneo.

Nervo radial (Figura 6.25)

Segmento da medula espinal	C6, C7, C8, T1
Inervação muscular	Mm. tríceps braquial, ancôneo, braquiorradial, supinador; extensores da mão, dos dedos da mão e do polegar
Distribuição sensitiva	Região posterior do braço, região posterior do antebraço e superfície radial do dorso da mão
Manifestações clínicas motoras da paralisia	Perda da extensão do cotovelo, da mão, dos dedos da mão e do polegar (comumente denominada "queda do punho")

Nervo mediano (Figura 6.26)

Segmento da medula espinal	C6, C7, C8, T1
Inervação muscular	Mm. pronadores, Mm. flexores da mão e dos dedos da mão na região lateral A maioria dos músculos do polegar
Distribuição sensitiva	Face palmar do polegar, do segundo, terceiro e quarto (metade lateral) dedos da mão
Manifestações clínicas motoras da paralisia	Perda da pronação do antebraço



Vista posterior

Figura 6.25 O nervo radial.

Perda da oposição, da flexão e da abdução do polegar ("mão simiesca"), comprometimento da força dos Mm. flexores da mão (região lateral), redução da abdução da mão
Comprometimento da flexão do segundo e do terceiro dedo da mão ("mão em benção papal")

Nervo ulnar (Figura 6.27)

Segmento da medula espinal	C8, T1
Inervação muscular	M. flexor ulnar do carpo M. flexor profundo dos dedos (parte medial)

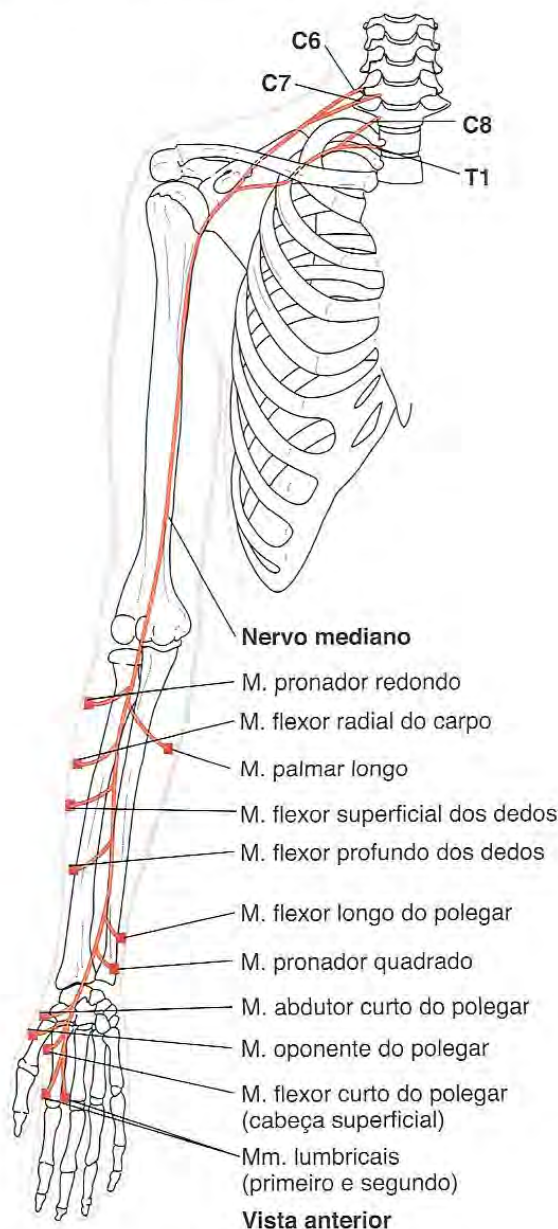


Figura 6.26 O nervo mediano.

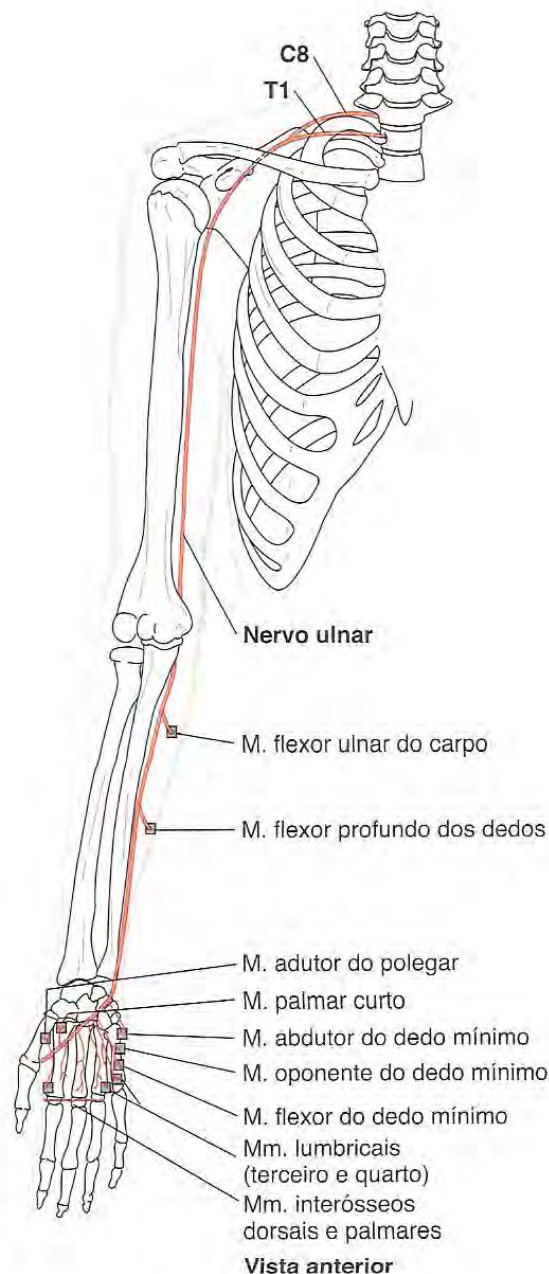


Figura 6.27 O nervo ulnar.

	Mm. interósseos
	Mm. lumbricais (quarto e quinto)
Distribuição sensitiva	Quarto dedo da mão (região medial), quinto dedo da mão
Manifestações clínicas motoras da paralisia	Perda da adução da mão Comprometimento da flexão da mão e dos dedos da mão Perda da adução do polegar Perda da função da maioria dos Mm. intrínsecos da mão ("mão em garra")

Plexo lombossacral

O plexo lombossacral é formado pelos ramos anteriores de L1 a S3 (Figura 6.28). Alguns especialistas separam o plexo lombossacral em **plexo lombar** (L1 a L4), que inerva a maioria dos músculos da coxa, e **plexo sacral** (L5 a S3), que inerva a maioria dos músculos da perna e do pé. Visto que existem

vários músculos do membro inferior que recebem inervação dos dois plexos, eles serão comentados aqui como se fossem um único plexo.

O plexo lombossacral não apresenta tanta divisão e união de feixes de fibras nervosas quanto o plexo braquial, embora existam algumas. Tem oito ramos anteriores de nervos espinais, e cada um deles se divide em uma divisão superior e uma inferior; L3 é o único que não se divide. A maioria dessas divisões se ramifica em uma parte anterior e uma parte posterior. Essas partes se unem segundo um padrão específico e formam os seis principais nervos terminais.

A divisão superior de L1 origina os nervos ilio-hipogástrico e ilioinguinal. A divisão inferior de L1 e a divisão superior de L2 originam o nervo genitofemoral. Esses três nervos são basicamente sensitivos e não serão discutidos em detalhes.

As ramificações anteriores de L2, L3 e L4 formam o **nervo obturatório** e suas ramificações posteriores formam o **nervo femoral**. As ramificações posteriores de L4 a S1 formam o **nervo glúteo superior**, enquanto as ramificações posteriores de L5 a S2 formam o **nervo glúteo inferior**. O **nervo isquiático** é constituído por ramificações de L4 a S3. Na verdade, o nervo

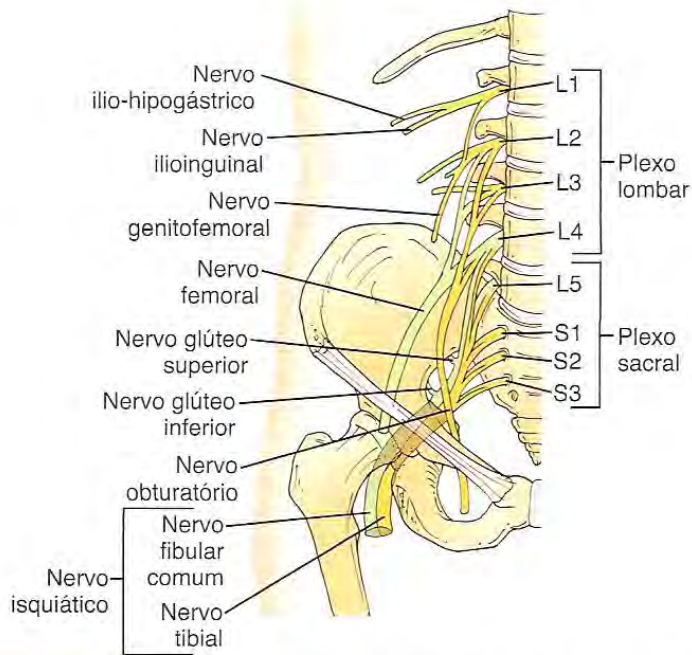


Figura 6.28 Plexo lombossacral (vista anterior). Observe que as divisões anteriores estão em amarelo e as divisões posteriores estão em verde. Alguns nervos motores e sensitivos menores foram omitidos.

isquiático resulta da união dos nervos tibial e fibular comum envoltos por uma bainha comum e que se separam logo acima do joelho. O **nervo fibular comum** provém de L4 a S2, enquanto o **nervo tibial** é formado pelas ramificações anteriores de L4 a S3. Se tudo isso parece confuso, talvez as Figuras 6.29 a 6.33 e o resumo a seguir esclareçam o assunto. Esse resumo é semelhante ao apresentado para o plexo braquial.

Nervos terminais do plexo lombossacral

Da mesma maneira que os nervos do membro superior, os nervos do membro inferior são resumidos de acordo com:

1. O segmento da medula espinal do qual se originam
2. Os principais músculos que inervam
3. A principal distribuição sensitiva
4. Os principais comprometimentos motores que seriam observados após lesão do nervo.

Nervo femoral (Figura 6.29)

Segmento da medula espinal	L2, L3, L4
Inervação muscular	Mm. iliopsoas (Mm. ilíaco, psoas menor e psoas maior), sartório, pectíneo e quadríceps femoral
Distribuição sensitiva	Regiões anterior e medial da coxa, região medial da perna e pé
Manifestações clínicas motoras da paralisia	Comprometimento da flexão do quadril Perda da extensão do joelho

Nervo obturatório (Figura 6.30)

Segmento da medula espinal	L2, L3, L4
----------------------------	------------

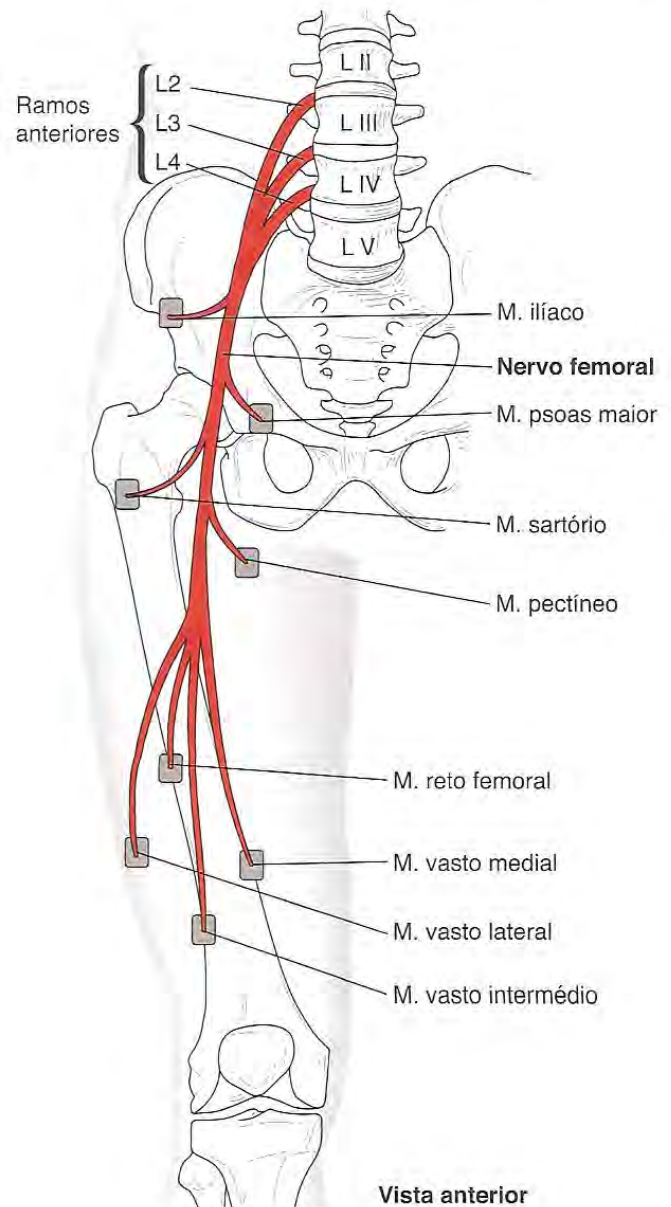


Figura 6.29 O nervo femoral.

Inervação muscular	Mm. adutores do quadril e M. obturador externo
Distribuição sensitiva	Parte média da região medial da coxa
Manifestações clínicas motoras da paralisia	Perda da adução do quadril Comprometimento da rotação lateral do quadril

Nervo isquiático (formado pelos nervos tibial e fibular comum; Figura 6.31)

Segmento da medula espinal	L4, L5, S1, S2, S3
Inervação muscular	Mm. posteriores da coxa
Distribuição sensitiva	Nenhuma
Manifestações clínicas motoras da paralisia	Comprometimento da extensão do quadril Perda da flexão do joelho

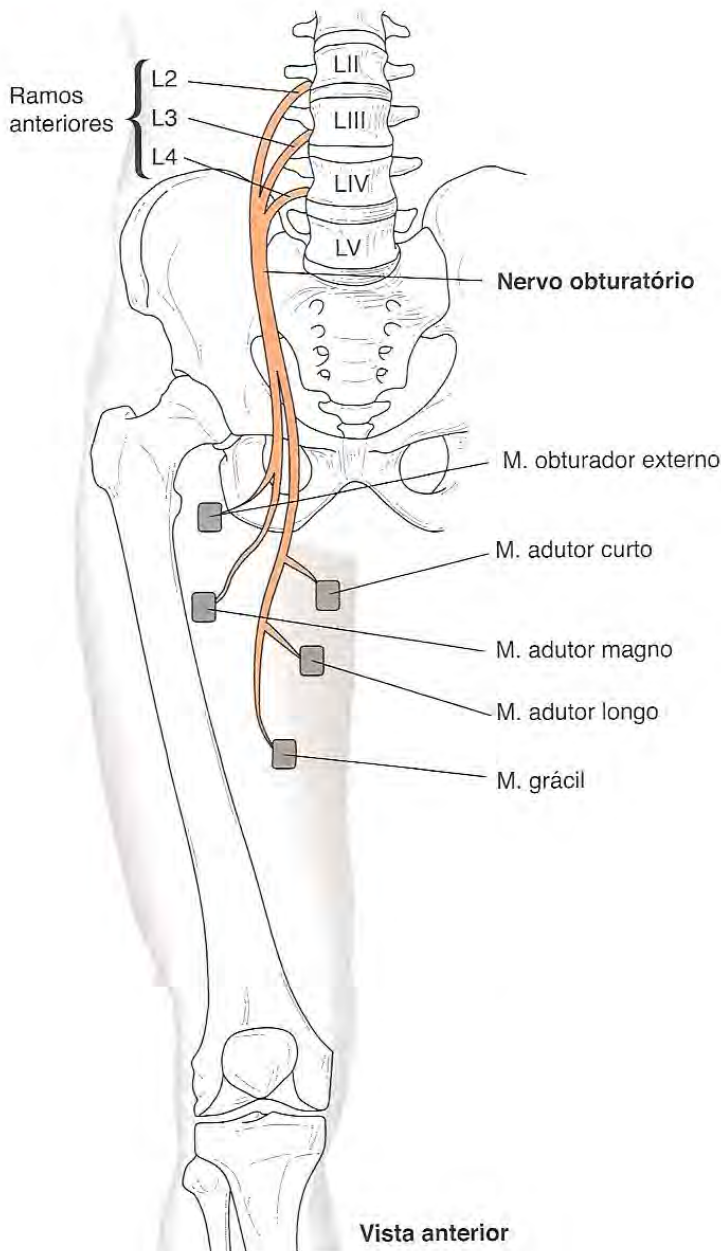


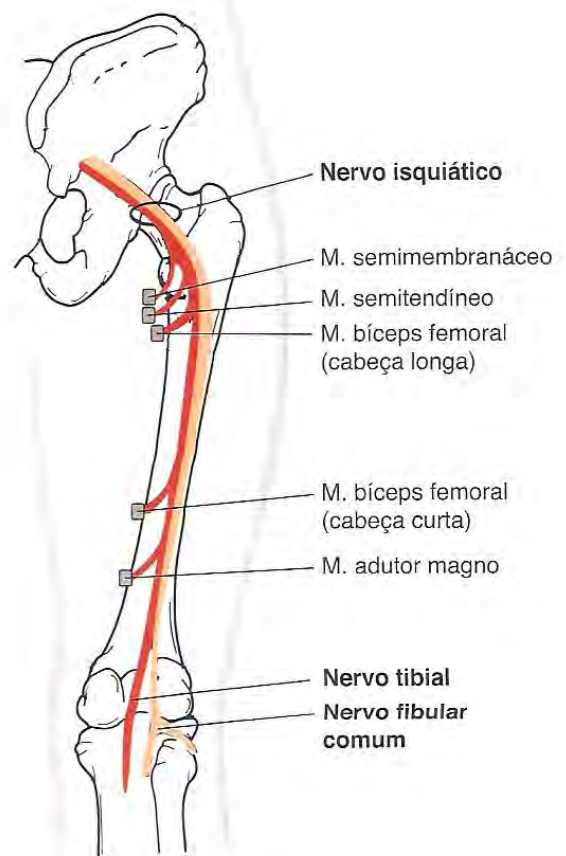
Figura 6.30 O nervo obturatório.

Nervo tibial (divide-se nos nervos plantares medial e lateral; Figura 6.32)

Segmento da medula espinal	L4, L5, S1, S2, S3
Inervação muscular	M. poplíteo Mm. flexores plantares do pé M. tibial posterior Mm. intrínsecos do pé (plantares medial e lateral)
Distribuição sensitiva	Região posterolateral da perna, região lateral do pé
Manifestações clínicas motoras da paralisia	Perda da flexão plantar do pé Comprometimento da inversão do pé Perda da flexão dos dedos do pé

Nervo fibular comum (divide-se nos nervos fibulares superficial e profundo; Figura 6.33)

Segmento da medula espinal	L4, L5, S1, S2
----------------------------	----------------



Vista posterior

Figura 6.31 O nervo isquiático.

Inervação muscular

Mm. fibulares (longo, curto e terceiro) (principalmente o N. fibular superficial)
M. tibial anterior (N. fibular profundo)
Mm. extensores dos dedos do pé (N. fibular profundo)

Distribuição sensitiva

Região anterolateral da perna e do pé

Manifestações clínicas motoras da paralisia

Perda da dorsiflexão do pé ("pé caído")
Perda da extensão dos dedos do pé
Perda da eversão do pé

► Doenças comuns das partes central e periférica do sistema nervoso

A seguir apresentamos uma lista incompleta das doenças do sistema nervoso central e do sistema nervoso periférico. Esta descrição sucinta dá ênfase à localização anatômica ou às implicações funcionais do defeito ou da doença.

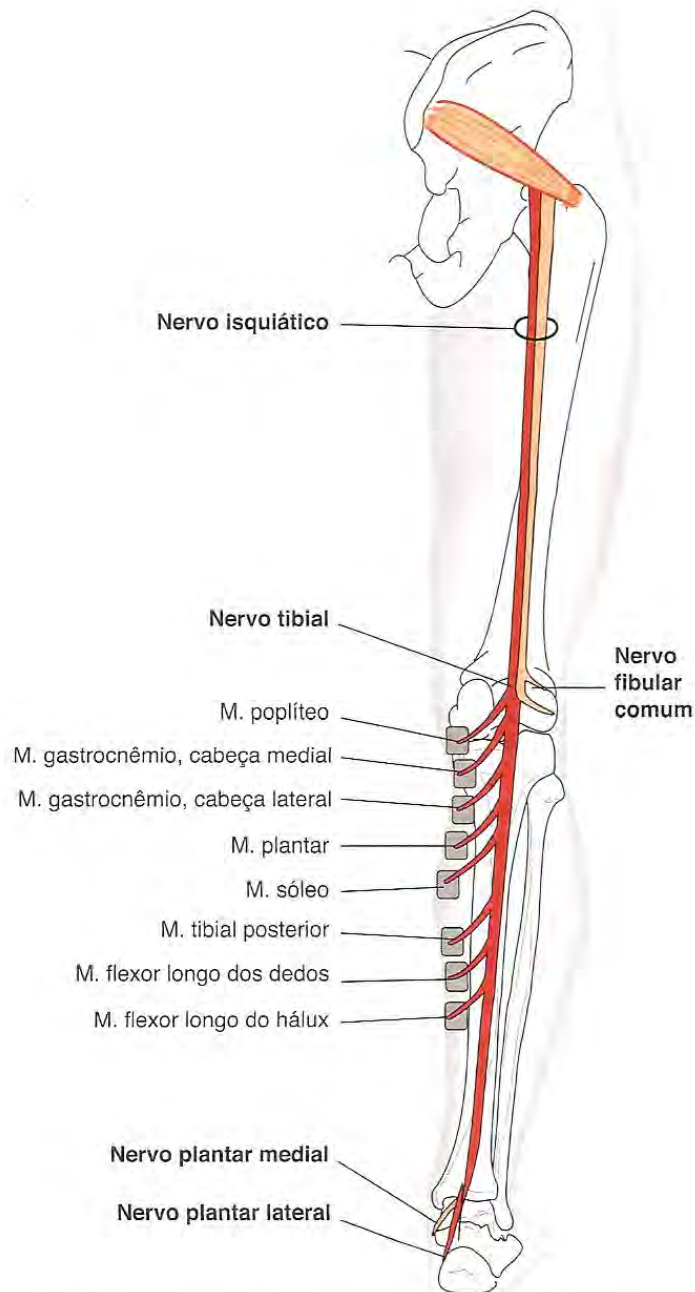


Figura 6.32 Nervo tibial, que se divide nos nervos plantar medial e plantar lateral.

Doenças comuns do sistema nervoso central

Malformações congênicas

A **espinha bífida** é uma malformação congênita na qual as lâminas dos arcos vertebrais não se fundem durante o desenvolvimento do embrião. Há três tipos, que provocam poucos sinais e sintomas (ou até mesmo nenhum) ou que provocam sinais e sintomas muito graves. Na **espinha bífida oculta** existe um pequeno defeito ósseo, mas a medula espinal e os nervos estão habitualmente normais. Na **meningocele**, existe um defeito ósseo através do qual as meninges se projetam para fora do canal vertebral. De modo geral, a lesão neural é mínima ou inexistente. Na **mielomeningocele**, a forma mais grave de espinha bífida, tanto as meninges quanto os nervos espinais se projetam através do defeito ósseo. Isso resulta em lesão neural e incapacidade significativa.

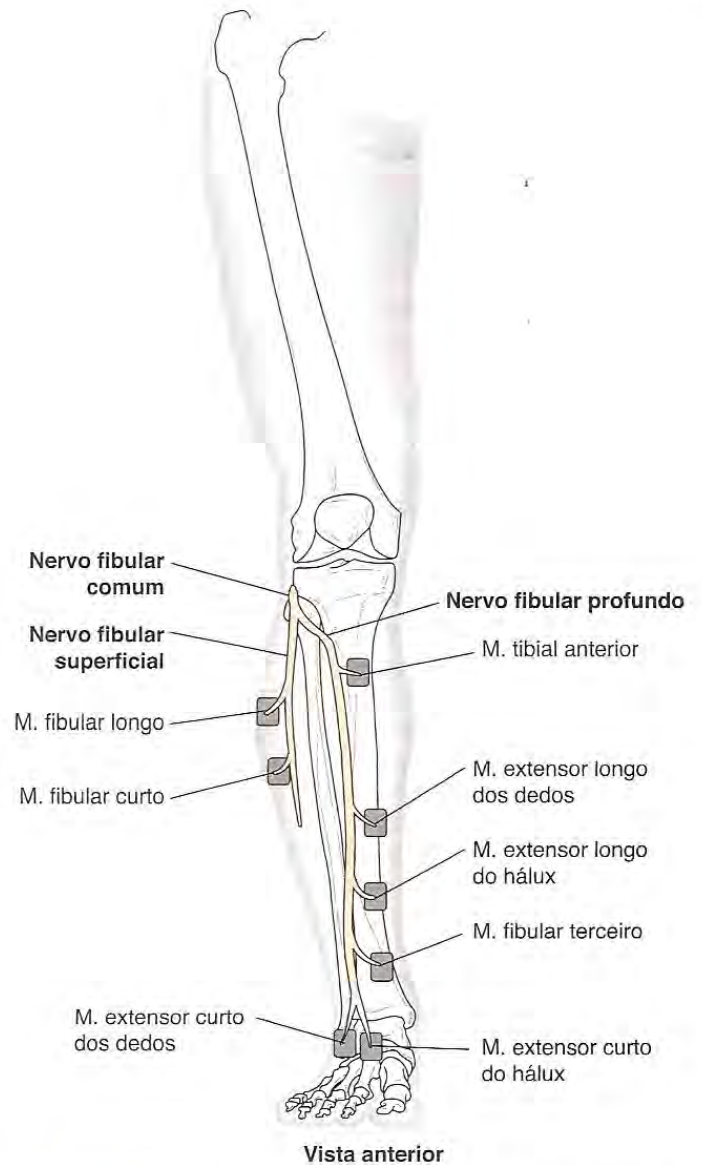


Figura 6.33 Nervos fibulares. O nervo fibular comum se divide em nervo fibular superficial e nervo fibular profundo.

Hidrocefalia é uma anomalia congênita ou adquirida que envolve a produção, a absorção e o fluxo do líquido cerebrospinal (LCS) nos ventrículos encefálicos e no espaço subaracnóideo. Um acúmulo excessivo de líquido cerebrospinal resulta em dilatação anormal dos ventrículos, com consequente aumento perigoso da pressão intracraniana exercida nos tecidos encefálicos.

Paralisia cerebral é um termo utilizado para descrever um grupo de disfunções não progressivas do encéfalo que resultam de lesão *in utero*, ao nascimento ou logo após. Nem sempre é congênita. Os sinais e sintomas de paralisia cerebral são variáveis e dependem da região do encéfalo que foi lesionada.

Traumatismo da medula espinal

A **lesão da medula espinal** ou “**raquimedular**” (LME) pode se manifestar de várias maneiras, dependendo: (1) do segmento medular e (2) da região lesionada. De modo geral, essas lesões resultam em perda da sensibilidade e da motricidade. As LME são divididas em duas categorias, de acordo com o nível. **Tetraplegia**, que se refere à paralisia dos quatro membros; há comprometimento do segmento medular T1 e dos segmentos superiores a ele. **Paraplegia**, que corresponde

à paralisia dos membros inferiores; há comprometimento do segmento medular T2 e dos segmentos inferiores a ele.

Uma lesão medular incompleta pode ocorrer quando apenas uma parte da medula espinal é lesionada. A **síndrome medular central** está associada à perda funcional maior dos membros superiores do que dos membros inferiores. A **síndrome de Brown-Séquard** resulta de lesão de um lado da medula espinal, provocando paresia e perda da propriocepção do corpo no lado da lesão, bem como perda das sensibilidades álgica (dor) e térmica no lado oposto. A **síndrome medular anterior** ocorre quando a lesão compromete os tratos espinais anteriores. Visto que a parte posterior da medula espinal é poupada, a propriocepção transmitida por essa parte da medula espinal é preservada. Todavia, a motricidade e as sensibilidades álgica e térmica são perdidas.

A **disreflexia autonômica**, também conhecida como **hiperreflexia**, é uma condição grave e potencialmente fatal associada a lesões da medula espinal no segmento medular T10 ou superior a ele. De modo geral, é deflagrada por estímulos nocivos abaixo do segmento medular da lesão, como distensão da bexiga urinária. Os sintomas incluem cefaleia intensa, hipertensão arterial súbita, rubor facial, sudorese e piloereção. Os níveis da pressão arterial podem se elevar perigosamente e, se não forem tratados, podem evoluir para acidente vascular encefálico ou morte.

Disfunções musculares e junção neuromuscular

Miastenia grave é uma doença relacionada com uma alteração na junção neuromuscular, justamente o local onde a extremidade do axônio faz sinapse com a membrana da célula muscular. O resultado disso é fraqueza e fadiga dos músculos estriados esqueléticos.

A **distrofia muscular** é uma doença hereditária e progressiva do tecido muscular. Caracteriza-se por fraqueza dos músculos proximais, seguida por comprometimento progressivo dos músculos distais dos membros.

Doenças degenerativas

A **esclerose lateral amiotrófica (ELA)** é uma doença motora degenerativa que compromete tanto os neurônios motores superiores quanto os inferiores. Também é conhecida como doença de Lou Gehrig.

A **doença de Alzheimer** é uma disfunção encefálica progressiva e irreversível, acompanhada de demência e perda da função cognitiva. O resultado inevitável é a perda da capacidade funcional da pessoa.

Doenças desmielinizantes

A **esclerose múltipla** se caracteriza por degradação da bainha de mielina existente em torno dos axônios. Isso prejudica a condução normal dos impulsos nervosos. O termo *esclerose* se refere à formação de tecido fibrótico ou a lesões na substância branca do encéfalo e da medula espinal.

• Doenças comuns dos nervos

Neuropatia de um nervo é usualmente acompanhada de déficits neurológicos ao longo da via nervosa. As neuropatias costumam ser classificadas de acordo com a etiologia ou a localização anatômica. A distribuição sensitiva e as manifestações clínicas motoras da paralisia já foram descritas anteriormente, justamente com a descrição dos nervos específicos. A seguir, é apresentada uma descrição sucinta das condições que mais frequentemente afetam os nervos.

Padrões típicos de paralisia muscular podem ser encontrados dependendo do nervo envolvido e do nível da lesão. A **paralisia de Bell** resulta de comprometimento do nervo facial (nervo craniano VII), que controla a contração dos músculos da face. Essa condição costuma ser temporária e, tipicamente, acomete apenas um lado da face.

As seguintes alterações costumam ocorrer nos membros superiores. A **escápula alada** ocorre quando uma lesão do nervo torácico longo enfraquece ou paralisa o músculo serrátil anterior, fazendo com que a margem medial da escápula se eleve e se afaste das costelas.

Há três alterações bem conhecidas que envolvem o plexo braquial. A **síndrome do desfiladeiro torácico** consiste em um grupo de distúrbios consequentes à compressão dos nervos do plexo braquial e/ou da artéria e da veia subclávias na “saída” do tórax – o espaço entre a clavícula e a primeira costela e, possivelmente, os músculos escalenos. A **síndrome de queimação** pode ocorrer depois de uma lesão de estiramento ou compressão do plexo braquial em decorrência de golpe aplicado na cabeça ou no ombro. É relativamente comum em jogadores de futebol americano, em praticantes de luta livre e ginastas. As manifestações clínicas incluem dor em caráter de queimação imediata, parestesia que se irradia do pescoço, dormência e até breve paralisia do braço. Esses sintomas devem desaparecer em minutos, embora a fraqueza muscular do ombro e a sensibilidade à palpação da musculatura do pescoço possam persistir por alguns dias. A **paralisia de Erb** resulta de lesão por tração do plexo braquial de um recém-nascido, e a causa mais frequente é um trabalho de parto difícil. O membro superior afetado pende ao longo do corpo, com extensão e rotação medial do ombro, extensão do cotovelo, pronação do antebraço e flexão da mão.

Há duas condições que comprometem o nervo radial aproximadamente na mesma localização, mas com etiologias distintas. A **paralisia do sábado à noite** ocorre quando o nervo radial é comprimido em seu trajeto espiral contra a parte média do úmero. O nome provém da natureza do agravo, ou seja, a pessoa, frequentemente embriagada, adormece com o braço apoiado no encosto de uma cadeira. A **queda do “punho”** (perda da extensão da mão) com redução da capacidade de largar objetos (extensão dos dedos da mão) resulta de uma lesão alta do nervo radial, que frequentemente é uma complicação resultante de uma fratura da parte média do úmero.

A **síndrome do túnel do carpo** resulta da compressão do nervo mediano no seu trajeto no túnel do carpo. O túnel é formado pelo “ligamento carpal transversal” (superficialmente) e pelo assoalho ósseo formado pelos ossos carpais (profundamente). Uma condição semelhante, a **síndrome do túnel ulnar**, ocorre quando o nervo ulnar cruza a margem medial do cotovelo para atravessar uma passagem junto à ulna (epicôndilo medial) denominada *túnel ulnar*. Quando a pessoa bate com o cotovelo e sente formigamento nos dedos anular e mínimo, isso significa que foi comprimido o nervo ulnar no túnel ulnar. O nervo ulnar também pode ser afetado distalmente por compressão persistente na eminência hipotenar como ocorre ao se apoiar por longos períodos em um guidão de bicicleta.

Determinadas posições das mãos são resultado de lesão de nervos específicos. A perda da capacidade de oposição do polegar (*lesão do nervo mediano*) é denominada **mão simiesca**, porque, como os símios, a pessoa não consegue mais realizar a oposição do polegar. A incapacidade de flexionar o polegar e os dedos indicador e médio (também causada por lesão do nervo mediano) resulta no aspecto de **benção papal**. A perda

da ação dos músculos intrínsecos em decorrência de lesão do nervo ulnar resulta em **mão em garra**. As falanges proximais estão hiperestendidas e as falanges média e distal se encontram em flexão extrema.

As alterações a seguir acometem frequentemente o membro inferior. A **ciatalgia** é causada por compressão das raízes do nervo isquiático, e a dor se irradia para a região posterior da coxa e da perna. A ciatalgia costuma ser provocada por compressão de um disco intervertebral herniado.

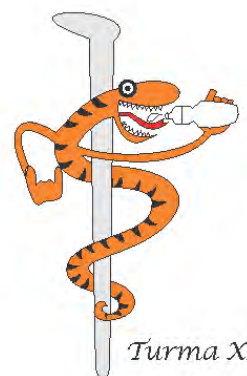
A lesão do nervo fibular comum pode resultar em **pé caído**, que frequentemente é causado por compressão da “bota” de

gesso (ou outro tipo de imobilização) na cabeça da fíbula, onde o nervo é mais superficial (passa junto à cabeça da fíbula).

Neuroma de Morton corresponde à dilatação do nervo tibial e, em geral, encontra-se entre o terceiro e o quarto dedo do pé (ramos do nervo tibial). A dilatação geralmente ocorre em razão da compressão do nervo em um espaço confinado. Isso pode ser consequente a retificação do arco metatarsal, uso de calçados com saltos altos, nos quais há transferência do peso para a frente do pé (antepé) e colocação de mais pressão na área do arco metatarsal, ou uso de calçados com bico fino, que comprimem os nervos entre os ossos metatarsais.

Autoavaliação

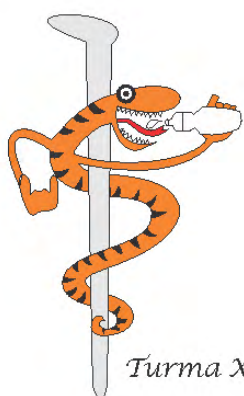
1. A medula espinal se estende até o nível de qual vértebra?
2. Qual é a composição da substância cinzenta? E da substância branca?
3. Descreva os elementos ósseos, membranáceos e líquidos que protegem o encéfalo de traumatismos.
4. Quais são as diferenças entre os neurônios motores superior e inferior?
5. Em que os nervos torácicos diferem dos nervos cervicais e lombares?
6. Qual é a diferença entre uma fibra nervosa aferente e uma eferente?
7. Se uma pessoa perder a capacidade de oposição do polegar, qual nervo estará comprometido? Qual é o termo comum utilizado para essa alteração?
8. Em uma pessoa que perdeu a capacidade de fazer dorsiflexão do pé, qual nervo está comprometido? Qual é o termo comum utilizado para essa alteração?
9. Mão em garra implica a perda de ação de qual grupo muscular? Qual nervo é basicamente comprometido?
10. Supondo que uma pessoa tenha sofrido um hematoma subdural decorrente de um traumatismo craniano, onde o hematoma está localizado?
11. Se uma pessoa apresenta compressão de uma raiz nervosa, qual área óssea provavelmente está envolvida?
12. Supondo que uma pessoa tenha sofrido uma lesão no segmento medular L4, esta é considerada uma lesão de neurônio motor superior ou inferior?
13. Uma lesão da medula espinal no segmento medular L4 provocaria sinais clínicos mais semelhantes a uma lesão da medula espinal ou uma lesão de nervo espinal? Por quê?
14. Um nervo motor conduz impulsos da periferia para a medula espinal ou da medula espinal para a periferia?



Turma XII

7 Sistema Circulatório

- ▶ Sistema circulatório (cardiovascular), 66
- ▶ Sistema linfático, 76
- ▶ Doenças comuns, 78
- ▶ Autoavaliação, 79



Turma XII



O sistema circulatório abrange dois tipos de sistemas de transporte: (1) o sistema sanguíneo e (2) o sistema linfático.*

O **sistema circulatório (cardiovascular)**, que inclui os vasos sanguíneos (artérias e veias) e o coração, transporta o sangue por todo o corpo. As artérias e as veias transportam sangue desde os capilares nos pulmões – onde o dióxido de carbono é trocado por oxigênio – até os capilares de todo o corpo, onde o oxigênio é trocado por dióxido de carbono. O coração é a bomba que impulsiona o sangue ao longo das artérias e veias. O sangue e a linfa são os meios líquidos em que são transportadas as substâncias.

Diretamente relacionado ao sistema circulatório e à imunidade, o **sistema linfático** é constituído de vasos linfáticos e linfonodos. Recolhe o excesso de líquido extracelular sob a forma de linfa, e o transporta da periferia para as veias de maior calibre, ajudando o sistema circulatório a manter o volume sanguíneo e a pressão arterial adequados. Além disso, o sistema linfático auxilia a imunidade, filtrando bactérias, vírus, resíduos e outros agentes nocivos, bem como produzindo anticorpos específicos que ajudam a combater infecções provocadas pelos referidos agentes.

► Sistema circulatório (cardiovascular)

Como o sangue nunca sai da rede de artérias, veias e capilares, o sistema circulatório é considerado um sistema fechado. Ele controla dois circuitos diferentes e bem definidos, as circulações pulmonar e sistêmica (Figura 7.1). A **circulação pulmonar** transporta o sangue pobre em oxigênio (representado em azul) que foi drenado do corpo e chegou às câmaras direitas do coração (átrio direito e ventrículo direito) até os pulmões, através das artérias pulmonares. Ao chegar aos pulmões, o dióxido de carbono é “trocado” por oxigênio, e o sangue retorna ao lado esquerdo do coração através das veias pulmonares. A **circulação sistêmica** passa pelas câmaras esquerdas do coração (átrio esquerdo e ventrículo esquerdo) e segue para o restante do corpo através da aorta e de seus ramos, até os leitos capilares. É nos leitos capilares que o sangue oxigenado (representado em vermelho) é “trocado” pelo sangue desoxigenado, que volta ao coração através de uma série de veias.

▪ Coração

Ao contrário da maioria dos outros músculos apresentados neste livro, o coração apresenta um músculo basicamente involuntário; por exemplo, não é possível determinar conscientemente a contração do músculo cardíaco como se pode fazer, digamos, com o músculo bíceps braquial. Isso é bom. Imagine se você estivesse ocupado e se esquecesse de contrair o coração ou se fosse dormir e não controlasse as contrações cardíacas. Em outras palavras, é necessário que o controle do coração seja autônomo, involuntário, porque ele precisa trabalhar incessantemente dia e noite. É possível aprender a controlar a frequência cardíaca em algum grau, mas não é possível interromper nem iniciar as contrações cardíacas.

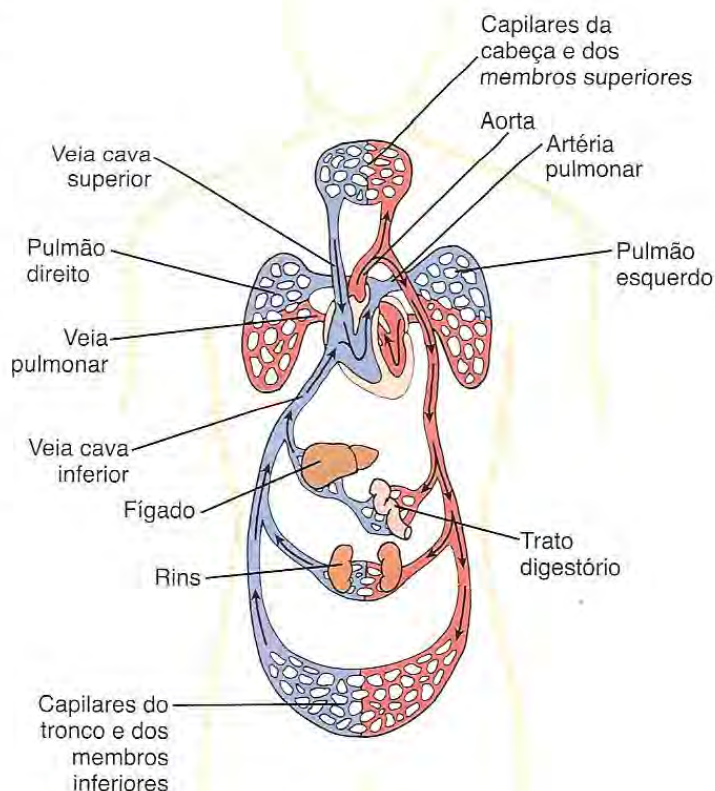


Figura 7.1 Circulações pulmonar e sistêmica (vista anterior).

Qual é a carga de trabalho do coração? Considere que seu coração se contraia 72 vezes por minuto. Considerando 60 min por hora, 24 h por dia e 365 dias por ano, são cerca de 38 milhões de contrações cardíacas por ano. Se você viver até 80 anos, o coração irá se contrair mais de 3 trilhões de vezes sem parar.

A função do coração é bombear o sangue ao longo dos vasos sanguíneos (artérias, capilares e veias). Ele não é diretamente responsável pela “troca” de oxigênio e dióxido de carbono; essa função está a cargo dos pulmões.

Localização

O coração tem o tamanho aproximado de uma mão fechada, ocupa a porção central da cavidade torácica conhecida como **mediastino** (Figura 7.2), e cerca de dois terços de sua massa estão à esquerda da linha mediana. A cavidade torácica contém ainda os pulmões esquerdo e direito, situados de cada lado do coração. Todos os órgãos do tórax, à exceção dos pulmões, estão no mediastino, o que inclui coração, aorta, timo, partes torácicas da traqueia e do esôfago, linfonodos e nervos vagos.

O coração está entre o esterno e a coluna vertebral (Figura 7.3). A manobra de compressão e descompressão manual rítmica do esterno cria diferenças de pressão no interior da cavidade torácica que ajudam a bombear o sangue através do coração. Esse é o fundamento da compressão cardíaca durante a reanimação cardiopulmonar (RCP).

Câmaras

O coração é constituído de quatro câmaras e é dividido em metades direita e esquerda. Cada metade é subdividida em partes superior e inferior. As duas câmaras superiores são os **átrios** e as duas inferiores são os **ventrículos** (Figura 7.4). Os

* N.R.T.: Na Terminologia Anatômica publicada no Brasil (2001) encontramos o termo sistema circulatório, que corresponde ao cardiovascular. Também encontramos sistema linfático, que é independente do sistema circulatório.

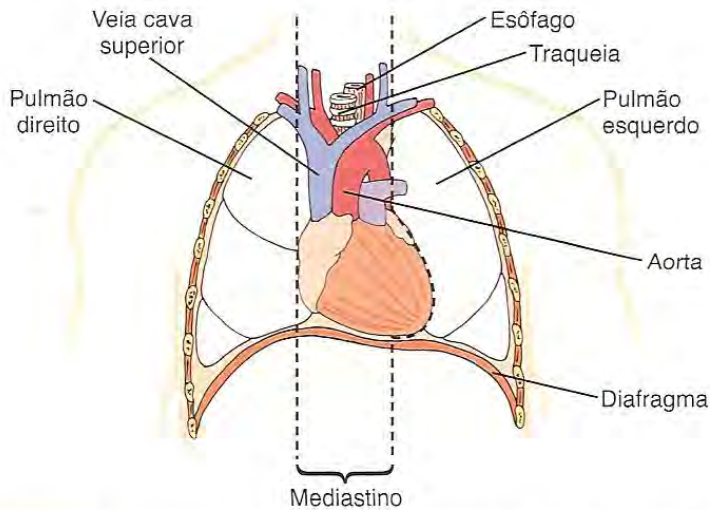


Figura 7.2 Localização do coração no mediastino – a região da cavidade torácica entre os dois pulmões.

átrios, que recebem sangue das veias, têm paredes musculares relativamente finas, porque só precisam impulsionar o sangue para os ventrículos. Maiores que os átrios, os ventrículos têm paredes mais espessas, que garantem maior força de contração e bombeamento. A espessura do ventrículo esquerdo é aproximadamente três vezes maior que a do ventrículo direito. Essa espessura maior é necessária para obter maior força de bombeamento exigida ao impulsionar o sangue para todas as áreas do corpo, em vez de apenas bombear sangue do coração para os pulmões, que é o caso do átrio direito.

Valvas

A função das valvas é garantir o fluxo sanguíneo unidirecional através do coração. Assim como há quatro câmaras cardíacas, existem quatro valvas que controlam a entrada e a saída de sangue dos ventrículos. Há duas valvas **atrioventriculares** (AV) entre os átrios e os ventrículos e duas valvas constituídas por três válvulas **semilunares** entre os ventrículos e as artérias, controlando a saída de sangue do coração (Figura 7.4).

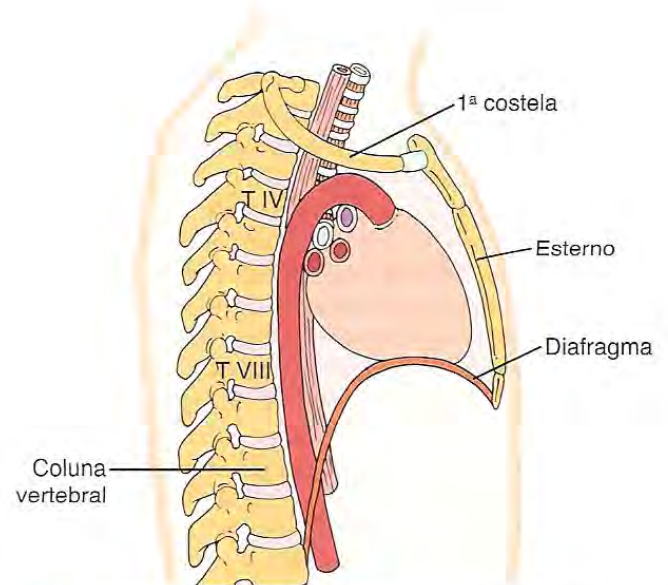


Figura 7.3 A posição do coração entre duas superfícies rígidas (esterno e coluna vertebral) na cavidade torácica torna possível a aplicação de compressão cardíaca (na RCP) para provocar diferenças de pressão no coração, que continuará bombeando sangue para o encéfalo.

Quando fechadas, as valvas AV impedem o refluxo de sangue dos ventrículos para os átrios. Como a valva AV direita (entre o átrio e o ventrículo direitos) tem três válvulas (cúspides), também é conhecida como **valva tricúspide**. A valva AV esquerda (entre o átrio e o ventrículo esquerdos) é uma **valva bicúspide**, pois tem apenas duas válvulas (cúspides). Ela também é conhecida como **valva mitral**, porque se assemelha à mitra cerimonial formada por duas partes semelhantes, usada por bispos e alguns outros clérigos.

A valva localizada entre o ventrículo direito e o tronco pulmonar, que se divide em artérias pulmonares e conduz o sangue aos pulmões, é chamada de **valva do tronco pulmonar**. A valva entre o ventrículo esquerdo e a aorta é a **valva da aorta**. Essas valvas impedem o refluxo de sangue para os ventrículos correspondentes.

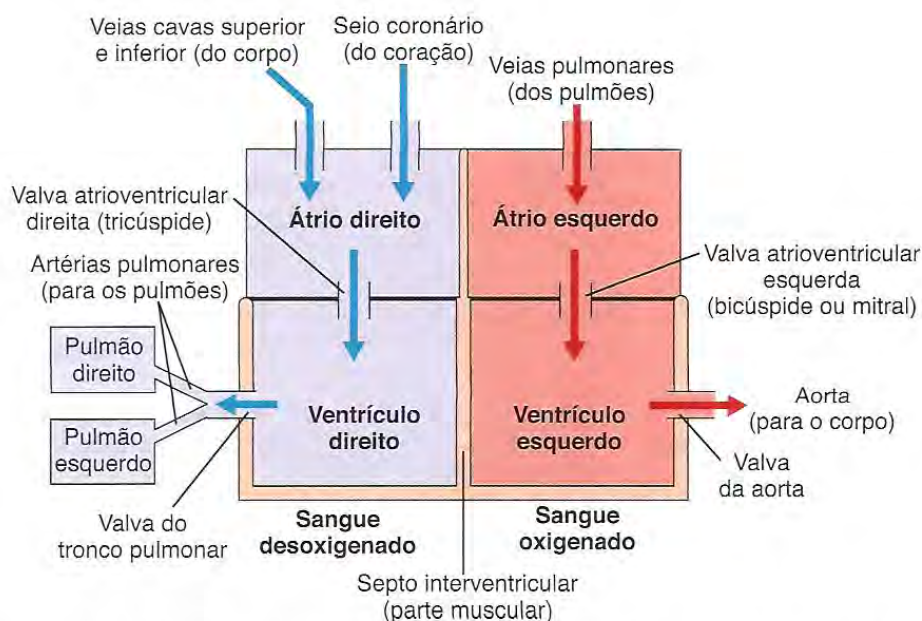


Figura 7.4 Ilustração esquemática das câmaras e das valvas cardíacas e do fluxo sanguíneo através do coração. Observe que as posições mostradas dos vasos sanguíneos nas câmaras são diferentes das posições reais no coração.

Fluxo sanguíneo através do coração

O sangue desoxigenado (rico em dióxido de carbono e pobre em oxigênio) proveniente dos tecidos do corpo volta ao coração através das veias cavas superior e inferior e entra no átrio direito. Em seguida, atravessa o óstio, onde se encontra a valva AV direita, e chega ao ventrículo direito. O sangue prossegue e sai do ventrículo direito, atravessando o óstio, onde se encontra a valva do tronco pulmonar, para alcançar o tronco pulmonar, que se bifurca nas artérias pulmonares direita e esquerda. Essas artérias terminam nos pulmões, onde ocorre a “troca” de dióxido de carbono por oxigênio. O sangue oxigenado sai dos pulmões através das veias pulmonares e entra no átrio esquerdo do coração. Daí, atravessa o óstio, onde se encontra a valva AV esquerda, e chega ao ventrículo esquerdo. Este ventrículo bombeia o sangue que passa pelo óstio, onde se encontra a valva da aorta, alcançando a aorta. Essa artéria transporta o sangue para todo o corpo, inclusive o próprio músculo estriado cardíaco (Figura 7.5). O sangue que sai do ventrículo esquerdo está sob pressão máxima em virtude da forte contração dessa câmara, que impulsiona o sangue por todo o corpo. Em resumo, o lado direito do coração bombeia sangue desoxigenado para os pulmões, e o lado esquerdo bombeia sangue oxigenado para todo o corpo.

Bulhas cardíacas

As **bulhas cardíacas**, produzidas pelo fechamento das valvas, podem ser auscultadas com o auxílio de um estetoscópio. Em geral, essas bulhas são representadas como *tum-tá*. Os átrios direito e esquerdo contraem-se juntos, seguidos pela contração dos ventrículos direito e esquerdo. Como já foi mencionado, após o sangue retornar aos átrios, as valvas AV (direita e esquerda) se abrem, os átrios se contraem e o sangue flui para os ventrículos. Quando os ventrículos estão cheios, as valvas AV se fecham, o que produz a primeira bulha cardíaca (*tum*). Em seguida, as valvas do tronco pulmonar e da aorta se abrem, os ventrículos se contraem e o sangue é bombeado para a aorta e o tronco pulmonar. Depois, as valvas nes-

sas artérias se fecham para impedir o refluxo de sangue para os ventrículos quando eles relaxam. Nesse momento, ouve-se a segunda bulha cardíaca (*tá*). O ciclo recomeça e se repete aproximadamente 72 vezes por minuto.

Ciclo cardíaco

O **ciclo cardíaco** é uma série de fenômenos mecânicos que começaremos a acompanhar desde o átrio direito. Quando relaxa, o átrio direito recebe o sangue oriundo das veias cavas superior e inferior. Uma vez cheio, o átrio contrai-se de maneira súbita e vigorosa, reduzindo muito o seu tamanho. Por não existir valva entre as veias cavas e o átrio direito, o sangue pode refluir para as veias cavas ou prosseguir através do óstio atrioventricular direito para o ventrículo direito. Como este ventrículo está relaxado e vazio, e as veias cavas superior e inferior ainda estão cheias de sangue, que continua entrando no átrio direito, o trajeto de menor resistência para o sangue é o referido óstio entre o átrio e o ventrículo. Portanto, a contração do átrio impulsiona o sangue para o ventrículo direito.

Quando o ventrículo está cheio, a valva AV direita se fecha e impede o refluxo de sangue para o átrio correspondente. Uma vez cheio, o ventrículo se contrai e expulsa o sangue do coração, através do óstio do tronco pulmonar, para finalmente percorrer as artérias pulmonares. Essas artérias já estão cheias de sangue, mas a força da contração empurra o sangue que está nelas para todos os outros vasos a jusante e, por fim, para os capilares pulmonares. Assim, o sangue que já está nos capilares pulmonares é impulsionado até as veias pulmonares, e o fluxo sanguíneo continua em direção ao lado esquerdo do coração.

Tudo o que ocorre nas câmaras direitas do coração também o faz *ao mesmo tempo* nas câmaras esquerdas. O sangue oriundo das veias pulmonares entra no átrio esquerdo. Uma vez cheio, o átrio esquerdo se contrai, reduzindo muito o tamanho de sua câmara. O sangue segue o trajeto de menor resistência e entra no ventrículo esquerdo, que está vazio e relaxado. Quando o ventrículo esquerdo está cheio, a valva

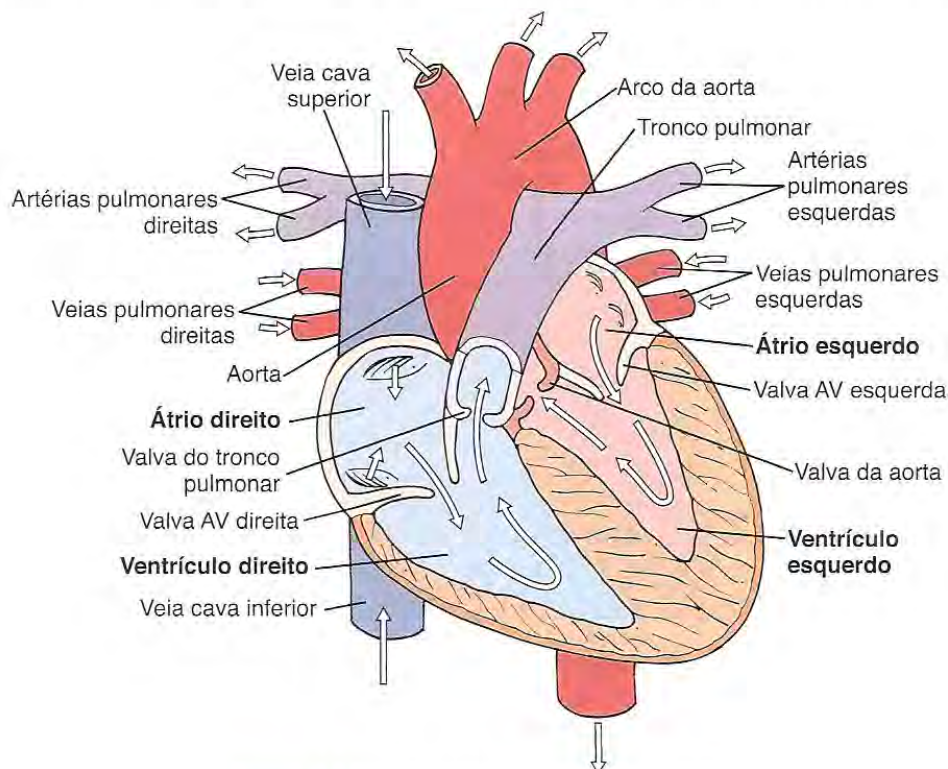


Figura 7.5 Fluxo sanguíneo através do coração.



AV esquerda se fecha. O ventrículo se contrai e impulsiona o sangue através do óstio da aorta, para alcançar esta artéria. A aorta já está cheia de sangue, mas a força da contração continua empurrando o sangue ao longo de todos os outros vasos a jusante, até chegar aos capilares sanguíneos de todo o corpo. O sangue que já está nos leitos capilares é impulsionado para as vênulas e segue pelas veias em direção ao átrio direito.

▪ Vasos sanguíneos

Tipos de vasos sanguíneos

Há três tipos básicos de vasos sanguíneos: artérias, veias e capilares. As paredes das artérias e veias são formadas por três camadas. A camada mais externa é a *túnica externa*, constituída de tecido conjuntivo; a camada média é a *túnica média*, constituída de músculo liso e fibras elásticas; e a camada mais interna é a *túnica íntima*, constituída de endotélio. Os capilares são basicamente tubos endoteliais constituídos apenas de uma camada.

Por definição, as **artérias** conduzem o sangue que sai do coração e distribuem-no para os demais tecidos do corpo. A maior artéria é a **aorta**, e as menores são denominadas **arteríolas**. Como as artérias levam o sangue que *sai* do coração, esse sangue tende a ser rico em oxigênio. As exceções são as artérias pulmonares, que levam sangue desoxigenado do coração para os pulmões, onde é “trocado” por sangue rico em oxigênio. As paredes arteriais têm de ser muito fortes, musculares e elásticas para resistirem à grande pressão a que elas são submetidas.

As **veias** conduzem sangue *em direção* ao coração. As maiores são as **veias cavas** superior e inferior, e as menores são as **vênulas**. Com exceção das veias pulmonares, todas as veias conduzem sangue desoxigenado (rico em dióxido de carbono e pobre em oxigênio) ao coração. As veias pulmonares levam sangue para o coração, mas o sangue é rico em oxigênio.* As veias tendem a apresentar maior diâmetro, paredes mais finas e menor elasticidade que as artérias. As veias que conduzem o sangue contra a força de gravidade geralmente contêm válvulas para impedir o refluxo. Por esse motivo, as válvulas são mais comuns nos membros inferiores que nos membros superiores. Elas também são mais comuns nas veias profundas do que nas superficiais. As válvulas são pregas na camada interna das veias, geralmente constituídas por duas válvulas. As válvulas permitem o fluxo sanguíneo em direção ao coração, mas elas se aproximam e ocluem o vaso quando há tentativa de inversão da direção do fluxo sanguíneo.

De maneira geral, as veias acompanham as artérias e compartilham do mesmo nome; por exemplo, há artéria e veia axilares, e artéria e veia femorais. É claro que há exceções; por exemplo, a artéria carótida comum e a veia jugular interna seguem juntas no pescoço. (Algumas dessas exceções são apresentadas adiante neste capítulo na descrição do suprimento sanguíneo de várias áreas.) É importante lembrar que, embora as artérias e veias possam ser paralelas, o sangue flui em direções opostas.

Os **capilares** (leitos capilares) formam a conexão entre arteríolas e vênulas. Eles são microscópicos, e sua parede é formada apenas por uma camada de células endoteliais. Toda a difusão de oxigênio e dióxido de carbono ocorre através da parede dos capilares.

O sistema circulatório tem muitas semelhanças com um sistema rodoviário; ambos contam com transporte em duas direções. Assim como as rodovias, as artérias e veias tendem a seguir juntas por todo o corpo, mas em direções opostas – as artérias levam o sangue que *sai* do coração, e as veias conduzem o sangue *em direção* ao coração. Imagine que você está dirigindo em uma rodovia que leva a vários destinos. Há muitas saídas (ramificações e divisões) da rodovia que levam a rodovias menores e ruas (artérias) até a entrada (arteríola) do seu destino (leito capilar). Lá, você descarrega as compras (oxigênio) e recolhe o lixo para reciclagem (dióxido de carbono). Então, você refaz a rota, passando por ruas cada vez mais largas (vênulas, veias e veias cavas) até voltar ao seu ponto de partida (o coração).

As artérias e veias geralmente seguem paralelas por todo o corpo, conectadas por uma rede de capilares semelhante a uma trama. Esse sistema de transporte bidirecional vai para todas as partes do corpo. Para se ter ideia do quão vasta, densa e delicada é essa rede de vasos sanguíneos, imagine um corpo humano do qual se retirasse tudo, exceto os vasos sanguíneos. O remanescente seria uma massa reticulada densa no formato do corpo (Figura 7.6).

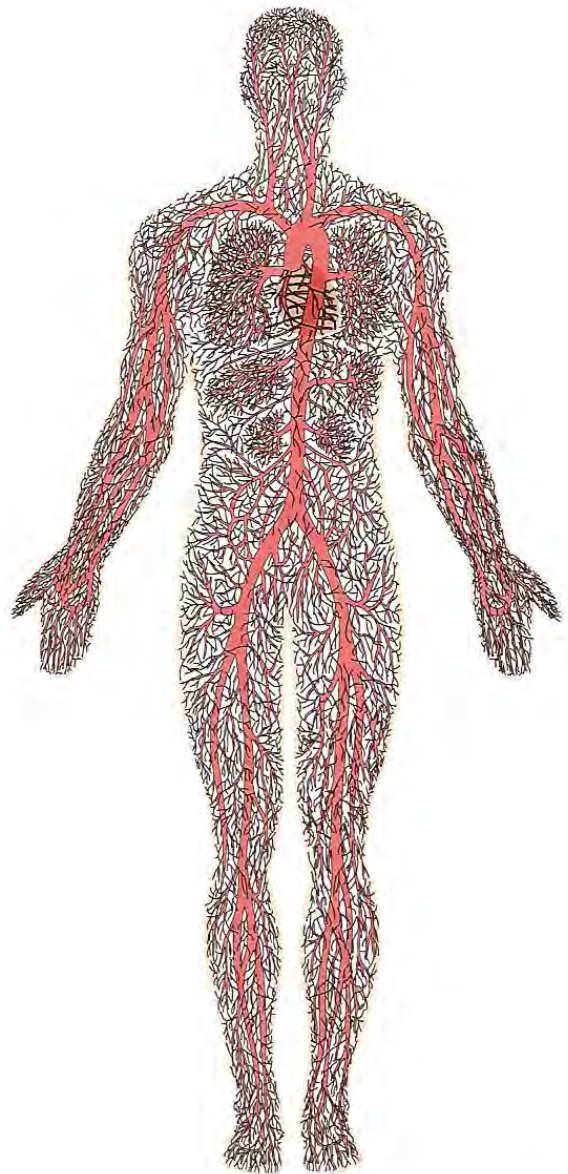


Figura 7.6 O vasto sistema de vasos sanguíneos do corpo cria uma trama densa e delicada que reproduz o formato do corpo.

* N.R.T.: Devemos lembrar que, durante o período de circulação fetal, a veia umbilical transporta sangue arterial e as artérias umbilicais transportam sangue venoso entre a mãe e o feto.

Não importa por onde o sangue passa depois de sair do coração, ele é transportado através de uma série de artérias cada vez menores e retorna por uma série de veias cada vez maiores. Esse conceito anatômico é a chave para compreender muitos distúrbios clínicos. Por exemplo, um coágulo que se forma no coração em razão do fluxo sanguíneo turbulento causado pelo defeito de uma valva cardíaca atravessaria o coração e seguiria pelas artérias até encontrar uma artéria de menor calibre, que impediria sua passagem. Então, o coágulo reduziria ou impediria totalmente o fluxo sanguíneo além desse ponto. Um coágulo originado no lado direito do coração segue para a circulação pulmonar. Um coágulo originado no lado esquerdo do coração segue através da aorta até uma artéria menor em alguma parte do corpo, dependendo do ramo da aorta em que entrar. Poderia se alojar no encéfalo, em um membro ou em um órgão; poderia entrar em uma das artérias coronárias, o primeiro ramo da aorta. A distância percorrida depende do tamanho do coágulo. Quanto menor é o coágulo, maior é o caminho que ele percorre antes de se alojar em outro vaso.

Um coágulo que se desprende de uma veia menor segue ao longo de veias cada vez maiores, atravessa as câmaras direitas do coração e aloja-se na circulação arterial pulmonar. Por quê? (1) O coágulo faz seu trajeto até alcançar um vaso pequeno o suficiente para impedir sua passagem; (2) nas veias, o diâmetro dos vasos aumenta ao longo do trajeto até o coração; (3) o coração é basicamente um órgão oco através do qual o sangue é bombeado; (4) o diâmetro dos vasos diminui ao longo das artérias, que, nesse caso citado, referem-se às artérias pulmonares até os pulmões.

Pulso e pressão arterial

O pulso é um atributo clínico importante das artérias. É a “pulsção” que se pode sentir em vários locais do corpo, provocada pela contração e expansão da artéria quando uma onda de sangue passa por determinado ponto. O pulso pode ser palpável em qualquer ponto em que se possa comprimir uma artéria contra um osso e em que ela esteja próxima o bastante da superfície para ser percebida. Os locais comuns de palpação do pulso são o “punho” (artéria radial), o pescoço (artéria carótida comum) e a parte superior do “tornozelo” (artéria dorsal do pé, um ramo da artéria tibial posterior). A Figura 7.7 mostra esses e outros locais de palpação do pulso. Em geral, o pulso representa com precisão a frequência cardíaca. O pulso médio é de aproximadamente 72 bpm.

Outra importância clínica das artérias é a mensuração da **pressão arterial**. É possível auscultar o coração em ação com auxílio de um estetoscópio. Os ventrículos atuam juntos e em duas fases. Quando eles se contraem, enviam sangue para os pulmões (do ventrículo direito) ou para o restante do corpo (do ventrículo esquerdo). A pressão arterial é máxima durante a fase de contração (sístole) e mínima quando os ventrículos relaxam e se enchem de sangue (diástole). É possível aferir ambas as fases da pressão arterial com o auxílio de um esfigmomanômetro. A pressão sistólica é a pressão máxima em uma artéria no momento em que o coração bate e bombeia sangue para o corpo. Esse é o primeiro som ouvido por meio do estetoscópio ao esvaziar a braçadeira do aparelho. A pressão diastólica é a pressão mínima em uma artéria entre batimentos cardíacos sucessivos, quando não é possível ouvir as bulhas cardíacas.

A pressão sistólica média é de aproximadamente 120 mm de mercúrio, e a pressão diastólica média, 80 mm de mercúrio.

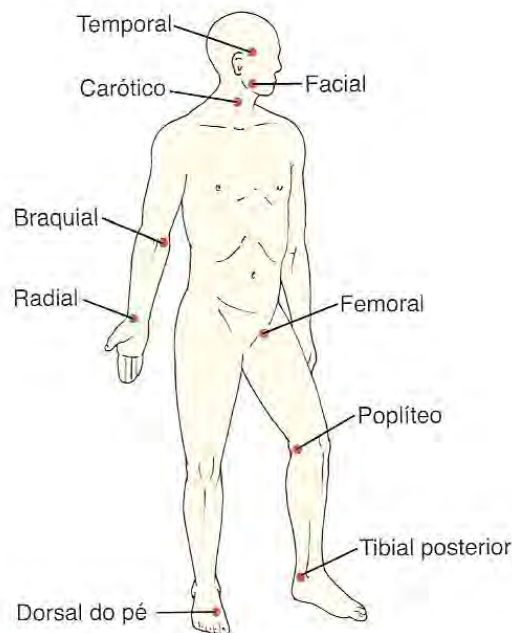


Figura 7.7 Principais locais de palpação em que o pulso pode ser detectado.

Como sempre se escreve primeiro a pressão sistólica, o registro seria 120/80 mmHg.

Vias

A próxima seção apresenta a descrição das principais artérias à medida que se ramificam e se dividem e, em seguida, uma descrição semelhante das principais veias. Lembre-se de que as artérias e veias geralmente seguem paralelas e recebem o mesmo nome. Entretanto, é importante lembrar que o sangue nesses vasos segue em direções opostas. Nas artérias, o sangue *afasta-se do* coração; nas veias, o sangue segue *em direção ao* coração. A Tabela 7.1 apresenta um resumo das principais artérias, dos principais ramos descritos neste capítulo e das áreas que irrigam. A Tabela 7.2 resume as principais veias, em quais veias elas se desembocam e as regiões drenadas.

A primeira via a ser descrita vai do coração ao início dos membros inferiores. A aorta sai do ventrículo esquerdo, ascende (**parte ascendente da aorta**) e faz uma curva acima do coração (Figura 7.8). Os primeiros ramos da parte ascendente da aorta são as **artérias coronárias** direita e esquerda, responsáveis pelo suprimento sanguíneo do próprio músculo cardíaco (miocárdio). As veias cardíacas, que seguem paralelas às artérias coronárias, são as tributárias que drenam a maior parte do miocárdio e desembocam no seio coronário. O seio coronário é o maior vaso venoso do coração e desemboca diretamente no átrio direito.

O **arco** da aorta tem três ramos: o tronco braquiocéfálico, a artéria carótida comum esquerda e a artéria subclávia esquerda. O **tronco braquiocéfálico** (do latim *brachium*, que significa “braço”, e *cephalicus*, que significa “cabeça”) é o principal responsável pelo suprimento sanguíneo do braço direito e do lado direito da cabeça. É um vaso muito curto, mas origina as artérias do lado direito do corpo em seu trajeto superior ao coração, dividindo-se em artérias carótida comum direita e subclávia direita. O segundo e o terceiro ramos do arco da aorta são as artérias carótida comum esquerda e subclávia esquerda, respectivamente. A artéria carótida comum ascende no pescoço, enquanto a artéria subclávia segue em direção ao membro superior. Depois desses ramos, a aorta direciona-se

Tabela 7.1 Resumo das principais artérias.

Nome	Principais ramos	Área irrigada
Parte ascendente da aorta	Coronária	Coração
Arco da aorta	Tronco braquiocefálico	–
	Subclávia esquerda	Membro superior esquerdo
	Carótida comum esquerda	Cabeça e pescoço – lado esquerdo
Tronco braquiocefálico	Subclávia direita	Membro superior direito
	Carótida comum direita	Cabeça e pescoço – lado direito
Carótida comum	Carótida interna	Encéfalo
	Carótida externa	Parte da cabeça e pescoço
Subclávia	Vertebral	Encéfalo
	Axilar	Membro superior
Axilar	Braquial	Braço
Braquial	Radial e ulnar	Antebraço e mão
Parte descendente da aorta	Renal	Rins
	Ilíaca comum	Parte inferior do abdome
Ilíaca comum	Ilíaca interna	Região pélvica
	Ilíaca externa	Membro inferior
Ilíaca externa	Femoral	Coxa
Femoral	Poplítea	Joelho
Poplítea	Tibiais anterior e posterior	Perna e pé

Tabela 7.2 Resumo das principais veias.

Veia	Veia a que se une	Região drenada
Tronco		
Braquiocefálica	Veia cava superior	Parte superior do corpo
Renal	Veia cava inferior	Rins
Hepática	Veia cava inferior	Fígado
Ilíaca interna	Ilíaca comum	Região pélvica
Ilíaca externa	Ilíaca comum	Membro inferior
Ilíaca comum	Veia cava inferior	Membro inferior e abdome
Membro inferior		
Tibiais anterior e posterior	Poplítea	Perna e pé
Poplítea	Femoral	Joelho
Safena parva	Poplítea	Região superficial da perna e do pé
Safena magna	Femoral	Região superficial do membro inferior
Femoral	Ilíaca externa	Coxa
Cabeça e pescoço		
Seios da dura-máter	Jugular interna	Encéfalo (inclusive o líquido cefalorraquidiano reabsorvido)
Jugular interna	Braquiocefálica	Pescoço
Jugular externa	Subclávia	Face e pescoço
Subclávia	Braquiocefálica	Ombro
Braquiocefálica	Veia cava superior	Parte superior do corpo
Veia cava superior	Átrio direito	Parte superior do corpo
Membro superior		
Radial e ulnar	Braquial	Antebraço e mão
Cefálica	Axilar	Região superficial do braço e antebraço
Basílica	Axilar	Região superficial do braço
Intermédia do cotovelo	Basílica e cefálica	Fossa cubital
Braquial	Axilar	Braço
Axilar	Subclávia	Axila
Subclávia	Braquiocefálica	Ombro

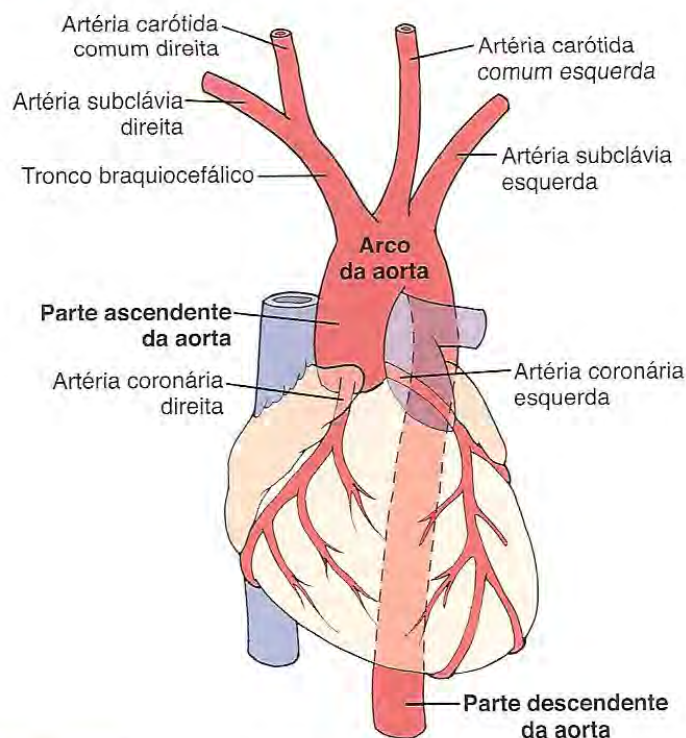


Figura 7.8 Principais partes da aorta: parte ascendente, arco da aorta e parte descendente.

inferiormente e passa a ser chamada de **parte descendente da aorta**. O grande diâmetro da aorta é uma importante proteção contra a obstrução por coágulos, embora a pressão elevada em seu interior a torne suscetível a aneurismas. A parte descendente da aorta segue ao longo do tronco emitindo ramos em muitos locais no trajeto, que vão irrigar até os membros inferiores. Aproximadamente no nível da quarta vértebra lom-

bar, divide-se nas artérias **ilíacas comuns** direita e esquerda (Figura 7.9), que, por sua vez, dividem-se em artérias ilíacas **externa e interna**. As artérias ilíacas externas irrigam os membros inferiores, enquanto as artérias ilíacas internas irrigam as vísceras pélvicas e a pelve.

Em relação às veias, a **veia cava inferior** faz seu trajeto no tronco acompanhando a parte descendente da aorta. Lembre-se de que o sangue sai do coração através da aorta e volta ao coração através das veias cavas. A veia cava inferior forma-se aproximadamente no nível da quinta vértebra lombar pela confluência das **veias ilíacas comuns direita e esquerda** (Figura 7.9). Essas veias, por sua vez, são formadas pela união das veias ilíacas externa e interna. A **veia ilíaca externa** recebe o fluxo sanguíneo da parede abdominal; também recebe o sangue vindo do membro inferior através da **veia femoral**. A veia ilíaca interna recebe o fluxo sanguíneo das vísceras pélvicas e da região pélvica.

A circulação do membro inferior tem seu “início” quando a artéria e a veia ilíacas externas passam profundamente ao ligamento inguinal e se tornam **artéria e veia femorais** (Figura 7.10). Como a artéria é bastante superficial nessa região, é possível palpar e sentir o pulso femoral (Figura 7.7). Esta região, que tem o ligamento inguinal como limite superior, o músculo sartório como limite lateral e o músculo adutor longo como limite medial, é denominada **trígono femoral** (Figura 7.11). Além da artéria e da veia femorais, o trígono contém o nervo femoral, muitos linfonodos e a porção terminal da veia safena magna.

A artéria femoral ocupa posição profunda ao longo da coxa, passa posteriormente através de uma abertura junto à inserção distal do músculo adutor magno e entra na fossa poplíteia, na região posterior do joelho. Lá, seu nome muda para **artéria poplíteia**. O pulso poplíteo pode ser sentido no meio da fossa poplíteia (Figura 7.7).

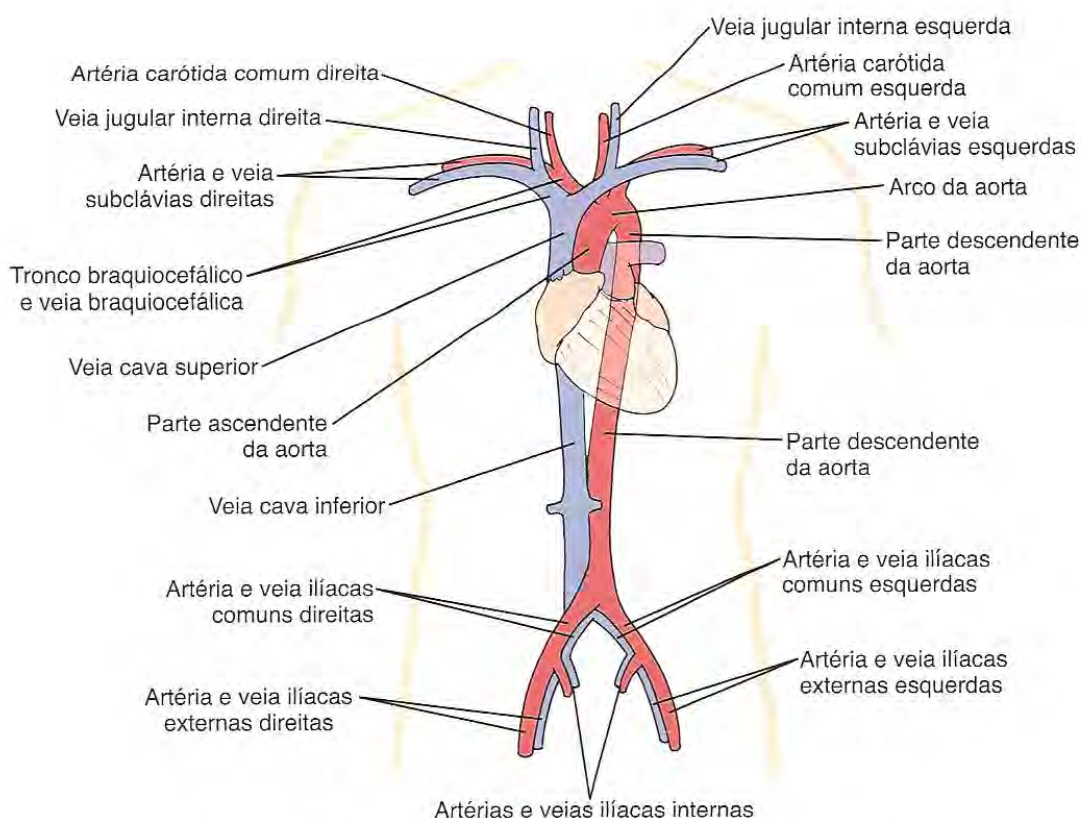


Figura 7.9 Principais ramos da aorta e formação das veias cavas.

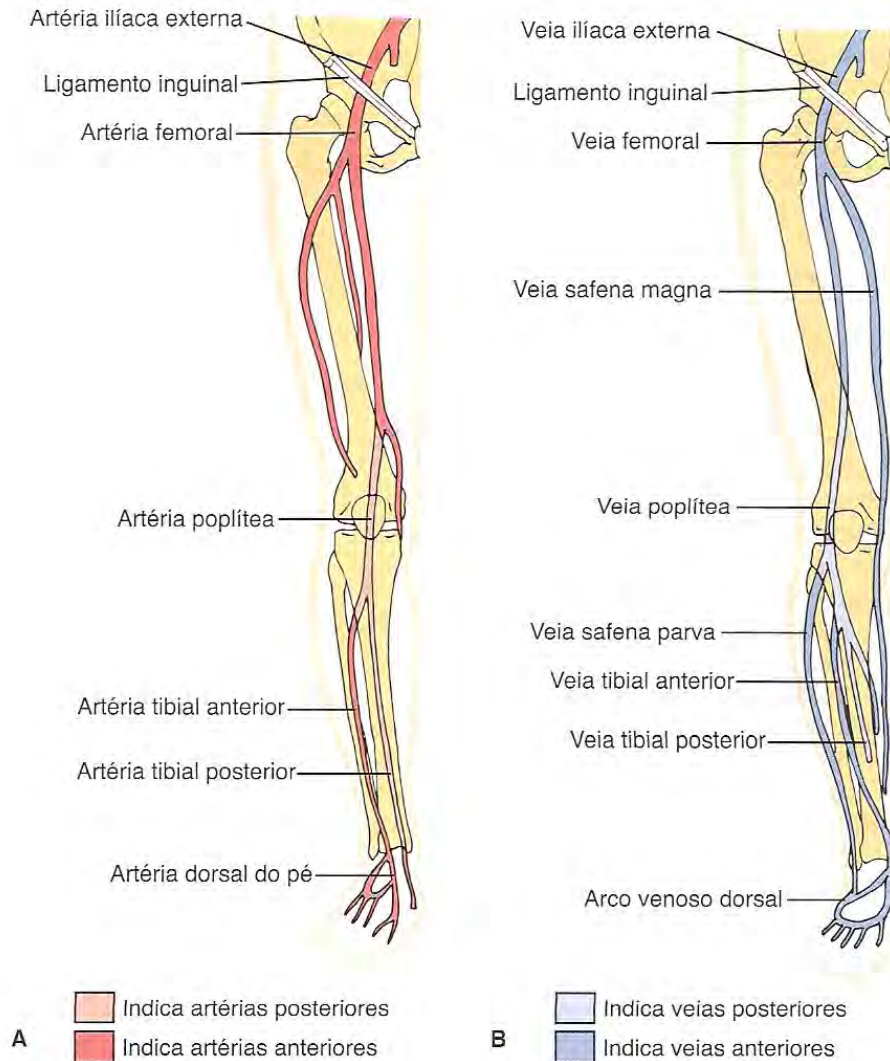


Figura 7.10 Principais artérias (A) e veias (B) do membro inferior (lado direito).

Distalmente ao joelho, a artéria poplítea se divide em **artérias tibiais anterior e posterior** (Figura 7.10A). Como seus nomes indicam, essas artérias descem nas faces anterior e posterior da perna junto à tibia, ramificando-se em vários pontos. No “tornozelo”, junto ao dorso do pé, é possível palpar e sentir a pulsação de um ramo chamado **artéria dorsal do pé** (Figura 7.7).

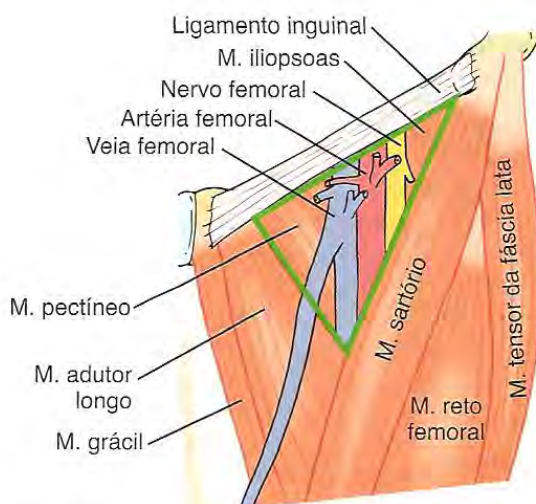


Figura 7.11 Trígono femoral contendo artéria, veia e nervo femorais (lado direito).

No membro inferior há dois grupos principais de veias que seguem na direção oposta: um profundo e outro superficial (Figura 7.10B). As veias profundas tendem a ser paralelas às artérias e de mesmo nome. As **veias tibiais anterior e posterior** drenam o pé e a parte inferior da perna antes de desembocarem na veia poplítea. A **veia poplítea** drena a região do joelho antes de se tornar a veia femoral. A **veia femoral** drena a área da coxa e torna-se a veia ilíaca externa ao passar profundamente ao ligamento inguinal. As duas principais veias superficiais dos membros inferiores são as veias safenas. A **veia safena magna**, a mais longa do corpo, segue superficialmente e medialmente ao longo da maior parte do membro inferior antes de desembocar na veia femoral. A **veia safena parva** tem seu início na região lateral do pé e ascende superficialmente na região posterior da perna, desembocando na veia poplítea.

A próxima via descrita com origem na aorta é a responsável pela circulação nos membros superiores. A **artéria subclávia** conduz sangue arterial para os membros superiores, tórax e pescoço. A artéria subclávia direita origina-se indiretamente do arco da aorta por meio do curto tronco braquiocéfálico, enquanto a artéria subclávia esquerda origina-se diretamente do arco da aorta. A artéria subclávia é clinicamente importante porque pode ser comprimida entre a clavícula e a primeira costela em um espaço pequeno entre essas estruturas, denominado **desfiladeiro torácico**, provocando determinados sintomas.

Na margem lateral da primeira costela, a artéria subclávia passa a se chamar **artéria axilar** (Figura 7.12A). Ela atravessa a axila até a extremidade proximal do braço, onde se torna a **artéria braquial** e segue ao longo do braço. Na região inferior do braço, a artéria braquial é bastante utilizada para a aferição da pressão arterial, e na região anterior do cotovelo ela se divide em **artérias radial e ulnar**. Essas artérias seguem ao longo do antebraço nas superfícies radial e ulnar, respectivamente. Cada uma dá origem a muitos ramos no antebraço, e todos terminam formando dois arcos na face palmar da mão.

A exemplo do membro inferior, o membro superior tem veias profundas e superficiais (Figura 7.12B). As veias profundas do membro superior desembocam na **veia subclávia**, que é paralela à artéria de mesmo nome. As **veias radial e ulnar** drenam as regiões lateral e medial do antebraço e da mão, respectivamente, e depois unem-se à **veia braquial**, que drena o braço superiormente ao cotovelo. Além dessas veias profundas, é importante mencionar três veias superficiais. A **veia cefálica** drena o antebraço, seguindo lateralmente até desembocar na veia axilar. A **veia basilíca** ascende medialmente no antebraço até desembocar na veia braquial. Anteriormente, na fossa cubital, está a **veia intermédia do cotovelo**, que une as veias basilíca e cefálica. É na fossa cubital que uma dessas três veias costuma ser utilizada para coleta de sangue.

A descrição da via circulatória para a cabeça e o pescoço começa na **artéria carótida comum**. Ela ascende de cada lado do pescoço ao lado da traqueia, onde é possível palpar e sentir seu pulso. A artéria carótida comum esquerda origina-se diretamente do arco da aorta, enquanto a artéria carótida comum

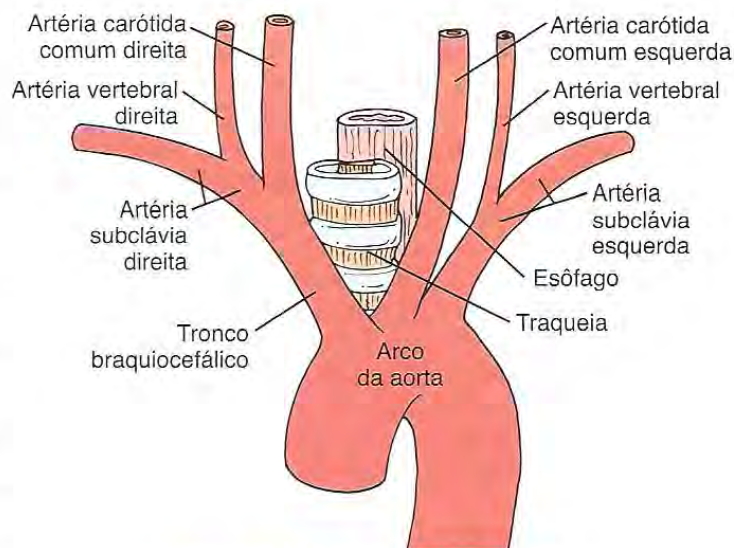


Figura 7.13 Ramos do arco da aorta.

direita origina-se no tronco braquiocéfálico do arco da aorta (Figura 7.13). Aproximadamente no nível da mandíbula, cada artéria carótida comum se divide em artérias carótida externa e carótida interna (Figura 7.14A). A **artéria carótida externa** irriga a parte externa da cabeça – face, mandíbula, couro cabeludo e crânio. A **artéria carótida interna** continua a ascender e entra na cavidade do crânio através do canal carótico no osso temporal, irrigando principalmente as porções média e

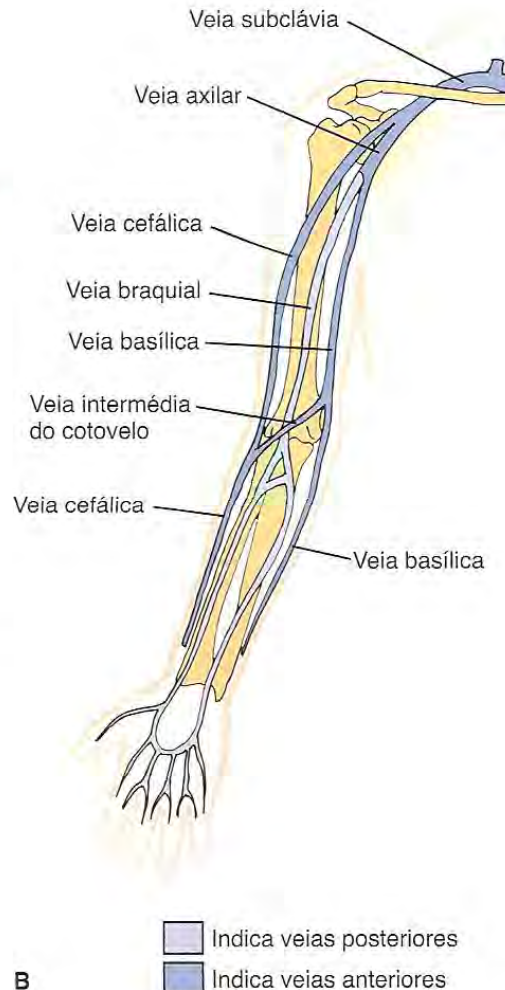
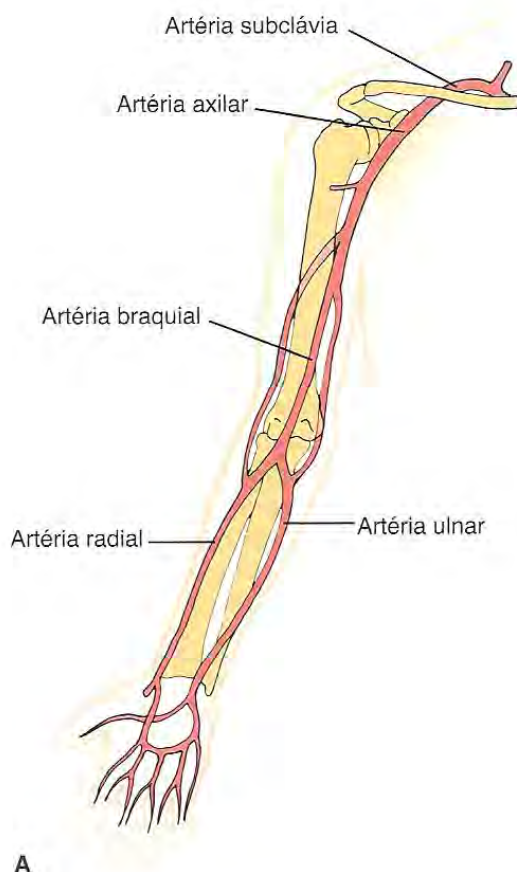


Figura 7.12 Principais artérias (A) e veias (B) do membro superior (lado direito).

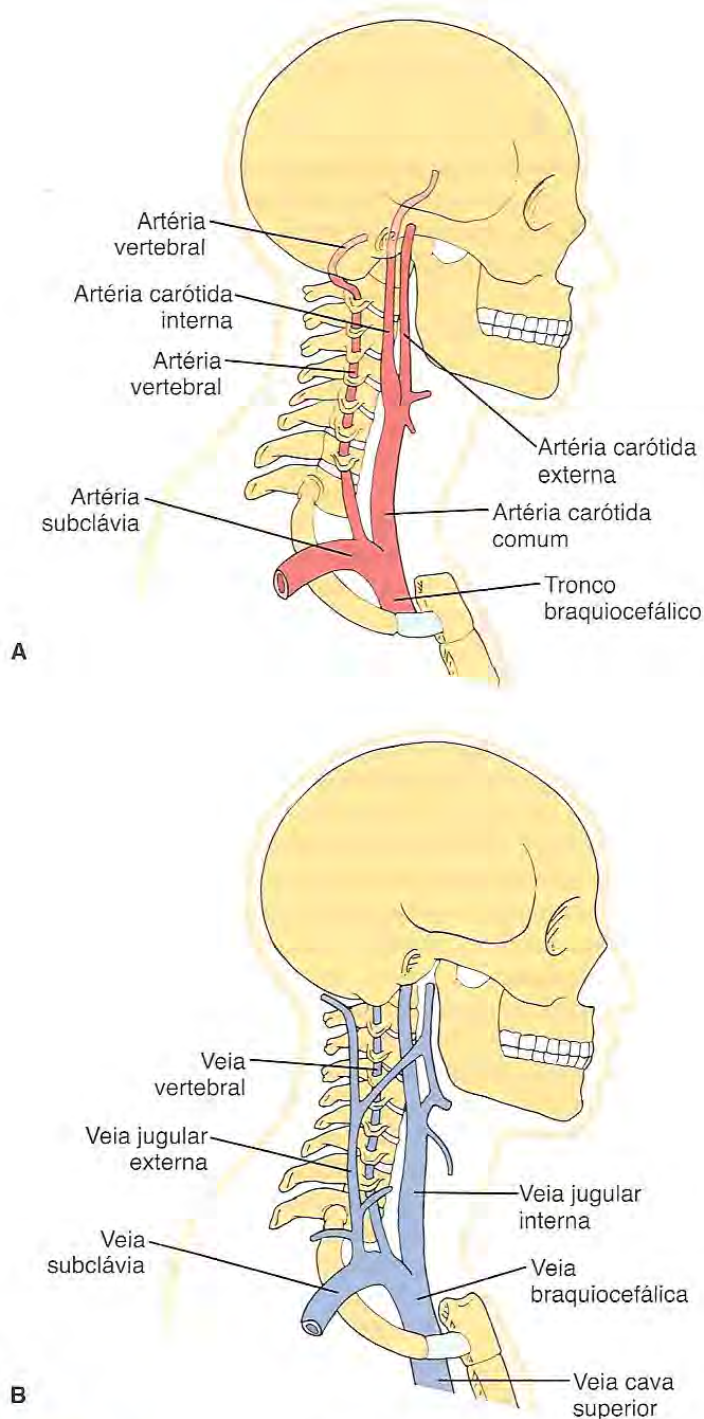


Figura 7.14 Principais artérias (A) e veias (B) do pescoço (lado direito).

anterior do encéfalo. Vários seios venosos entre as camadas da dura-máter recebem sangue do encéfalo. Por fim, o sangue de todos esses seios da dura-máter converge para a veia jugular interna. As **veias jugulares interna e externa** estão paralelas às artérias carótidas e drenam as regiões da cabeça e do pescoço (Figura 7.14B).

A **artéria vertebral** é o primeiro e o maior ramo da artéria subclávia (Figura 7.13). Ascende na região cervical, através dos forames transversários das vértebras cervicais (Figura 7.14A). Em seguida, alcança a base do encéfalo através do forame magno, irrigando a porção posterior do encéfalo. As artérias vertebrais direita e esquerda irrigam o bulbo e o cerebelo antes de se unirem na superfície da ponte, parte do tronco encefálico, e formarem a **artéria basilar**, que irriga partes do cerebelo, da ponte e do mesencéfalo. A **veia verte-**

bral é paralela à artéria vertebral no pescoço e na cavidade do crânio (Figura 7.14B).

Suprimento sanguíneo

Na base do encéfalo, as artérias carótidas internas (anteriormente) e a artéria basilar (posteriormente) são interligadas pelas artérias comunicantes, formando um círculo que é frequentemente referido como “círculo de Willis” (**círculo arterial do cérebro**), em homenagem ao médico inglês Thomas Willis, o primeiro a descrever essa interconexão (Figura 7.15). Imediatamente após entrar na cavidade do crânio, a artéria carótida interna se ramifica em artérias cerebrais média e anterior. As **artérias cerebrais médias** irrigam as faces superolaterais dos hemisférios cerebrais. As **artérias cerebrais anteriores** irrigam as faces mediais e inferiores dos hemisférios cerebrais. A artéria basilar divide-se e forma as **artérias cerebrais posteriores**, que irrigam os lobos occipitais e parte dos lobos temporais.

A artéria cerebral anterior (ramo da artéria carótida interna) e a artéria cerebral posterior (ramo da artéria basilar) são interligadas na base do encéfalo pela **artéria comunicante posterior**. As artérias cerebrais anteriores direita e esquerda são interligadas pela **artéria comunicante anterior**. O propósito desse círculo é garantir o fluxo sanguíneo contínuo para a área encefálica em caso de falha de alguma dessas artérias principais. Nem sempre, porém, o círculo arterial do cérebro está completamente desenvolvido e, conseqüentemente, não garante o fluxo sanguíneo contínuo para o encéfalo em todos os indivíduos.

Significado clínico das anastomoses

Anastomose é uma união (ou comunicação) entre vasos semelhantes, como entre duas artérias ou entre duas veias. O objetivo dessa conexão estrutural é proporcionar uma alternativa à circulação em caso de obstrução de um dos vasos. Isso ajuda a garantir que o sangue chegue ao destino (*i. e.*, o sangue arterial chegue aos capilares dos tecidos para difusão de oxigênio e dióxido de carbono, e o sangue venoso volte ao coração).

Em cada membro, ramos menores unidos por anastomose ao redor de cada articulação são comumente encontrados.

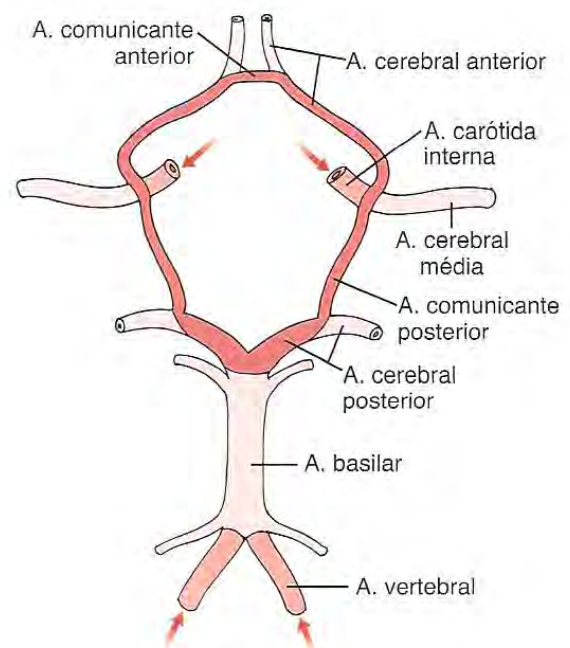


Figura 7.15 Círculo arterial do cérebro (de Willis).

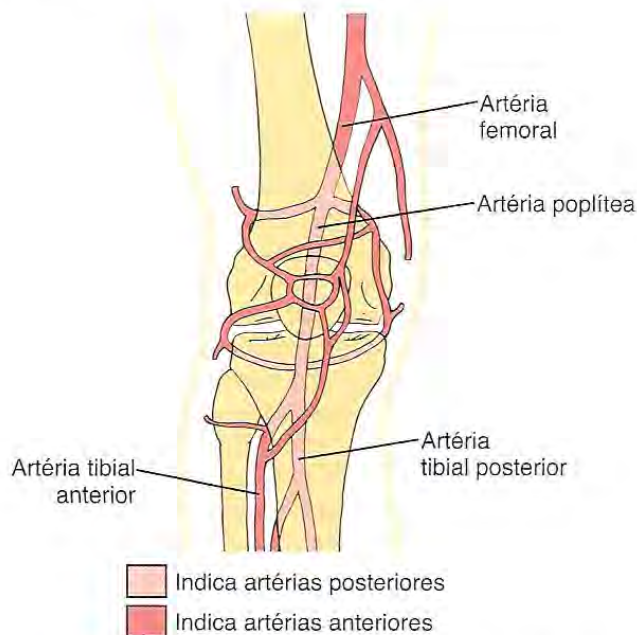


Figura 7.16 Anastomose arterial ao redor do joelho.

Essas vias arteriais alternativas menores possibilitam que a parte distal do membro receba o sangue oxigenado vital em caso de uma obstrução da artéria principal em uma região. Com o tempo, esses ramos comunicantes podem se tornar suficientemente grandes para satisfazer as necessidades da região comprometida. Na Figura 7.16, observe que há vários ramos menores da artéria femoral ao redor do joelho. Muitos desses ramos se unem à artéria tibial anterior ou posterior na região distal ao joelho. Também existem anastomoses entre as principais artérias cerebrais.

► Sistema linfático

O sistema linfático está ligado ao sistema circulatório e garante a imunidade. Os vasos linfáticos recolhem líquido e proteínas extravasados dos capilares sanguíneos e os reconduzem, na forma de linfa, às veias. O conhecimento das estruturas linfáticas e do seu mecanismo de afluência ao sistema circulatório ajuda a compreender o tratamento de determinadas condições patológicas.

Os órgãos linfáticos servem como áreas de concentração para defesa contra infecções por micróbios e outros agentes biológicos. No trajeto até as veias, a linfa é filtrada pelos linfonodos e outros tecidos linfáticos, onde os microrganismos são detectados e pode ser iniciado um ataque que gera imunidade.

Enquanto o sistema circulatório é um sistema fechado de veias e artérias, o sistema linfático é um sistema parcialmente aberto que conduz o líquido em uma única direção, ou seja, dos diversos tecidos do corpo para as veias subclávias. O sistema circulatório é um circuito contínuo (*i. e.*, de artérias para os capilares, daí para veias etc.). Entretanto, o sistema linfático começa em vasos capilares nos tecidos e termina como grandes ductos que desembocam na veia subclávia. Ao contrário do sistema circulatório bidirecional, o sistema linfático é uma via unidirecional que vai dos tecidos do corpo para as veias.

• Funções

A ampla rede de vasos linfáticos tem quatro funções principais: (1) recolher a linfa dos espaços intersticiais (intercelu-

lares) do corpo, (2) filtrar a linfa através dos linfonodos, (3) detectar e combater agentes infecciosos nos linfonodos e (4) reconduzir a linfa à corrente sanguínea.

Recolhimento da linfa

Os capilares sanguíneos geralmente deixam mais líquido nos tecidos do que levam embora. Certa quantidade de líquido extravasa dos capilares para os espaços teciduais (espaços intersticiais). O sistema linfático drena esse excesso de líquido e o conduz de volta às veias. Este papel é vital para a manutenção do volume sanguíneo e da pressão arterial normais no sistema circulatório.

Os capilares linfáticos, cuja estrutura é semelhante à dos capilares sanguíneos, originam-se nos espaços intercelulares da maioria dos tecidos. Esses espaços intercelulares também são denominados **espaços intersticiais** ou espaços teciduais – os espaços entre as células (Figura 7.17). Para se ter uma ideia melhor dessa organização, imagine seu corpo como um vaso cheio de bolas de gude. As bolas de gude são as células nos tecidos e os espaços entre elas são os espaços intersticiais. Se você colocar água (líquido intersticial) dentro do vaso, todos os espaços serão preenchidos. A retirada desse líquido requer uma ampla rede de diminutos capilares linfáticos entrelaçados na maior parte do corpo. Os capilares linfáticos atuam como se suas paredes tivessem válvulas unidirecionais. Quando a pressão fora do capilar linfático é maior, as células tornam possível a entrada do líquido intersticial. Quando a pressão dentro do capilar linfático se torna maior, as paredes celulares não possibilitam mais a entrada de líquido nos capilares linfáticos. Uma vez dentro do capilar linfático, o líquido intersticial é denominado **linfa**.

A linfa origina-se como o plasma – a porção líquida do sangue. Ao entrar no leito capilar, o sangue arterial perde velocidade, o que possibilita a passagem de plasma para os tecidos, onde então é chamado de **líquido intercelular** (ou **intersticial**), levando oxigênio e nutrientes até as células. Ao sair das células, o líquido intersticial coleta os resíduos. A maior parte desse líquido (aproximadamente 90%) volta à circulação sanguínea como plasma através das vênulas. Os 10% restantes são conhecidos como linfa, que é rica em proteínas.

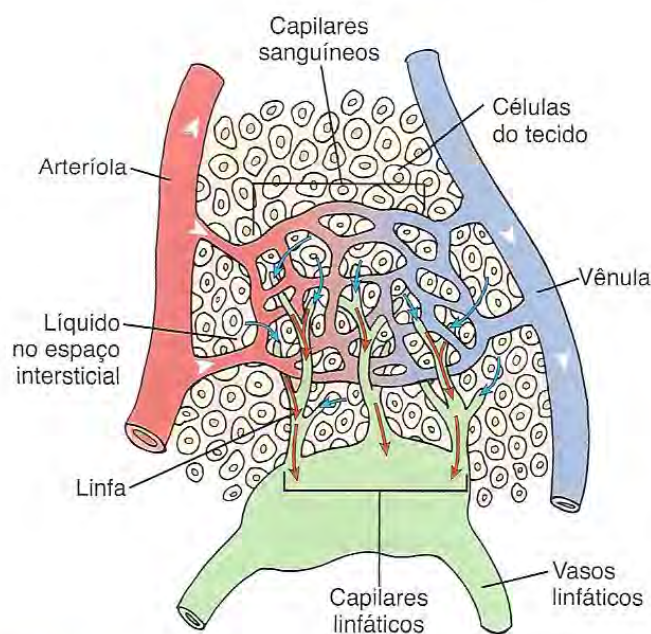


Figura 7.17 Vasos linfáticos desde os capilares (início) até a veia subclávia (final).

Aproximadamente 2 l de linfa fluem para a circulação sanguínea todos os dias.

Transporte

O sistema linfático começa como diminutos capilares nos tecidos. Esses vasos linfáticos iniciais, ou **capilares linfáticos**, formam uma vasta rede na maior parte do corpo. Não há capilares linfáticos no sistema nervoso central, nos ossos, nos dentes, na epiderme, em alguns tipos de cartilagem e nos tecidos avasculares.

Os capilares linfáticos reúnem-se em vasos linfáticos maiores. Pense nas folhas de uma árvore como os espaços intersticiais. As folhas estão unidas a pequenos ramos que iniciam o sistema de drenagem. Os ramos se unem para formar ramos maiores. Os ramos maiores se unem em galhos maiores, que então se unem ao tronco da árvore. Essa mesma ideia de união de vasos menores para formar vasos maiores é válida para o sistema linfático. À medida que os capilares linfáticos aumentam e recolhem mais líquido linfático, passam a ser denominados **vasos linfáticos**.

Os vasos linfáticos são mais largos que as veias, têm paredes mais finas, mais válvulas e apresentam estruturas em formato de grão de feijão, chamadas de **linfonodos**, os quais estão localizados em vários pontos ao longo do trajeto. A função desses linfonodos será discutida posteriormente neste mesmo capítulo.

Enquanto o sistema circulatorio tem o coração para bombear o sangue ao longo dos vasos sanguíneos, o sistema linfático não tem nenhuma bomba. A linfa é impulsionada através dos vasos linfáticos por diversos mecanismos tanto internos quanto externos ao sistema linfático. Assim como as veias, os vasos linfáticos contêm valvas que impedem o refluxo de líquido. O segmento de um vaso linfático entre duas valvas (conjunto de válvulas) é denominado **“linfângio”**. O músculo liso nas paredes dos vasos linfáticos causa o reflexo de estiramento dos “linfângios” (Figura 7.18), provocando contrações sequenciais ativadas pelos nervos que os circundam. A reação em cadeia continuada de contração e estiramento auxilia o fluxo da linfa de um “linfângio” para outro em um movimento similar ao peristáltico, controlado principalmente pelo estado de enchimento de cada “linfângio”. A pulsação ajuda a deslocar a linfa de um “linfângio” ao outro. O movimento é semelhante à “ola” frequentemente realizada pelos torcedores nos estádios em eventos esportivos.

Também há ações mais sutis externas ao sistema linfático que influenciam o movimento da linfa dentro dos vasos linfáticos. A compressão pelos músculos estriados esqueléticos adjacentes ajuda a deslocar a linfa, de modo muito semelhante ao deslocamento do sangue através das veias. Isso ocorre principalmente nos membros durante o movimento de contração

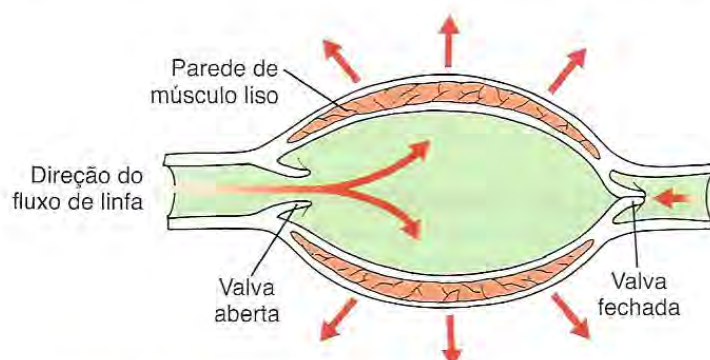


Figura 7.18 Mecanismo de estiramento de um “linfângio”.

e relaxamento dos músculos. O movimento do diafragma e as variações da pressão na cavidade torácica durante as fases da respiração – principalmente a respiração abdominal (ver Capítulo 16) – podem proporcionar um efeito sutil de “bombeamento” nos vasos linfáticos do tronco. A manutenção da boa postura (ver Capítulo 21) possibilita uma respiração abdominal mais eficiente, daí o maior efeito de bombeamento sobre os vasos linfáticos.

Filtração e proteção

Como mencionado, a linfa atravessa linfonodos em seu trajeto até o destino, a veia subclávia. Os linfonodos são frequentemente organizados em grupos ao longo do trajeto dos vasos linfáticos. O primeiro linfonodo de um grupo é conhecido como **linfonodo sentinela**, que pode ser considerado a primeira linha de defesa. Os linfonodos combatem as bactérias, os resíduos celulares e outras partículas estranhas na linfa.

A linfa chega ao linfonodo através de vários **vasos linfáticos aferentes** e sai por um ou dois **vasos linfáticos eferentes** (Figura 7.19). Portanto, um vaso linfático eferente de um linfonodo se torna um vaso linfático aferente de outro linfonodo em uma cadeia. Geralmente, a linfa atravessa um ou mais linfonodos antes de entrar na corrente sanguínea.

Quando a linfa atravessa um linfonodo, as bactérias e outras partículas são interceptadas, englobadas e fagocitadas por leucócitos (macrófagos e linfócitos). Quando existe uma infecção, os linfonodos aumentam e se tornam dolorosos à palpação à medida que o acúmulo de bactérias e uma quantidade crescente de linfócitos causam sua tumefação.

Os linfonodos costumam ser erroneamente denominados **glândulas linfáticas**. Uma característica que distingue uma glândula é a secreção. Por exemplo, a hipófise secreta o hormônio do crescimento, o pâncreas secreta a insulina, as glândulas sudoríferas secretam o suor e as glândulas salivares secretam a saliva. Os linfonodos filtram a linfa que os atravessa, porém não produzem nenhuma secreção; portanto, não são considerados glândulas.

Há muitos linfonodos em todo o corpo; estima-se uma quantidade entre 500 e 1.000. A maioria dos linfonodos está concentrada nas regiões cervical, axilar e inguinal. Os linfonodos são capazes de aumentar ou diminuir de tamanho; entretanto, não é possível regenerar um linfonodo danificado ou destruído.

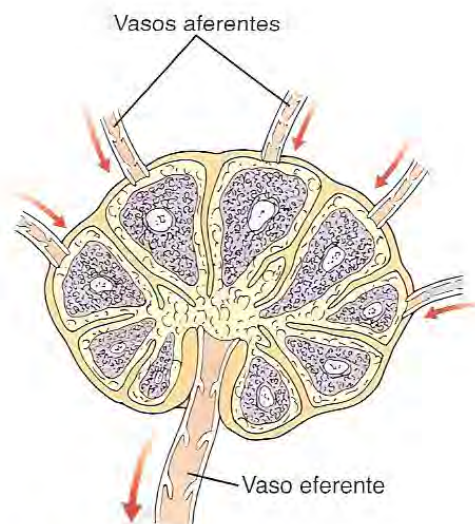


Figura 7.19 Linfonodos e vasos linfáticos.

▪ Padrões de drenagem

Como a linfa é transportada apenas dos tecidos até as veias subclávias e não volta aos tecidos, é recomendável pensar em **drenagem** linfática, mais do que em circulação linfática. Há um padrão de drenagem linfática dos tecidos e órgãos, embora se possa esperar alguma variação. O conhecimento desses padrões é essencial para identificar a localização de uma infecção ou de um tumor e determinar o tratamento.

Os vasos linfáticos superficiais drenam a pele e a tela subcutânea, formando uma vasta rede que converge para os vasos linfáticos profundos. Os vasos linfáticos profundos drenam as estruturas profundas e tendem a acompanhar os grandes vasos sanguíneos em várias regiões.

Embora haja linfonodos em todo o corpo, há três grupos principais de linfonodos regionais: cervical (pesçoço), axilar (membro superior) e inguinal (membro inferior). Esses linfonodos regionais estão localizados nas junções da cabeça e dos membros com o tronco (Figura 7.20). Os linfonodos cervicais, axilares e inguinais desembocam nos **troncos linfáticos** jugulares, subclávias e lombares, respectivamente.

Estes troncos linfáticos, mais os das regiões abdominal e torácica, afluem a um dos dois ductos que desembocam nas veias (Figura 7.21). O **ducto linfático direito** é, sem dúvida, o menor dos dois. Mede apenas cerca de 2,5 a 5 cm de comprimento e está localizado na base do pesçoço no lado direito. Somente o lado direito da cabeça e do pesçoço, o membro superior direito e a parte superior direita do tronco convergem para este ducto, que então se esvazia na veia subclávia direita.

O restante da linfa do corpo segue para o **ducto torácico**. Na maioria das vezes, isso inclui todo o lado esquerdo do

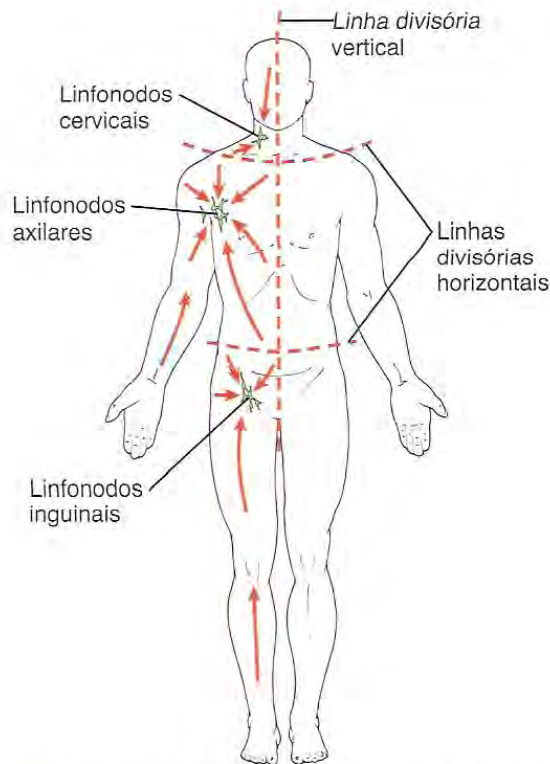


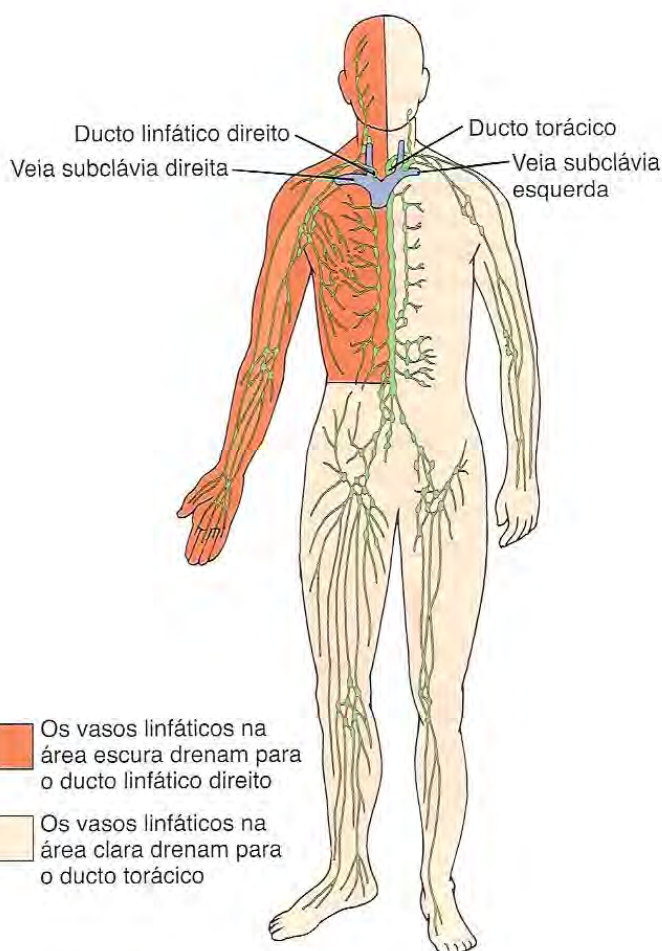
Figura 7.21 Drenagem linfática para os dois ductos linfáticos: o ducto linfático direito e o ducto torácico. Observe que os vasos linfáticos superficiais são mostrados no lado direito e os vasos linfáticos profundos, no lado esquerdo.

corpo e também o lado direito aproximadamente inferior ao diafragma. Todos os vasos linfáticos profundos no tórax, no abdome, na pelve, no períneo e nos membros inferiores convergem para o ducto torácico. Para completar essa drenagem linfática, o ducto torácico afluí à circulação venosa na veia subclávia esquerda.

Além disso, o corpo tem três **linhas divisórias** principais que separam as regiões de drenagem linfática (Figuras 7.20 e 7.21). Imagine o cume de uma montanha; a água flui em direções opostas para cada lado do cume. O corpo tem uma linha vertical mediana que drena os lados direito e esquerdo, e duas linhas horizontais, uma no nível da clavícula e a outra no nível do umbigo. Os vasos linfáticos responsáveis pela drenagem acima da clavícula desembocam nos linfonodos cervicais. Os vasos linfáticos que drenam a região entre a clavícula e o umbigo desembocam nos linfonodos axilares, enquanto os que drenam a área abaixo do umbigo desembocam nos linfonodos inguinais. Os coletores linfáticos começam nas linhas divisórias e seguem em direção aos linfonodos regionais. A existência de anastomoses nos capilares linfáticos em todas as linhas divisórias possibilita algum cruzamento, se necessário, para garantir a drenagem. A simples possibilidade deste cruzamento é um conceito importante no tratamento do linfedema.

► Doenças comuns

A **hemorragia** (sangramento) ocorre quando há ruptura de um vaso sanguíneo e o sangue sai do sistema fechado. A **hemorragia encefálica** é particularmente grave porque ocorre nos limites restritos da cavidade do crânio. Não tendo para onde ir, o sangue pode rapidamente comprimir estruturas



- Os vasos linfáticos na área escura drenam para o ducto linfático direito
- Os vasos linfáticos na área clara drenam para o ducto torácico

Figura 7.20 Linfonodos regionais e linhas divisórias de drenagem.

vitais do encéfalo, causando um **acidente vascular encefálico** ou até mesmo a morte. A hemorragia também pode ser grave se ocorrer em uma região extensa como o abdome, na qual pode haver perda de grande volume de sangue. A hemorragia causada por traumatismo craniano tende a ser extradural (entre o crânio e a dura-máter) ou subdural (sob a dura-máter). As **hemorragias extradurais** ocorrem nas artérias; portanto, os sintomas surgem mais rapidamente em razão da maior pressão no interior do vaso. As **hemorragias subdurais** ocorrem nas veias, nas quais a pressão é menor; portanto, o surgimento dos sintomas tende a ser mais lento.

A **insuficiência cardíaca congestiva** é uma condição na qual a força de bombeamento do coração não é suficiente para impulsionar um volume de sangue adequado para as várias partes do corpo. Como o fluxo sanguíneo que parte do coração se torna mais lento, há o acúmulo de sangue nas veias e certo volume retornando ao coração, com consequente congestão nos tecidos. Muitas vezes, há edema, principalmente nos pés, “tornozelos” e pulmões.

Um **sopro cardíaco** é um ruído cardíaco extra ou incomum além do *tum-tá* normal auscultado durante a contração cardíaca. O *som sibilante* que se pode auscultar com o auxílio de um estetoscópio geralmente corresponde ao refluxo sanguíneo turbulento. Pode ser normal em um indivíduo, ou pode indicar um problema de função da valva que possibilita o fluxo sanguíneo na direção errada.

Se uma artéria torna-se estreita, o fluxo sanguíneo diminui ou é interrompido. Isso pode ser causado por um coágulo na artéria ou depósitos na parede da artéria. Outra condição que diminui o fluxo sanguíneo é a **arteriosclerose** ou “enrijecimento” das artérias. Esse é um problema que acomete principalmente artérias nas pernas e nos pés. A parede dos vasos se torna menos elástica e não se dilata para possibilitar um aumento do fluxo sanguíneo quando necessário. A **aterosclerose**, um tipo de arteriosclerose, ocorre quando depósitos de gordura na parede arterial estreitam ou obstruem a luz do vaso. O local da obstrução determinará o problema no paciente; por exemplo, uma obstrução parcial que reduz o fluxo sanguíneo em uma **artéria coronária**, responsável pelo suprimento sanguíneo do músculo cardíaco, pode causar **isquemia** e resulta em dor torácica (**angina**). Se a obstrução é completa, pode causar **infarto**

do miocárdio. Se ocorre em uma artéria que se destina ao encéfalo ou no próprio encéfalo, pode causar um **acidente vascular encefálico**. Se ocorre em uma artéria da perna, pode causar isquemia, **dor** e possível **oclusão**. Essas mesmas condições causadas por depósitos de gordura na parede arterial podem ser provocadas por um coágulo sanguíneo.

Se uma veia perder a elasticidade, ela irá distender-se. Com a dilatação da veia, as válvulas (cúspides) das valvas não se aproximam mais e ocorre refluxo do sangue que deveria fluir em direção ao coração. As **varizes** surgem quando há o acúmulo de sangue na veia, dilatando-a ainda mais. Essa condição é mais comum nas veias superficiais da perna, porque a posição em pé submete-as a maior pressão. As veias profundas tendem a ser circundadas por músculos que, ao se contraírem, auxiliam as veias impulsionando o sangue no seu interior.

Flebite é a inflamação de uma veia. **Trombose** é a formação de um coágulo sanguíneo que pode obstruir parcial ou totalmente um vaso sanguíneo (artéria ou veia). A **tromboflebite** (geralmente abreviada como *flebite*) ocorre quando um coágulo causa inflamação de uma veia. A **embolia** é causada por um coágulo sanguíneo (ou outro material estranho, como ar, gordura ou tumor) que se desprende e segue para outra parte do corpo, percorrendo vasos de diâmetros cada vez menores até ficar preso e causar uma obstrução.

Um **aneurisma** é uma saliência externa anormal ou dilatação que é geralmente causada por uma área de enfraquecimento da parede. Um aneurisma pode passar despercebido até se romper.

A **síndrome do “desfiladeiro torácico”** é um grupo de alterações que envolve a compressão do plexo braquial e/ou da artéria e veia subclávias no espaço conhecido como “saída” do tórax. Pode causar vários sintomas vasculares, neurológicos e musculares.

Por que os padrões de drenagem são importantes? Quando um tecido linfático ou um linfonodo é destruído, lesionado ou retirado, não há drenagem normal da linfa na região acometida. Isso resultará no acúmulo excessivo de linfa e tumefação, uma alteração conhecida como **linfedema**, e que acomete com maior frequência os braços ou as pernas. O tratamento do linfedema geralmente tem base nos padrões de drenagem linfática.

Autoavaliação

Sistema circulatório

1. A valva atrioventricular (AV) direita também é denominada valva _____.
2. A valva AV esquerda apresenta dois outros nomes.
 - a. É denominada valva _____ conforme o número de válvulas (cúspides).
 - b. É denominada valva _____ conforme o formato.
3. A valva localizada na saída do ventrículo direito é denominada valva _____. A valva localizada na saída do ventrículo esquerdo é denominada valva _____.
4. Os vasos sanguíneos que transportam sangue do coração para os pulmões são as _____. Os vasos que transportam sangue dos pulmões para o coração são as _____.
5.
 - a. As veias transportam que tipo de sangue (oxigenado/desoxigenado)?
 - b. Qual é a exceção?
6.
 - a. A primeira bulha cardíaca (*tum*) é produzida pelo fechamento de que valvas?
 - b. A segunda bulha cardíaca (*tá*) é produzida pelo fechamento de que valvas?
7. Em que região se aloja um coágulo que se desprende de uma artéria na perna?
8. Em que região se aloja um coágulo que se desprende de uma veia na perna?
9. No ligamento inguinal, os nomes da artéria e da veia principais mudam de _____ (proximais) para _____ (distais).
10. Quais são as duas principais veias responsáveis pela drenagem das regiões da cabeça e do pescoço?

(continua)

Autoavaliação (continuação)

11. O pulso de que artéria pode ser sentido ao se palpar o pescoço?
12. Cite as dez estruturas que um coágulo percorreria e atravessaria desde a veia femoral esquerda (1) até o pulmão (10).
13. a. Qual é a pressão mínima em uma artéria? Quando ocorre?
b. Qual é a pressão máxima em uma artéria? Quando ocorre?
2. Em que ponto a linfa é drenada para o sistema circulatório?
3. Os capilares linfáticos são encontrados
 - a. no encéfalo.
 - b. no osso.
 - c. no músculo.
 - d. em todos os locais citados.
4. Cite cinco mecanismos que ajudam a deslocar a linfa da periferia para as grandes veias.
5. Quais são os três grupos de linfonodos regionais que recebem a drenagem linfática superficial?
6. Que ducto linfático drena uma região maior do corpo?
7. Quais são as três principais funções dos vasos linfáticos?

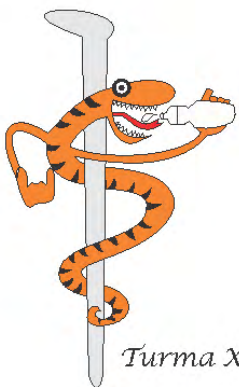
Sistema linfático

1. Que linfa contém mais impurezas, a dos vasos linfáticos aferentes ou eferentes?

8

Biomecânica Básica

- ▶ Leis de movimento, 82
- ▶ Força, 83
- ▶ Torque, 85
- ▶ Estabilidade, 86
- ▶ Máquinas simples, 89
- ▶ Pontos-chave, 96
- ▶ Autoavaliação, 97



Turma XII



Em muitos aspectos o corpo humano pode ser referido como uma máquina viva. Isso é importante porque, quando aprendemos os *mecanismos* de movimento do corpo (cinesiologia), é importante aprendermos também quais são as forças aplicadas a ele que *causam* o movimento. Como ilustrado na Figura 8.1, a **mecânica** é um ramo da física que estuda as forças e o movimento produzido por suas ações. A **biomecânica** é a aplicação dos princípios e métodos da mecânica à estrutura e à função do corpo humano. Como mencionado no Capítulo 1, a mecânica pode ser dividida em duas principais áreas: **estática** e **dinâmica**. A **estática** estuda os fatores associados a sistemas imóveis ou quase imóveis. A **dinâmica** estuda fatores associados a sistemas móveis e pode ser dividida em **cinética** e **cinemática**. A **cinética** engloba as forças que produzem o movimento em um sistema, enquanto a **cinemática** abrange os aspectos relativos ao tempo, ao espaço e à massa de um sistema em movimento. A cinemática pode ser dividida em **osteocinemática** e **artrocinemática**. A **osteocinemática** trata da maneira como os ossos se movimentam no espaço sem levar em conta o movimento das faces articulares, tal como a flexão/extensão do ombro. A **artrocinemática** tem por objetivo o movimento das faces articulares adjacentes em relação umas às outras – isto é, na mesma direção ou em direções opostas.

Diversos termos mecânicos devem ser definidos antes de esses tópicos serem discutidos. **Força** é a ação de puxar ou empurrar que pode ser representada por um vetor. **Vetor** é uma grandeza dotada de magnitude e direção. Por exemplo, se você fosse empurrar uma cadeira de rodas, empurraria com certa velocidade e em determinada direção. **Velocidade** é um vetor que descreve a rapidez e é mensurado em unidades como metros por segundo ou quilômetros por hora.

Uma grandeza **escalar** descreve apenas a magnitude. Termos escalares comuns são *comprimento*, *área*, *volume* e *massa*. Exemplos do dia a dia seriam unidades como 5 m, 2 m², 12 l e 150 kg. **Massa** se refere à quantidade de matéria que um corpo contém. Neste exemplo, a quantidade de matéria contida em um corpo e que o constitui é a massa. **Inércia** é a propriedade da matéria de resistir a qualquer variação da velocidade ou da direção de seu movimento. A massa é uma medida da inércia – sua resistência à mudança do movimento.

Cinética é a descrição do movimento em relação à causa do movimento. **Torque** é a tendência da força de provocar rotação em torno de um eixo. Os músculos do corpo produzem movimento em torno dos eixos articulares. **Atrito** é uma força desenvolvida entre duas superfícies, que tende a impedir

o movimento de uma superfície sobre outra. Por exemplo, se você tentar deslizar sobre o chão com carpete, calçando meias, o atrito entre as duas superfícies será tão grande que você não vai deslizar muito. Entretanto, se você deslizar sobre um assoalho de madeira bem polido calçando meias, o atrito entre as duas superfícies será muito pequeno e você terá um bom deslizamento.

► Leis de movimento

O movimento ocorre em todo lugar ao seu redor – pessoas andando, carros sendo dirigidos nas estradas, aviões voando, água fluindo nos rios, bolas sendo arremessadas etc. As três leis de Isaac Newton explicam todos os tipos de movimento. A primeira lei de Newton de movimento afirma que um corpo em repouso tende a continuar em repouso, e um corpo em movimento tende a continuar em movimento. Às vezes, é denominada **lei da inércia**, porque inércia é a tendência de um corpo permanecer em repouso ou em movimento. Para demonstrar essa lei, imagine que você está em um carro. Se o carro começa a se mover rapidamente para frente, seu corpo é empurrado contra o encosto do banco e provavelmente há hiperextensão do pescoço. O corpo estava em repouso antes de o carro se mover e tendeu a permanecer em repouso quando o carro começou a se mover. Se o carro está se movendo e para subitamente, o corpo é empurrado para frente e há flexão extrema do pescoço, porque o corpo estava em movimento e tendeu a permanecer em movimento quando o carro parou. Infelizmente, essa lei foi demonstrada por muitas pessoas que acabaram sofrendo traumatismo cervical por acidente de automóvel.

É necessário que haja uma força extra para superar a inércia de um corpo e fazer com que ele se mova, pare ou mude de direção. A aceleração do corpo depende da intensidade da força aplicada e da massa do corpo. Por exemplo, chute uma bola de futebol e ela rolará na grama. Se nenhuma força agir sobre ela, a bola rolará para sempre. Entretanto, a força do atrito que atua sobre a bola faz com que ela pare. Sempre há atrito entre duas superfícies; nesse caso, o atrito da grama sobre a superfície da bola que faz com que ela pare de rolar.

A bola de futebol também pode ser usada para demonstrar a segunda lei de Newton. Primeiro, chute a bola de leve e observe a distância que ela percorre. Depois, chute a bola com o dobro da força. Note que a bola percorrerá aproximadamente o dobro da distância. **Aceleração** é qualquer variação na velocidade de um corpo. A bola de futebol está em aceleração quando começa a se mover. Se tivesse sido chutada com mais força, percorreria uma distância proporcionalmente maior. Essa é a segunda lei de Newton do movimento, a **lei da aceleração**: a magnitude da aceleração depende da intensidade da força aplicada a um corpo. A aceleração também pode estar relacionada com a mudança de direção. É necessária uma força para mudar a direção; de acordo com a lei, a mudança de direção de um corpo depende da força aplicada a ele.

Outra parte da segunda lei de Newton diz respeito à massa de um corpo. **Massa** é a quantidade de matéria de um corpo. A aceleração é inversamente proporcional à massa do corpo. Se você aplicar a mesma força a dois corpos de massas diferentes, a aceleração do corpo que tem maior massa será menor que a aceleração do corpo de menor massa. Isso pode ser demonstrado por meio da aplicação da mesma força para lançar uma bola de futebol e, depois, uma bola de boliche. A bola de boliche, que é mais pesada, percorrerá uma distância bem menor.

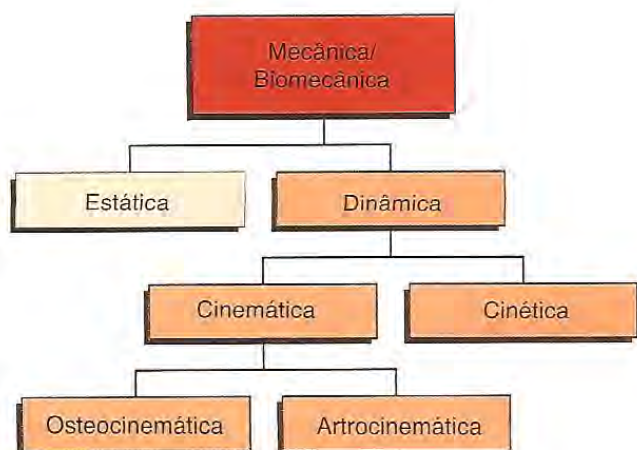


Figura 8.1 Fluxograma de relações da mecânica/biomecânica.

A terceira lei de Newton do movimento, a **lei da ação e reação**, afirma que a cada ação corresponde a uma reação igual e de sentido contrário. A intensidade da reação é sempre igual à intensidade da ação, e ocorre no sentido oposto. Isso pode ser demonstrado quando uma pessoa pula sobre uma cama elástica. A ação é pular, empurrando a cama elástica para baixo; a reação é o impulso da cama elástica, com a mesma força, que empurra a pessoa na direção oposta à qual ela pulou. Quanto mais forte pular, maior será o impulso.

Como já foi dito, não há movimento sem força. Há basicamente dois tipos de força que causam o movimento do corpo humano. As forças podem ser internas – como a contração muscular, a contenção ligamentar ou a sustentação óssea – e externas – como a gravidade ou qualquer resistência aplicada externamente, como o peso, o atrito e assim por diante.

► Força

Força é um daqueles conceitos que todos entendem, mas que é difícil definir. A produção de uma força exige a ação de um corpo sobre outro. A força pode ser de empurrar, que produz compressão, ou de puxar, que produz tensão (tração). O movimento ocorre se um lado empurrar (ou puxar) com maior intensidade que o outro.

As forças são grandezas vetoriais. Uma grandeza vetorial descreve tanto a magnitude quanto a direção. Uma pessoa que puxa um objeto pesado com uma corda é um exemplo de vetor. A tensão na corda representa a magnitude do vetor, e a direção da tração representa a direção do vetor.

Uma força vetorial pode ser representada graficamente por uma linha reta que apresenta comprimento e direção apropriados. A Figura 8.2 mostra duas pessoas (que representam forças) empurrando uma cômoda, mas em direções perpendiculares. As características da força são:

1. Magnitude (neste caso, as duas pessoas estão empurrando com a mesma intensidade)
2. Direção (indicada pela seta)
3. Ponto de aplicação (o mesmo para as duas pessoas)

As forças podem ser descritas pelos efeitos que elas produzem. Uma **força linear** ocorre quando duas ou mais forças

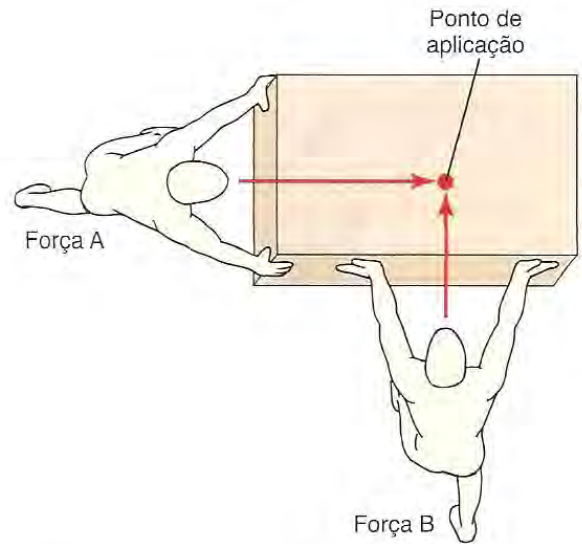


Figura 8.2 Sistema de forças concorrentes. Duas pessoas empurrando em ângulos diferentes com um ponto de aplicação comum.

atuam ao longo da mesma linha. A Figura 8.3A mostra duas pessoas puxando um barco com a mesma corda no mesmo sentido. A Figura 8.3B mostra duas pessoas puxando a mesma corda em sentidos opostos. As **forças paralelas** ocorrem no mesmo plano e em sentidos iguais ou opostos. Um exemplo de forças paralelas seria a pressão sobre três pontos de uma órtese (Figura 8.4). Duas forças – neste caso, X e Y – são paralelas e têm o mesmo sentido, enquanto uma terceira força paralela (Z), a parte posterior da órtese, tem sentido contrário. Essa força de posição média deve estar sempre entre as duas forças paralelas. Para ser eficaz, a intensidade da força média tem de ser suficiente para resistir às outras duas forças. Você poderia também dizer que as duas forças precisam ter intensidade suficiente para resistir à força média.

Para produzir **forças concorrentes**, duas ou mais forças devem agir sobre um ponto comum, mas em diferentes direções, como as duas pessoas que empurram a cômoda na Figura 8.5. O efeito global dessas duas forças diferentes é denominado **força resultante** e ocupa uma posição intermediária entre elas.

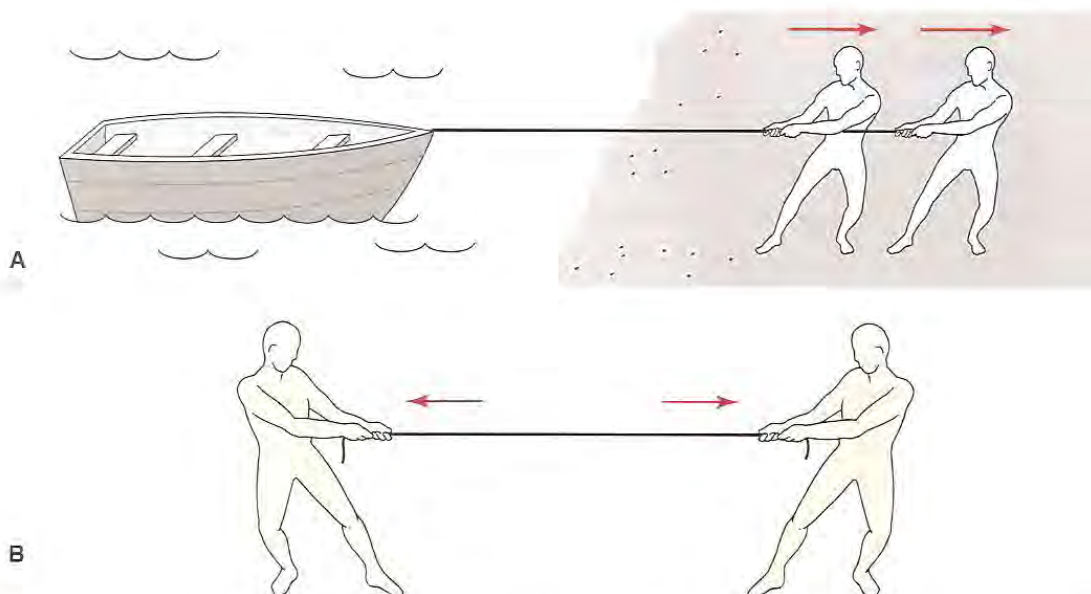


Figura 8.3 Forças lineares. **A.** Duas pessoas puxando no mesmo sentido. **B.** Duas pessoas puxando em sentidos opostos.

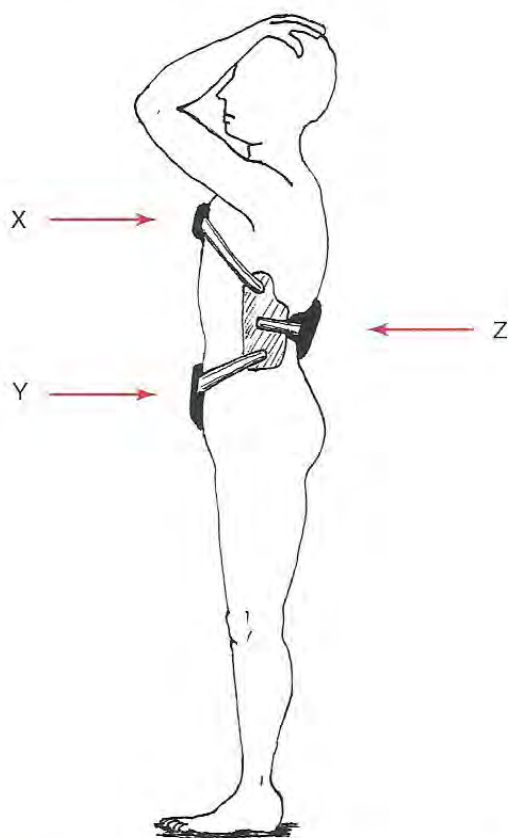


Figura 8.4 Forças paralelas de uma órtese. As forças X e Y são paralelas no mesmo sentido, enquanto a força Z é paralela, mas no sentido oposto. A força Z deve estar entre as forças X e Y para que haja estabilidade. Se a força Z estivesse em qualquer uma das extremidades em vez de no meio, poderia ocorrer movimento.

Como podem ser representadas por vetores, as forças podem ser demonstradas graficamente por meio do **método do paralelogramo**. Usando a Figura 8.5 como exemplo, primeiro desene os vetores correspondentes às duas forças (linhas cheias); depois, complete o paralelogramo usando linhas tracejadas e, em seguida, trace a diagonal do paralelogramo (linha média e seta). Essa linha diagonal é a força resultante.

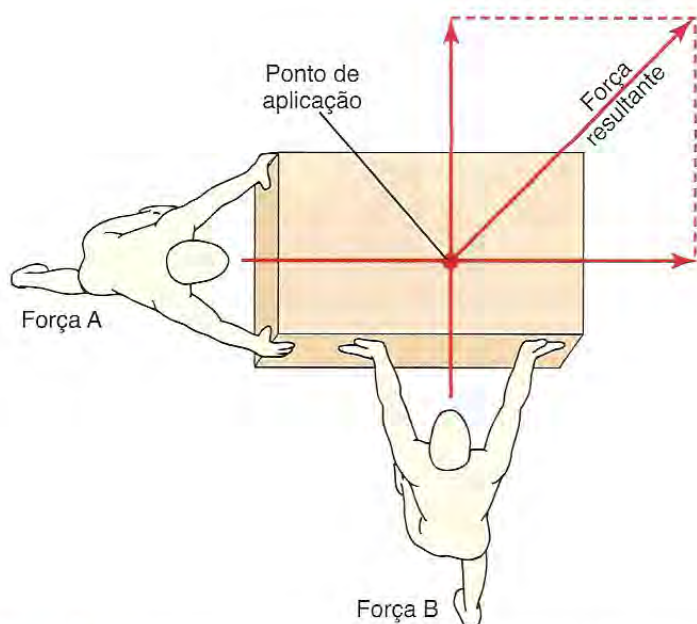


Figura 8.5 Um paralelogramo representa graficamente a força resultante de duas forças concorrentes que empurram uma cômoda.

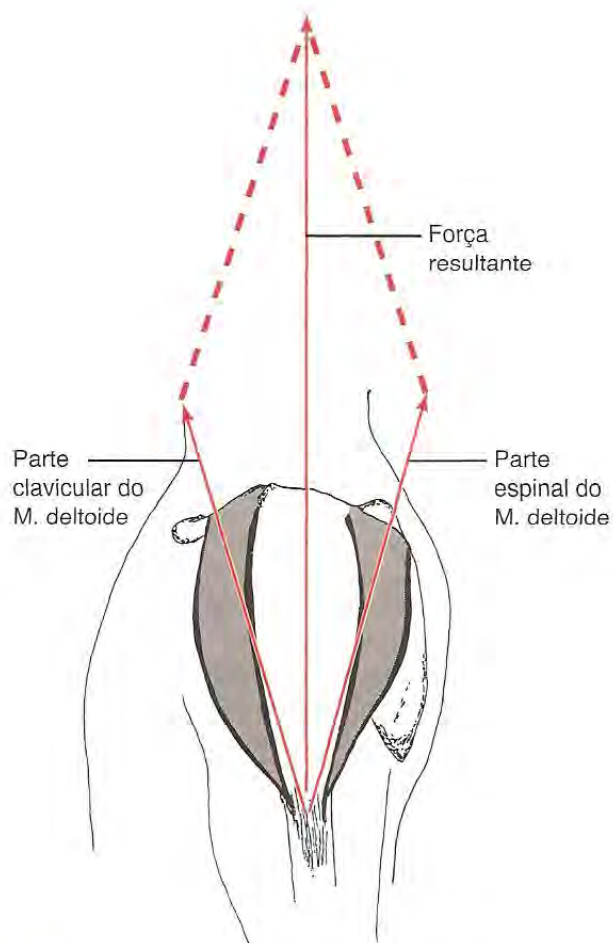


Figura 8.6 Resultante de forças iguais das partes clavicular (anterior) e espinal (posterior) do músculo deltoide.

Um exemplo da força resultante no corpo é dado pelas partes clavicular (anterior) e espinal (posterior) do músculo deltoide (Figura 8.6). Embora ambas as partes tenham uma inserção distal (ponto móvel) comum, a tração ocorre em diferentes direções. Por exemplo, quando as duas forças paralelas são iguais, a força resultante provoca a abdução do ombro. Se a tração das duas forças fosse diferentes (*i. e.*, se a tração da parte clavicular do músculo deltoide fosse mais forte do que a da parte espinal), a força resultante provocaria um movimento que se aproximaria mais da direção da parte clavicular (Figura 8.7). Assim, o ombro flexionaria e abduziria diagonalmente na direção anterior e lateral.

O **binário de forças** ocorre quando duas ou mais forças atuam em direções diferentes, produzindo um movimento de rotação. Na Figura 8.8, note que a parte descendente (supe-

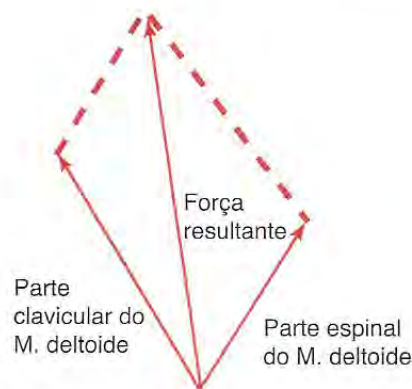


Figura 8.7 A resultante de forças diferentes dirige-se para a de maior força.

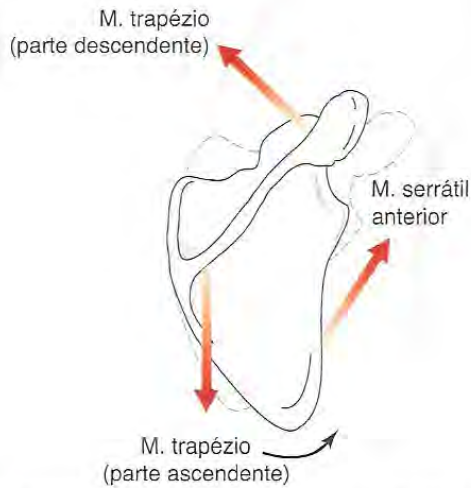


Figura 8.8 Binário de forças dos músculos responsáveis pela rotação da escápula.

rior) do músculo trapézio move a escápula para cima e para medial, a parte ascendente (inferior) do músculo trapézio move a escápula para baixo e o músculo serrátil anterior, para lateral. O efeito combinado desses movimentos é a rotação da escápula.

► Torque

Torque, também conhecido como **momento de força**, é a capacidade da força de produzir rotação em torno de um eixo. O torque pode ser considerado uma força rotatória. A magnitude do torque de uma alavanca depende da força exercida e da distância a que está do eixo. O uso de uma chave inglesa demonstra o torque. A força de rotação (torque) exercida pela chave inglesa pode ser aumentada por:

1. aumento da força aplicada ao cabo ou
2. aumento do comprimento do cabo.

O torque também corresponde à magnitude da força necessária para que uma contração muscular promova o movimento de rotação articular.

O torque possível depende da intensidade (magnitude) da força e da distância perpendicular entre a linha de tração da força e o eixo de rotação. Essa distância perpendicular é denominada **braço de momento** ou *braço de torque* (Figura 8.9). Portanto, o braço de momento de um músculo é a distância perpendicular entre a linha de tração do músculo e o centro da articulação (eixo de rotação). O torque é máximo quando o ângulo de tração é igual a 90° (Figura 8.10A), e diminui à medida que o ângulo de tração diminui (Figura 8.10B) ou aumenta (Figura 8.10C) em relação à posição perpendicular.

Nenhum torque é produzido se a força está direcionada exatamente no eixo de rotação. Embora isso não seja possível no caso de um músculo, chega muito perto. Por exemplo, a contração do músculo bíceps braquial em extensão total ou quase total

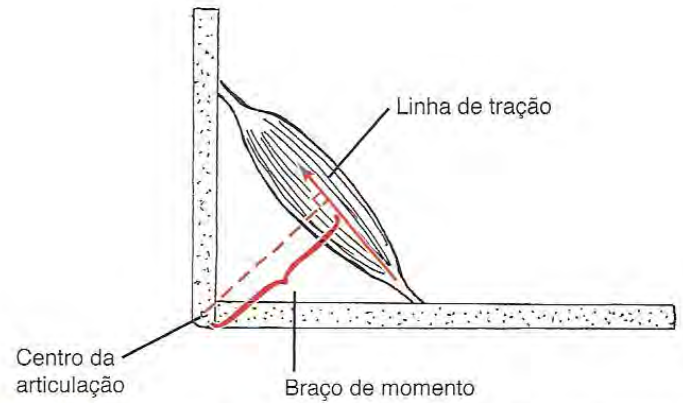


Figura 8.9 O braço de momento do músculo bíceps braquial é a distância perpendicular entre a linha de tração do músculo e o centro da articulação.

do cotovelo produz um torque muito pequeno (Figura 8.10B). Isso ocorre porque a distância perpendicular entre o eixo da articulação e a linha de tração é muito pequena. Além disso, a força gerada pelo músculo é basicamente uma **força estabilizadora**, em que quase toda a força gerada é direcionada de volta para a articulação, aproximando os dois ossos.

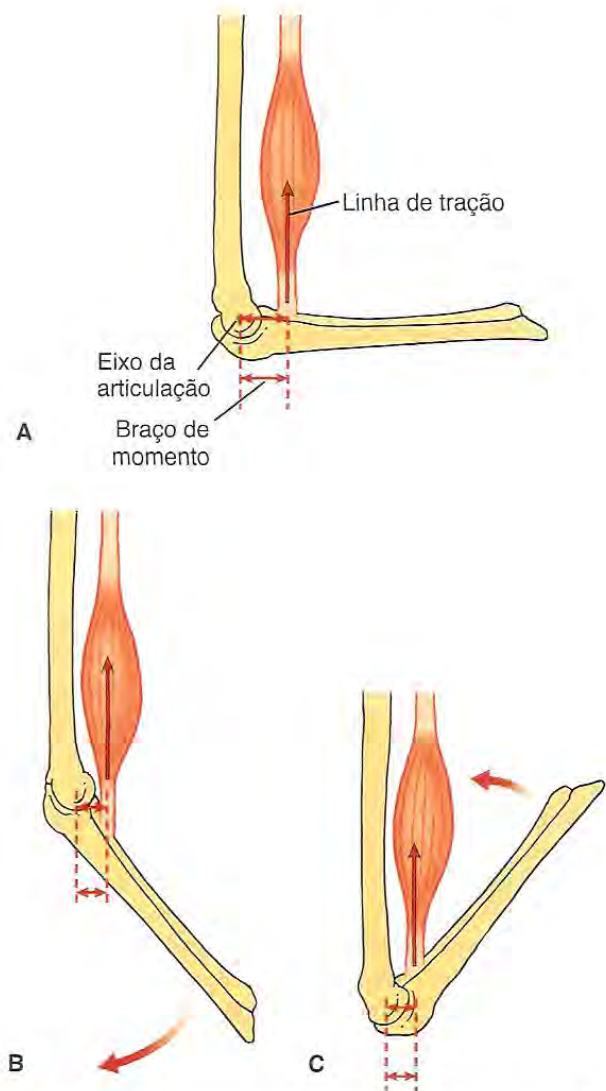


Figura 8.10 Efeito do braço de momento sobre o torque. **A.** O braço de momento e a força angular são máximos a 90°. **B.** À medida que o ângulo da articulação se aproxima de 0°, o braço de momento diminui e a força estabilizadora aumenta. **C.** À medida que o ângulo articular passa de 90° e se aproxima de 180°, o braço de momento diminui e a força de deslocamento aumenta.

Por outro lado, quando o ângulo de tração é de 90° (Figura 8.10A), a distância perpendicular entre o eixo da articulação e a linha de tração é muito maior. Assim, a força gerada pelo músculo é basicamente uma **força angular**, ou força de movimento, em que a maior parte da força gerada é rotatória, e não estabilizadora da articulação.

Durante a contração de um músculo ao longo de sua amplitude de movimento (ADM), a magnitude da força angular ou estabilizadora varia. À medida que aumenta a força angular do músculo, diminui a força estabilizadora e vice-versa. A 90° , ou a meio caminho da amplitude, a força angular do músculo é máxima. Além de 90° , a força estabilizadora torna-se uma **força de deslocamento**, porque a força é direcionada a se afastar da articulação (Figura 8.10C). Nas Figuras 8.10B e C, quando as forças estabilizadora e de deslocamento estão aumentando, a força angular (de rotação) está diminuindo. Em outras palavras, um músculo é mais eficiente em movimentar, ou rodar, uma articulação quando a articulação forma um ângulo igual ou próximo a 90° . A eficiência de movimento ou rotação é menor quando o ângulo da articulação está no início ou perto do fim da amplitude de movimento. Alguns músculos têm uma força estabilizadora muito maior que a força angular durante toda sua amplitude de movimento e, portanto, são mais eficazes na estabilização do que na movimentação da articulação. O músculo coracobraquial da articulação do ombro é um bom exemplo (ver Figura 10.17). Sua linha de tração é principalmente vertical e está muito próxima do eixo da articulação do ombro; portanto, tem um braço de momento muito curto, o que torna este músculo mais eficaz na estabilização da cabeça do úmero na cavidade glenoidal durante a movimentação da articulação do ombro.

A força angular do músculo quadríceps femoral é aumentada pela presença da patela. A patela, um osso sesamoide encapsulado no tendão, aumenta o braço de momento do referido músculo, mantendo seu tendão afastado do fêmur. Isso modifica o ângulo de tração e possibilita que o músculo tenha maior força angular (Figura 8.11A). Sem a patela, o braço de momento é menor, o que torna a linha de tração do músculo mais vertical, e grande parte da força do músculo quadríceps femoral é direcionada para a articulação (Figura 8.11B). Embora isso favoreça a estabilidade, não é eficaz para o movimento. Para que haja movimento eficaz do joelho, é essencial que o músculo quadríceps femoral produza uma grande força angular.

Em resumo, se o braço de momento é maior, então a força angular (torque) também é maior. O braço de momento é determinado pela medida da distância perpendicular entre o eixo da articulação e a linha de tração do músculo. Se o ângulo da articulação estiver próximo de 0° (quase reto), o braço de momento é pequeno e a força é uma ação estabilizadora que aproxima os dois ossos da articulação. Se o ângulo da articulação estiver mais próximo de 180° (flexão completa), o braço de momento é pequeno e a força está deslocando, ou seja, afastando os dois ossos um do outro. Se o ângulo da articulação estiver no meio de sua amplitude de movimento, o braço de momento é máximo, e a capacidade de mover a articulação também é máxima. O braço de momento, o tamanho do músculo e a força contrátil do músculo determinam o quanto o músculo é eficaz na movimentação da articulação.

► Estabilidade

Quando um objeto está estabilizado, todos os torques que agem sobre ele são iguais e diz-se que está em **estado de equi-**

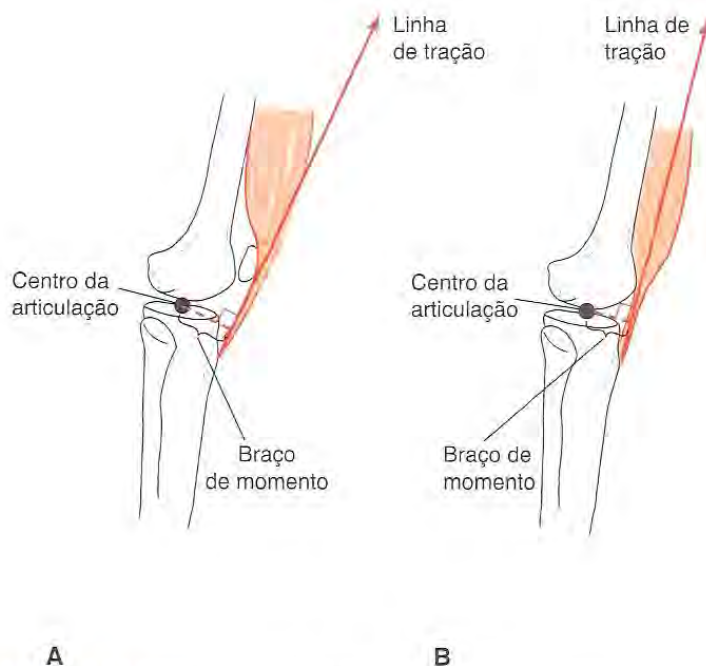


Figura 8.11 Braço de momento do músculo quadríceps femoral com patela (A) e sem patela (B).

líbrio. A segurança ou a precariedade desse estado de equilíbrio depende principalmente da relação entre o centro de gravidade do objeto e sua base de sustentação. Para entender os princípios de estabilidade, alguns termos devem ser definidos. **Gravidade** é a atração mútua entre a Terra e o objeto. A **força gravitacional** é sempre vertical, de cima para baixo, em direção ao centro da Terra. Na prática, a força gravitacional aponta sempre em direção ao solo. **Centro de gravidade (CG)** é o ponto de equilíbrio de um corpo no qual o torque é igual de todos os lados. Também é o ponto de interseção dos planos do corpo humano, como mostra a Figura 8.12.

No corpo humano, o CG está localizado na linha mediana, aproximadamente no mesmo nível que a segunda vértebra sacral do adulto, embora um pouco anterior em relação à vértebra. Como as proporções do corpo variam com a idade, o CG da criança é mais alto que o do adulto. Para demonstrar isso, passe o braço direito sobre a cabeça e toque a orelha esquerda (Figura 8.13A). Após, peça a uma criança de 3 anos para fazer o mesmo. Nota-se que enquanto você consegue tocar a orelha com facilidade, a mão da criança só chega até a região superior da cabeça (Figura 8.13B). A cabeça da criança é proporcionalmente muito maior que os braços e o restante do corpo.

Vale lembrar que a proporção altura-envergadura ganhou fama com a ilustração de Leonardo da Vinci. No adulto, o comprimento dos braços estendidos (envergadura) é igual à sua altura (Figura 8.14).

A **base de sustentação (BS)** é a parte de um corpo que está em contato com a superfície de apoio. O contorno da superfície do corpo em contato com o solo é a BS. **Linha de gravidade (LG)** é a linha vertical imaginária que passa através do CG em direção ao centro da Terra. Esses conceitos são demonstrados na Figura 8.15.

Existem basicamente três estados de equilíbrio (Figura 8.16). O **equilíbrio estável** ocorre quando um corpo está em uma posição em que o seu deslocamento exigiria a elevação do CG. Um exemplo simples é um tijolo. O tijolo é bastante estável quando sua parte mais larga está em contato com a superfície (BS) (Figura 8.16A). Para deslocar o tijolo, seria necessário levantar uma extremidade em qualquer direção, assim ele-

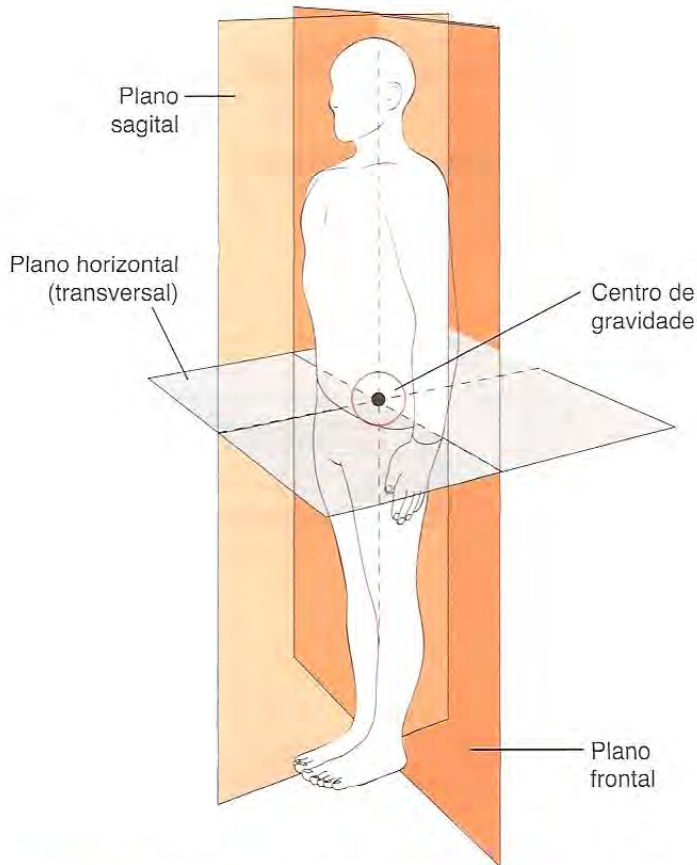


Figura 8.12 O centro de gravidade é o ponto de interseção dos três planos principais.

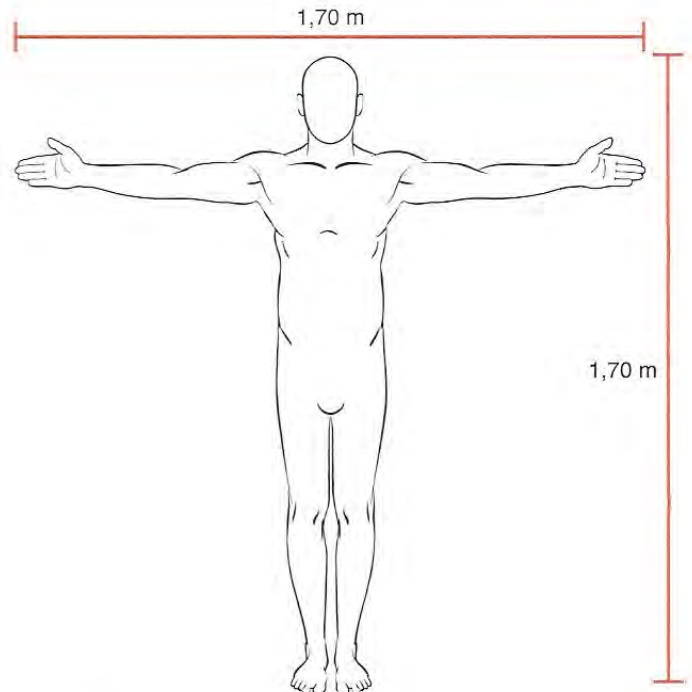


Figura 8.14 No adulto, a envergadura dos braços é igual à altura do corpo.

vando o CG. O mesmo poderia ser dito de uma pessoa deitada no chão. O **equilíbrio instável** ocorre quando uma pequena força é suficiente para deslocar um corpo. Um bom exemplo é um lápis equilibrado sobre a extremidade apontada, e um semelhante é o de uma pessoa em pé apoiada sobre uma única perna. Uma vez em equilíbrio, a força necessária para derrubar o lápis ou a pessoa é muito pequena (Figura 8.16B).

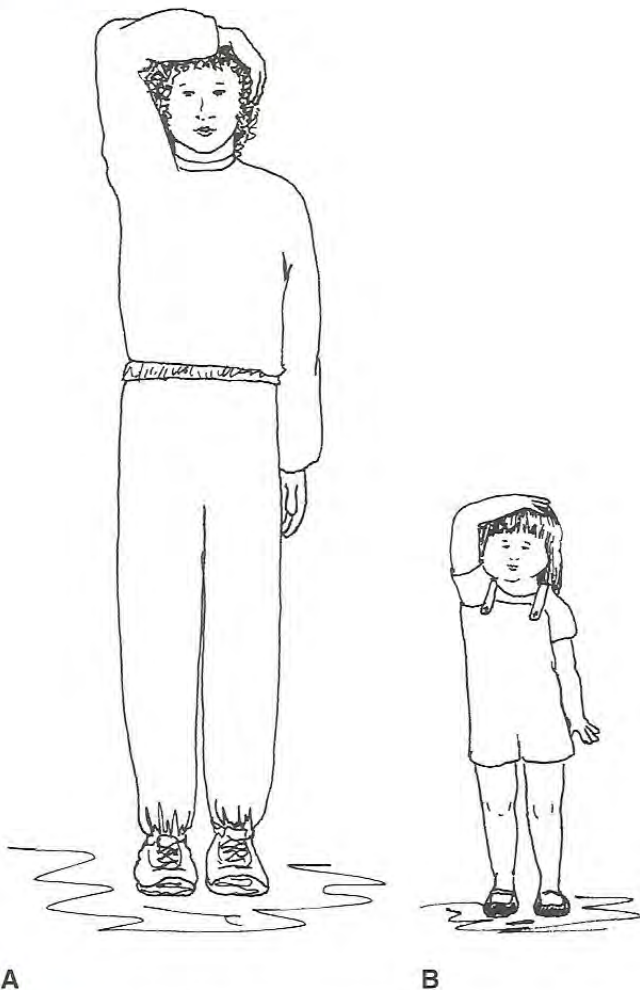


Figura 8.13 As proporções do corpo se modificam com o crescimento. **A.** O adulto consegue alcançar a orelha oposta passando o braço por cima da cabeça. **B.** A criança só alcança a parte superior da cabeça.

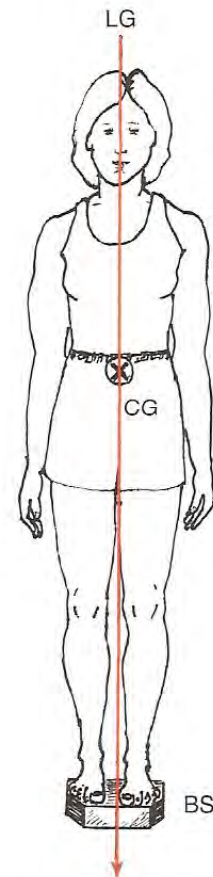


Figura 8.15 Centro de gravidade (CG), linha de gravidade (LG) e base de sustentação (BS).

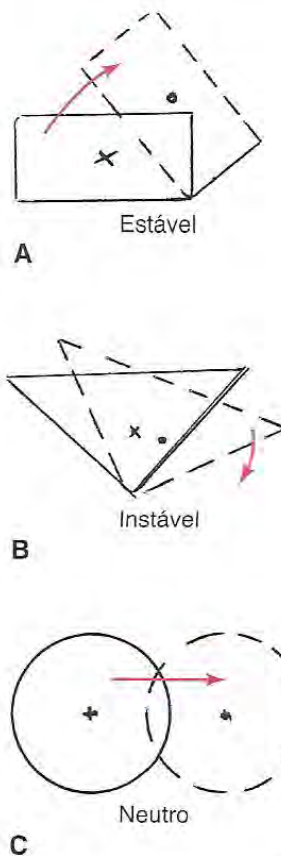


Figura 8.16 Três estados de equilíbrio: estável (A), instável (B) e neutro (C).

O **equilíbrio neutro** ocorre quando o CG de um corpo não é elevado nem abaixado quando é deslocado. A bola é um bom exemplo. O CG continua o mesmo quando a bola rola no chão (Figura 8.16C). Uma pessoa que atravessa uma sala sentada em uma cadeira de rodas demonstra o equilíbrio neutro.

Os seguintes princípios demonstram as relações entre equilíbrio, estabilidade e movimento:

1. Quanto mais inferior é o CG, mais estável é o objeto. Na Figura 8.17, os dois triângulos têm a mesma base de sustentação. Entretanto, o triângulo da esquerda é mais alto, tem um CG mais alto e, portanto, é mais instável que o triângulo da direita. A força necessária para deslocar o triângulo mais alto é menor.
2. É necessário que o CG e a LG estejam dentro da BS para que um corpo permaneça estável. (Lembre-se de que a LG passa através do CG; portanto, o que se aplica a um também se aplica ao outro. Para efeitos de clareza, a partir de agora, o termo CG será usado.) Quanto mais larga é a BS,

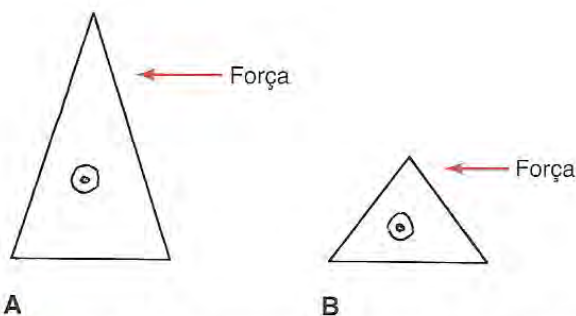
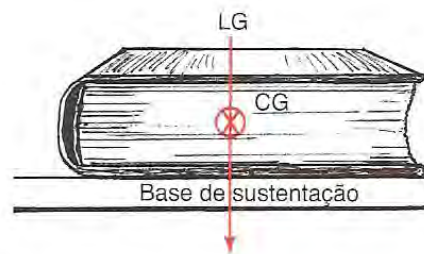
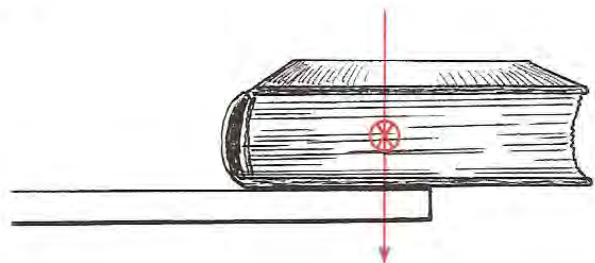


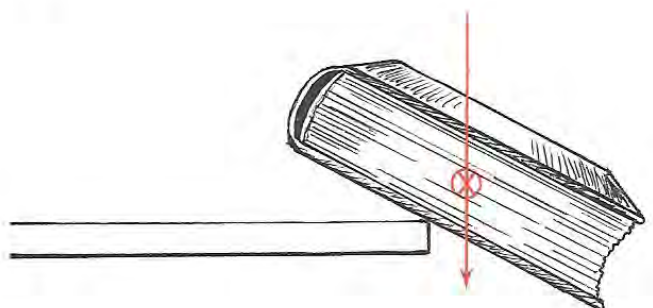
Figura 8.17 Relação entre a altura do centro de gravidade e a estabilidade. A. O CG mais alto é menos estável. B. O CG mais baixo é mais estável.



A



B



C

Figura 8.18 Relação entre CG e BS. A. O livro está muito estável, porque o CG está no meio da BS. B. O livro é menos estável, porque o CG está perto da margem da BS. C. O livro está instável e cairá porque o CG está fora da BS.

mais estável é o corpo. No exemplo da Figura 8.18A, o livro está totalmente apoiado sobre a BS (tampo da mesa) e está bastante estável. À medida que é empurrado em direção à margem da mesa (Figura 8.18B), ele começa a ficar menos estável. Quando o CG não está mais dentro da BS (Figura 8.18C), o livro cai.

Outro exemplo é uma mulher em pé, apoiada em ambos os pés (Figura 8.19A). O seu CG está no centro, ou perto do centro, da base de sustentação. Quando ela se inclina lateralmente (Figura 8.19B), o CG se desloca em direção à margem da BS. Assim que o seu CG ultrapassar a BS, sua posição passará a ser instável, e, se sua postura não for corrigida ou sua BS alargada, ela cairá. Para se inclinar mais sem perder o equilíbrio, ela poderia levantar o braço oposto ou afastar as pernas. Nesses casos, o CG voltaria à posição sobre a BS.

3. A estabilidade aumenta à medida que a BS é alargada na direção da força. Uma pessoa em pé no ponto de ônibus em um dia de vento forte estaria mais estável de frente para o vento e com um pé atrás do outro, o que alargaria a BS na direção do vento (Figura 8.20).
4. Quanto maior é a massa de um corpo, maior é sua estabilidade. Esse conceito é observado pelo tamanho dos jogadores de futebol americano. Os *linebackers* (jogadores da defesa) são mais pesados e, portanto, mais difíceis de

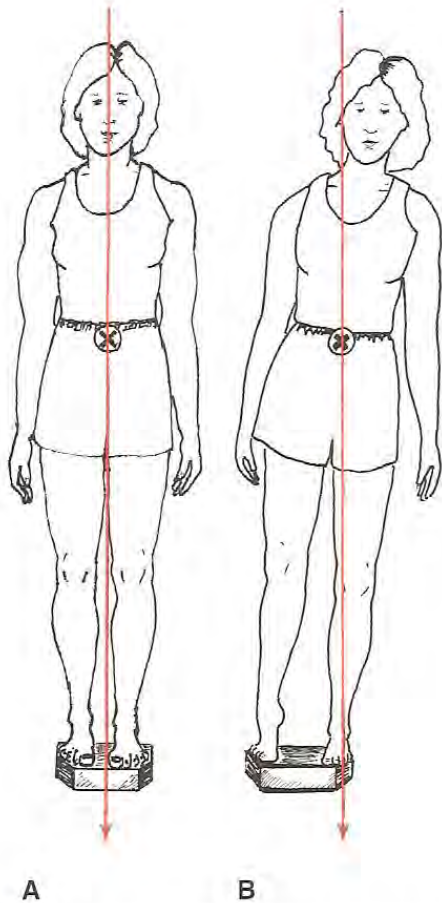


Figura 8.19 Relação entre CG e BS. **A.** Ela está em posição estável – o seu CG está no meio da BS. **B.** Ela está menos estável, porque o seu CG está perto da margem da BS.



Figura 8.20 A base de sustentação mais larga na direção da força aumenta a estabilidade.

empurrar, mas não são muito rápidos. Os *halfbacks*, jogadores com a função de correrem com a bola, são muito mais leves (e mais fáceis de empurrar). Pode-se dizer que o ganho em estabilidade corresponde à perda em velocidade e vice-versa.

- Quanto maior o atrito entre a superfície de sustentação e a BS, maior será a estabilidade do corpo. Caminhar na calçada coberta de gelo é escorregadio, porque praticamente não há atrito entre o gelo e o calçado. A areia jogada na calçada aumenta o atrito da superfície congelada, melhorando a tração. Nem sempre é desejável que a superfície tenha muito atrito. É muito mais fácil empurrar uma cadeira de rodas sobre um assoalho de madeira do que sobre um tapete. O tapete aumenta o atrito, dificultando o deslocamento da cadeira de rodas.
- As pessoas têm melhor equilíbrio durante o movimento se elas olham para um objeto fixo ao invés de um objeto móvel. Portanto, as pessoas que estão aprendendo a andar de muletas têm maior estabilidade quando olham para um objeto adiante no corredor do que quando olham para os próprios pés ou para as muletas em movimento.

► Máquinas simples

Em engenharia, várias máquinas são usadas para modificar a magnitude ou a direção de uma força. As quatro máquinas simples são: alavanca; polia; roda e eixo; bem como plano inclinado. Exemplos de cada uma dessas máquinas, exceto do plano inclinado, podem ser encontrados no corpo humano. A alavanca, a roda e o eixo e o plano inclinado tornam possível que uma pessoa exerça uma força maior do que seria viável apenas com a potência muscular; a polia possibilita que a força seja aplicada com maior eficácia. Esse aumento da força geralmente ocorre à custa da velocidade e pode ser expressado em termos de vantagem mecânica, que será descrita adiante.

▪ Alavancas

Há três classes de alavancas, e cada uma delas tem uma diferença de propósito e de vantagem mecânica. Usamos as alavancas diariamente para ajudar a executar várias atividades. Em geral, a alavanca favorece a força ou a distância (amplitude de movimento), mas não ambas. No entanto, a função básica de todas as máquinas simples determina que a vantagem obtida em potência é perdida em distância. Às vezes, uma grande quantidade de força é necessária, como ao deslocar uma pedra pesada. Outras vezes, a distância é necessária (amplitude de movimento), como ao balançar uma raquete de tênis. Carrinhos de mão, pés de cabra, abridores de lata manuais, tesouras, tacos de golfe e gangorras são apenas alguns exemplos de alavanca. Diferentes tipos de alavanca também podem ser encontrados no corpo humano. Cada tipo de alavanca favorece a força ou a distância, mas não ambas.

É preciso conhecer alguns termos para compreender a estrutura e a função das alavancas. A **alavanca** é rígida e pode rodar em torno de um ponto fixo quando se aplica uma força. O osso é um exemplo de alavanca no corpo humano. O ponto fixo em torno do qual a alavanca roda é o **eixo (E)**, às vezes denominado *fulcro*. No corpo, a articulação representa o eixo. A **força (F)**, às vezes denominada *esforço*, que faz com que a alavanca se mova é geralmente muscular. A **resistência (R)**, às vezes denominada *carga*, que deve ser superada para que ocorra movimento inclui o peso da parte movimentada (braço,

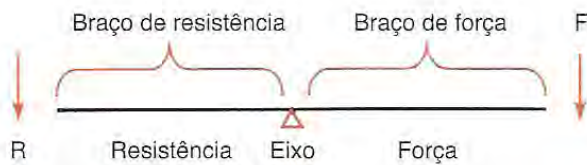


Figura 8.21 Componentes de uma alavanca.

perna etc.), a tração da gravidade sobre essa parte ou um peso externo deslocado por essa parte do corpo. Ao determinar a função de um músculo (força ou resistência), é importante usar o ponto de inserção no osso, não o ventre muscular, como ponto de referência. Ao determinar a resistência da parte, use o seu CG.

O **braço de força (BF)** é a distância entre a força e o eixo, enquanto o **braço de resistência (BR)** é a distância entre a resistência e o eixo (Figura 8.21). A posição do eixo (E) em relação à força (F) e à resistência (R) define o tipo de alavanca. Quanto mais longo é o BF, mais fácil é mover a parte. Por outro lado, quanto mais longo for o BR, mais difícil será mover a parte. Não esqueça, sempre existe uma compensação. Com o BF mais longo, é mais fácil mover a parte, mas o BF terá de mover por uma distância maior. Quando o BR for mais longo, não será necessário mover tanto, porém será mais difícil.

Classes de alavancas

Na **alavanca de primeira classe**, o eixo está localizado entre a força e a resistência.

Alavanca de primeira classe F ————— R
E

Se o eixo estiver próximo da resistência, o BR será mais curto e o BF será mais longo; portanto, será fácil mover a resistência. Se o eixo estiver próximo da força, acontecerá justamente o inverso; será difícil mover a resistência.

Experimente fazer isso com um lápis (eixo), uma régua (força) e um livro de peso médio (resistência). Um objeto pequeno que não rolasse com facilidade, como um lápis, seria melhor para representar o eixo; caso contrário, peça a alguém para segurar o lápis no lugar. A régua – ou até mesmo outro lápis – para ser usada, deverá ser rígida. Coloque a régua cerca de 5 cm sob o livro, de maneira que ela permaneça no lugar quando o livro for levantado. Posicione o lápis sob a régua, perpendicular a ela, próximo ao livro (Figura 8.22A). Você terá criado um BF longo e um BR curto. Empurre para baixo a extremidade livre da régua e note dois fatos: (1) como é fácil levantar o livro e (2) quanto você precisa abaixar a extremi-

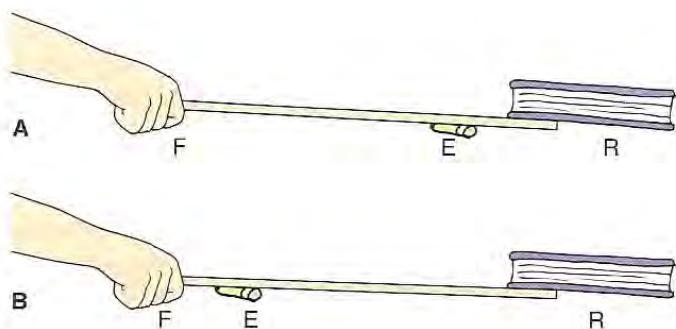


Figura 8.22 Alavanca de primeira classe. FER (F = força; E = eixo; R = resistência). **A.** E está mais perto de R. **B.** E está mais perto de F.

dade da régua. Em seguida, desloque o lápis (eixo) em direção à outra extremidade (livre) da régua e empurre a régua para baixo (Figura 8.22B). Dessa vez, nota-se que está mais difícil levantar o livro, mas não foi preciso abaixar muito a extremidade da régua. Você acabou de demonstrar que com um BF longo (ou um BR curto):

1. é fácil mover a resistência (livro),
2. a resistência move-se por uma curta distância e
3. a força é aplicada por uma longa distância.

Entretanto, com um BF curto (ou um BR longo):

1. é mais difícil mover a resistência,
2. a resistência move-se por uma distância maior e
3. a força é aplicada por uma curta distância.

Esse é um exemplo de uma alavanca de primeira classe, porque o eixo está no meio, com a força de um lado e a resistência de outro. Ao colocar o eixo perto da resistência, você terá uma alavanca que favorece a força. Ao colocar o eixo perto da força, você terá uma alavanca que favorece a distância (amplitude de movimento) e a velocidade. Se você colocar o eixo exatamente no meio entre a força e a resistência (supondo que tenham o mesmo peso), a alavanca favorecerá o equilíbrio.

A Figura 8.23 mostra um trabalhador carregando dois feixes de feno. Cada feixe (um é a força e o outro, a resistência) têm aproximadamente o mesmo peso e a mesma distância do eixo. O ombro é o eixo. Se um dos feixes fosse mais pesado, o trabalhador teria de aproximá-lo mais do eixo para manter o equilíbrio geral da carga.

Um exemplo de alavanca de primeira classe no corpo humano é a cabeça apoiada sobre a primeira vértebra cervical, movendo-se para cima e para baixo em flexão e hiperextensão cervical. A vértebra é o eixo, a resistência é o peso de uma região da cabeça, e a força é a tração muscular na região oposta da cabeça. A força e a resistência podem trocar de lugar, dependendo do modo de inclinação da cabeça. Por exemplo, como mostra a Figura 8.24A, se a sua cabeça está inclinada em direção ao tórax e você quer retorná-la à posição vertical (anatômica), seus músculos posteriores do pescoço (força) deverão se contrair para puxar o peso da cabeça contra a gravidade (resistência). Se você olhar para o céu, sua cabeça inclinará para trás e você usará os músculos anteriores do pescoço para retornar a cabeça à posição vertical (anatômica) (Figura 8.24B). Embora força e resistência possam trocar de



Figura 8.23 Alavanca de primeira classe. As duas cargas (F e R) estão equilibradas sobre os ombros.

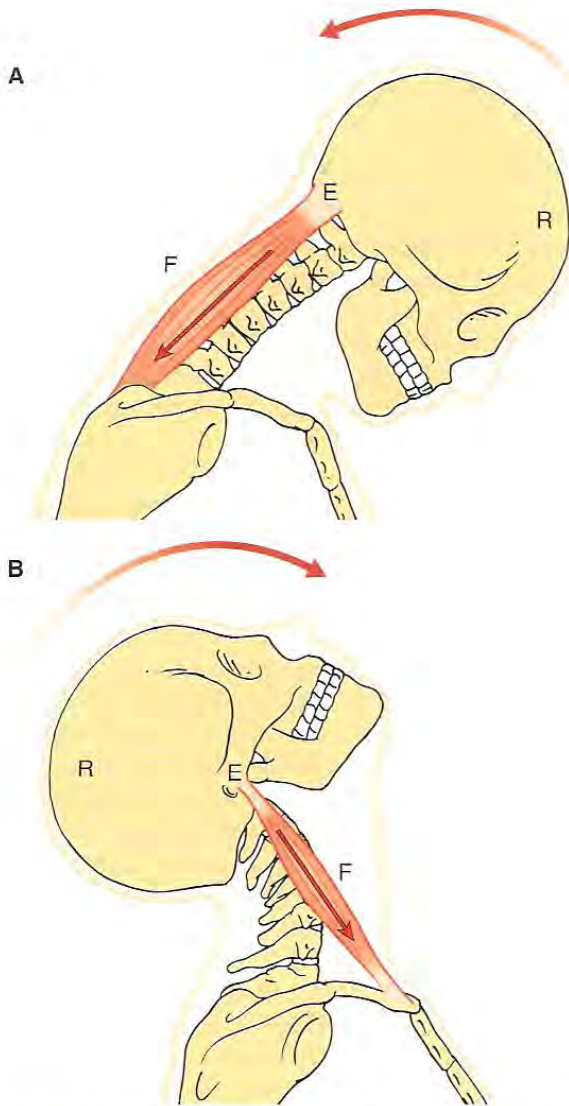
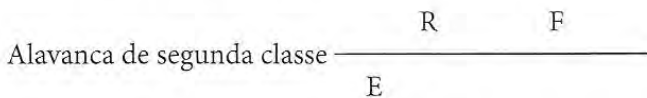


Figura 8.24 O movimento da cabeça sobre o pescoço corresponde a uma alavanca de primeira classe. Em (A), o eixo é a cabeça que se move posteriormente sobre a coluna vertebral e está localizada entre a força (os músculos extensores) e a resistência (o peso da própria cabeça). Em (B), o eixo é a cabeça que se move anteriormente sobre a coluna vertebral (em direção ao tórax) e está localizada entre a força (músculos flexores) e a resistência (peso da cabeça).

lugar, dependendo do movimento, o eixo está sempre no meio de uma alavanca de primeira classe.

Em uma **alavanca de segunda classe**, a resistência está no meio, com o eixo em uma extremidade e a força em outra:



O carrinho de mão é um exemplo de alavanca de segunda classe (Figura 8.25). A roda da frente é o eixo, o conteúdo do carrinho é a resistência e a pessoa que o empurra é a força. Se considerarmos que o carrinho contém uma carga pesada de tijolos, nós podemos aplicar a afirmação anterior de que, *quanto mais longo é o BF, mais fácil é mover a parte e quanto mais longo é o BR, mais difícil é mover a parte*. Se pusermos todos os tijolos o mais próximo possível da roda (Figura 8.25A), temos agora um BF longo e um BR curto. Assim deve ser mais fácil mover o carrinho de mão. Entretanto, se pusermos os tijolos na outra extremidade do carrinho (Figura 8.25B), o comprimento do BF continua igual, mas o BR é maior. Agora é mais difícil mover o carrinho porque o BR foi alongado.

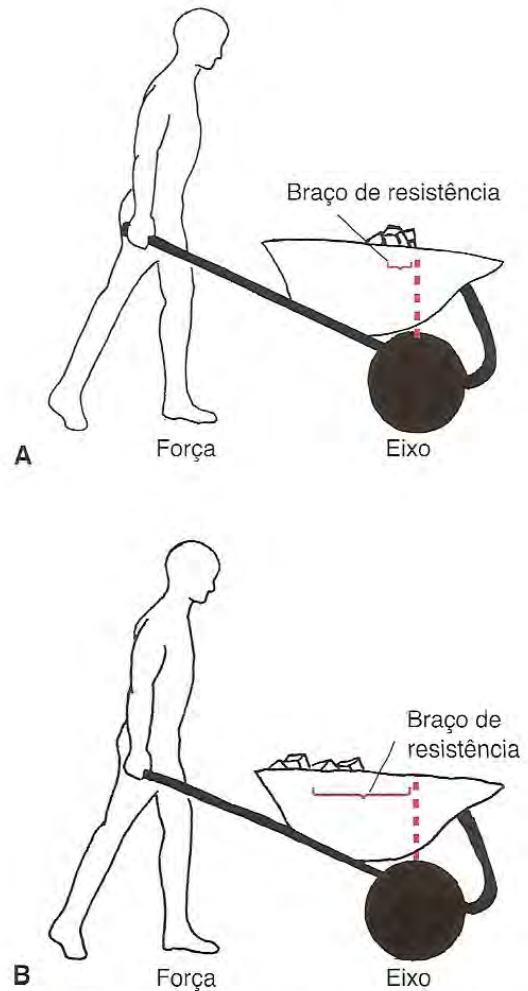


Figura 8.25 Alavanca de segunda classe. A. O BR é mais curto. B. O BR é mais longo.

Existem relativamente poucos exemplos de alavancas de segunda classe no corpo; porém, a ação dos músculos flexores plantares do pé quando uma pessoa está na ponta dos pés é um deles (Figura 8.26). Nesse caso, o eixo é representado pelas articulações metatarsofalângicas (MTF) no pé, a resistência é

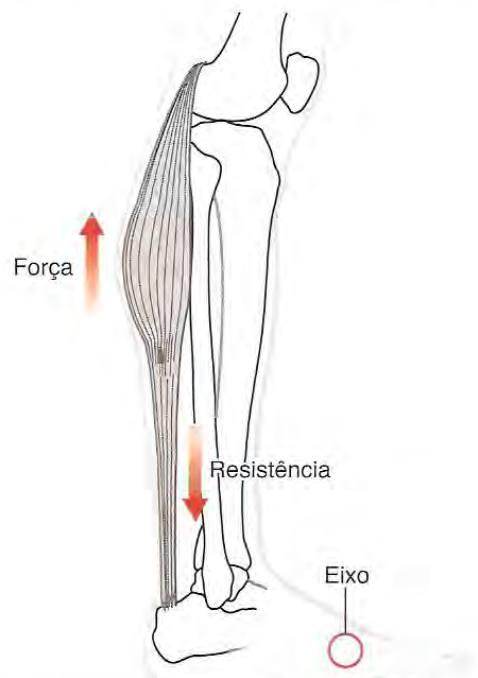
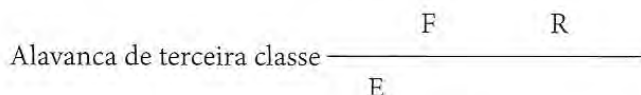


Figura 8.26 A elevação do peso corporal pelos músculos flexores plantares demonstra a alavanca de segunda classe.

a tíbia e o restante do peso corporal acima dela, e a força é provida pelos músculos flexores plantares do pé. Portanto, a resistência (peso corporal) está entre o eixo (articulação MTF) e a força (músculos flexores plantares). O BR é apenas um pouco mais curto que o BF. Essa alavanca favorece a potência porque uma força relativamente pequena (o músculo) consegue mover uma grande resistência (o corpo). No entanto, o corpo só pode ser elevado por uma curta distância. Mais uma vez, comprova-se a regra básica das máquinas simples – o que se ganha em potência (elevando o peso do corpo) se perde em distância (não é possível levantar muito o corpo).

Em uma **alavanca de terceira classe** a força está no meio, com a resistência e o eixo em extremidades opostas:



Um exemplo desse tipo de alavanca é uma pessoa que puxa ou empurra a extremidade de um barco em relação ao cais (Figura 8.27). O eixo é a frente do barco amarrado ao cais. A força é a pessoa empurrando o barco, e a resistência é o peso do

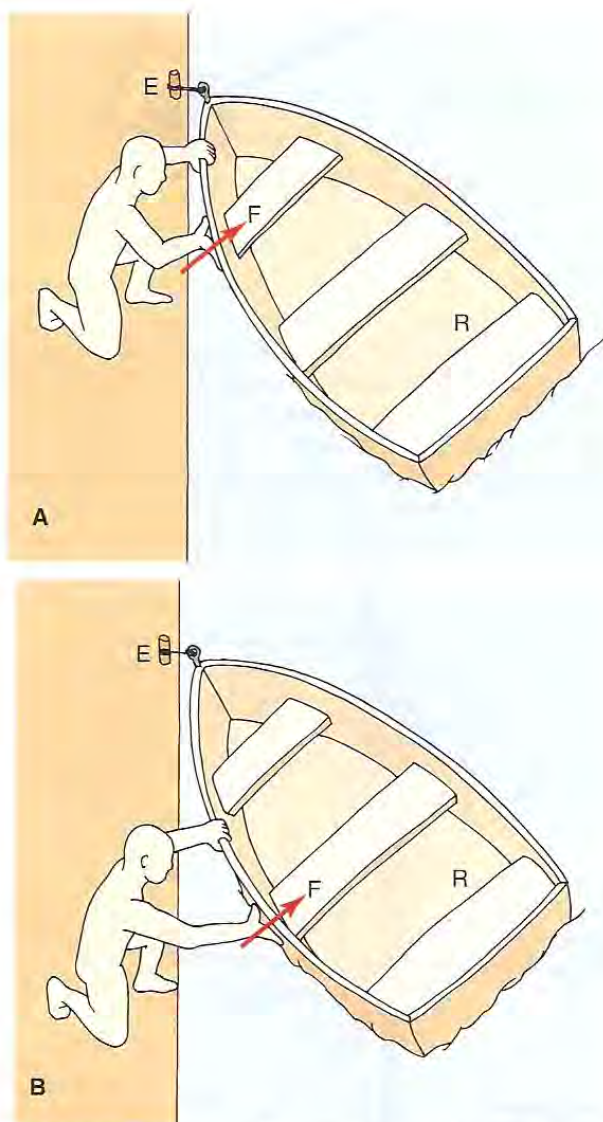


Figura 8.27 O movimento do barco amarrado ao cais demonstra a alavanca de terceira classe (eixo, força, resistência). E é o ponto onde o barco está amarrado ao cais, F é o local onde a pessoa empurra (ou puxa) o barco, e R é o peso do barco. Em (A) será mais difícil mover o barco enquanto em (B) será mais fácil.

do barco. Se a pessoa empurrar próximo à parte da frente do barco, como na Figura 8.27A, será mais difícil mover o barco, mas a parte traseira se afastará do cais. Por outro lado, se a pessoa aplicar a força para empurrar na parte traseira do barco, como na Figura 8.27B, a popa não se afastará tanto do cais, porém será mais fácil movê-la. Neste caso, o BR não se altera, mas o BF, sim. Quando o BF é mais curto, é difícil empurrar o barco, mas a distância percorrida é maior. Quando o BF é mais longo, é mais fácil empurrar o barco, mas ele não se afasta tanto. Em outras palavras, todo ganho de distância corresponde à perda em potência.

A vantagem da alavanca de terceira classe é a velocidade e a distância. Essa é, sem dúvida, a alavanca mais comum no corpo. No exemplo da flexão do cotovelo (Figura 8.28), o eixo é a articulação do cotovelo, o músculo bíceps braquial exerce a força, e a resistência é o peso do antebraço e da mão. Para que a mão seja realmente funcional, ela deve ser capaz de se mover com extensa amplitude de movimento. A resistência, neste caso, varia dependendo do que se carrega na mão.

Por que há tantas alavancas de terceira classe (que favorecem a velocidade e a distância) e tão poucas alavancas de segunda classe (que favorecem a potência) no corpo? Provavelmente, porque a vantagem obtida com o aumento da velocidade e da distância é mais importante que a obtida com o aumento da potência. Analise os papéis dos músculos bíceps braquial e braquiorradial na flexão do cotovelo (Figura 8.29). Ambos cruzam o cotovelo, mas se inserem em pontos muito diferentes do rádio. O músculo bíceps braquial insere-se na extremidade proximal do rádio, enquanto o músculo braquiorradial se insere na extremidade distal. O músculo bíceps braquial atua como a força em uma alavanca de terceira classe porque está inserido entre o eixo (cotovelo) e a resistência (CG do antebraço/mão; Figura 8.29A). O músculo braquiorradial é a força em uma alavanca de segunda classe (Figura 8.29B) porque se insere na extremidade do antebraço, colocando a resistência (CG do antebraço/mão) no meio. Por exemplo, digamos que cada músculo seja capaz de se contrair aproximadamente 10 cm. Lembre-se de que um músculo pode se encurtar até metade do comprimento em repouso. Assim, o músculo braquiorradial será capaz de mover a extremidade distal do antebraço e, em consequência, a mão em aproximadamente 10 cm, porque está inserido próximo à extremidade distal. O músculo bíceps braquial, que está inserido na extremidade proximal, moverá esta extremidade do antebraço cerca de 10 cm, o que moverá muito mais a mão na extremidade distal, digamos em 30 cm. Como a principal função do membro superior é possibilitar o movimento de grande amplitude da mão, faz sentido

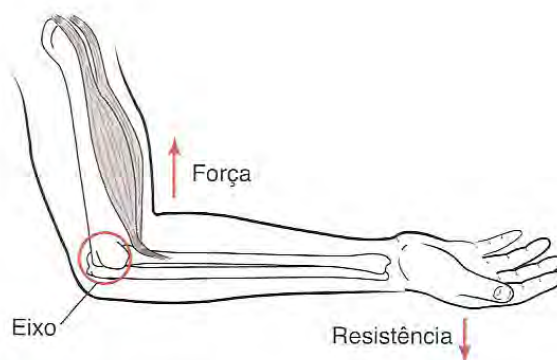


Figura 8.28 Demonstração de uma alavanca de terceira classe no músculo bíceps braquial.

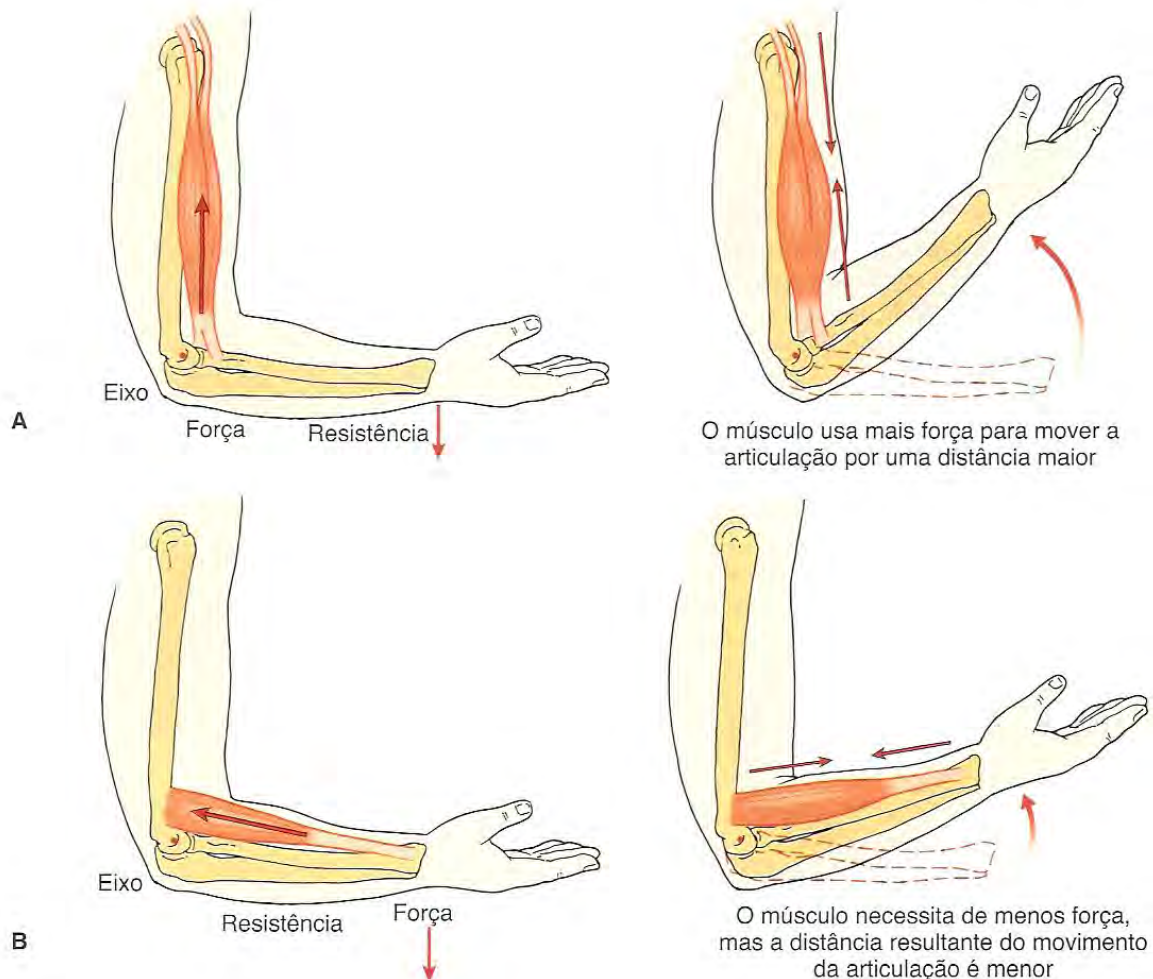


Figura 8.29 As alavancas de terceira classe favorecem a distância (**A**) e as alavancas de segunda classe, a força (**B**).

que a maioria dos músculos atue como alavancas de terceira classe, favorecendo a amplitude de movimento.

Fatores que determinam mudança de classe

Em determinadas condições, um músculo pode passar de uma alavanca de segunda classe (eixo-resistência-força) para outra de terceira classe (eixo-força-resistência) e vice-versa. Por exemplo, o músculo braquiorradial foi descrito como uma alavanca

de segunda classe, com o peso do antebraço e da mão sendo a resistência. Utilizando o meio do antebraço como CG, o peso do antebraço e da mão (R) está localizado entre o eixo (articulação do cotovelo) e a força (inserção distal do músculo), como mostrado na Figura 8.30A. Contudo, se você colocar um peso sobre a mão, o CG da resistência ficará mais distante do eixo que da força (músculo), como mostra a Figura 8.30B. Portanto, o músculo braquiorradial atuará como uma alavanca de terceira classe.

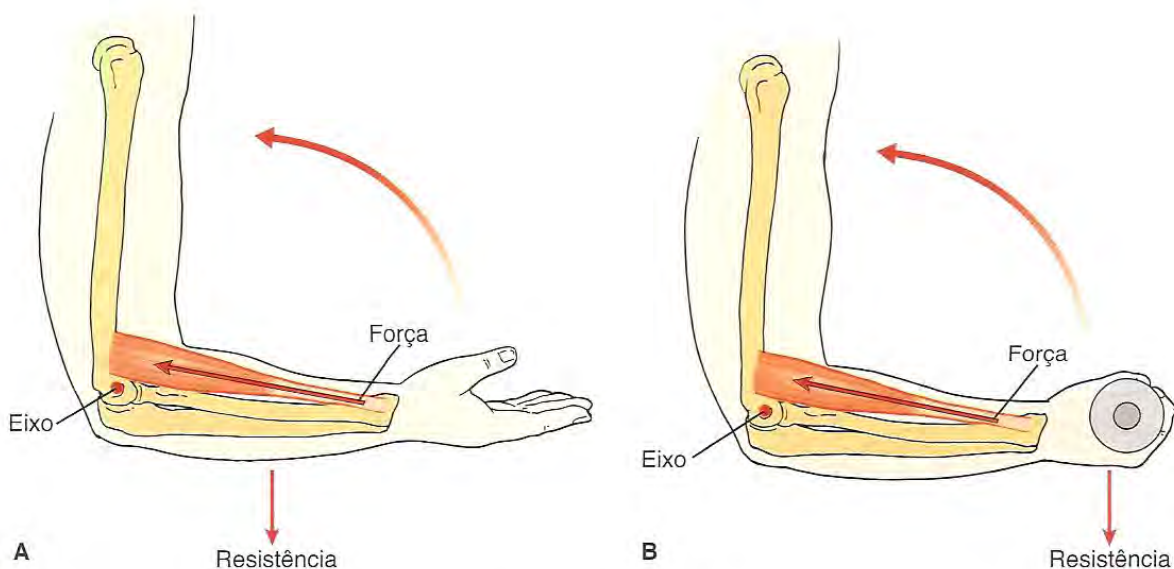


Figura 8.30 **A.** O músculo braquiorradial como alavanca de segunda classe. **B.** Ele passa a ser uma alavanca de terceira classe quando há um peso sobre a mão.

A direção do movimento em relação à gravidade é outro fator que afeta a classe da alavanca. Por exemplo, o músculo bíceps braquial ilustrado na Figura 8.31A é uma alavanca de terceira classe porque sua contração é concêntrica para fletir o cotovelo. O músculo é a força e o antebraço é a resistência. A força está entre o eixo e a resistência; portanto, é uma alavanca de terceira classe. Se você colocar um peso na mão, ainda assim continuará sendo uma alavanca de terceira classe; porém, se a contração muscular for excêntrica, a alavanca passará a ser de segunda classe. O que mudou? Quando o cotovelo se estende, movendo-se na mesma direção da força da gravidade, o músculo bíceps braquial deve se contrair excêntrica para desacelerar a tração da gravidade. A gravidade e a tração do antebraço passam a ser a força. O músculo bíceps braquial torna-se a resistência, desacelerando a extensão do cotovelo (Figura 8.31B). Com a resistência agora no meio, entre a força e o eixo, o músculo bíceps braquial torna-se uma alavanca de segunda classe.

Alavancas têm muitas aplicações na área de reabilitação. A importância das alavancas pode ser observada em situações referentes a economia de energia ou execução de tarefas quando a força é limitada. Em resumo, a força necessária é menor quando a resistência está o mais próximo possível do eixo e a força é aplicada o mais distante possível deste eixo.

Polias

A **polia** consiste em um disco com um sulco, por onde passa uma corda ou um cabo, e que gira em torno de um eixo. Seu objetivo é modificar a direção da força ou aumentar ou diminuir sua magnitude. A **polia fixa** é uma polia simples fixada em um suporte. Atua como uma alavanca de primeira classe, com F de

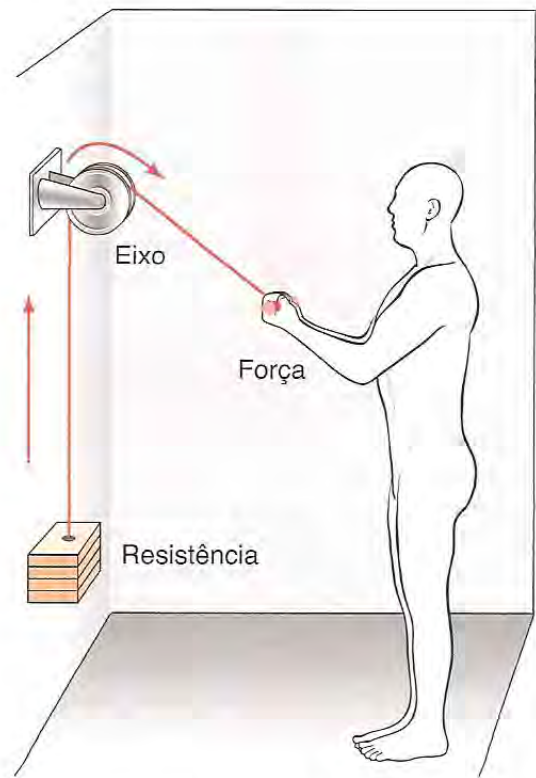


Figura 8.32 Polia fixa. O seu objetivo é mudar a direção da força.

um lado da polia (eixo) e R do outro. É utilizada somente para mudar a direção. Os exemplos clínicos podem ser encontrados nas polias fixadas ao teto e à parede (Figura 8.32) e os aparelhos de tração cervical de uso domiciliar. No corpo, o maléolo lateral atua como uma polia para o tendão do músculo fibular longo e modifica a direção da tração (Figura 8.33). Outro exemplo de polia é uma tira dupla de tecido aderente ao calçado. A tira atravessa uma fenda e se dobra sobre si mesma.

A **polia móvel** tem uma extremidade da corda fixada a um suporte; a corda passa pela polia e vai até a outra extremidade, onde é aplicada a força. A carga (resistência) é suspensa pela polia móvel (Figura 8.34). O objetivo desse tipo de polia é aumentar a vantagem mecânica da força. **Vantagem mecânica** é o número de vezes em que uma máquina multiplica a força. A carga é sustentada pelos dois segmentos da corda

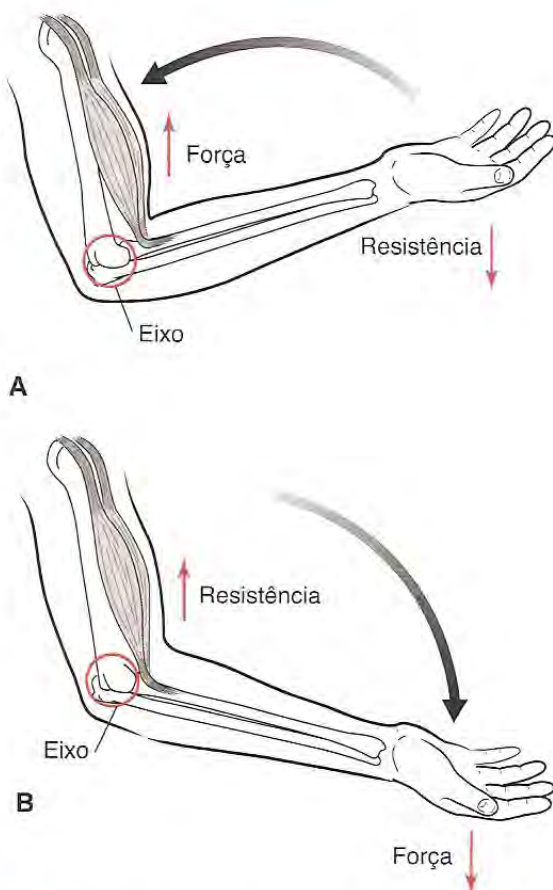


Figura 8.31 O músculo bíceps braquial atua como uma alavanca de terceira classe na contração concêntrica (A) e como uma alavanca de segunda classe na contração excêntrica (B).

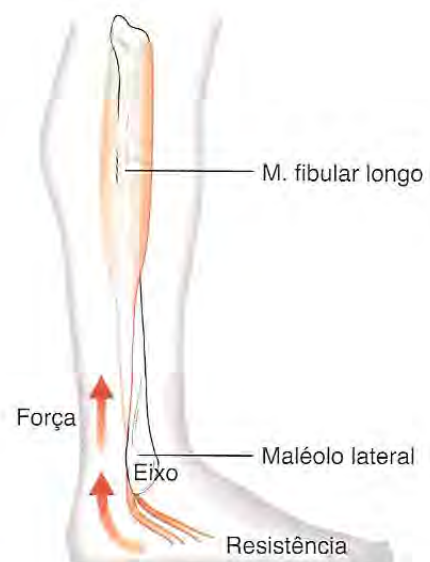


Figura 8.33 O maléolo lateral atua como uma polia, possibilitando que o músculo fibular longo modifique a direção da tração.

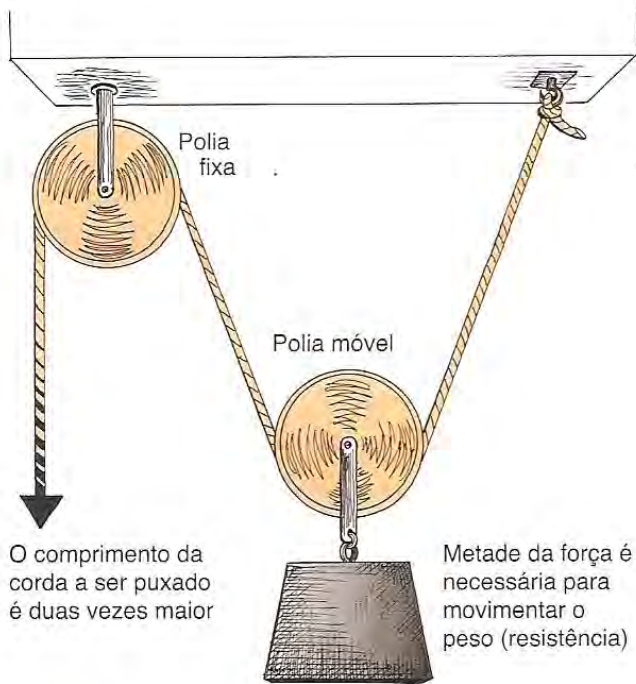


Figura 8.34 A polia móvel tem uma vantagem mecânica para força.

de cada lado da polia móvel. Portanto, a vantagem mecânica é igual a 2. Assim, a força necessária para levantar a carga é reduzida pela metade, porque a força foi duplicada. Embora somente metade da força seja necessária para levantar a carga, a corda deve ser puxada por uma distância duas vezes maior. Em outras palavras, é mais fácil puxar a corda, mas o comprimento puxado tem de ser muito maior. Não há exemplos de polia móvel no corpo humano.

▪ Roda e eixo

Roda e eixo é outro tipo de máquina simples. Na verdade, é uma alavanca disfarçada. A roda e o eixo são compostos de uma roda, ou manivela, que é fixada a um eixo e gira junto com ele. Em outras palavras, é uma grande roda unida a uma roda menor, geralmente usada para aumentar a força exercida. Girar uma roda ou um cabo ou maçaneta maior exige menos força, enquanto girar ao redor de um eixo menor requer mais força. Um exemplo de roda e eixo é o registro de uma torneira (Figura 8.35). O registro é a roda e a haste é o eixo.

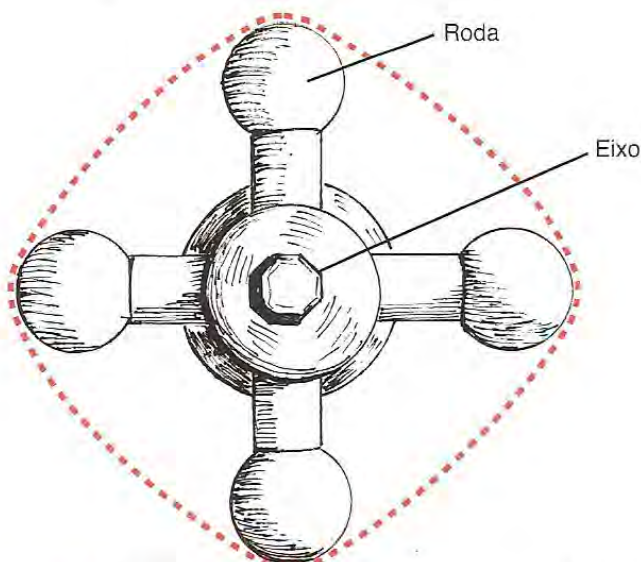
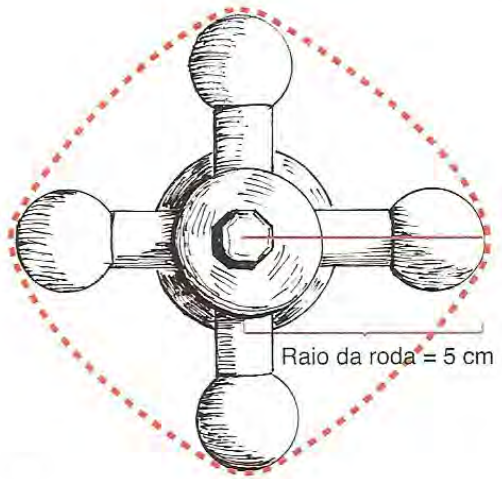
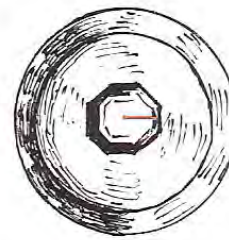


Figura 8.35 O registro de uma torneira demonstra a roda e o eixo.



A



B

Figura 8.36 O raio da roda do registro da torneira (A) é maior que o raio do eixo (B). Portanto, é mais fácil girar a roda, maior, que o eixo, menor.

É necessário aplicar certa força para girar o registro da torneira, o que é facilitado por um longo braço de força (raio da roda; Figura 8.36A). Entretanto, se você retirar o registro restará apenas a haste (Figura 8.36B). Então, tente girá-la e você perceberá que a força necessária é bem maior. Simplificando, quanto maior é a roda (registro da torneira) em relação à haste, mais fácil é girar o objeto. Assim como a alavanca – na qual quanto mais longo for o BF, maior é a força –, a roda e o eixo proporcionam maior força quando a roda é maior.

Suponha que você esteja tratando uma pessoa com artrite grave das mãos e que tem dificuldade para girar o registro da torneira. Se você substituir o registro da torneira (Figura 8.37A) por outro tipo de registro longo, semelhante a uma alavanca (Figura 8.37B), ainda terá uma roda e um eixo. Pense nesse registro como o raio de uma roda em que faltam os outros raios. Quanto mais longo for o registro da torneira,

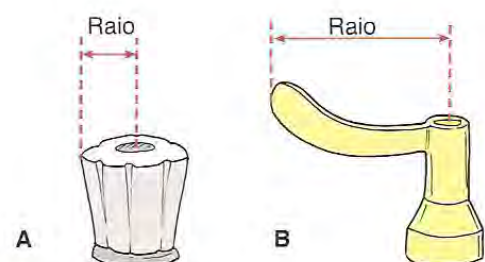


Figura 8.37 Registros típicos de torneira. Note que o raio de (A) é menor e requer mais força para girar a roda que (B).

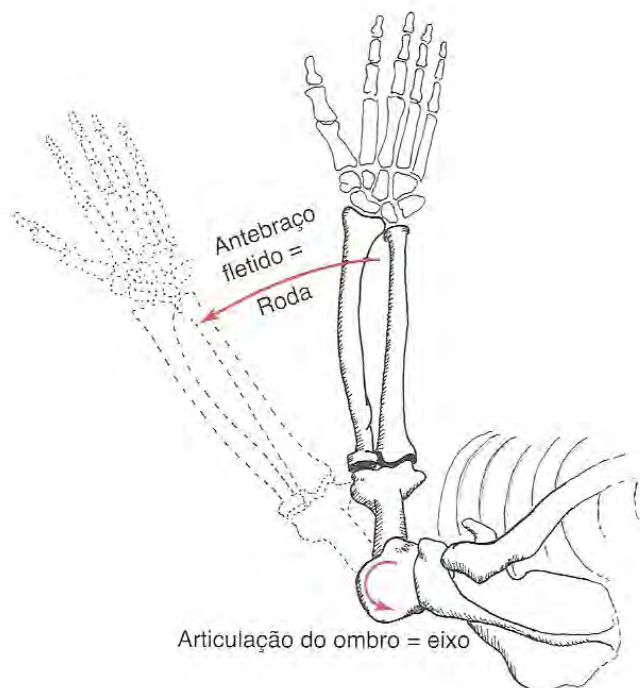


Figura 8.38 O membro superior atuando como roda e eixo.

mais fácil será girá-la (vantagem de força), mas a distância a ser percorrida é maior.

Para citar um exemplo de roda e eixo no corpo humano, pense na rotação passiva do ombro de um paciente. A visualização é mais fácil quando se olha o ombro em vista superior (Figura 8.38). A articulação do ombro funciona como eixo, e o antebraço como a roda. Com o cotovelo fletido, a roda é muito mais longa que o eixo e, portanto, a rotação é mais fácil.

▪ Plano inclinado

Embora não haja exemplo de plano inclinado no corpo humano, o conceito de acessibilidade à cadeira de rodas geralmente depende desse tipo de máquina simples. Um **plano inclinado** é uma superfície plana com alicive. Há uma troca de maior distância por menor esforço. Quanto maior é o comprimento de uma rampa para cadeira de rodas, maior é a distância que precisa ser percorrida; porém, menor é o esforço para empurrar a cadeira ao subir a rampa, porque o ângulo de inclinação da rampa é menor. Por exemplo, se uma porta de entrada estiver elevada 60 cm acima do solo e a rampa tiver 7 m de comprimento, será muito fácil empurrar a cadeira de rodas nessa rampa longa (Figura 8.39A). Se a rampa tiver apenas 3,5 m de comprimento, ela será mais íngreme. A pessoa não terá de empurrar a cadeira por uma distância tão grande, mas terá de usar mais força (Figura 8.39B). Repetindo a regra básica das máquinas simples: a vantagem conquistada em força (menor necessidade de esforço) é perdida em distância (necessidade de uma rampa maior).

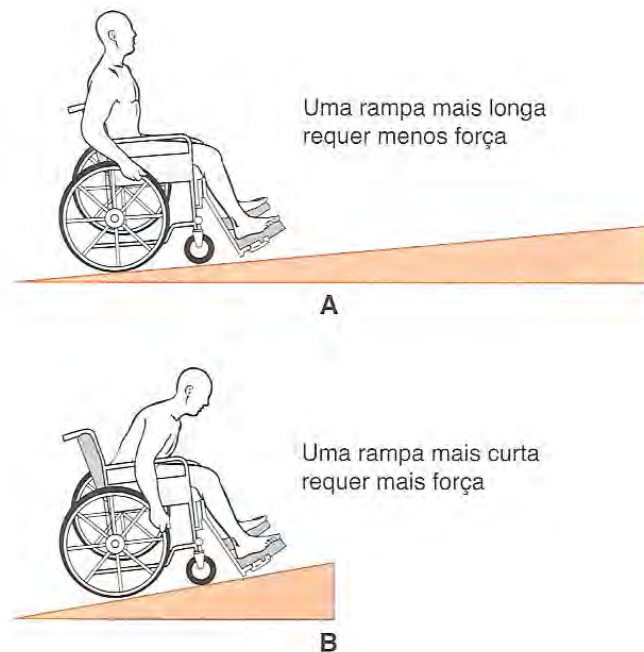


Figura 8.39 Plano inclinado como rampa para cadeira de rodas. A rampa mais longa (A) requer menos força, porém é preciso percorrer uma distância maior para alcançar certa altura. Uma rampa mais curta (B) requer mais força, porém é preciso percorrer uma distância menor para alcançar a mesma altura.

Pontos-chave

- O efeito das forças pode ser linear, paralelo ou concorrente
- O binário de forças ocorre quando as forças atuam juntas, porém em sentidos contrários, para produzir o mesmo movimento
- A grandeza escalar indica a magnitude, enquanto o vetor também inclui a orientação (direção e sentido)
- As forças podem ser estabilizadoras, angulares ou de deslocamento
- A gravidade tem efeito sobre todos os objetos, e sua força é sempre para baixo
- A estabilidade é afetada pelo CG e pela BS do corpo
- As três classes de alavancas têm diferentes objetivos e vantagens mecânicas, dependendo da relação entre eixo, força e resistência
- A variação do comprimento do BF ou do BR facilita ou dificulta o movimento da parte
- Polias fixas no corpo humano mudam a direção de uma força muscular
- A roda e o eixo, por um mecanismo muito semelhante ao da alavanca, podem aumentar a força
- Os planos inclinados podem trocar o aumento da distância pela diminuição do esforço.

Autoavaliação

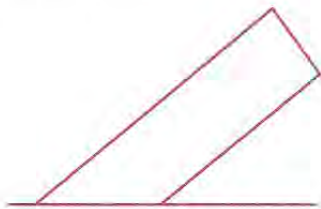
1. Em que posição uma “munhequeira” com peso exigiria maior esforço na articulação do ombro para movimentar o peso na amplitude de movimento do ombro? Explique sua resposta.
 - a. “Munhequeira” no “punho”
 - b. “Munhequeira” no cotovelo
2. Duas pessoas têm o mesmo peso e BS, mas uma delas está apoiada em “pernas de pau”. Qual delas está mais estável? Por quê?
 - a. A pessoa em “pernas de pau”
 - b. A pessoa que não está em “pernas de pau”
3. Qual é a força resultante desses músculos?
 - a. Duas cabeças do músculo gastrocnêmio



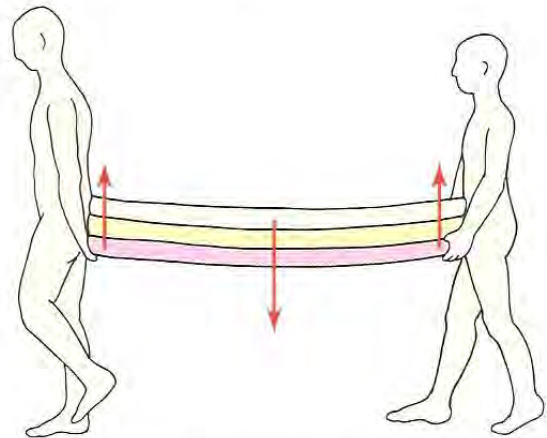
- b. As partes esternocostal e clavicular do músculo peitoral maior



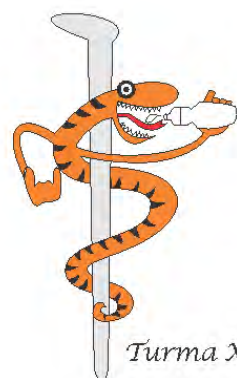
4. Você recebe duas instruções diferentes. A primeira é para correr 8 km, e a segunda é para caminhar 9 m em direção ao norte. Circule a resposta certa.
 - a. Correr 8 km é uma grandeza vetorial/escalar.
 - b. Caminhar 9 m em direção ao norte é uma grandeza vetorial/escalar.
5. Um entregador tem várias caixas empilhadas sobre um carrinho de carga. Ele teria de aplicar mais força para empurrar o carrinho se estivesse na posição mais horizontal ou mais vertical? Por quê?
6. Compare os aros de impulsão de uma cadeira de rodas tradicional e de uma cadeira de rodas para corrida. Note que a cadeira de corrida tem aros de impulsão muito menores. Qual é a vantagem dos menores aros de impulsão para um corredor de cadeira de rodas?
7. Identifique a BS, o CG e a LG do corpo mostrado aqui. A densidade é uniforme em todo o corpo. Esse corpo pode continuar levantado sem apoio? Por quê?



8. Em termos de BS, por que é mais difícil para uma pessoa em cadeira de rodas se equilibrar apenas sobre as rodas traseiras (“empinar”) do que sobre as quatro rodas?
9. Duas pessoas estão em pé do mesmo lado da cama de um paciente. Elas pretendem mover o paciente em direção a elas, puxando o lençol sob ele. A que tipo de força corresponde esse movimento: linear, paralelo, concorrente ou binário de forças?
10. Antes de mover o paciente, o que essas pessoas podem fazer para aumentar sua própria estabilidade?
11. É mais fácil quebrar uma amêndoa com um quebrador de nozes se ela estiver mais próxima ao eixo ou à extremidade das hastes do quebrador? Por quê?
12. A seguinte figura representa forças lineares, paralelas ou concorrentes? Por quê?



13. Cite um exemplo de estruturas ósseas no joelho que atuem como polia para aumentar o ângulo de tração.
14. Explique por que uma pessoa inclina o corpo para a direita ao carregar uma mala pesada com a mão esquerda. Se a mala estiver muito pesada, o que a pessoa pode fazer com o braço direito? Por quê?
15. Por que se usam ponteiros de borracha nas bases das muletas?

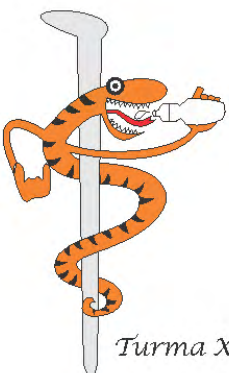


Turma XII

Parte 2

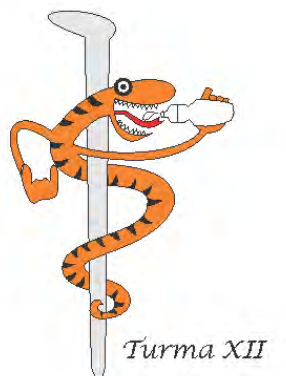
Cinesioterapia Clínica e Anatomia dos Membros Superiores

- 9 Cíngulo do Membro Superior, 101
- 10 Articulação do Ombro, 115
- 11 Articulação do Cotovelo, 129
- 12 Articulação Radiocarpal, 141
- 13 Mão, 151



Turma XII

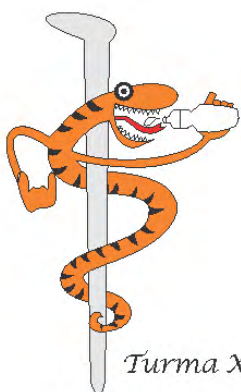




9

Cíngulo do Membro Superior

- ▶ Significado dos termos, 102
- ▶ Ossos e pontos de referência, 102
- ▶ Articulações e ligamentos, 103
- ▶ Movimentos articulares, 104
- ▶ Músculos do cíngulo do membro superior, 106
- ▶ Pontos-chave, 112
- ▶ Autoavaliação, 112



► Significado dos termos

A função do ombro e de todo o membro superior é fazer com que a mão seja capaz de executar as muitas tarefas de que é capaz em várias posições. A articulação do ombro (glenoumeral), a mais móvel do corpo, é capaz de efetuar uma grande amplitude de movimentos. No entanto, ao discorrer sobre o movimento do ombro, é preciso reconhecer que o movimento também ocorre em outras três articulações ou áreas. *Complexo do ombro* é um termo usado, às vezes, para incluir todas as estruturas envolvidas no movimento do ombro. O **complexo do ombro** é constituído pela escápula, clavícula, esterno, úmero e caixa torácica, e inclui as articulações esternoclavicular, acromioclavicular, do ombro (glenoumeral) e “articulação escapulotorácica” (Figura 9.1). Em outras palavras, inclui o cingulo do membro superior (escápula e clavícula) e a articulação do ombro (escápula e úmero). A “**articulação escapulotorácica**” não é uma articulação propriamente dita. Embora não haja um ponto de fixação entre a escápula e o tórax, a escápula se move junto à caixa torácica. A escápula e o tórax não estão diretamente fixados, mas estão unidos indiretamente pela clavícula e por alguns músculos. A “articulação escapulotorácica” confere movimento e flexibilidade ao corpo.

O termo **cingulo do membro superior** é usado com frequência ao se discorrer sobre as atividades da escápula e da clavícula e, em menor grau, do esterno. As articulações esternoclavicular e acromioclavicular possibilitam os movimentos do cingulo do membro superior, incluindo elevação e abaixamento, protração e retração, além de rotação superior e inferior, tendo como referência a escápula. Cinco músculos inserem-se na escápula, clavícula, ou em ambas, e movem o cingulo do membro superior.

A **articulação do ombro**, também conhecida como “**articulação glenoumeral**”, é formada pela escápula e pelo úmero. Os movimentos da articulação do ombro são flexão, extensão e hiperextensão, abdução e adução, rotações medial e lateral. Abdução e adução são movimentos que podem ser realizados nos planos frontal e horizontal (transversal). Por ser tão móvel, a articulação do ombro tem poucos ligamentos. Os nove músculos que cruzam a articulação do ombro são os agonistas primários nos movimentos da articulação.

Agora que os vários termos relacionados com o complexo do ombro já foram definidos, o cingulo do membro superior será analisado com mais detalhes. A articulação do ombro será abordada no Capítulo 10.

► Ossos e pontos de referência

A escápula é um osso triangular localizado mais superficialmente na região posterior do tórax e, juntamente com a clavícula, compõe o cingulo do membro superior. A escápula fixa-se ao tronco indiretamente por meio dos ligamentos que a fixam à clavícula. Apresenta leve concavidade anterior e desliza sobre a superfície posterior convexa da caixa torácica. Muitos músculos também unem a escápula ao tronco.

Na posição de repouso, a escápula está entre a segunda e a sétima costelas, e sua margem medial está cerca de 5 a 7,5 cm lateral aos processos espinhosos das vértebras. A espinha da escápula está aproximadamente no mesmo nível do processo espinhoso da terceira e quarta vértebras torácicas (Figura 9.2).

As Figuras 9.1 e 9.2 mostram a posição da escápula no corpo em vistas anterior e posterior, respectivamente. Quando se analisa a função do cingulo do membro superior, os principais pontos de referência ósseos da escápula (Figura 9.3) são os descritos a seguir.

Ângulo superior

Região de união das margens medial e superior, e local de inserção do músculo levantador da escápula.

Ângulo inferior

Região de união das margens medial e lateral, sendo a referência para determinar a rotação da escápula.

Margem medial

Entre os ângulos superior e inferior, e local de inserção dos músculos romboides e serrátil anterior.

Margem lateral

Entre a cavidade glenoidal e o ângulo inferior.

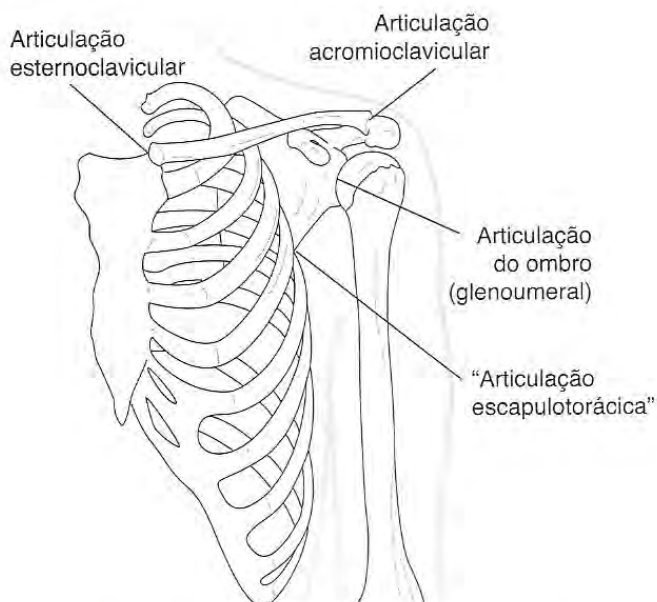


Figura 9.1 O complexo do ombro (vista anterior).

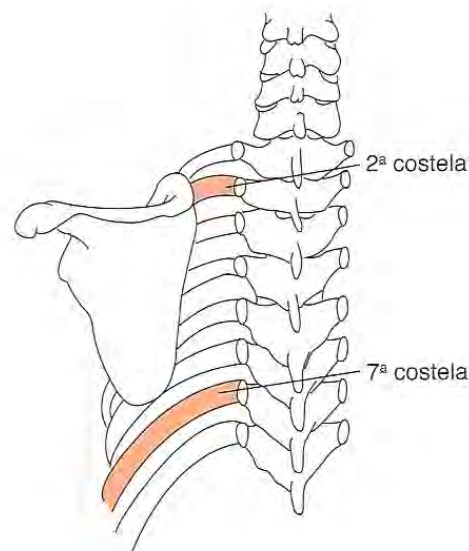


Figura 9.2 Posição da escápula em repouso junto ao tórax (vista posterior).

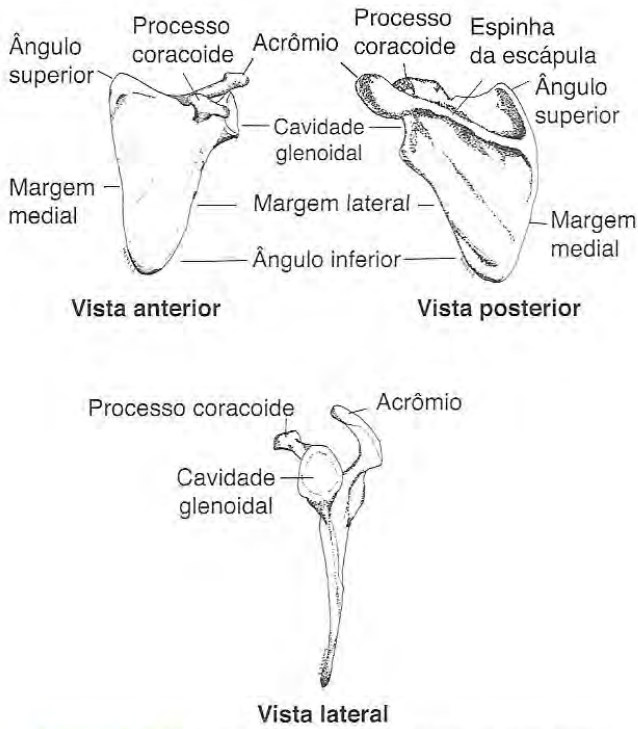


Figura 9.3 Pontos de referência da escápula esquerda.

Espinha da escápula

Projeção na face posterior, que vai desde a margem medial até o acrômio. Nela se inserem as partes transversa e ascendente do músculo trapézio.

Processo coracoide

Projeção, na face costal, na qual se insere o músculo peitoral menor.

Acrômio

Área larga e plana na extremidade lateral da espinha da escápula onde se insere a parte descendente do músculo trapézio.

Cavidade glenoidal

Face articular ligeiramente côncava que se articula com o úmero lateralmente, na extremidade superior da margem lateral e inferior ao acrômio.

A **clavícula**, um osso em formato de S, une o membro superior ao esqueleto axial na articulação esternoclavicular. A Figura 9.1 mostra a posição da clavícula em relação ao esterno, à escápula e à caixa torácica. Para a função do cíngulo do membro superior, os principais pontos de referência da clavícula (Figura 9.4) são os descritos a seguir.

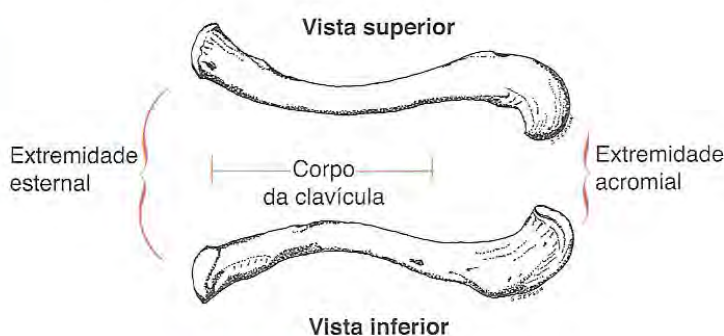


Figura 9.4 A clavícula esquerda.

Extremidade esternal

Articula-se medialmente ao esterno.

Extremidade acromial

Articula-se lateralmente à escápula e é um local de inserção da parte descendente do músculo trapézio.

Corpo da clavícula

É a parte do osso entre as duas extremidades.

O **esterno** é um osso plano localizado na região central da parede anterior do tórax (Figura 9.5). A Figura 9.1 mostra a posição do esterno em relação à caixa torácica e às clavículas. A clavícula articula-se com a parte superior do esterno (manúbrio); inferiormente à clavícula, o esterno se articula com as cartilagens costais. É dividido em três partes: manúbrio do esterno, corpo do esterno e processo xifoide.

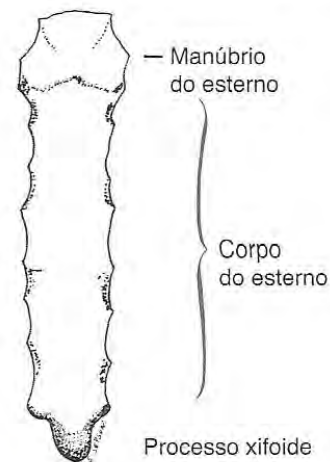


Figura 9.5 O esterno (vista anterior).

Manúbrio do esterno

A parte superior, que se articula com a clavícula e a primeira costela.

Corpo do esterno

A parte média do esterno, mais longa, local de articulação com as demais costelas.

Processo xifoide

A extremidade inferior; xifoide significa “em formato de espada”.

► Articulações e ligamentos

A **articulação esternoclavicular** (Figura 9.6) é o único local de fixação do cíngulo do membro superior ao tronco. Essa articulação sinovial plana* tem movimento deslizante duplo. Os movimentos da articulação esternoclavicular incluem elevação e abaixamento, protrusão e retração, e rotação. Como esses movimentos ocorrem nos três eixos do espaço, a articulação tem três graus de liberdade. Os movimentos da articulação esternoclavicular acompanham os movimentos do cíngulo do membro superior. Embora sejam movimentos mais sutis que os movimentos da maioria das outras articulações, eles são muito importantes. Basicamente, a clavícula se move enquanto o esterno permanece imóvel.

* N.R.T.: A articulação esternoclavicular é classificada normalmente como do tipo sinovial, subtipo selar.

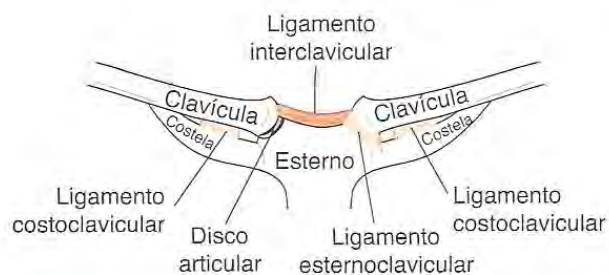


Figura 9.6 Ligamentos da articulação esternoclavicular (retirados no lado direito para mostrar o disco; vista anterior).

Por se tratar de uma articulação sinovial, a articulação esternoclavicular tem uma cápsula articular. Também apresenta três ligamentos principais e um disco articular. A cápsula articular circunda a articulação e é reforçada pelos ligamentos esternoclaviculares anterior e posterior. A fixação do disco articular é especial e contribui para o movimento dessa articulação. A parte superior do disco está fixada na região posterossuperior da clavícula, enquanto a parte inferior está fixada no manúbrio do esterno e na primeira cartilagem costal. Essa fixação dupla é semelhante à dobradiça dupla existente em portas que se abrem em ambas as direções. Durante a elevação e o abaixamento do cingulo do membro superior, movimentos ocorrem entre a clavícula e o disco articular. Durante a protrusão e a retração, movimentos ocorrem entre o disco articular e o esterno. O disco articular também tem função de absorver choques, especialmente de forças geradas por quedas sobre a mão estendida. O disco articular e seu reforço ligamentar são tão eficazes que a luxação da articulação esternoclavicular é rara.

Os três principais ligamentos que reforçam essa articulação são o esternoclavicular, o costoclavicular e o interclavicular. O **ligamento esternoclavicular** une a clavícula ao esterno nas superfícies anterior e posterior e, portanto, é dividido em ligamentos esternoclaviculares anterior e posterior. Esses ligamentos limitam o movimento anteroposterior da extremidade distal da clavícula. O ligamento esternoclavicular posterior limita o movimento anterior e o ligamento esternoclavicular anterior limita o movimento posterior. Ambos reforçam a cápsula articular. O **ligamento costoclavicular** é um ligamento curto e chato, com formato de losango, que une a superfície inferior da clavícula à superfície superior da primeira cartilagem costal. A principal função desse ligamento é limitar o grau de elevação da clavícula. O **ligamento interclavicular** está localizado superiormente ao manúbrio do esterno e une as partes superiores das extremidades distais das clavículas. A sua função é limitar o grau de abaixamento da clavícula.

A **articulação acromioclavicular** (Figura 9.7) está entre o acrômio da escápula e a extremidade acromial da clavícula. É uma articulação sinovial plana que efetua movimento nos três planos. Os movimentos são mínimos, mas importantes para a movimentação normal do ombro. A cápsula articular envolve as margens das faces articulares dos ossos. É bastante fraca, sendo reforçada superior e inferiormente pelo **ligamento acromioclavicular** (partes superior e inferior). Esses ligamentos reforçam a articulação, unindo o acrômio à clavícula e, assim, previnem a luxação da clavícula.

Os ligamentos coracoclavicular e coracoacromial são ligamentos acessórios da articulação acromioclavicular. Embora não esteja localizado diretamente na articulação, o **ligamento**



Figura 9.7 Ligamentos da articulação acromioclavicular (vista anterior).

coracoclavicular proporciona estabilidade a ela e possibilita a suspensão da escápula em relação à clavícula. Ele une a escápula à clavícula, pois se fixa na região inferior da extremidade acromial da clavícula e região superior do processo coracoide da escápula (Figura 9.7). O ligamento é dividido em um ligamento trapezoide (lateral) e um ligamento conoide (medial). Juntos, eles impedem o movimento da escápula para trás; individualmente, eles limitam a rotação da escápula.

O **ligamento coracoacromial** não cruza realmente a articulação acromioclavicular, mas forma um teto sobre a cabeça do úmero e atua como um arco protetor que a sustenta em caso de transmissão de uma força ascendente ao longo do úmero (Figura 9.8). Fixa-se lateralmente na região superior do processo coracoide e estende-se superior e lateralmente até a região inferior do acrômio.

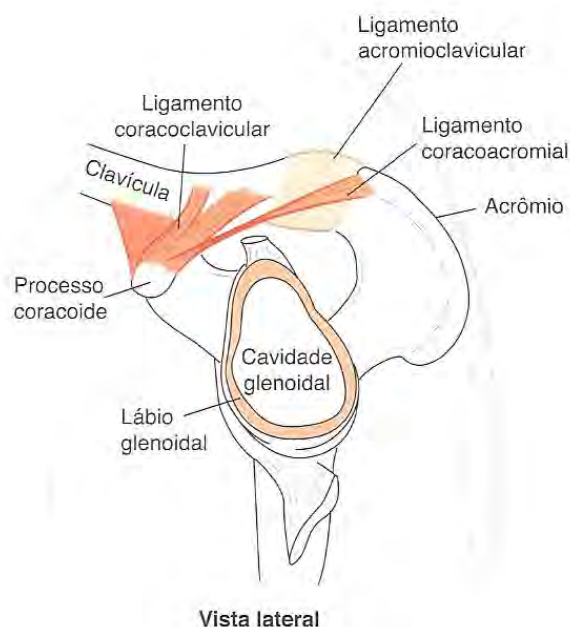


Figura 9.8 O ligamento coracoacromial forma um teto sobre a articulação do ombro.

► Movimentos articulares

Como mencionado anteriormente, os movimentos do cingulo do membro superior são elevação e abaixamento, protrusão e retração, e rotações superior e inferior, tendo como referência a escápula (Figura 9.9A-C). Como é mais fácil observar

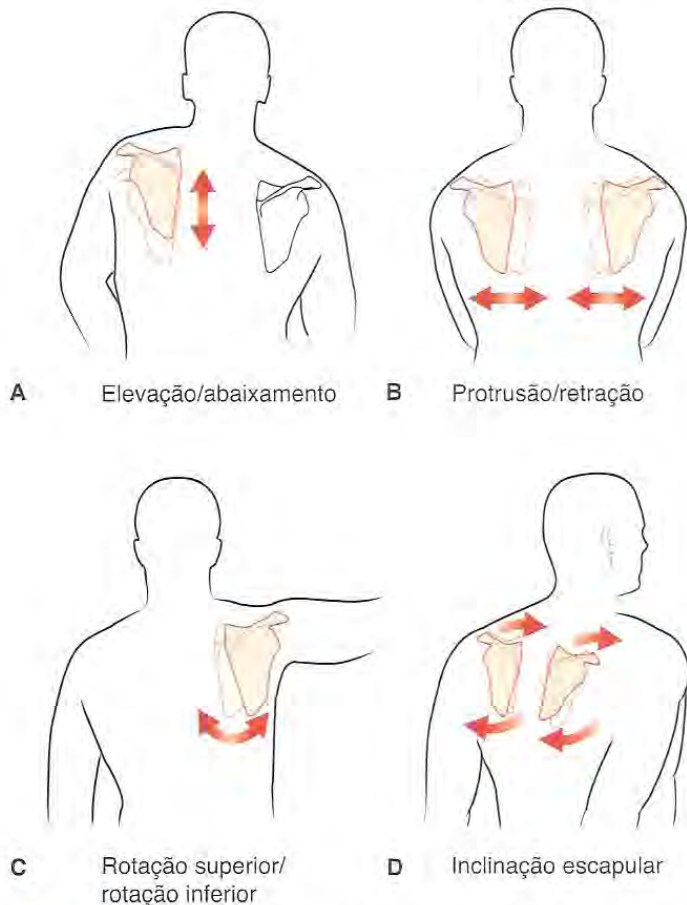


Figura 9.9 Movimentos do cíngulo do membro superior (vista posterior).

esses movimentos olhando para a escápula, eles comumente são descritos como *movimentos do cíngulo do membro superior* ou *movimentos escapulares*. Por exemplo, os termos *protrusão* e *retração do cíngulo do membro superior* são sinônimos de *abdução* e *adução escapular*, e *rotação escapular* é igual a *rotação do cíngulo do membro superior*.

Elevação/abaixamento e **protrusão/retração** são essencialmente movimentos lineares. Todos os pontos da escápula movem-se para cima e para baixo junto ao tórax e afastam-se e aproximam-se da coluna vertebral em linhas paralelas. O movimento angular ocorre durante a rotação superior e inferior da escápula. Tendo em vista o formato triangular da escápula, um lado move-se em um sentido, enquanto o outro move-se em sentido oposto ou em outra direção. Durante a **rotação superior**, o ângulo inferior da escápula roda para cima e afasta-se da coluna vertebral, enquanto a **rotação inferior** determina o retorno à posição anatômica em repouso. Por exemplo, quando o ângulo inferior roda superior e lateralmente, o ângulo superior roda inferior e medialmente e a cavidade glenoidal se dirige superior e medialmente. Portanto, é importante ter um ponto de referência para definir essa rotação. O ângulo inferior é esse ponto de referência (Figura 9.10). Observe que o movimento de rotação inferior é o retorno de uma posição de rotação superior à posição anatômica. A escápula não ultrapassa a posição anatômica em direção à coluna vertebral.

Outro movimento escapular deve ser mencionado – a **inclinação escapular** (Figura 9.9D). A inclinação escapular ocorre quando a articulação do ombro realiza uma hiperextensão. Há inclinação anterior da parte superior da escápula e inclinação posterior do ângulo inferior. Exemplos desses movimentos combinados são: a fase de preparo para o arremesso (*windup*)

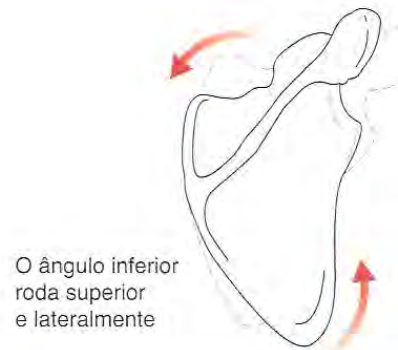


Figura 9.10 Movimento escapular durante a rotação superior.

no softbol, o lançamento da bola de boliche ou a posição de largada em campeonatos de natação.

Em vista da complexidade dos formatos articulares e da interação articular no complexo do ombro, alguns movimentos muitos sutis ocorrem, porém estão fora do âmbito de abrangência deste livro. Vale mencionar um desses movimentos a fim de diferenciar o movimento normal do alterado. A escápula alada corresponde ao movimento posterolateral da margem medial da escápula no plano transverso. Em outras palavras, a margem medial da escápula afasta-se da caixa torácica. Este movimento ocorre principalmente na articulação acromioclavicular, mas é visto com maior frequência na “articulação escapulotorácica”. É possível demonstrá-lo quando se instrui uma pessoa com ombro “normal” a pôr a mão na região inferior do dorso. A margem medial da escápula afasta-se da caixa torácica. Esse movimento pode ser feito somente em combinação com vários outros. Contudo, a “escápula alada” alterada também ocorre quando os músculos estabilizadores em torno da escápula estão fracos ou paralisados. A fraqueza ou paralisia do músculo serrátil anterior é um exemplo expressivo. Quando uma pessoa com esta condição se apoia em uma parede com a mão espalmada e faz força contra ela (Figura 9.11), a escápula acometida afasta-se da caixa torácica, sobressaindo como uma pequena asa. Um vídeo de demonstração pode ser visto no site <http://www.shoulderdoc.co.uk/article.asp?section=492>. A escápula alada excessiva é considerada anormal.

Na articulação esternoclavicular, durante a elevação e o abaixamento do cíngulo do membro superior, a superfície convexa da clavícula desliza em sentido inferior e superior sobre o manúbrio do esterno, côncavo, à medida que a extremidade acromial da clavícula sobe e desce, respectivamente. Durante a protrusão e a retração, a superfície côncava da clavícula desliza em sentido anterior e posterior sobre a cartilagem costal convexa, respectivamente, à medida que a extremidade acromial da clavícula move-se para frente e para trás. Durante a rotação, a clavícula roda sobre o esterno.

Na articulação acromioclavicular, o acrômio da escápula é côncavo, enquanto a extremidade acromial da clavícula é con-



Figura 9.11 Escápula alada (vista posterior). Esta pessoa tem paralisia do músculo serrátil anterior. Quando faz força contra a parede com as duas mãos, a escápula esquerda afasta-se da caixa torácica, sobressaindo como uma pequena asa.

vexa. Portanto, a face articular do acrômio desliza na mesma direção que a clavícula durante o movimento escapular.

▪ Movimentos concomitantes da articulação do ombro e do cingulo do membro superior

Durante os movimentos lineares de elevação/abaixamento e protração/retração, é possível mover o cingulo do membro superior (clavícula e escápula) para cima, para baixo, para frente ou para trás sem mover o úmero. No entanto, os movimentos angulares de rotações superior e inferior devem ser acompanhados de movimentos da articulação do ombro. A rotação superior da escápula determina também flexão ou abdução da articulação do ombro. Em outras palavras, quando há flexão ou abdução da articulação do ombro, também deve ocorrer rotação superior da escápula. Quando há extensão ou adução da articulação do ombro, a escápula volta à posição anatômica, ou roda inferiormente. Em vista das atividades complexas e inter-relacionadas do cingulo do membro superior e da articulação do ombro, é difícil discutir a função de um sem discutir as atividades do outro. O comprometimento de uma articulação também compromete a função da outra. A lista a seguir resume os movimentos do cingulo do membro superior que devem ocorrer durante vários movimentos da articulação do ombro:

Articulação do ombro

Flexão
Extensão
Hiperextensão
Abdução
Adução
Rotação medial
Rotação lateral
Abdução (no plano horizontal)
Adução (no plano horizontal)

Cingulo do membro superior

Rotação superior; protração
Rotação inferior; retração
Inclinação escapular
Rotação superior
Rotação inferior
Protração
Retração
Retração
Protração

▪ Ritmo escapuloumeral

O **ritmo escapuloumeral** é um conceito que descreve com mais detalhes a relação de movimentos entre o cingulo do membro superior e a articulação do ombro. Nos primeiros 30° de movimento da articulação do ombro há movimento apenas da articulação do ombro. No entanto, ultrapassados 30°, a cada 2° de flexão ou abdução do ombro, a escápula deve rodar 1° superolateralmente. Essa proporção de 2:1 é conhecida como **ritmo escapuloumeral**.

É possível demonstrar que a primeira parte do movimento da articulação do ombro ocorre somente na articulação do ombro, mas o movimento adicional tem de ser acompanhado pelo movimento do cingulo do membro superior. Com uma pessoa em posição anatômica, a escápula é estabilizada pela base da mão do examinador que está apoiada na sua margem lateral, evitando a rotação. Instrua a pessoa a abduzir a articulação do ombro. Note que o indivíduo é capaz de abduzir um pouco o membro superior; porém, logo em seguida, o movimento da articulação do ombro torna-se comprometido.

▪ Ângulo de tração

Como discutido no Capítulo 5, vários fatores interferem na função de um músculo de acordo com o movimento articular. Determinar se um músculo tem função principal (agonista primário), função acessória (agonista secundário) ou não tem função depende de fatores como o tamanho do músculo, o ângulo de tração, os movimentos articulares possíveis e a posição do músculo em relação ao eixo de movimento da articulação. O ângulo de tração geralmente é um fator importante, porque a tração da maioria dos músculos ocorre na direção diagonal. Conforme a discussão sobre torque no Capítulo 8, a maioria dos músculos apresenta linha de tração diagonal, que corresponde à força resultante de uma força vertical e uma força horizontal. No caso do cingulo do membro superior, os músculos com maior ângulo de tração vertical serão eficientes na tração superior ou inferior da escápula (elevação ou abaixamento da escápula). Músculos com maior tração horizontal serão mais eficientes na tração anterolateral ou posteromedial da escápula (protração ou retração). Os músculos com trações horizontal e vertical mais semelhantes terão função nos dois movimentos (ver Figura 5.12). Por exemplo, o músculo levantador da escápula tem um componente vertical mais forte, a parte transversa do músculo trapézio tem um componente horizontal mais forte, e os músculos romboides exercem uma tração mais uniforme em ambas as direções. Adiante neste capítulo, quando esses músculos forem descritos, será demonstrado que o músculo levantador da escápula é um agonista primário na elevação escapular, a parte transversa do músculo trapézio é um agonista primário na retração e os músculos romboides são agonistas primários na elevação e retração da escápula.

► Músculos do cingulo do membro superior

▪ Descrição dos músculos

Cinco músculos são os principais responsáveis pelos movimentos da escápula. Cada músculo será descrito com ênfase particular em sua localização e função. Isso será apresentado

em um resumo que indicará sua inserção proximal (O), sua inserção distal (I)* e os movimentos articulares nos quais atua como agonista primário (A). O propósito dessa lista é simplificar, e não ser mera descrição. É recomendável que você observe as inserções musculares e descreva-as usando a terminologia apropriada em vez de memorizar as listas. A lista também indica o nervo (N) que inerva o músculo, bem como o nível medular dessa inervação.

Os músculos do cíngulo do membro superior são:

Trapézio
Levantador da escápula
Romboides
Serrátil anterior
Peitoral menor

Músculo trapézio

O **músculo trapézio** (Figura 9.12) é um músculo largo e superficial, tendo a forma de um losango ao se observarem os dois juntos (direito e esquerdo). Funcionalmente, é dividido em três partes: descendente, transversa e ascendente. A razão para essa divisão é a existência de três diferentes linhas de tração (superior, média e inferior) que resultam em diferentes ações do músculo.

A **parte descendente do músculo trapézio** (Figura 9.13) tem sua inserção proximal na protuberância occipital externa e no ligamento nucal fixo nas vértebras cervicais superiores. O ligamento nucal fixa-se nos processos espinhosos das vértebras cervicais. A parte descendente do músculo trapézio tem sua inserção distal na extremidade acromial da clavícula e no acrômio. Como sua linha de tração diagonal é dirigida mais vertical (para cima) que horizontalmente (média), ele é um agonista primário na elevação e rotação superior da escápula, e é somente um agonista secundário na retração da escápula.

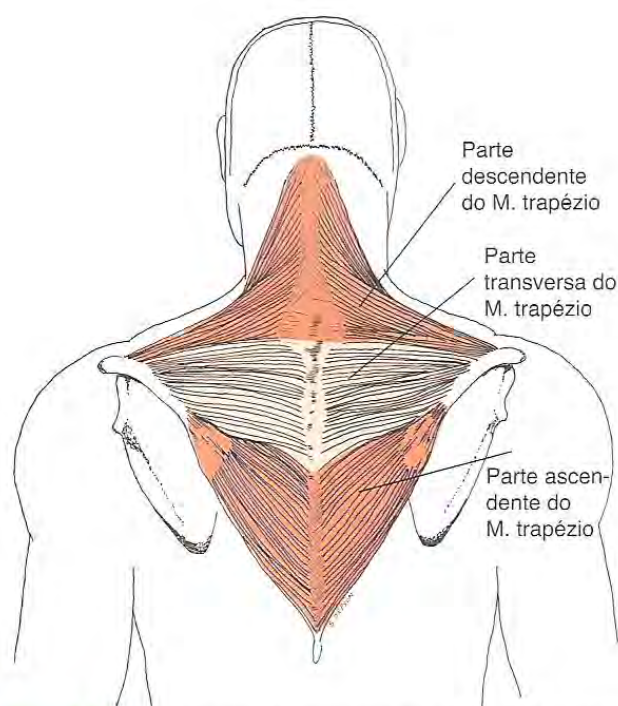


Figura 9.12 As três partes do músculo trapézio (vista posterior).

* N.R.T.: De acordo com a Terminologia Anatômica (2001), as inserções de um músculo são referidas como ponto fixo e ponto móvel.

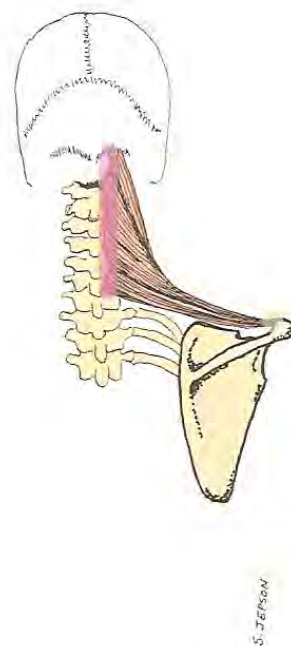


Figura 9.13 Parte descendente do músculo trapézio (vista posterior).

A **parte transversa do músculo trapézio** (Figura 9.14) tem sua inserção proximal no ligamento nucal fixo nas vértebras cervicais inferiores e nos processos espinhosos de C VII e das vértebras torácicas superiores. Sua inserção distal é na superfície medial do acrômio e ao longo da espinha da escápula. Sua linha de tração é horizontal, o que o torna mais eficaz na retração da escápula. Como a linha de tração passa logo acima do eixo para rotação superior, seu papel na rotação superior da escápula é somente acessório.

A **parte ascendente do músculo trapézio** (Figura 9.15) tem sua inserção proximal nos processos espinhosos das vértebras torácicas médias e inferiores e sua inserção distal na extremidade medial da espinha da escápula. Sua linha de tração diagonal é dirigida mais vertical (para baixo) que horizontalmente (média), o que o torna eficaz no abaixamento e rotação superior da escápula, e apenas agonista acessório na retração.

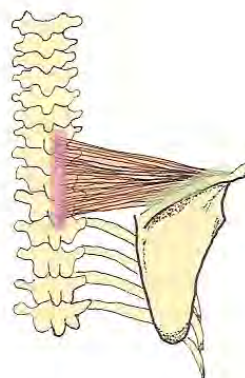


Figura 9.14 Parte transversa do músculo trapézio (vista posterior).

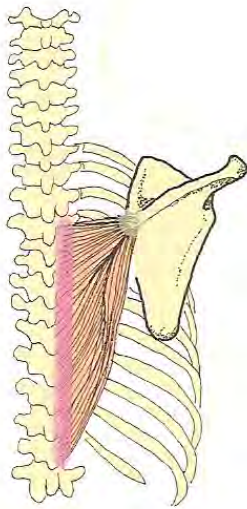


Figura 9.15 Parte ascendente do músculo trapézio (vista posterior).

Parte descendente do músculo trapézio

- O** Occipital, ligamento nuchal fixo nos processos espinhosos das vértebras cervicais superiores
- I** Terço lateral da clavícula, acrômio
- A** Elevação e rotação superior da escápula
- N** Nervo acessório (nervo craniano XI), componente sensitivo de C3 e C4

Parte transversa do músculo trapézio

- O** Processos espinhosos de C VII-T III
- I** Espinha da escápula
- A** Retração da escápula
- N** Nervo acessório (nervo craniano XI), componente sensitivo de C3 e C4

Parte ascendente do músculo trapézio

- O** Processos espinhosos das vértebras torácicas médias e inferiores
- I** Extremidade medial da espinha da escápula
- A** Abaixamento e rotação superior da escápula
- N** Nervo acessório (nervo craniano XI), componente sensitivo de C3 e C4

As três partes do músculo trapézio atuam juntas (sinergistas) para retrain a escápula. Lembre-se, porém, de que a parte transversa do músculo trapézio é o agonista primário e que as partes descendente e ascendente são apenas auxiliares. As partes descendente e ascendente do músculo trapézio são antagonistas na elevação/abaixamento e agonistas na rotação superior. Para se ter uma ideia das partes responsáveis pela rotação superior desse músculo, pense na escápula como um volante (Figura 9.16). Nesse exemplo, uma escápula direita é mostrada. Amarre uma fita na parte inferior do volante para represen-

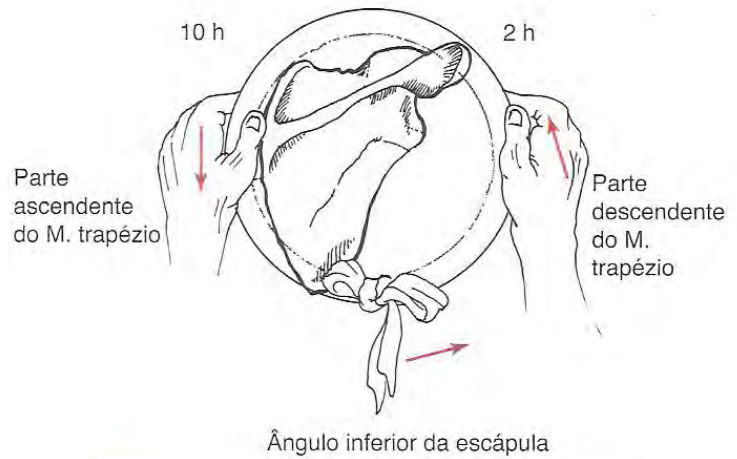


Figura 9.16 Movimento de rotação da escápula direita.

tar o ângulo inferior da escápula. Coloque sua mão direita na posição 2 h, representando a inserção da parte descendente do músculo trapézio; coloque sua mão esquerda na posição 10 h, representando a inserção da parte ascendente do músculo trapézio. Gire o volante para a esquerda e note que a fita se move para cima e para a direita. No caso da escápula, há movimento superior e medial da parte descendente do músculo trapézio (mão direita), enquanto há movimento inferior e medial da parte ascendente do músculo trapézio (mão esquerda). Esse esforço combinado determina o movimento superior e lateral do ângulo inferior da escápula (rotação superior).

O **músculo levantador da escápula** é nomeado por sua função de elevação da escápula. É totalmente recoberto pelo músculo trapézio. Sua inserção proximal é nos processos transversos de C I a C IV e sua inserção distal é na margem medial da escápula entre o ângulo superior e a espinha da escápula (Figura 9.17). Sua linha de tração diagonal é principalmente vertical. Portanto, ele é um agonista primário na elevação da escápula e somente auxilia (agonista secundário) a retração. Também é um agonista primário na rotação inferior da escápula. Imagine o volante com sua mão esquerda na posição 10 h. Leve a mão para cima (girando o volante para a direita) e note que o ângulo inferior (fita) se move para a esquerda (rotação inferior). Lembre-se de que a rotação inferior é o retorno à posição anatômica, após a posição de rotação superior.

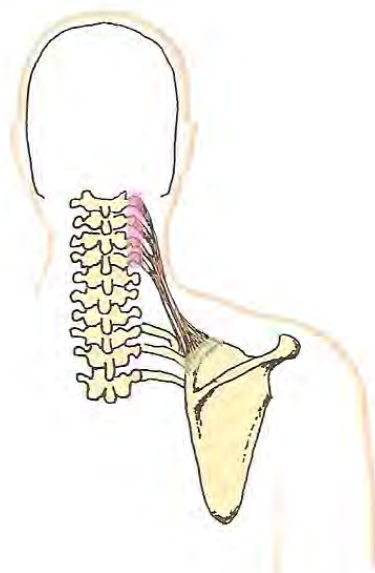


Figura 9.17 Músculo levantador da escápula (vista posterior).

Músculo levantador da escápula

- O** Processo transverso das quatro primeiras vértebras cervicais
- I** Margem medial da escápula entre o ângulo superior e a espinha da escápula
- A** Elevação e rotação inferior da escápula
- N** Terceiro e quarto nervos cervicais e nervo dorsal da escápula (C5)

Na realidade, há dois músculos **romboides**: romboide maior e romboide menor. Eles são comumente considerados como um único músculo, porque, do ponto de vista anatômico, é difícil separá-los, e do ponto de vista funcional, eles têm a mesma ação. O nome romboides se deve ao seu formato geométrico, que é basicamente um retângulo inclinado, de modo que os ângulos entre os lados são oblíquos em vez de retos. Os músculos romboides estão sob o músculo trapézio e podem ser palpados quando o músculo trapézio está relaxado. Sua inserção proximal é no ligamento nugal e nos processos espinhosos de CV II a T V, e sua inserção distal é na margem medial da escápula entre a espinha e o ângulo inferior, inferiormente à inserção do músculo levantador da escápula (Figura 9.18). Como sua linha de tração é oblíqua, eles têm bons componentes horizontal e vertical, sendo agonistas primários na retração e na elevação da escápula. Assim como o músculo levantador da escápula, os músculos romboides fazem a rotação inferior da escápula.

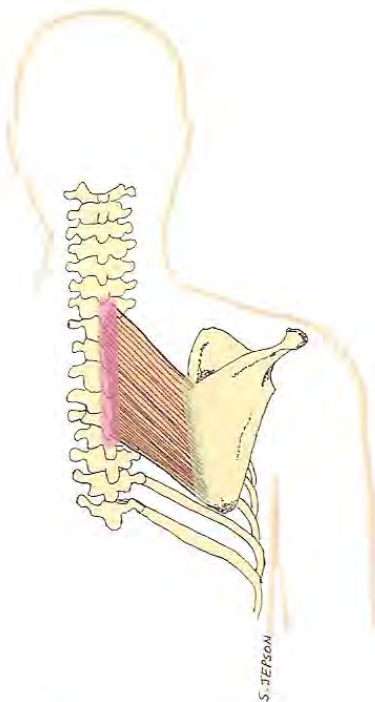


Figura 9.18 Músculos romboides (vista posterior).

Músculos romboides

- O** Processos espinhosos de C VII a T V
- I** Margem medial da escápula entre a espinha e o ângulo inferior
- A** Retração, elevação e rotação inferior da escápula
- N** Nervo dorsal da escápula (C5)

É impossível levantar o braço acima da cabeça sem a ação do **músculo serrátil anterior**. O nome desse músculo se deve ao aspecto serrilhado da inserção na região anterolateral do tórax. É superficial neste ponto e pode ser palpado quando o braço está acima da cabeça. O músculo dirige-se posteriormente e passa entre a escápula e a caixa torácica. Insere-se na face costal da escápula ao longo da margem medial, entre os ângulos superior e inferior (Figura 9.19). Como sua linha de tração é lateral, quase horizontal, ele é um agonista primário na protrusão da escápula. Suas fibras inferiores, que fazem a tração lateral da parte inferior da escápula, são eficazes na rotação superior da escápula. Essas fibras unem-se às partes descendente e ascendente do músculo trapézio para formar um binário de forças que roda a escápula superolateralmente. Outra função do músculo serrátil anterior é manter a margem medial da escápula junto da caixa torácica. Sem esse músculo, a margem medial da escápula afasta-se da caixa torácica, situação conhecida como “escápula alada” (Figura 9.11).

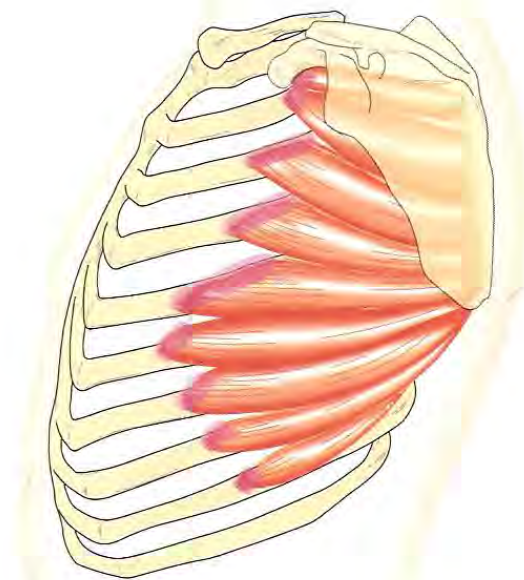


Figura 9.19 Músculo serrátil anterior (vista lateral).

Músculo serrátil anterior

- O** Superfície lateral das oito costelas superiores
- I** Margem medial da escápula, face costal
- A** Protrusão e rotação superior da escápula
- N** Nervo torácico longo (C5, C6, C7)

O **músculo peitoral menor** situa-se profundamente ao músculo peitoral maior e é o único músculo do cíngulo do membro superior localizado totalmente na região torácica anterior. Sua inserção proximal é na superfície anterior da terceira à quinta costela próximo às cartilagens costais, e converge superiormente até sua inserção distal no processo coracóide da escápula (Figura 9.20). Sua linha de tração diagonal é principalmente vertical e para baixo, fato que o torna um agonista primário no abaixamento, rotação inferior e inclinação da escápula. Embora seja bastante fácil perceber a ação de abaixamento, a rotação inferior é menos óbvia, porque o

músculo está na região torácica anterior, enquanto a escápula se move na região torácica posterior. Imagine novamente o volante demonstrando a rotação superior, com a fita indo para a direita (ângulo inferior da escápula). Coloque sua mão direita na posição 2 h (processo coracoide) e puxe inferiormente. Note que a fita (ângulo inferior) move-se para baixo e para a esquerda (rotação inferior). Como o músculo peitoral menor insere-se no processo coracoide da escápula, que está posicionado anterossuperiormente, e ao contrair traciona o referido processo verticalmente para baixo em direção à sua inserção nas costelas, é possível perceber a parte superior da escápula sendo puxada inferior e anteriormente, o que causa a saliência do ângulo inferior da escápula, que se projeta posteriormente. Em outras palavras, o músculo peitoral menor determina a inclinação da escápula.

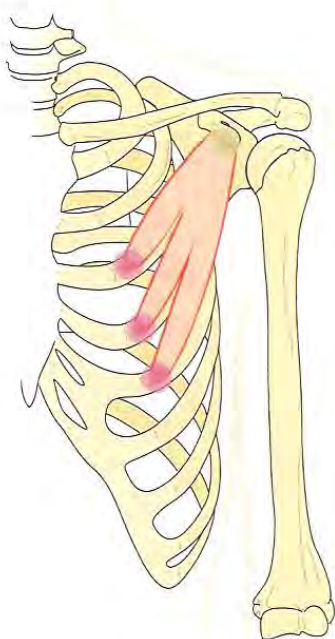


Figura 9.20 Músculo peitoral menor (vista anterior).

Músculo peitoral menor

- O** Região torácica anterior, terceira à quinta costelas
- I** Processo coracoide da escápula
- A** Abaixamento, protrusão, rotação inferior e inclinação da escápula
- N** Nervo peitoral medial (C8, T1)

A Tabela 9.1 resume as ações dos músculos agonistas primários do cingulo do membro superior.

Relações anatômicas

Os músculos do cingulo do membro superior foram descritos de acordo com suas inserções nos ossos, com os movimentos articulares que podem ocorrer por causa dessas inserções e com as linhas de tração. Entretanto, também é necessário descrever as relações entre os músculos, se superficial ou profunda, anterior ou posterior e assim por diante. Os cinco músculos referidos do cingulo do membro superior têm sua inserção (ponto fixo) no tronco; três estão localizados pos-

Tabela 9.1 Agonistas primários do cingulo do membro superior.

Ação	Músculos
Retração	Parte transversa do M. trapézio, Mm. romboides
Protrusão	M. serrátil anterior, M. peitoral menor
Elevação	Parte descendente do M. trapézio, M. levantador da escápula, Mm. romboides
Abaixamento	Parte ascendente do M. trapézio, M. peitoral menor
Rotação superior	Partes descendente e ascendente do M. trapézio M. serrátil anterior (fibras inferiores)
Rotação inferior	Mm. romboides, M. levantador da escápula, M. peitoral menor
Inclinação da escápula	M. peitoral menor

teriormente, um lateralmente e um anteriormente. Dos três músculos posteriores, o M. trapézio é o mais superficial. As partes descendente, transversa e ascendente dos músculos trapézios direito e esquerdo cobrem a maior parte do dorso, formando um grande losango (Figura 9.12). Ao retirar o M. trapézio, os músculos romboides e o levantador da escápula logo se evidenciam subjacentes a ele (Figura 9.21).

O músculo peitoral menor está na região torácica anterior do corpo, mas em posição profunda em relação ao M. peitoral maior (Figura 9.22). O músculo serrátil anterior tem inserção anterior e se dirige posteriormente. Quando cruza a parede torácica lateral, em direção horizontal, é possível vê-lo entre o M. latíssimo do dorso (posterior) e o M. peitoral maior (anterior), como mostrado na Figura 9.23.

Binários de forças

Um **binário de forças** corresponde à ação de músculos que exercem tração em direções distintas para efetuarem o mesmo

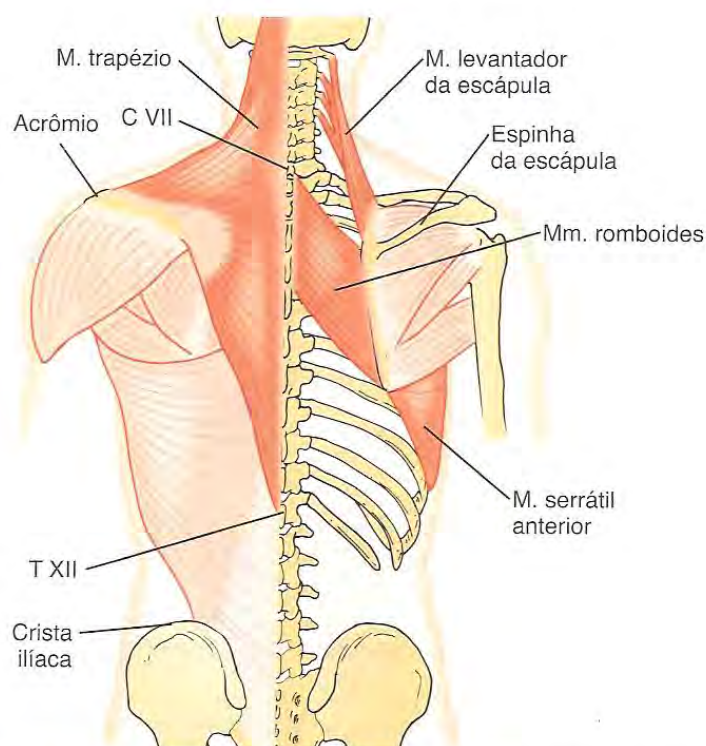


Figura 9.21 Músculos posteriores do cingulo do membro superior.

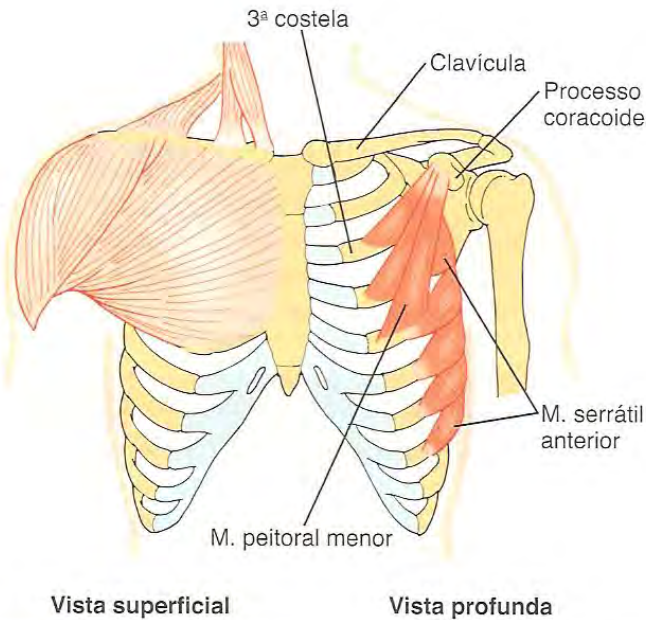


Figura 9.22 Músculos anteriores do cíngulo do membro superior.

movimento. No caso do cíngulo do membro superior, a parte descendente do músculo trapézio exerce tração superior, a parte ascendente do músculo trapézio exerce tração inferior, e as fibras inferiores do músculo serrátil anterior exercem tração lateral em direção horizontal. O resultado é a rotação superior da escápula (Figura 9.24).

A rotação inferior é outro exemplo de binário de forças. O efeito combinado da tração inferior do músculo peitoral menor, tração medial dos músculos romboides e tração superior do músculo levantador da escápula é a rotação inferior da escápula (Figura 9.25). Este movimento é realizado quando a articulação do ombro está em extensão forçada como ao cortar madeira, remar ou fazer exercícios de “puxada” com polia alta em aparelho de musculação. A rotação inferior da escápula deve acompanhar a extensão da articulação do ombro.

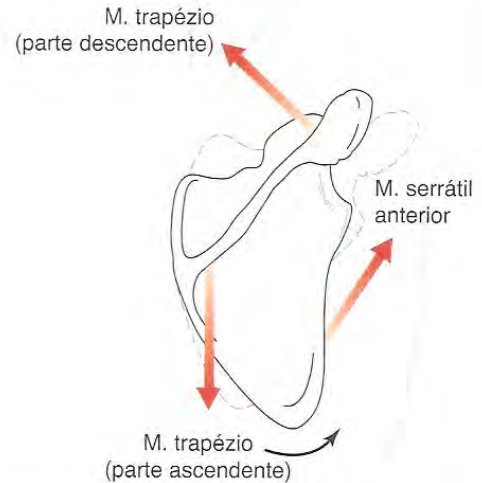


Figura 9.24 O binário de forças musculares produz rotação superior da escápula (vista posterior).

▪ Inversão da ação dos músculos

As ações dos músculos do cíngulo do membro superior foram descritas como determinantes de movimento da inserção na escápula (ponto móvel) em direção à inserção no tronco (ponto fixo). Contudo, se a inserção na escápula for estabilizada, a inserção no tronco pode se mover. Conforme foi comentado no Capítulo 5, isso é conhecido como **inversão da ação do músculo**, possibilitando que alguns músculos do

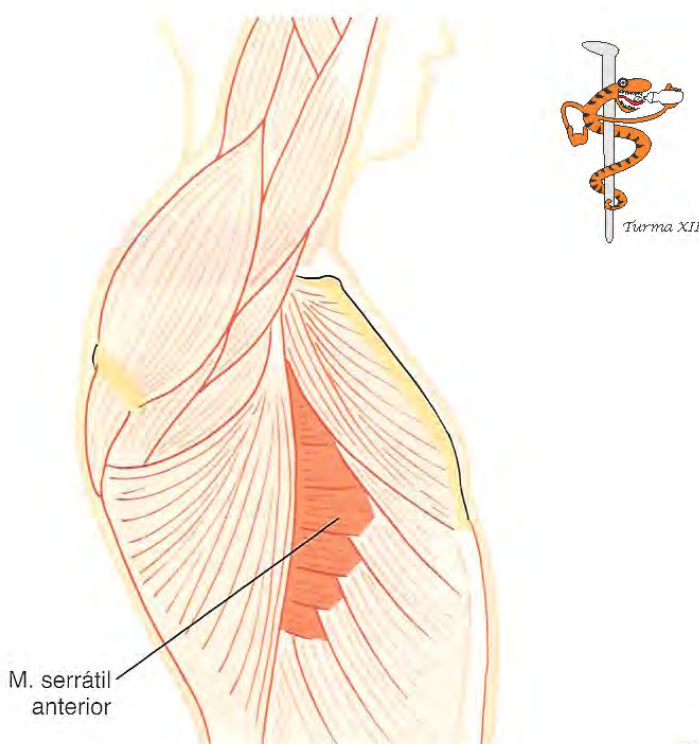


Figura 9.23 Músculos laterais do cíngulo do membro superior.

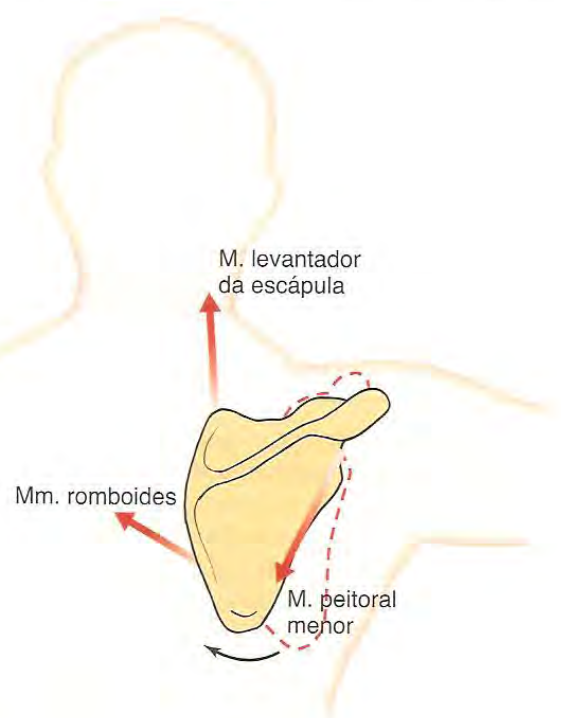


Figura 9.25 O binário de forças musculares produz rotação inferior da escápula (vista posterior).

cíngulo do membro superior tenham funções auxiliares (agônista secundário) em outras articulações, principalmente na cabeça e no pescoço.

Em vista de sua inserção no occipital e nas vértebras cervicais, a parte descendente do músculo trapézio desempenha função na movimentação da cabeça e do pescoço. Quando o cíngulo do membro superior está estabilizado, a parte descendente do músculo trapézio pode auxiliar a extensão da cabeça e do pescoço, a flexão lateral para o mesmo lado (ipsilateral) e a rotação para o lado oposto (contralateral).

Com o cíngulo do membro superior estabilizado, a parte ascendente do músculo trapézio pode inverter sua ação e ajudar a elevar o tronco. Isso é útil principalmente ao se caminhar com muletas. Com as muletas apoiadas no chão à frente, a pessoa balança o corpo para frente entre as muletas. A inserção mais inferior na coluna vertebral move-se em direção à inserção mais superior na escápula, assim elevando o corpo quando ele balança entre as muletas.

Quando a escápula está estabilizada, o músculo levantador da escápula consegue mover o pescoço. Ele pode auxiliar o músculo esplênio do pescoço a rodar e fletir lateralmente o pescoço para o mesmo lado (ipsilateralmente).

▪ Resumo da inervação dos músculos

A inervação dos músculos do cíngulo do membro superior tem várias origens proximais aos nervos terminais do plexo braquial, em posição bem alta na medula espinal. O 11º nervo craniano (nervo acessório) inerva o músculo trapézio, com inervação sensitiva de C3 e C4. O terceiro e quarto nervos cervicais inervam o músculo levantador da escápula, com inervação parcial pelo nervo dorsal da escápula originado de C5. O músculo serrátil anterior é inervado pelo nervo torácico longo, constituído de ramos de C5-C7, e os músculos romboides são inervados pelo nervo dorsal da escápula, uma ramificação do ramo anterior de C5. O músculo peitoral menor recebe inervação do nervo peitoral medial, que se origina do fascículo medial do plexo braquial. A Tabela 9.2 resume a inervação desses músculos, e a Tabela 9.3 apresenta o segmento medular correspondente à inervação de cada músculo.

Tabela 9.2 Inervação dos músculos do cíngulo do membro superior.

Músculo	Nervo	Segmento medular
Trapézio*	Nervo craniano XI	C3, C4 (sensitivo)
Levantador da escápula	Dorsal da escápula	C3, C4, C5
Romboides	Dorsal da escápula	C5
Serrátil anterior	Torácico longo	C5, C6, C7
Peitoral menor	Peitoral medial	C8, T1

*O 11º nervo craniano é responsável pela inervação motora. C3 e C4 são sensitivos.

Tabela 9.3 Inervação segmentar dos músculos do cíngulo do membro superior.

Nível na medula espinal	C3	C4	C5	C6	C7	C8	T1
M. trapézio	X	X					
M. levantador da escápula	X	X	X				
Mm. romboides			X				
M. serrátil anterior		X	X	X			
M. peitoral menor						X	X

Pontos-chave

- O cíngulo do membro superior apresenta movimentos lineares e angulares
- O ângulo inferior da escápula é o ponto de referência para sua rotação
- Alguns movimentos do cíngulo do membro superior e da articulação do ombro estão interligados
- O ritmo escapuloumbral é um exemplo dos movimentos combinados destas articulações
- Músculos que exercem tração em diferentes direções para efetuar o mesmo movimento constituem um binário de força
- As contrações concêntricas e excêntricas são ações de aceleração e desaceleração. Na contração isométrica, não existe movimento articular
- O movimento em cadeia cinética varia, dependendo se o segmento distal está fixo (fechada) ou livre para se mover (aberta).

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

1. Identifique as estruturas que compõem o cíngulo do membro superior, a articulação do ombro e o complexo do ombro.
2. Dado o formato triangular da escápula:
 - a. que ponto de referência é comumente usado para determinar a direção de rotação da escápula?
 - b. em que direção se move o ponto de referência na rotação superior da escápula?
3. Quais movimentos do cíngulo do membro superior são predominantemente lineares?
4. Quais movimentos do cíngulo do membro superior são predominantemente angulares?
5. O que é ritmo escapuloumbral?
6. De que maneira a ausência de ritmo escapuloumbral afeta o movimento da articulação do ombro?
7. É comum referir-se ao músculo trapézio descrevendo-o como constituído de três músculos (partes) diferentes. Os dois músculos romboides (maior e menor) são citados e descritos como um só. Do ponto de vista funcional:
 - a. por que o músculo trapézio é separado em três músculos (partes)?
 - b. por que os dois músculos romboides são descritos como apenas um?
8. A elevação da mão acima da cabeça requer a ação combinada de três músculos do cíngulo do membro superior. Quais são eles?

9. Cite e defina o termo biomecânico utilizado para descrever a ação combinada referida na questão 8.
10. Partindo do ângulo inferior e seguindo em sentido horário, cite os músculos do cíngulo do membro superior que se inserem na face posterior da escápula direita.
11. Que músculo ocupa posição superficial em relação ao músculo peitoral menor?
12. Ao examinar a região torácica lateral, quais são os dois músculos superficiais em relação ao músculo serrátil anterior?

Questões sobre atividade funcional

Identifique os movimentos do cíngulo do membro superior que ocorrem nas seguintes ações. Os movimentos associados da articulação do ombro são citados entre parênteses.

1. Fechar uma janela puxando-a para baixo.
Movimento do cíngulo do membro superior _____
(Extensão do ombro)
2. Abrir uma janela puxando-a para cima.
Movimento do cíngulo do membro superior _____
(Flexão do ombro)
3. Carregar uma mala pesada
Movimento do cíngulo do membro superior _____
(Não há movimento do ombro)
4. Pentear o cabelo na região posterior da cabeça
Movimento do cíngulo do membro superior _____
(Flexão do ombro, rotação lateral)
5. Estender o braço sobre a mesa, como se fosse pegar um objeto distante
Movimento do cíngulo do membro superior _____
(Flexão do ombro)
6. Nas questões 1 a 5, que tipo de contração ocorre nos músculos do cíngulo do membro superior?

Questões sobre exercícios clínicos

1. Deite-se em decúbito ventral, com o braço direito pendente ao lado da mesa, e segure um peso com a mão direita (Figura 9.26). Usando apenas o movimento do cíngulo do membro superior e sem utilizar movimento da articulação do ombro, levante o peso verticalmente.
 - a. Que movimento ocorre no cíngulo do membro superior?
 - b. Quais músculos são agonistas primários dessa ação do cíngulo do membro superior?

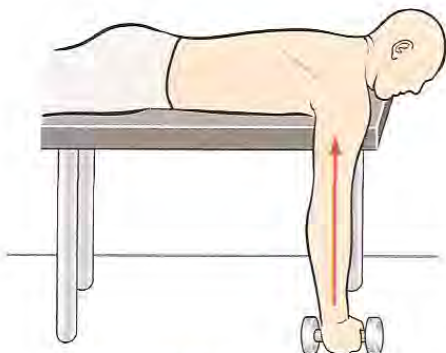


Figura 9.26 Posição inicial.

- c. Esse é um exercício realizado em cadeia cinética aberta ou fechada?
2. Deite-se em decúbito ventral, com o braço direito pendente ao lado da mesa, e segure um peso com a mão direita. Mova o braço para cima e lateralmente, realizando uma abdução do ombro no plano frontal.
 - a. Que movimento do cíngulo do membro superior acompanha essa abdução do ombro?
 - b. Quais músculos são agonistas primários nesse movimento do cíngulo do membro superior?
 - c. Essa contração muscular é concêntrica, excêntrica ou isométrica?
3. Sentado em uma cadeira com braços; apoie suas mãos sobre os braços da cadeira em posição de hiperextensão dos ombros. Empurre para baixo os braços da cadeira e levante as nádegas do assento.
 - a. Que movimento do cíngulo do membro superior acompanha a flexão do ombro (da hiperextensão para a posição neutra)?
 - b. Quais músculos são agonistas primários nesse movimento do cíngulo do membro superior?
 - c. Essa contração muscular é concêntrica ou excêntrica?
4. Posicionado em decúbito ventral com as pernas unidas, mãos sobre a mesa, próximas aos ombros, e dedos apontando para frente (Figura 9.27), tente elevar o corpo com suas mãos o máximo que conseguir, estendendo seus cotovelos, fletindo os joelhos e mantendo o dorso reto.
 - a. Que movimento do cíngulo do membro superior ocorre?
 - b. Quais músculos são agonistas primários nesse movimento do cíngulo do membro superior?
 - c. Esse exercício é realizado em cadeia cinética aberta ou fechada?

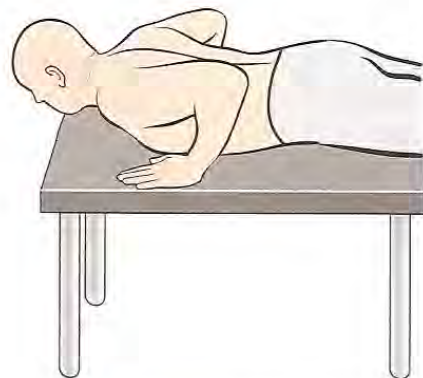
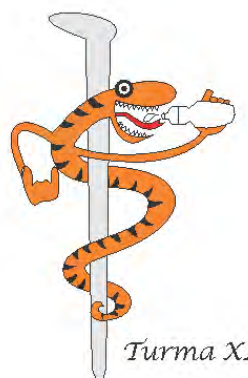


Figura 9.27 Posição inicial.

5. No aparelho “de puxada” na frente com polia alta da estação de musculação (ou outro aparelho equivalente), levante os braços e segure a barra. Puxe para baixo mantendo os braços em movimento no plano frontal.
 - a. Que movimentos do cíngulo do membro superior acompanham a adução e a rotação lateral do ombro?
 - b. Quais músculos são agonistas primários nesses movimentos do cíngulo do membro superior?
 - c. Essa contração muscular é concêntrica ou excêntrica?

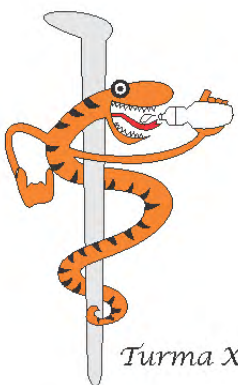


Turma XII

10

Articulação do Ombro

- ▶ Movimentos da articulação, 116
- ▶ Ossos e pontos de referência, 117
- ▶ Ligamentos e outras estruturas, 118
- ▶ Músculos da articulação do ombro, 119
- ▶ Pontos-chave, 126
- ▶ Autoavaliação, 127



A **articulação do ombro** é do tipo sinovial esferóide e possibilita movimentos nos três planos e em torno dos três eixos no espaço (Figura 10.1). Portanto, a articulação tem três graus de liberdade. A cabeça do úmero se articula com a cavidade glenoidal da escápula, constituindo a articulação do ombro. É uma das articulações mais móveis do corpo e, consequentemente, uma das menos estáveis.

► Movimentos da articulação

Há quatro grupos de movimentos possíveis na articulação do ombro (Figura 10.2): (1) flexão, extensão e hiperextensão; (2) abdução e adução no plano frontal; (3) rotações medial e lateral; e (4) abdução e adução no plano horizontal. A flexão, a extensão e a hiperextensão ocorrem no plano sagital em torno do eixo transversal. A **flexão** vai de 0° a 180° , e a **extensão** é o retorno à posição anatômica. A partir da posição anatômica é possível obter aproximadamente 45° de **hiperextensão**. A **abdução** e a **adução** ocorrem no plano frontal em torno do eixo sagital com possibilidade de 180° de movimento. A **rotação medial** e a **rotação lateral** ocorrem no plano transversal em torno do eixo longitudinal. Às vezes, são utilizados os termos *interno* e *externo* em vez de *medial* e *lateral*, respectivamente. A partir da posição neutra, é possível mover 90° em cada direção. A **abdução** e a **adução no plano horizontal (transversal)** ocorrem em torno do eixo longitudinal. A partir de uma posição inicial arbitrária de 90° de abdução do ombro, haveria aproximadamente 30° de abdução horizontal (movimento para trás) e cerca de 120° de adução horizontal (movimento para frente), com o indivíduo na posição anatômica. **Circundução** é o termo usado para descrever o arco ou círculo obtido pelos movimentos possíveis no ombro. Na verdade, é apenas uma combinação de todos os movimentos do ombro, e, por isso, esse termo não será utilizado.

Outro termo usado com frequência na literatura, especialmente em relação a exercícios terapêuticos para distúrbios do ombro, é **scaption**. Esse movimento é semelhante à flexão ou abdução, porém ocorre no **plano escapular**, e não no plano

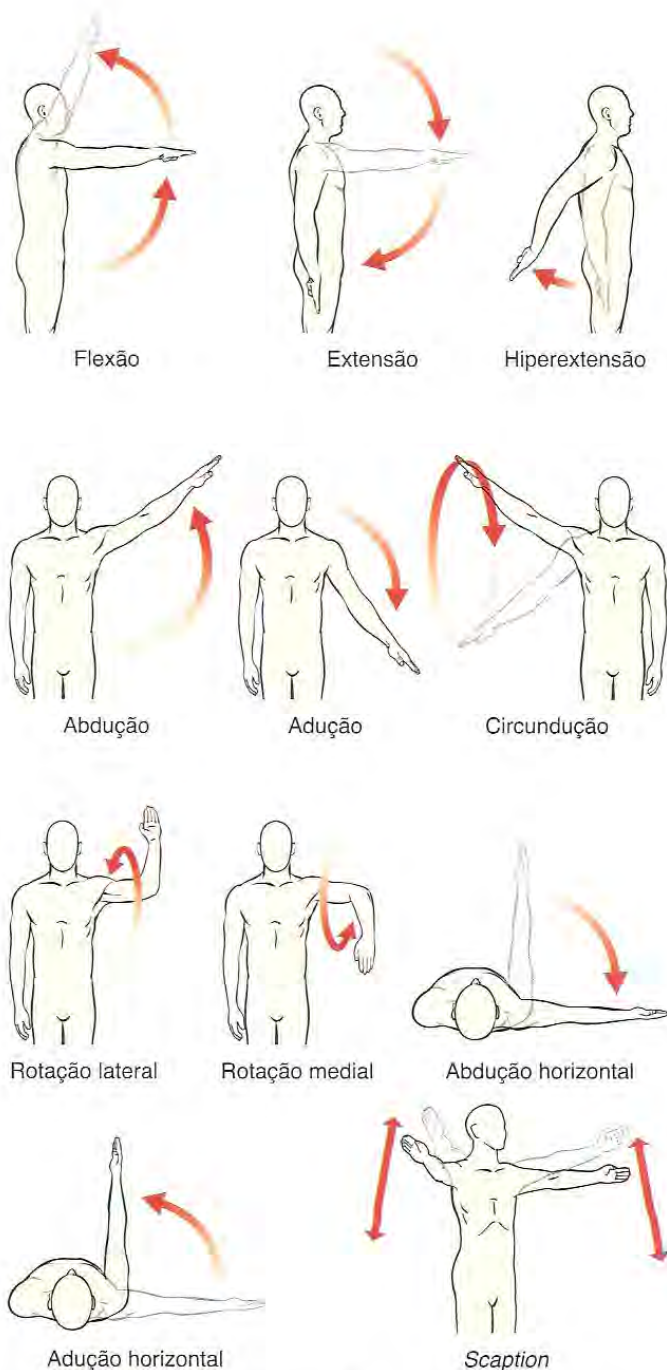


Figura 10.2 Movimentos da articulação do ombro.

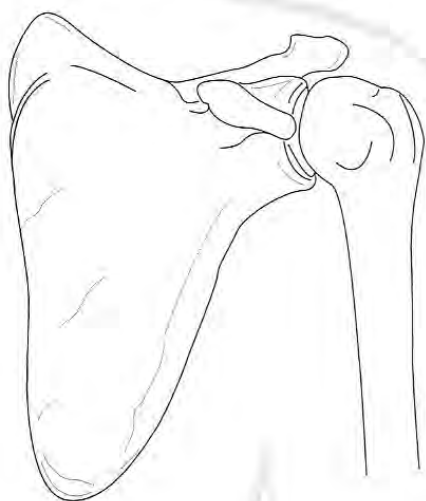


Figura 10.1 A articulação do ombro (vista anterior).

sagital, nem no plano frontal. O plano escapular está aproximadamente 30° anterior ao plano frontal. Não é absolutamente o meio-termo entre flexão e abdução. Com o movimento *scaption* do ombro, é possível fazer movimentos de 180° superior e inferior. A maioria das atividades funcionais ocorre no plano da escápula.

A sensação final normal em todos os movimentos da articulação do ombro é o **estiramento de tecidos moles**. Isso se deve à tensão dos vários ligamentos e músculos e da cápsula articular. Revisando a descrição feita no Capítulo 4, a sensação final é a sensação no fim da amplitude de movimento passivo da articulação quando uma leve pressão é aplicada.

Em termos de artrocinemática, a cabeça do úmero convexa move-se dentro da cavidade glenoidal côncava. Segundo a regra do côncavo-convexo, a face articular convexa (cabeça do úmero) move-se na direção oposta ao movimento do segmento do corpo (o braço). Portanto, na flexão ou abdução da articulação do ombro, a cabeça do úmero desliza inferior-

mente. Na extensão e na adução, a cabeça do úmero desliza superiormente. Na rotação medial, há deslizamento posterior, e na rotação lateral, deslizamento anterior. Uma discussão sobre esse assunto e os músculos envolvidos aparece adiante neste capítulo (“Movimento glenoumeral”).

► Ossos e pontos de referência

A **escápula** e muitos de seus pontos de referência foram descritos no Capítulo 9. A seguir são apresentados os pontos de referência da escápula que você precisa conhecer quando se fala sobre a articulação do ombro (Figura 10.3).

Cavidade glenoidal

Uma cavidade rasa e com formato oval na extremidade superior da margem lateral; articula-se com o úmero.

Lábio glenoidal

Anel de fibrocartilagem fixado na margem da cavidade glenoidal, que aprofunda a face articular.

Fossa subescapular

Abrange a maior parte da área na face costal (anterior); é local de inserção do músculo subescapular.

Fossa infraespal

Localizada inferiormente à espinha da escápula; é local de inserção do músculo infraespal.

Fossa supraespal

Localizada superiormente à espinha da escápula; é local de inserção do músculo supraespal.

Margem lateral

Local de inserção dos músculos redondo maior e redondo menor.

Acrômio

Área larga e plana na extremidade lateral da espinha da escápula; local de inserção da parte acromial do músculo deltoide.

O **úmero** é o maior e mais longo osso do membro superior (Figura 10.4). A posição do úmero com a escápula é mostrada em uma vista anterior na Figura 10.1. Os pontos de referência importantes são os descritos a seguir.

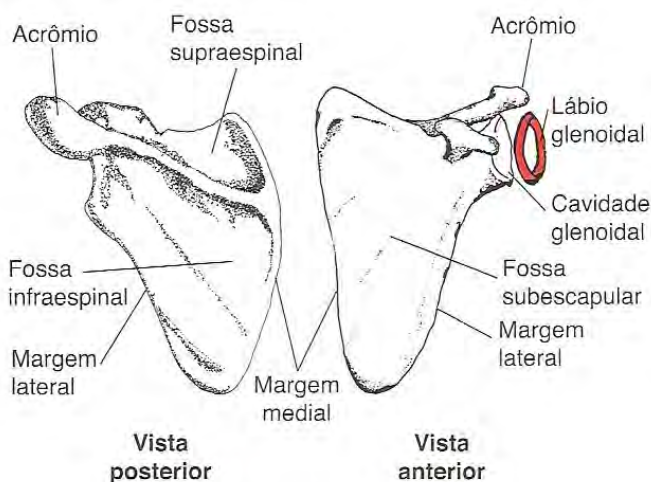


Figura 10.3 A escápula esquerda.

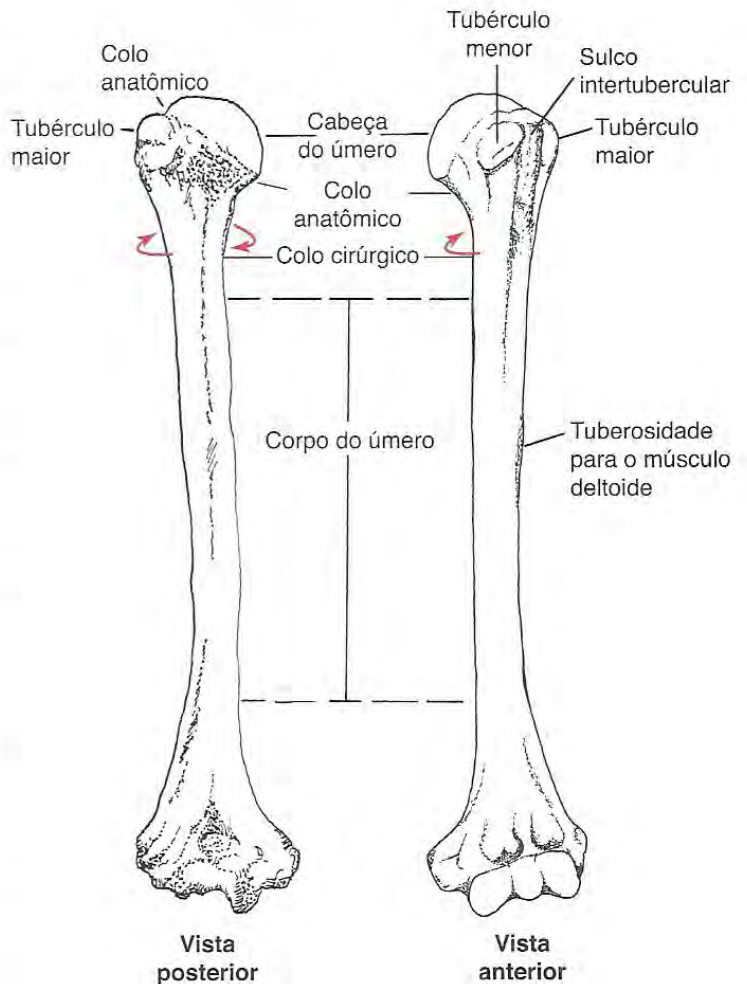


Figura 10.4 O úmero esquerdo.

Cabeça do úmero

Extremidade proximal semiarredondada; articula-se com a escápula.

Colo cirúrgico

Área ligeiramente estreita, logo abaixo dos tubérculos, onde a epífise proximal se continua no corpo do osso.

Colo anatômico

Sulco circunferencial que separa a cabeça do úmero dos tubérculos.

Corpo do úmero (diáfise)

A área entre o colo cirúrgico, proximalmente, e os epicôndilos, distalmente.

Tubérculo maior

Grande projeção lateral à cabeça e ao tubérculo menor; local de inserção dos músculos supraespal, infraespal e redondo menor.

Tubérculo menor

Projeção menor na região anteromedial, medialmente ao tubérculo maior; local de inserção do músculo subescapular.

Tuberosidade para o músculo deltoide

Situada na margem lateral, próximo ao ponto médio do corpo do úmero; geralmente não é um ponto de referência bem definido.

Sulco intertubercular

Sulco longitudinal entre os tubérculos, contendo o tendão da cabeça longa do músculo bíceps braquial.

Cristas dos tubérculos maior e menor

Também são chamadas de lábios lateral e medial do sulco intertubercular. A crista do tubérculo maior (lábio lateral) é local de inserção do músculo peitoral maior, e a crista do tubérculo menor (lábio medial) é local de inserção dos músculos latíssimo do dorso e redondo maior.

► Ligamentos e outras estruturas

A **cápsula articular** é um recipiente de paredes finas, fixado em torno da cavidade glenoidal da escápula e do colo anatômico do úmero (Figuras 10.5 e 10.6). A cápsula articular é formada por uma membrana fibrosa externa e uma membrana sinovial interna. Quando o braço está pendente ao lado do corpo, a região superior da cápsula está tensa e a região inferior relaxada. Quando o ombro está abduzido, ocorre o inverso: a região inferior da cápsula está tensa e a superior está relaxada. Os **ligamentos glenoumerais** superior, médio e inferior (Figura 10.5) reforçam a parte anterior da cápsula. Na verdade, esses ligamentos não estão bem definidos, mas são como pregas da cápsula.

O **ligamento coracoumeral** fixa-se na parte lateral do processo coracoide, estende-se lateral e anteriormente à articulação do ombro até a região medial do tubérculo maior (Figuras 10.5 e 10.6). Reforça a parte superior da cápsula articular.

O **lábio glenoidal** é um anel fibroso que circunda a margem da cavidade glenoidal (Figuras 10.3 e 10.7). Sua função é aprofundar a face articular.

Há várias bolsas sinoviais em torno da articulação do ombro. A bolsa subdeltóidea é grande e está localizada entre o músculo deltoide e a cápsula articular. A bolsa subacromial situa-se abaixo do acrômio e do ligamento coracoacromial, entre eles e a cápsula articular, e geralmente é contínua com a bolsa subdeltóidea.

O **“manguito rotador”** é a faixa tendínea formada pela união das inserções tendíneas dos músculos subescapular,

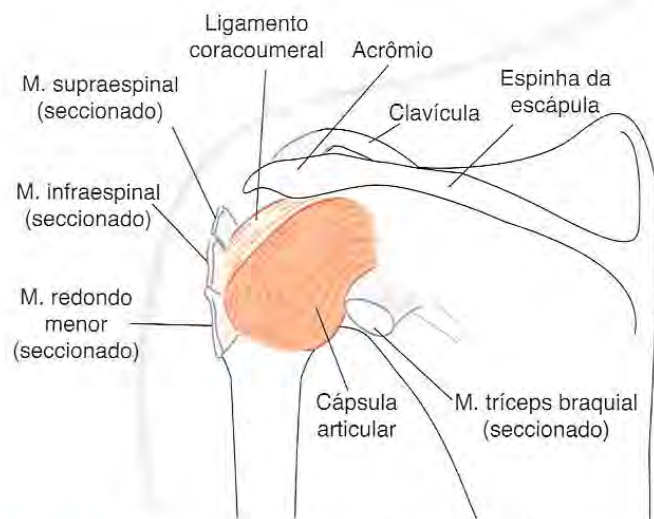


Figura 10.6 Cápsula articular do ombro esquerdo e ligamento coracoumeral. Vista posterior, músculos seccionados.

supraespal, infraespal e redondo menor. Esses músculos ajudam a manter a cabeça do úmero “rodando” contra a cavidade glenoidal durante o movimento articular. Este movimento rotatório é que inspirou o termo *“manguito rotador”*, e não a ação muscular de rotação medial ou lateral.

A **aponeurose toracolombar** é uma lâmina fibrosa superficial que se insere nos processos espinhosos das vértebras torácicas inferiores e lombares, no ligamento supraespal e na parte posterior da crista ilíaca, recobrimdo o músculo eretor da espinha (Figura 10.19). É um local de inserção ampla do músculo latíssimo do dorso.

Como já foi mencionado, a articulação do ombro possibilita uma amplitude de movimento considerável, o que a torna bastante instável. Algumas características contribuem para a estabilidade, ainda que pequena, dessa articulação. A cavidade glenoidal bastante rasa é aprofundada pelo lábio glenoidal. A cavidade está posicionada em direção anterior, lateral e superior. Essa orientação superior proporciona alguma estabilidade à articulação. A articulação é mantida intacta pela cápsula

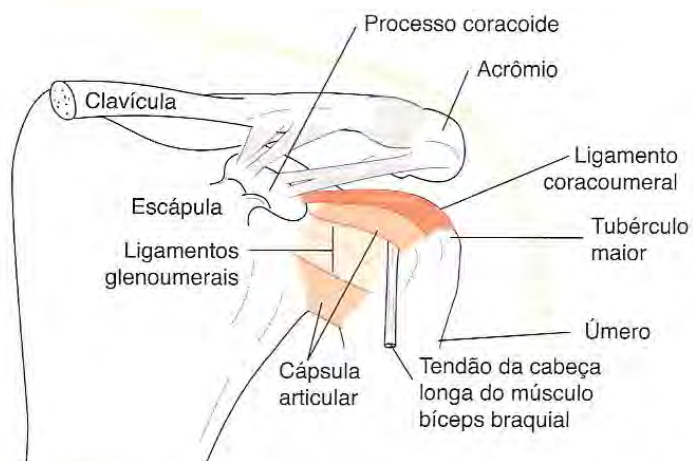


Figura 10.5 A cápsula articular do ombro e os ligamentos que a reforçam (vista anterior).

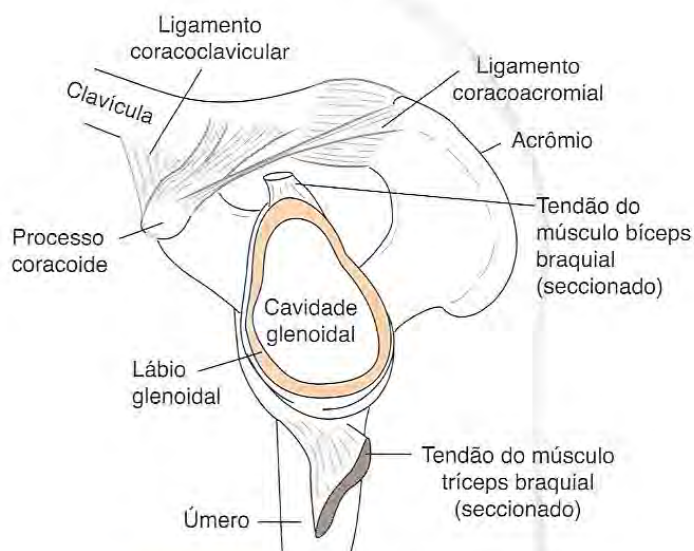


Figura 10.7 Lábio glenoidal, vista lateral.

articular e é reforçada pelos ligamentos coracoumeral e glenoumerais. Por circundar totalmente a articulação, a cápsula cria um vácuo parcial, que ajuda a manter a cabeça do úmero contra a cavidade glenoidal. Os músculos do “manguito rotador” mantêm as faces articulares aproximadas durante o movimento da articulação. Os músculos do ombro são os principais responsáveis pela prevenção da subluxação ou luxação parcial da articulação. Uma pessoa que sofre um acidente vascular encefálico tem perda da função do membro acometido e frequentemente apresenta subluxação do ombro. A ausência de uma cavidade glenoidal profunda o suficiente para receber a cabeça do úmero, a perda do tônus muscular, o peso do membro superior e a gravidade contribuem para a subluxação articular.

► Músculos da articulação do ombro

Os músculos que cruzam a articulação do ombro são:

- Deltoide
- Peitoral maior
- Latíssimo do dorso
- Redondo maior
- Supraespinal
- Infraespinal
- Redondo menor
- Subescapular
- Coracobraquial
- Bíceps braquial
- Tríceps braquial, cabeça longa

O **músculo deltoide** é um músculo superficial que cobre as três faces da articulação do ombro, proporcionando seu formato arredondado característico. O nome *deltoide* descreve seu formato triangular (Figura 10.8). Do ponto de vista funcional, esse músculo é dividido em três partes: clavicular, acromial e espinal.

A **parte clavicular do músculo deltoide** insere-se no terço lateral da clavícula e dirige-se em sentido inferior e lateral até a tuberosidade para o músculo deltoide, localizada próximo à parte média da margem lateral do úmero. Ele cruza

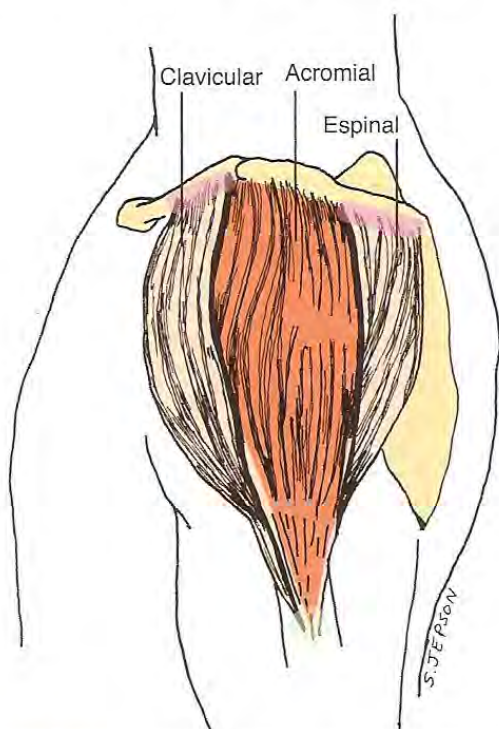


Figura 10.8 As três partes do músculo deltoide (vista lateral).

a articulação do ombro anteriormente, formando um ângulo oblíquo. Portanto, é eficaz na abdução, flexão e rotação medial do braço. Quando o braço está no nível do ombro, a linha de tração é basicamente horizontal e o músculo age como um adutor horizontal eficaz.

A **parte acromial do músculo deltoide** insere-se na região lateral do acrômio e dirige-se inferiormente até a tuberosidade para o músculo deltoide. Como sua linha de tração é vertical e lateral ao eixo da articulação, ela é mais eficaz na abdução da articulação do ombro.

A **parte espinal do músculo deltoide** insere-se na espinha da escápula e dirige-se oblíqua e inferiormente até sua inserção junto com as fibras das partes clavicular e acromial na tuberosidade para o músculo deltoide. Como a linha de tração oblíqua é posterior ao eixo da articulação, a parte espinal do músculo deltoide é eficaz na abdução, extensão, hiperextensão e rotação lateral do braço. Quando o braço está no nível do ombro, a linha de tração é basicamente horizontal, o que torna essa parte eficaz na abdução horizontal.

O “efeito sanfona” (*inchworm*) é um conceito que descreve a ação dos músculos do cingulo do membro superior e do músculo deltoide, principalmente da sua parte acromial, durante a abdução do braço na articulação do ombro. Se o úmero se movesse em abdução, a parte acromial do músculo deltoide rapidamente esgotaria sua capacidade contrátil quando se aproximasse de 90°. Entretanto, a parte acromial do músculo deltoide é eficaz durante toda a amplitude do movimento. Lembre-se de que, para cada 2° de abdução da articulação do ombro, o cingulo do membro superior gira 1° para cima (ritmo escapuloumeral; veja o Capítulo 9). Com essa rotação superior da escápula, a inserção proximal do músculo deltoide (o acrômio, a extremidade acromial da clavícula e a espinha da escápula) afasta-se da inserção distal no úmero. Esse movimento alonga o músculo e restaura seu potencial contrátil, possibilitando a sua contração eficaz durante toda a amplitude de movimento.

Músculo deltoide, parte clavicular

- O** Terço lateral da clavícula
- I** Tuberosidade para o músculo deltoide
- A** Abdução, flexão, rotação medial e adução do braço na articulação do ombro, no plano horizontal
- N** Nervo axilar (C5, C6)

Músculo deltoide, parte acromial

- O** Acrômio
- I** Tuberosidade para o músculo deltoide (igual à parte clavicular)
- A** Abdução do braço na articulação do ombro
- N** Nervo axilar (C5, C6)

Músculo deltoide, parte espinal

- O** Espinha da escápula
- I** Tuberosidade para o músculo deltoide (igual à parte clavicular)
- A** Abdução, extensão, hiperextensão, rotação lateral, abdução do braço na articulação do ombro, no plano horizontal
- N** Nervo axilar (C5, C6)

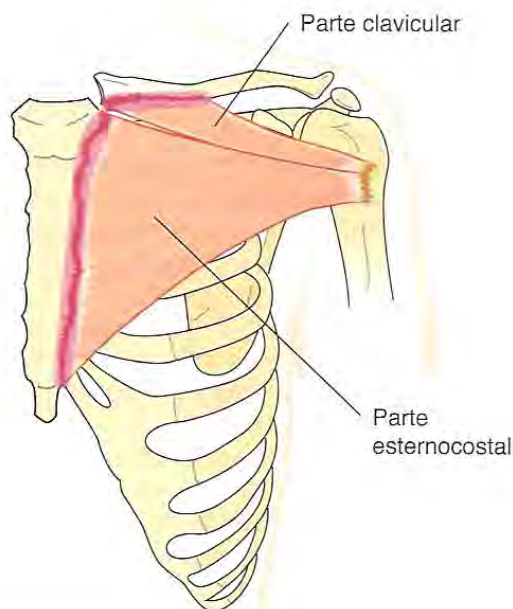


Figura 10.9 As duas partes do músculo peitoral maior (vista anterior).

O **músculo peitoral maior** (Figura 10.9) é um grande músculo do tórax, como indica o seu nome (*pectus* significa “peito”). É superficial exceto pela sua inserção lateral sob o músculo deltoide. Como esse músculo cruza a articulação na região anterior, em sentido medial-lateral, ele é eficaz na adução e rotação medial da articulação do ombro.

O músculo peitoral maior, em vista de suas inserções mediais e diferentes linhas de tração, costuma ser dividido em partes clavicular e esternocostal.* A **parte clavicular** insere-se no terço medial da clavícula. Ela tem uma linha de tração mais vertical quando o ombro é estendido, que a torna muito eficaz na flexão do braço durante a primeira parte do movimento. À medida que o braço se aproxima de 90° (nível do ombro), a linha de tração muda de vertical a horizontal; portanto, essa parte do músculo peitoral maior não é mais eficaz. Ela é mais eficaz na parte inicial do movimento (0° a 30°) e torna-se menos eficaz perto do meio do movimento (90°). Assim, é correto dizer que a parte clavicular do músculo peitoral maior atua como agonista primário nos primeiros 60° de flexão do ombro.

A **parte esternocostal** insere-se no esterno e nas cartilagens costais das primeiras seis costelas. Ela tem uma linha de tração mais vertical quando o ombro está em flexão total e perde a eficácia quando o ombro se aproxima de 90° de extensão. Semelhante à parte clavicular, porém em direção oposta, a parte esternocostal é mais eficaz no início do movimento (180° a 150°) e se torna menos eficaz perto do meio do movimento (90°). Assim, é correto dizer que a parte esternocostal do músculo peitoral maior atua como agonista primário nos primeiros 60° de extensão do ombro. Já que a extensão começa a partir da posição de flexão total do braço (180°) e continua até alcançar a posição anatômica (0°), os primeiros 60° de extensão do braço na articulação do ombro seriam de 180° a 120°.

As duas partes do músculo peitoral maior são eficazes nas partes iniciais do movimento no plano sagital (parte clavicular para flexão, parte esternocostal para extensão). Portanto, elas são antagonistas na flexão e extensão, mas são agonistas na adução, rotação medial e adução do ombro no plano horizontal.

Músculo peitoral maior, parte clavicular

- O** Terço medial da clavícula
- I** Crista do tubérculo maior do sulco intertubercular
- A** Flexão do braço na articulação do ombro – primeiros 60°

Músculo peitoral maior, parte esternocostal

- O** Esterno, cartilagem costal das seis primeiras costelas
- I** Crista do tubérculo maior do sulco intertubercular (igual à parte clavicular)
- A** Extensão do braço na articulação do ombro – primeiros 60° (de 180° a 120°)

Músculo peitoral maior, partes clavicular e esternocostal

- A** Adução, rotação medial e adução do braço na articulação do ombro, no plano horizontal
- N** Nervos peitorais lateral e medial (C5, C6, C7, C8, T1)

Como o nome indica, o **músculo latíssimo do dorso** (Figura 10.10) é um músculo largo, semelhante a uma lâmina, localizado no dorso (em latim, *latissimus* significa “o mais largo” e *dorsi*, atrás ou posterior). É quase todo superficial, exceto por uma pequena parte mais superior e medial que está coberta pela parte ascendente do músculo trapézio e pela parte que atravessa a axila para se inserir na face anteromedial do úmero. Em razão de sua inserção no ílio e no sacro, é possível elevar a pelve se os braços forem estabilizados. Essa ação ocorre ao andar de muletas, quando os braços são estabilizados sobre os apoios de mãos. Essa atividade em cadeia fechada é um bom exemplo de “inversão da função do músculo”, na qual a inserção proximal exerce tração em direção à inserção distal, em vez do que é mais comum, ou seja, a inserção distal exercer tração em direção à inserção proximal (inversão dos pontos fixo e móvel do músculo). O músculo latíssimo do dorso é um forte agonista na extensão, hiperextensão, adução e rotação medial do braço na articulação do ombro, porque cruza essa articulação inferior e medialmente aos eixos articulares.

Músculo latíssimo do dorso

- O** Processos espinhosos de T VII-L V (via aponeurose toracolombar), face dorsal do sacro, crista ilíaca e três costelas inferiores
- I** Face anteromedial do úmero, junto à crista do tubérculo menor
- A** Extensão, adução, rotação medial e hiperextensão do braço na articulação do ombro
- N** Nervo toracodorsal (C6, C7, C8)

O **músculo redondo maior** (Figura 10.11) tem inserção na margem lateral da escápula, logo abaixo do músculo redondo

* N.R.T.: Pela Terminologia Anatômica Internacional (2001), o músculo peitoral maior é dividido em três partes: clavicular, esternocostal e abdominal.

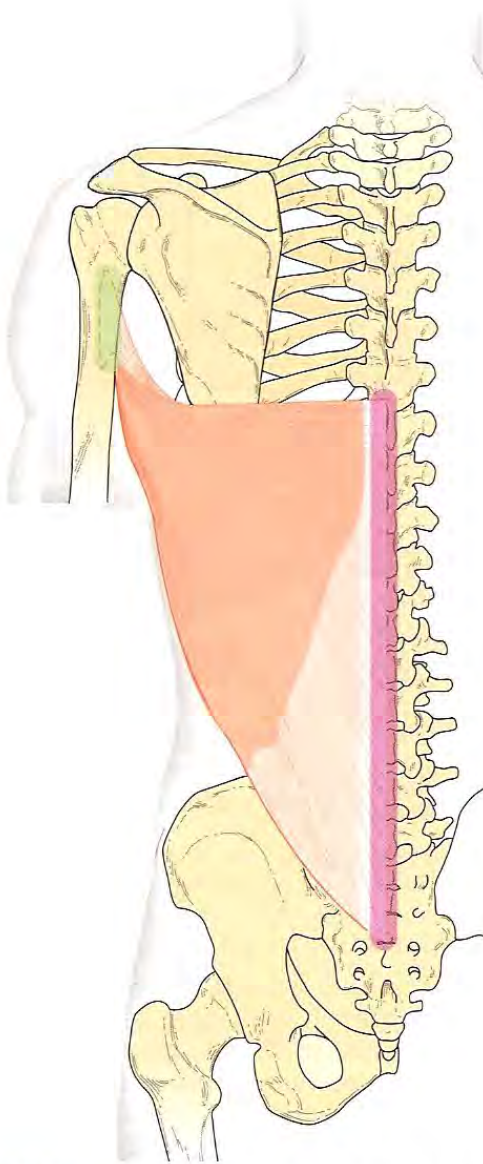


Figura 10.10 Músculo latíssimo do dorso (vista posterior). Observe que a inserção umeral ocorre na face anteromedial, como indica a linha tracejada (por transparência).

menor. Em latim, *teres* significa “longo e arredondado”. Os dois músculos são superficiais nesse ponto. O músculo redondo maior atravessa a axila junto com o latíssimo do dorso até o ponto em que se inserem bem próximos, na face anteromedial do úmero perto de sua extremidade proximal. O músculo redondo maior é conhecido como “pequeno colaborador” do músculo latíssimo do dorso, porque faz tudo que o músculo latíssimo do dorso faz no ombro, exceto a hiperextensão, e porque é muito menor em tamanho. Embora o músculo redondo maior seja um agonista primário na extensão, adução e rotação medial do braço, seu tamanho pequeno o torna menos eficaz que o músculo latíssimo do dorso.

Músculo redondo maior

- O** Margem lateral da escápula, próximo ao ângulo inferior
- I** Medial à crista do tubérculo menor, em nível mais inferior à inserção do músculo latíssimo do dorso
- A** Extensão, adução e rotação medial do braço na articulação do ombro
- N** Nervo subescapular inferior (C5, C6, C7)

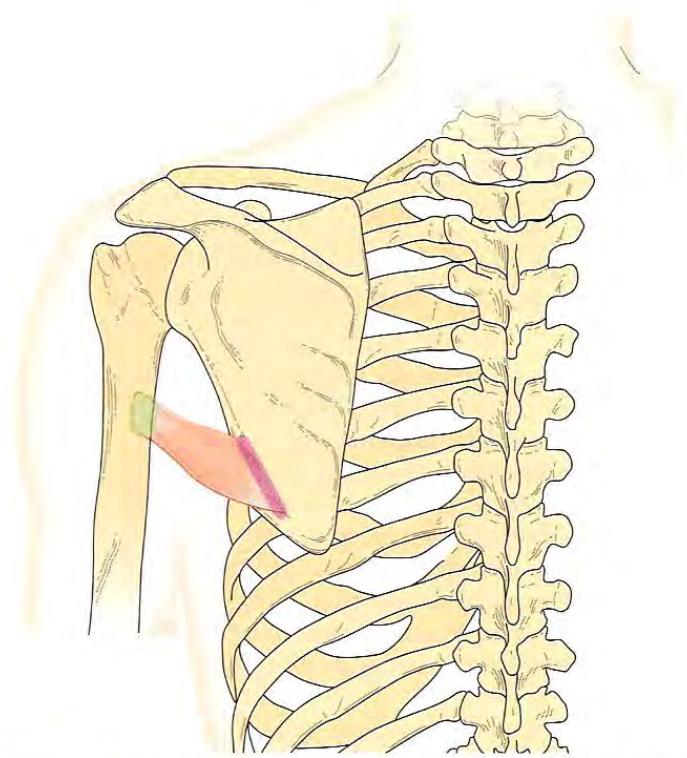


Figura 10.11 O músculo redondo maior (vista posterior). Observe que a inserção no úmero ocorre na face anteromedial, como indica a linha tracejada (por transparência).

O **músculo supraespal** (Figura 10.12) situa-se superiormente à espinha da escápula. Passa sob o acrômio e se insere no tubérculo maior do úmero. A porção localizada na fossa supraespal ocupa posição profunda em relação ao músculo trapézio. O músculo deltoide posiciona-se lateralmente. Os estudos iniciais de cinesiologia sugeriam que o músculo supraespal fosse mais eficaz somente no início da abdução do ombro. Contudo, estudos eletromiográficos mais recentes mostraram que ele atua durante toda a abdução do braço. Além de sua função no movimento articular, o músculo supraespi-

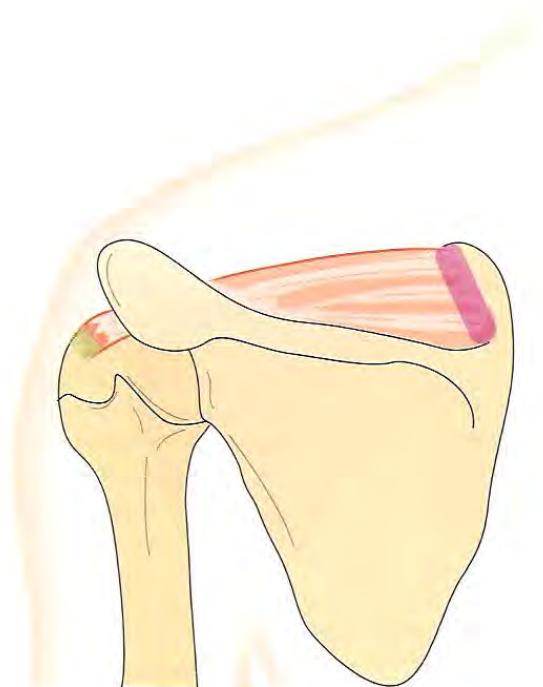


Figura 10.12 Músculo supraespal (vista posterior).

nal é muito importante na estabilização da cabeça do úmero na cavidade glenoidal.

Músculo supraespinal

- O** Fossa supraespinal da escápula
- I** Tubérculo maior do úmero
- A** Abdução do braço na articulação do ombro
- N** Nervo supraescapular (C5, C6)

O **músculo infraespinal** (Figura 10.13) situa-se inferiormente à espinha da escápula. A maior parte do músculo é superficial, mas algumas partes são cobertas pelos músculos trapézio, medialmente, e deltoide, lateralmente. A inserção lateral do músculo infraespinal é imediatamente inferior à inserção do músculo supraespinal no tubérculo maior do úmero. Apesar de alguns autores referirem a capacidade do músculo infraespinal de estender o braço na articulação do ombro, é necessário reconhecer que sua linha de tração é mais horizontal; portanto, a sua ação de extensão é, no máximo, acessória.

Músculo infraespinal

- O** Fossa infraespinal da escápula
- I** Tubérculo maior do úmero
- A** Rotação lateral e abdução do braço na articulação do ombro, no plano horizontal
- N** Nervo supraescapular (C5, C6)

O **músculo redondo menor** (Figura 10.13) é muito semelhante ao músculo infraespinal, tanto em sua localização quanto em sua função. Os dois músculos são basicamente superficiais, com partes cobertas pelos músculos trapézio e

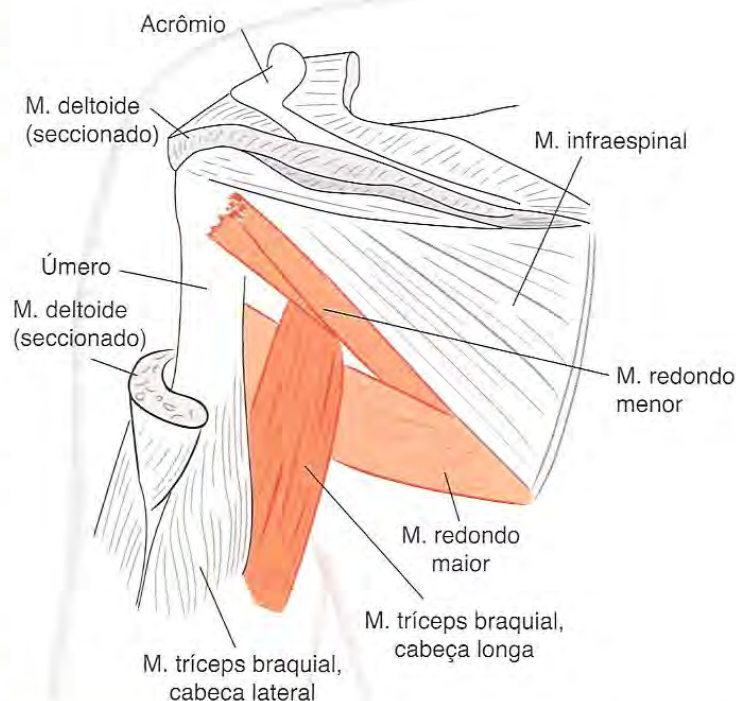


Figura 10.14 A cabeça longa do músculo tríceps braquial separa os músculos redondo maior e redondo menor na axila (vista posterior).

deltoide. Tanto o músculo redondo maior quanto o músculo redondo menor se inserem na margem lateral da escápula e se dirigem obliquamente em direção superior e lateral, inserindo-se no úmero. O músculo redondo menor insere-se posteriormente no tubérculo maior do úmero, inferiormente ao músculo infraespinal, enquanto o músculo redondo maior atravessa a axila e se insere anteromedial e inferiormente ao tubérculo menor do úmero. Eles são separados pela cabeça longa do músculo tríceps braquial, que passa entre eles na axila (Figura 10.14).

Músculo redondo menor

- O** Margem lateral da escápula
- I** Tubérculo maior do úmero
- A** Rotação lateral e abdução do braço na articulação do ombro, no plano horizontal
- N** Nervo axilar (C5, C6)

Ao se observar as inserções laterais dos músculos supraespinal, infraespinal e redondo menor no tubérculo maior do úmero, nota-se que elas estão praticamente em linha (Figura 10.15). Por essa razão, eles são denominados *músculos SIR*, sigla formada pela primeira letra de cada músculo. Esses três músculos mais o subescapular formam o denominado “*manguito rotador*”, ou *músculos SIRS*.

O nome do músculo **subescapular** (Figura 10.16) é originado de sua localização, o que pode causar alguma confusão. Em latim, *sub* significa “abaixo de”. O músculo subescapular está localizado profundamente “por baixo” da escápula, perto da caixa torácica. Essa região é, na verdade, a fossa subescapular na face costal da escápula. A partir dessa inserção na face costal, o músculo subescapular dirige-se lateralmente, cruza a



Figura 10.13 Músculos infraespinal e redondo menor (vista posterior).

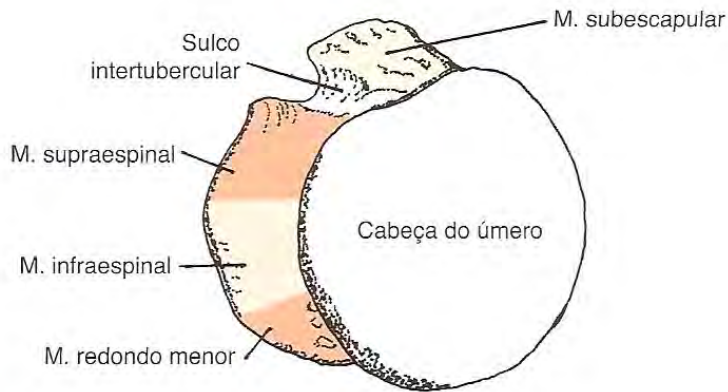


Figura 10.15 Essa vista superior da extremidade proximal do úmero esquerdo mostra as inserções dos músculos do “manguito rotador”.

articulação do ombro anteriormente e insere-se no tubérculo menor do úmero. Esta inserção se funde a uma bainha tendínea comum aos outros músculos do “manguito rotador” para envolver a cabeça do úmero e mantê-la na cavidade glenoidal. Como o músculo subescapular tem uma linha de tração horizontal e insere-se anteriormente no úmero, é um agonista primário na rotação medial e auxilia a adução do braço na articulação do ombro.

Músculo subescapular

- O** Fossa subescapular na face costal da escápula
- I** Tubérculo menor do úmero
- A** Rotação medial do braço na articulação do ombro
- N** Nervos subescapulares superior e inferior (C5, C6)

O **músculo coracobraquial** (Figura 10.17) tem esse nome em razão de suas inserções no processo coracoide da escápula e no úmero, osso do braço (em latim, *brachium*). Sua linha de tração é quase vertical, bem próxima do eixo da articulação. Portanto, a maior parte da força é direcionada de volta para a

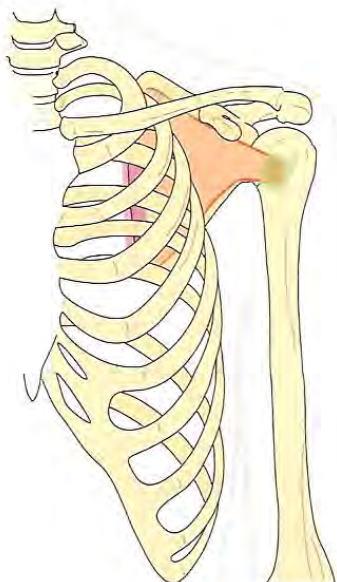


Figura 10.16 Músculo subescapular (vista anterior).

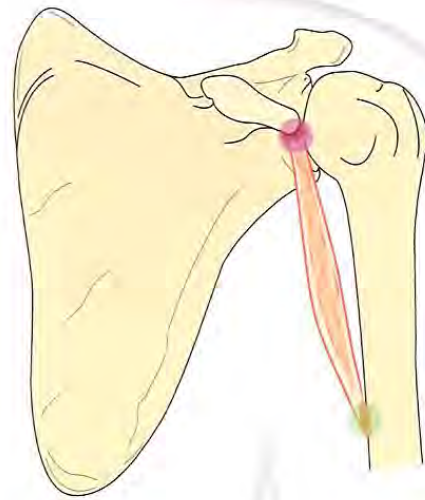


Figura 10.17 Músculo coracobraquial (vista anterior).

articulação, estabilizando a cabeça do úmero na cavidade glenoidal. Alguns autores referem-se à capacidade desse músculo de fletir e aduzir o ombro. No entanto, como sua linha de tração vertical está muito próxima dos eixos articulares, essas ações são, no máximo, acessórias.

Músculo coracobraquial

- O** Processo coracoide da escápula
- I** Face anteromedial do úmero, próximo ao ponto médio
- A** Estabiliza a articulação do ombro
- N** Nervo musculocutâneo (C6, C7)

Os músculos bíceps braquial e tríceps braquial são biarticulares e atravessam a articulação do ombro e do cotovelo. Suas ações na articulação do ombro são, no máximo, acessórias. Como suas principais ações são no cotovelo, eles serão discutidos no Capítulo 11.

▪ Relações anômicas

A relação entre os músculos do cingulo do membro superior e da articulação do ombro é lógica. Os músculos do cingulo do membro superior inserem-se na escápula e no tronco para mover ou estabilizar a escápula. Os músculos da articulação do ombro inserem-se principalmente na escápula e no úmero para movimentar o braço. Esses músculos são superficiais aos músculos do cingulo do membro superior. Essa organização possibilita a ação dos dois grupos de músculos ao mesmo tempo, sem que um atrapalhe o outro.

O músculo deltoide forma um capuz superficial sobre as regiões anterior, lateral e posterior do ombro (Figura 10.8). No tórax, o músculo peitoral maior cobre a maior parte das regiões anterior e lateral, enquanto os músculos bíceps braquial (Figura 10.18) e tríceps braquial envolvem a maior parte das regiões anterior e posterior do braço, respectivamente.

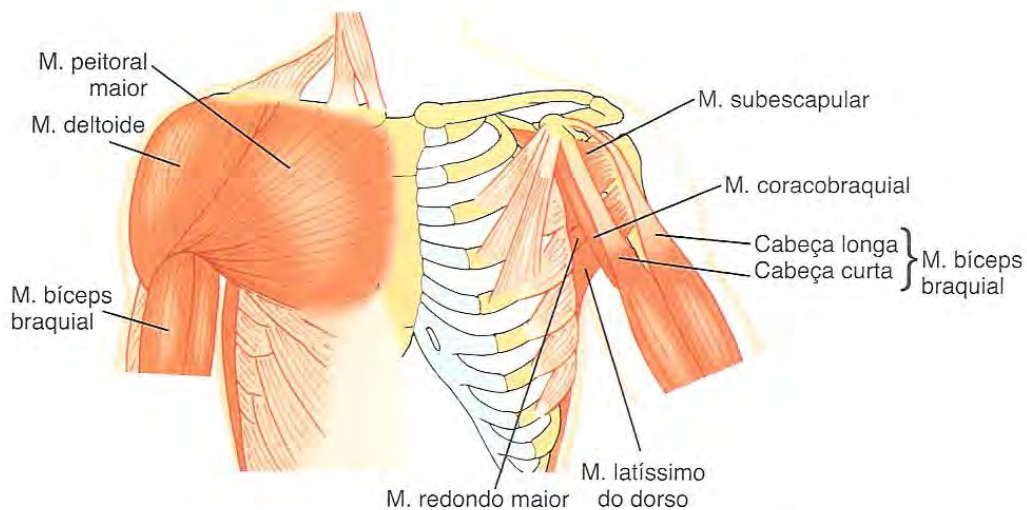


Figura 10.18 Músculos anteriores do ombro. O lado direito mostra a camada superficial. Essa camada foi retirada no lado esquerdo da figura.

Ao retirar o músculo trapézio, é possível ver alguns músculos posteriores do ombro (Figura 10.19). O músculo supraespal ocupava posição profunda em relação ao músculo trapézio, superiormente à espinha da escápula. Em ordem descendente, estão localizados inferiormente à espinha da escápula os músculos infraespal, redondo menor e redondo maior. O músculo latíssimo do dorso cobre as regiões torácica inferior e lombar.

Visto anteriormente, o músculo coracobraquial ocupa posição profunda em relação ao músculo peitoral maior e à parte clavicular do músculo deltoide, e posição medial em relação à cabeça curta do músculo biceps braquial (Figura 10.18). O músculo subescapular é um músculo realmente profundo. Com os músculos peitoral maior e deltoide removidos (Figura 10.18, lado direito) e com o braço em leve abdução,

pode-se ver o músculo subescapular fazendo trajeto entre a caixa torácica e a escápula. Ele atravessa a axila em direção horizontal até a extremidade proximal da região anteromedial do úmero, onde se insere no tubérculo menor.

▪ Movimento glenoumeral

É preciso dar alguma atenção extra ao movimento da cabeça do úmero na cavidade glenoidal. Note que a face articular da cabeça do úmero é maior que a da cavidade glenoidal (Figura 10.20). Se a cabeça do úmero apenas rodasse na face articular da cavidade glenoidal, sofreria deslocamento dessa cavidade antes que houvesse uma grande abdução. Além disso, a tração vertical do músculo deltoide puxaria a cabeça do úmero contra o acrômio.

São os movimentos artrocinemáticos de deslizamento, giro e rolamento (veja a descrição detalhada desses termos no Capítulo 4) que mantêm a cabeça do úmero articulada com a cavidade glenoidal. À medida que a abdução ocorre, a cabeça

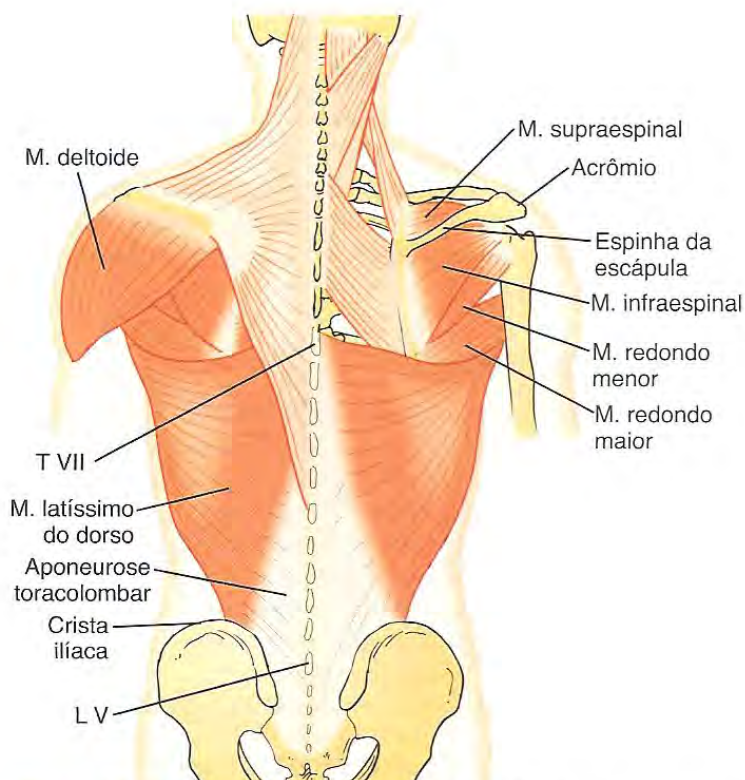


Figura 10.19 Músculos posteriores do ombro. O lado esquerdo mostra a camada superficial. Esta camada foi retirada no lado direito da figura.

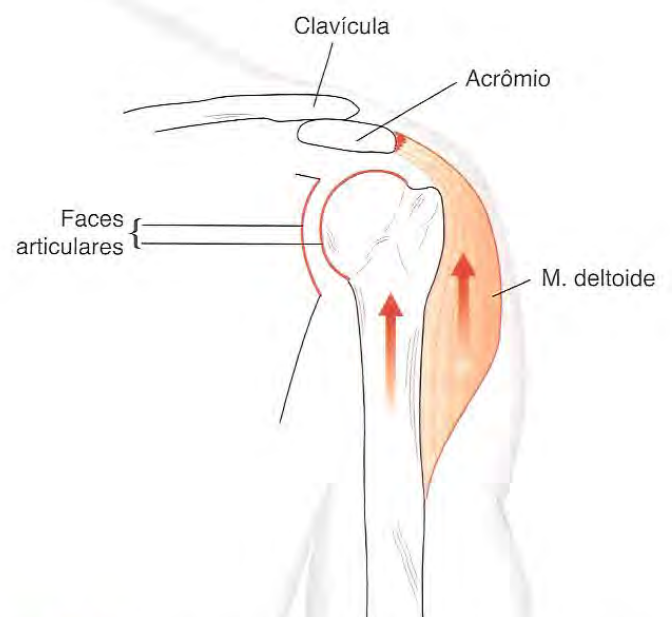


Figura 10.20 As faces articulares da articulação do ombro e a tração vertical do músculo deltoide (vista anterior). Se o músculo deltoide atuasse sozinho, tracionaria superiormente a cabeça do úmero, invadindo o espaço sob o arco coracoacromial.

do úmero rola através da cavidade glenoidal. Ao mesmo tempo, a cabeça desliza inferiormente, o que a mantém articulada com a cavidade glenoidal. Isso é realizado pelos músculos do “manguito rotador” (Figura 10.21). Além de abduzir o braço na articulação do ombro, o músculo supraespal traciona a cabeça do úmero de encontro à cavidade glenoidal. Os outros músculos do “manguito rotador” (subescapular, infraespal e redondo menor) tracionam a cabeça do úmero inferiormente e de encontro à cavidade glenoidal. O lábio glenoidal serve para aprofundar um pouco mais a cavidade glenoidal, tornando as faces articulares mais congruentes.

Outra característica da abdução do ombro é que a amplitude total de movimento pode ser realizada somente se também houver rotação lateral do ombro. Tente em você mesmo. Comece com o braço ao lado do seu corpo (adução do ombro) e em rotação medial; abduza o ombro, apontando o seu polegar para baixo. Esta posição é conhecida como posição da “lata vazia”, dando a ideia de que se virou a lata para esvaziá-la. Observe o grau de movimento que consegue executar de modo confortável.

Em seguida, repita o movimento de abdução com o ombro em posição neutra entre as rotações medial e lateral (posição fundamental), apontando o polegar para frente. Note o grau de movimento que consegue executar de modo confortável. Por fim, repita o movimento de abdução com o seu ombro em rotação lateral, apontando o polegar para cima (posição de “pedir carona”). Essa posição é conhecida como posição da “lata cheia”, dando a ideia de que se está segurando a lata sem virá-la para baixo. É essa posição de rotação lateral que deve possibilitar o movimento mais confortável do ombro, porque ocorre a rotação do tubérculo maior, que passa então sob o acrômio, possibilitando a abdução total. Na rotação medial ou posição neutra, o tubérculo maior esbarra no acrômio posicionado superiormente a ele.

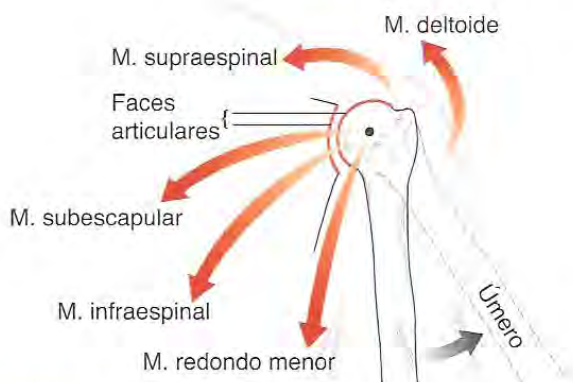


Figura 10.21 Binário de forças dos músculos deltóide e do “manguito rotador” (SIRS) rodando a cabeça do úmero na cavidade glenoidal durante a abdução do braço na articulação do ombro.

■ Resumo da ação dos músculos

A Tabela 10.1 resume as ações dos músculos agonistas primários na articulação do ombro.

■ Resumo da inervação dos músculos

Os músculos da articulação do ombro são inervados por vários ramos altos do plexo braquial (ver Figura 6.21). As Tabelas 10.2 e 10.3 resumem a inervação dos músculos e os segmentos medulares correspondentes à articulação do ombro,

Tabela 10.1 Músculos agonistas primários da articulação do ombro.

Ação	Músculos
Flexão	Deltóide (parte clavicular), peitoral maior (parte clavicular)*
Extensão	Deltóide (parte espinal), latíssimo do dorso, redondo maior, peitoral maior (parte esternocostal)**
Hiperextensão	Latíssimo do dorso, deltóide (parte espinal)
Abdução	Deltóide, supraespal
Adução	Peitoral maior, redondo maior, latíssimo do dorso
Abdução no plano horizontal	Deltóide (parte espinal), infraespal, redondo menor
Adução no plano horizontal	Peitoral maior, deltóide (parte clavicular)
Rotação lateral	Infraespal, redondo menor, deltóide (parte espinal)
Rotação medial	Latíssimo do dorso, redondo maior, subescapular, peitoral maior, deltóide (parte clavicular)

*Até aproximadamente 60°.

**Até aproximadamente 120°.

respectivamente. Há alguma discrepância entre os vários autores sobre o nível medular da inervação.

■ Doenças comuns do ombro

Separação acromioclavicular é o termo comumente utilizado para descrever os vários graus de lesão dos ligamentos na articulação acromioclavicular. Na *entorse de primeiro grau*, há distensão do ligamento acromioclavicular (ver Figura 9.7). Na *entorse de segundo grau*, o ligamento acromioclavicular é rompido e o ligamento coracoclavicular distendido (ver Figura 9.7). Na *entorse de terceiro grau*, ambos os ligamentos acromioclavicular e coracoclavicular são rompidos.

As **fraturas da clavícula** são as fraturas ósseas mais frequentes em crianças. Em geral, são provocadas por uma queda sobre a região lateral do ombro ou sobre a mão estendida. A fratura geralmente ocorre na porção média do osso. A **fratura do colo do úmero** é outra lesão causada por queda sobre a mão estendida. É comum em idosos e geralmente é uma fratura impactada. As **fraturas da porção média do úmero** são frequentemente causadas por um golpe direto ou por uma força de torção. As fraturas em espiral nessa região aumentam o risco de **lesão do nervo radial**, que passa próximo ao osso. As **fraturas patológicas** do úmero podem ser causadas por tumores benignos ou carcinomas metastáticos primários, como os de pulmão, mama, rim e próstata.

Uma das luxações mais comuns é a da articulação do ombro, sendo mais frequentes as **luxações anteriores do ombro**. A abdução e a rotação lateral forçadas do ombro tendem a ser o movimento de luxação que causa o deslizamento anterior da cabeça do úmero para fora da cavidade glenoidal. A **subluxação glenoumeral** é comum em indivíduos hemiplégicos, geralmente em decorrência de um acidente vascular encefálico. A paralisia dos músculos do ombro os torna incapazes de manter a cabeça do úmero de encontro à cavidade glenoidal. Esta paralisia, combinada à força da gravidade e ao peso do braço, causa essa luxação parcial com o passar do tempo.

Tabela 10.2 Inervação dos músculos da articulação do ombro.

Músculo	Nervo	Porção do plexo	Segmento
Subescapular	Subescapulares superior e inferior	Fascículo posterior	C5, C6
Redondo maior	Subescapular inferior	Fascículo posterior	C5, C6
Peitoral maior	Peitoral lateral	Fascículo lateral	C5, C6, C7
	Peitoral medial	Fascículo medial	C8, T1
Latíssimo do dorso	Toracodorsal	Fascículo posterior	C6, C7, C8
Supraespinal	Supraescapular	Tronco superior	C5, C6
Infraespinal	Supraescapular	Tronco superior	C5, C6
Deltoide	Axilar		C5, C6
Redondo menor	Axilar		C5, C6
Coracobraquial	Musculocutâneo		C6, C7
Bíceps braquial	Musculocutâneo		C5, C6
Tríceps braquial	Radial		C7, C8

A **síndrome do impacto** é um distúrbio gerado por uso exagerado que envolve compressão entre o arco acromial, a cabeça do úmero e as estruturas de tecidos moles, como o ligamento coracoacromial, os músculos do “manguito rotador”, o tendão da cabeça longa do músculo bíceps braquial e a bolsa subacromial. Um tipo de síndrome do impacto conhecido como *ombro do nadador* é comum nos nadadores especializados em nado nos estilos livre, borboleta e costas. **Capsulite adesiva** se refere à inflamação e à fibrose da cápsula articular do ombro, que causa dor e perda da amplitude de movimento do ombro. Também é conhecida como *ombro congelado*. A **ruptura do “manguito rotador”** acomete a inserção tendínea distal dos músculos supraespinal, infraespinal, redondo menor e subescapular na região dos tubérculos maior/menor do úmero. As rupturas podem ser causadas por um trauma agudo ou por degeneração gradual.

A inflamação crônica do tendão do músculo supraespinal pode causar o acúmulo de depósitos minerais e acarretar **tendinite calcificada**, que pode ser assintomática ou muito dolorosa. A **tendinite bicipital** geralmente acomete a cabeça longa do músculo bíceps braquial na sua porção proximal, quando

cruza a cabeça do úmero, muda de direção e desce até alcançar o sulco intertubercular. É comum a **ruptura** do tendão da cabeça longa do músculo bíceps braquial durante posições repetitivas ou forçadas acima da cabeça. A irritação ao deslizar no sulco intertubercular pode causar **subluxação do tendão do músculo bíceps braquial** (cabeça longa). A sobrecarga muscular em posição de abdução e rotação lateral tende a ser a força que causa a subluxação do tendão para fora do sulco intertubercular.

Pontos-chave

- O ombro é uma articulação do tipo sinovial esferóidea, triaxial
- A posição de bloqueio é a abdução e rotação lateral
- As faces articulares côncavas movem-se na mesma direção do movimento articular
- As faces articulares convexas movem-se em direção oposta à do movimento articular
- No binário de forças, os músculos exercem tração em direções diferentes para efetuar o mesmo movimento.

Tabela 10.3 Inervação correspondente aos segmentos medulares da articulação do ombro.

Nível na medula espinal	C4	C5	C6	C7	C8	T1
Supraespinal		X	X			
Infraespinal		X	X			
Redondo menor		X	X			
Subescapular		X	X			
Redondo maior		X	X			
Deltoide		X	X			
Bíceps braquial		X	X			
Peitoral maior		X	X	X	X	X
Coracobraquial			X	X		
Latíssimo do dorso			X	X	X	
Tríceps braquial				X	X	

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

- Há quatro grupos de movimentos na articulação do ombro. Que movimentos ocorrem:
 - no plano frontal em torno do eixo sagital?
 - no plano transversal em torno do eixo longitudinal?
 - no plano sagital em torno do eixo transversal?
- Descreva a circundução e os movimentos da articulação do ombro envolvidos.
- Qual é a depressão localizada na face costal da escápula?
- A espinha da escápula divide a face posterior em duas fossas. Quais são elas?
- Que pontos de referência podem ser utilizados para determinar se um osso avulso é um úmero direito ou esquerdo?
- Quais são os músculos SIRS? Por que são denominados músculos do “manguito rotador”?
- Quais são os músculos da articulação do ombro que se inserem na face costal da escápula?
- Quais são os músculos da articulação do ombro que se inserem na face posterior da escápula?
- Quais são os músculos da articulação do ombro que não se inserem na escápula?
- Em relação ao músculo peitoral maior:
 - Qual é a parte dele eficaz na flexão do ombro?
 - Em que parte do movimento ele é mais eficaz?
 - Por quê?

Questões sobre atividade funcional

Identifique os movimentos da articulação do ombro e os movimentos acompanhantes do cingulo do membro superior nas ações a seguir.

- Colocar a carteira no bolso traseiro esquerdo com a mão esquerda
 - Movimento da articulação do ombro _____
 - Movimento do cingulo do membro superior _____
- Alcançar a ponta do cinto de segurança (lado do motorista com a mão esquerda)
 - Movimento da articulação do ombro _____
 - Movimento do cingulo do membro superior _____
- Afivelar o cinto de segurança com a mão esquerda
 - Movimento da articulação do ombro _____
 - Movimento do cingulo do membro superior _____
- Colocar um livro em uma prateleira alta da estante
 - Movimento da articulação do ombro _____
 - Movimento do cingulo do membro superior _____
- Segurar um livro debaixo do braço
 - Movimento da articulação do ombro _____
 - Movimento do cingulo do membro superior _____

Questões sobre exercícios clínicos

- Posicione-se em decúbito ventral sobre uma mesa, com o braço junto à margem da mesa e flexão de 90° do ombro, cotovelo estendido, segurando um peso com a mão (Figura 10.22A). Levante o peso, afastando-o da mesa, em movimento lateral (Figura 10.22B).

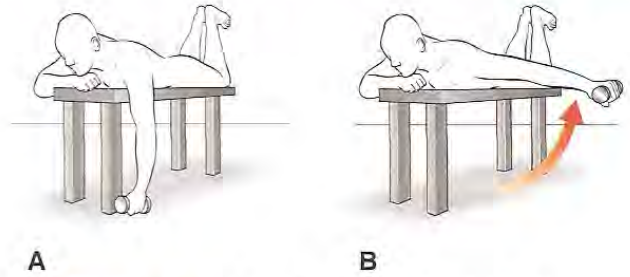


Figura 10.22 A. Posição inicial. B. Posição final.

- Qual é o movimento da articulação do ombro?
 - Que tipo de contração está ocorrendo (isométrica, concêntrica, excêntrica)?
 - Quais músculos são agonistas primários nesse movimento da articulação do ombro?
- Repita o exercício da Questão 1, mas flexione o cotovelo a 90° ao levantar o peso.
 - A flexão do cotovelo encurta o braço de força?
 - A flexão do cotovelo encurta o braço de resistência?
 - Por que esse exercício é mais fácil que o da Questão 1?
 - Em pé, com o braço aduzido ao lado do corpo e o cotovelo fletido a 90°, segure a alça de um tubo elástico cuja outra extremidade esteja presa à frente na mesma altura da sua mão. Em movimento de serra (para frente e para trás, como se estivesse serrando madeira), puxe o elástico para trás.
 - Qual é o movimento da articulação do ombro?
 - Que tipo de contração está ocorrendo (isométrica, concêntrica, excêntrica)?
 - Quais músculos são agonistas primários nesse movimento da articulação do ombro?
 - Retorne à posição inicial do exercício da Questão 3.
 - Qual é o movimento da articulação do ombro?
 - Que tipo de contração está ocorrendo (isométrica, concêntrica, excêntrica)?
 - Quais músculos são agonistas primários nesse movimento da articulação do ombro?
 - Em pé, segure uma bengala ou uma barra com as duas mãos.
 - Com as mãos afastadas cerca de 30 cm e os cotovelos estendidos, levante a barra. Qual movimento do ombro está ocorrendo?
 - Com os braços afastados o máximo possível e os cotovelos estendidos, levante a barra. Qual movimento predominante do ombro está ocorrendo?
 - Em que plano está ocorrendo o movimento na parte (b)? (Dica: Não é sagital, frontal nem transversal.)
 - Deite em decúbito lateral direito, com o cotovelo esquerdo fletido a 90°, e segure um peso com a mão. Mantenha o cotovelo esquerdo apoiado sobre o lado esquerdo do corpo.

Primeira parte: com um movimento giratório, aponte o peso em direção ao teto.

 - Qual é o movimento da articulação do ombro?
 - Qual tipo de contração está ocorrendo (isométrica, concêntrica, excêntrica)?
 - Quais músculos são agonistas primários nesse movimento da articulação do ombro?

(continua)

Autoavaliação (continuação)

Segunda parte: mantenha a posição e conte até cinco.

- Qual é o movimento da articulação do ombro?
- Qual tipo de contração está ocorrendo (isométrica, concêntrica, excêntrica)?
- Quais músculos são agonistas primários nesse movimento da articulação do ombro?

Terceira parte: volte lentamente à posição inicial.

- Qual é o movimento da articulação do ombro?
 - Qual tipo de contração está ocorrendo (isométrica, concêntrica, excêntrica)?
 - Quais músculos são agonistas primários nesse movimento da articulação do ombro?
7. A capacidade deste ginasta (Figura 10.23) para executar o movimento em cruz pode ser limitada pela força de qual grupo muscular do ombro?

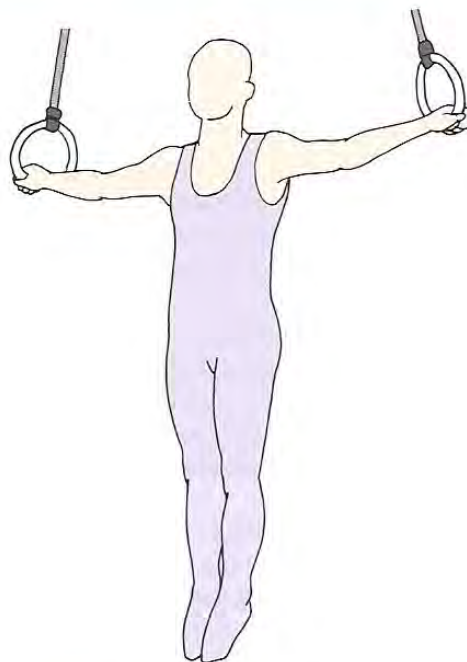
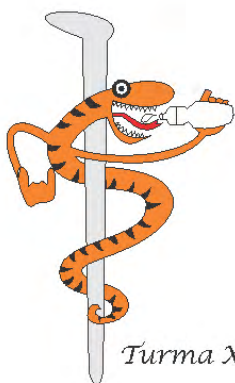


Figura 10.23 Movimento em cruz.

11

Articulação do Cotovelo

- ▶ Estrutura e movimentos da articulação, 130
- ▶ Ossos e pontos de referência, 131
- ▶ Ligamentos e outras estruturas, 133
- ▶ Músculos do cotovelo e do antebraço, 133
- ▶ Pontos-chave, 139
- ▶ Autoavaliação, 139



Turma XII



► Estrutura e movimentos da articulação

O complexo do cotovelo abrange três ossos, três ligamentos, duas articulações e uma cápsula articular. A articulação do úmero com a ulna e com o rádio é conhecida como **articulação do cotovelo** (Figura 11.1). No úmero, a tróclea articula-se com a incisura troclear da ulna, e o capitúlo articula-se com a cabeça do rádio.

O cotovelo é uma articulação do tipo sinovial gínglimo, uniaxial, que possibilita somente os movimentos de **flexão** e **extensão** (Figura 11.2). A partir da posição de extensão a 0°, a articulação executa aproximadamente 145° de flexão.

Ao contrário da articulação do ombro, o cotovelo não possibilita hiperextensão ativa. Esse movimento é bloqueado pelo encaixe do olécrano da ulna na fossa do olécrano do úmero. Algumas pessoas podem executar alguns graus de hiperextensão, mas isso se deve à frouxidão dos ligamentos, não à estrutura óssea.

A articulação entre o rádio e a ulna é a **articulação radiulnar** (Figura 11.3). Esses ossos articulam-se nas duas extremidades. Na extremidade proximal, a cabeça do rádio roda na incisura radial da ulna, formando a **articulação radiulnar proximal**. Em razão do formato do rádio, sua extremidade distal roda em torno da extremidade distal da ulna, formando a **articulação radiulnar distal**. Do ponto de vista funcional, são consideradas uma articulação. A articulação radiulnar é uma articulação sinovial trocóideia, que possibilita apenas a **pronação** e a **supinação** do antebraço (Figura 11.4). A partir da posição neutra ou média, ocorrem aproximadamente 90° de supinação e 80° de pronação.

Quando há pronação e supinação, o rádio move-se em torno da ulna (Figura 11.5). A ulna não roda, uma vez que o formato de sua extremidade proximal mantém sua posição fixa. Você pode confirmar isso: com o cotovelo fletido, coloque os dedos de sua mão contralateral sobre os dois lados do olécrano, e então realize a pronação e a supinação do antebraço. Observe que o olécrano não se move. Se você colocar os dedos sobre o corpo da ulna, mais uma vez notará que a ulna não se move. Lembre-se disso quando determinar a ação do músculo. O rádio se move, e a ulna não. Portanto, um músculo



Figura 11.2 Movimentos do cotovelo.

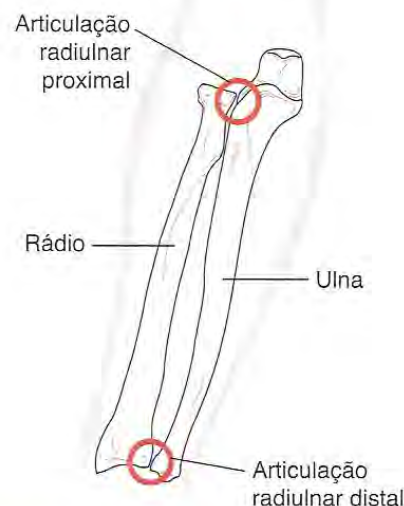


Figura 11.3 As articulações radiulnares (vista anterior).



Figura 11.1 A articulação do cotovelo direita (vista anterior).

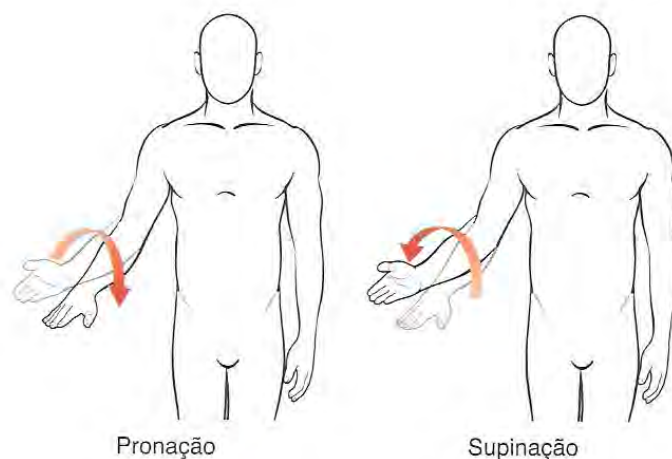


Figura 11.4 Movimentos do antebraço.



Figura 11.5 O rádio move-se em torno da ulna (vista anterior).

deve estar inserido no rádio para realizar a pronação ou supinação do antebraço.

Na posição anatômica, os eixos longitudinais do braço e do antebraço formam um ângulo denominado “**ângulo de carregamento**” (Figura 11.6). Esse ângulo tende a ser maior nas mulheres que nos homens. O “ângulo de carregamento” normal mede cerca de 5° em homens e de 10° a 15° em mulheres. Esse ângulo existe porque a extremidade distal do úmero não é totalmente horizontal. A parte medial (tróclea) está localizada em nível inferior à parte lateral (capítulo). Dessa maneira, como a ulna e o rádio rodam em torno da tróclea e do capítulo do úmero, eles não rodam em uma linha reta como uma articulação sinovial gínglimo típica, na qual o maior eixo do segmento inferior está alinhado com o maior eixo do segmento superior. O efeito desse “ângulo de carregamento” pode ser observado se uma linha for traçada ao longo do maior eixo do úmero e prolongando-a pelo antebraço. Nota-se que, durante a extensão do cotovelo, a mão está situada lateralmente a essa linha imaginária. Quando o cotovelo está fletido, a mão se move medialmente à linha imaginária. Esse ângulo é bastante funcional quando se deseja alcançar a boca com a mão.

Há duas sensações finais distintas na articulação do cotovelo. Na flexão, a sensação final é suave porque os volumes musculares anteriores do braço e do antebraço são comprimidos um contra o outro, o que limita o movimento adicional. Isso é denominado aproximação dos tecidos moles. A sensação final na extensão é exatamente oposta. É descrita como



Figura 11.6 O “ângulo de carregamento” (vista anterior).

rígida em razão do contato entre os ossos quando o olécrano da ulna entra na fossa do olécrano do úmero, limitando, desta maneira, o movimento adicional. Isso é denominado sensação final óssea.

As sensações finais no antebraço não são tão distintas. Na supinação, a sensação final é vigorosa em razão da tensão muscular e ligamentar, sendo denominada estiramento dos tecidos moles. A sensação final na pronação é rígida (óssea) devido ao contato entre o rádio e a ulna. Essa sensação final óssea é mais sutil que a percebida durante a extensão do cotovelo.

A extremidade distal do úmero tem dois acidentes de formato convexo: a tróclea, que se articula com a ulna, e o capítulo, que se articula com o rádio. A incisura troclear côncava está na extremidade proximal da ulna, e a cabeça do rádio côncava está na extremidade proximal do rádio. Nas atividades em cadeia aberta, as faces articulares radial e ulnar côncavas deslizam sobre o úmero na mesma direção do movimento do antebraço.

► Ossos e pontos de referência

Alguns pontos de referência ósseos da escápula foram abordados nos Capítulos 9 e 10, mas os pontos importantes para a função do cotovelo são descritos a seguir (Figura 11.7):

Tubérculo infraglenoidal

A porção saliente do lábio inferior da cavidade glenoidal, onde se insere a cabeça longa do músculo tríceps braquial.

Tubérculo supraglenoidal

A porção saliente do lábio superior da cavidade glenoidal, onde se insere a cabeça longa do músculo bíceps braquial.

Processo coracoide

Projeção na face costal onde se insere a cabeça curta do músculo bíceps braquial (descrita no Capítulo 9).

A extremidade distal do **úmero** (Figura 11.8) tem pontos de referência ósseos importantes para a função do cotovelo:

Tróclea

Localiza-se na região medial da extremidade distal e articula-se com a ulna.

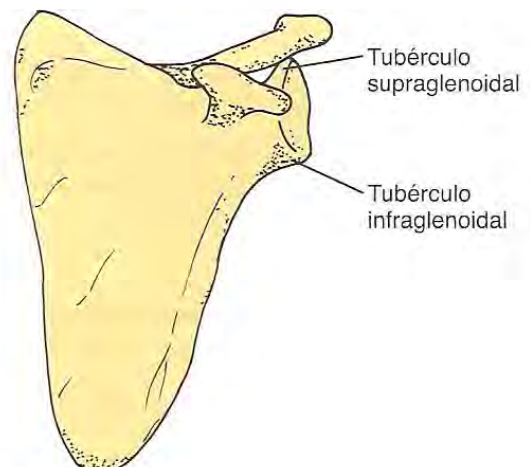


Figura 11.7 Inserções dos músculos bíceps braquial e tríceps braquial (vista anterior).

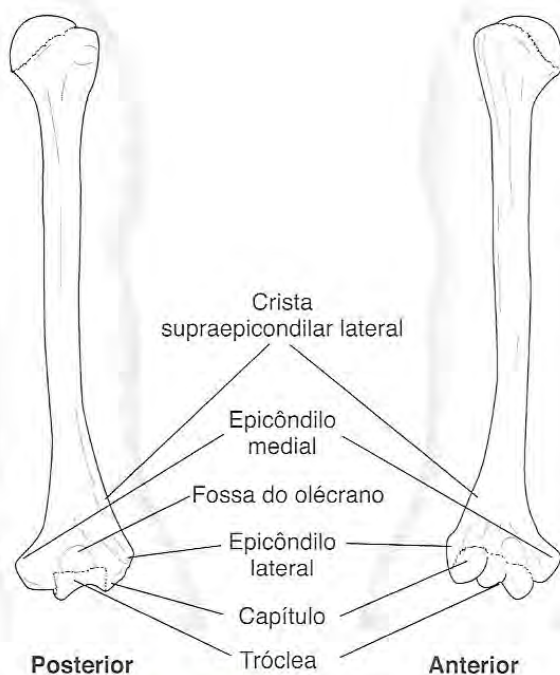


Figura 11.8 Úmero direito.

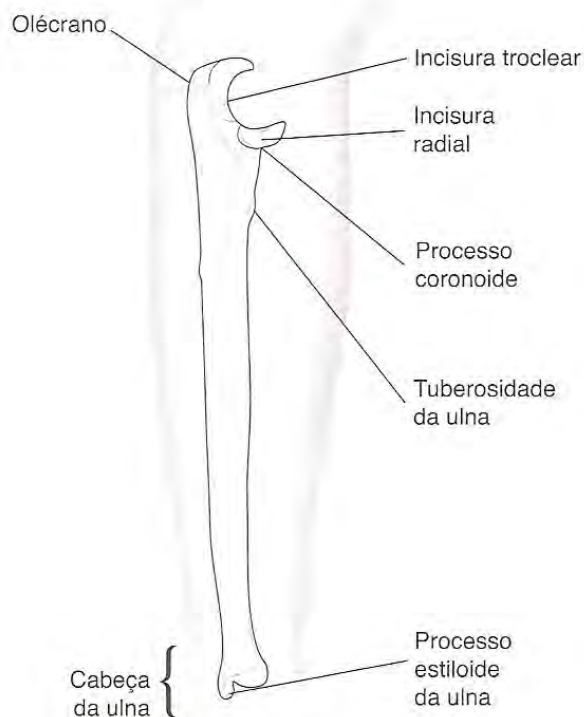


Figura 11.9 Úlna direita, vista lateral.

Capítulo

Situa-se na região lateral junto à tróclea e articula-se com a cabeça do rádio.

Epicôndilo medial

Localiza-se na região medial da extremidade distal superiormente à tróclea; maior e mais proeminente que o epicôndilo lateral, é o local de inserção do músculo pronador redondo.

Epicôndilo lateral

Localiza-se na região lateral da extremidade distal, superiormente ao capítulo, e é o local de inserção dos músculos ancôneo e supinador.

Crista supraepicondilar lateral

Localiza-se superiormente ao epicôndilo lateral e é contínua com ele; é o local de inserção do músculo braquiorradial.

Fossa do olécrano

Localiza-se na face posterior entre os epicôndilos medial e lateral e articula-se com o olécrano da ulna.

A **ulna** é o osso medial do antebraço e localiza-se paralelamente ao rádio. Os pontos de referência ósseos importantes para a função do cotovelo são (Figura 11.9):

Olécrano

Localiza-se posteriormente na extremidade proximal da ulna, é o ponto proeminente do cotovelo e o local de inserção do músculo tríceps braquial.

Incisura troclear

Também conhecida como *incisura "semilunar"*, articula-se com a tróclea do úmero e constitui a região anterior da extremidade proximal.

Processo coronoide

Localiza-se inferiormente à incisura troclear; junto com a tuberosidade da ulna, é o local de inserção do músculo braquial.

Incisura radial

Localiza-se na região lateral da extremidade proximal, imediatamente distal à incisura troclear; região de articulação com a cabeça do rádio.

Tuberosidade da ulna

Localiza-se inferiormente ao processo coronoide; é o local de inserção do músculo braquial.

Processo estiloide da ulna

Na região posteromedial da extremidade distal.

Cabeça da ulna

Na região lateral da extremidade distal; a incisura ulnar do rádio roda em torno dela durante a pronação e a supinação.

O **rádio**, que ocupa posição lateral à ulna, tem muitos pontos de referência ósseos importantes para a função do cotovelo (Figura 11.10):

Cabeça do rádio

Extremidade proximal; tem formato cilíndrico com uma depressão na superfície superior (fóvea articular) onde se articula com o capítulo do úmero.

Tuberosidade do rádio

Localiza-se na região anteromedial, perto da extremidade proximal; é o local de inserção do músculo bíceps braquial.

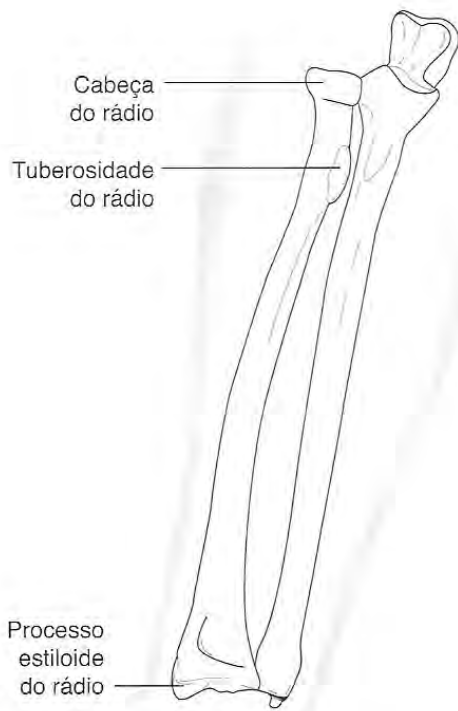


Figura 11.10 Rádio direito, vista anterior.

Processo estiloide do rádio

Projeção localizada na região lateroposterior da extremidade distal; é o local de inserção do músculo braquiorradial.

► Ligamentos e outras estruturas

Os três ligamentos do cotovelo são os ligamentos colaterais ulnar e radial e o ligamento anular do rádio (Figura 11.11). O **ligamento colateral ulnar** é triangular e abrange a região medial do cotovelo. Fixa-se no epicôndilo medial do úmero e dirige-se obliquamente até as regiões mediais do processo coronoide e do olécrano da ulna. O **ligamento colateral radial** também é triangular. A fixação proximal é no epicôndilo lateral do úmero e a fixação distal é na região lateral da ulna, junto ao ligamento anular do rádio. Esses dois ligamentos proporcionam uma boa estabilidade medial e lateral ao cotovelo. O **ligamento anular do rádio** fixa-se anterior e posteriormente à incisura radial da ulna, envolvendo a cabeça do rádio e mantendo-a em contato com a ulna.



Figura 11.11 Cápsula articular e ligamentos da articulação do cotovelo.

A **cápsula articular** fixa-se em torno da extremidade distal do úmero e envolve a tróclea, o capitúlo e as correspondentes fossas localizadas acima deles. Fixa-se ao redor da extremidade proximal da ulna, logo abaixo da incisura radial e do processo coronoide, e ao redor da incisura troclear. Fixa-se também ao redor do rádio, logo abaixo da sua cabeça. O ligamento anular do rádio fortalece a parte anterior da cápsula articular e um pouco a parte posterior. Os ligamentos colaterais reforçam a cápsula articular lateral e medialmente.

Além do ligamento anular do rádio, as articulações radiolunares são mantidas juntas pela **membrana interóssea** (Figura 11.12). Essa membrana plana e larga está localizada no espaço entre o rádio e a ulna, ocupando sua maior parte. A membrana interóssea impede a separação dos dois ossos e aumenta a área de superfície para inserção dos músculos do antebraço e do “punho”.

A fossa cubital é uma depressão rasa e quase triangular na região cubital anterior (do cotovelo). Está limitada lateralmente pelo músculo braquiorradial, medialmente pelo músculo pronador redondo e, superiormente, por uma linha imaginária entre os epicôndilos medial e lateral. Essa linha corresponde diretamente à prega cutânea na dobra do cotovelo. O assoalho é formado pelos músculos braquial e supinador. Seguindo da região lateral para a medial, as principais estruturas verticais na fossa cubital são o tendão do músculo bíceps braquial, a artéria braquial e o nervo mediano. O nervo radial está entre o tendão do músculo bíceps braquial e o músculo braquiorradial, mas geralmente não se considera que esteja dentro da fossa cubital. A artéria braquial divide-se em artérias radial (superficial) e ulnar (profunda) perto do vértice inferior da fossa. Em posição superficial à fossa, e não consideradas como parte dela, estão as veias superficiais: intermédia do cotovelo, cefálica e basílica. É possível sentir o pulso da artéria braquial palpando a fossa cubital. Durante a mensuração da pressão arterial o estetoscópio é posicionado na fossa cubital, possibilitando a ausculta do fluxo sanguíneo na artéria braquial.

► Músculos do cotovelo e do antebraço

Os músculos do cotovelo e do antebraço são:



Figura 11.12 Membrana interóssea (vista anterior).

Braquial
Braquiorradial
Bíceps braquial
Supinador
Tríceps braquial
Ancôneo
Pronador redondo
Pronador quadrado

O **músculo braquial** (Figura 11.13) tem este nome em razão da sua localização (do latim, *brachium*). Ele se insere nas faces anteromedial e anterolateral da metade distal do úmero e transpõe a articulação do cotovelo anteriormente, para se inserir no processo coronoide e na tuberosidade da ulna. Está em posição profunda em relação ao músculo bíceps braquial. Por não se inserir no rádio, o músculo braquial não age na pronação nem na supinação. Em contrapartida, esse músculo é um flexor muito forte do cotovelo, seja qual for a posição do antebraço; por isso, às vezes, é denominado “burro de carga da articulação do cotovelo”.

Músculo braquial

- O Metade distal da face anteromedial do úmero
- I Processo coronoide e tuberosidade da ulna
- A Flexão do cotovelo
- N Nervo musculocutâneo (C5, C6)

O **músculo bíceps braquial** tem duas cabeças e está localizado no braço (Figura 11.14). Esse músculo costuma ser denominado apenas *bíceps*. As duas cabeças inserem-se na escápula. A **cabeça longa** tem sua inserção proximal no tubérculo supraglenoidal, segue sobre a cabeça do úmero,

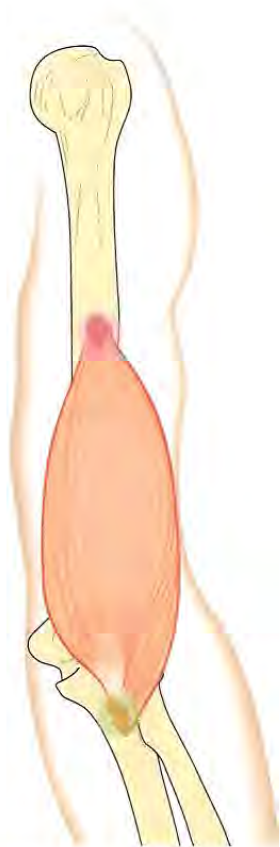


Figura 11.13 Músculo braquial (vista anterior).

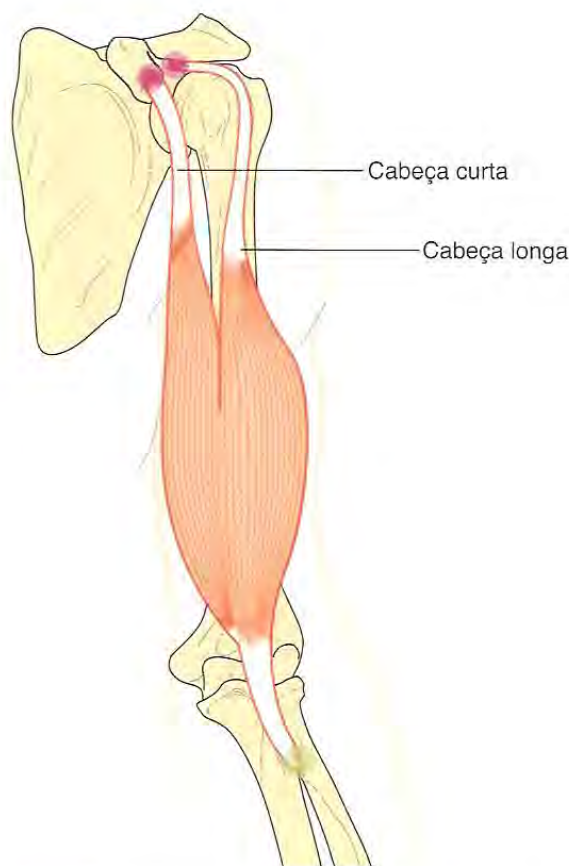


Figura 11.14 O músculo bíceps braquial, comumente denominado *bíceps*, tem duas cabeças (vista anterior).

atravessa a cápsula articular, desce pelo sulco intertubercular e une-se à **cabeça curta** oriunda do processo coracoide. Como os tendões das duas cabeças cruzam a articulação do ombro anteriormente, o músculo bíceps braquial auxilia a flexão do ombro. Contudo, sua principal ação é no cotovelo. Depois de se unirem, as duas cabeças formam um ventre muscular comum que cobre as faces anterolateral e anteromedial do úmero. O tendão do músculo bíceps braquial cruza a articulação do cotovelo e se insere na tuberosidade do rádio. Ele é o músculo superficial da região anterior do braço. O músculo bíceps braquial cruza a articulação do cotovelo anteriormente, sendo um bom flexor do cotovelo, principalmente no meio da amplitude do movimento. Por se inserir obliquamente no rádio, contribui para o movimento de supinação do antebraço.

Para compreender o componente de supinação do músculo bíceps braquial, pense nele como um saca-rolhas. O tendão cruza a articulação do cotovelo anteriormente e se insere anteromedialmente na tuberosidade do rádio. Quando o antebraço está em pronação, a tuberosidade do rádio roda ainda mais medialmente em direção à região posterior. Na verdade, o tendão do músculo bíceps braquial envolve parcialmente o rádio na posição de pronação. Durante a supinação, o músculo bíceps braquial se contrai e praticamente “desenrola” ou “destorçe” o antebraço (Figura 11.15). Ele é um supinador mais eficaz quando há flexão do cotovelo de aproximadamente 90° e perde a eficácia quando o cotovelo está estendido. Isso ocorre porque o braço de momento do músculo é máximo a 90°; portanto, sua força angular também é máxima. À medida que o cotovelo é estendido, o braço de momento diminui, assim como a força angular, e a força estabilizadora aumenta. (Veja a discussão sobre torque no Capítulo 8.)

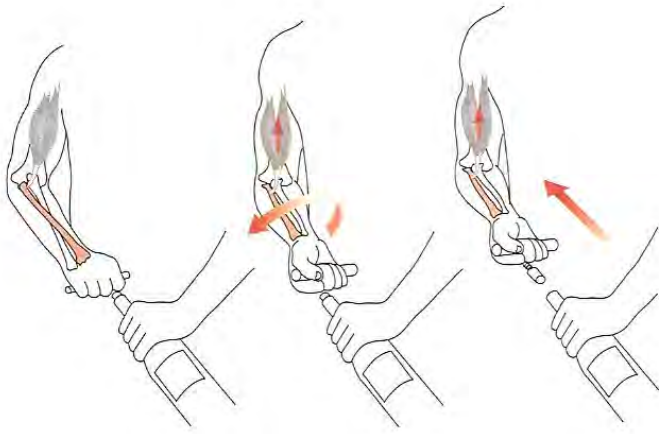


Figura 11.15 Ação supinadora do músculo bíceps braquial (vista anterior). A ação do músculo bíceps braquial como supinador do antebraço (articulações radiolnares) e flexor do antebraço (articulação do cotovelo) é evidenciada ao se retirar a rolha de uma garrafa usando saca-rolhas. Primeiro, ele gira a rolha (supinação) e depois, puxa (flexão).

Músculo bíceps braquial

- O** Cabeça longa: tubérculo supraglenoidal da escápula
Cabeça curta: processo coracoide da escápula
- I** Tuberosidade do rádio
- A** Flexão do antebraço na articulação do cotovelo, supinação do antebraço nas articulações radiolnares
- N** Nervo musculocutâneo (C5, C6)

O nome do **músculo braquiorradial** provém de suas duas inserções: uma no úmero (bráquio) e a outra no rádio (Figura 11.16). O local de sua inserção proximal (ponto fixo) é a crista supraepicondilar lateral, situada um pouco superior ao epicôndilo lateral do úmero. O músculo atravessa o cotovelo em direção anterior e lateral, para se inserir distalmente (ponto móvel) junto ao processo estiloide do rádio. É um músculo



Figura 11.16 Músculo braquiorradial (vista anterior).

superficial, e é fácil identificá-lo. Sentado, ponha a mão no colo em posição neutra, entre a supinação e a pronação, depois tente fletir o cotovelo contra resistência. O músculo braquiorradial deve ficar proeminente na parte superior do antebraço, próximo ao cotovelo. Em virtude de sua inserção mais lateral, é mais eficaz como flexor do cotovelo quando o antebraço está em posição neutra. Isso ocorre porque sua linha de tração é vertical, praticamente sem componente diagonal, passando pelo eixo para pronação e supinação. Portanto, o músculo braquiorradial não age na pronação nem na supinação, apesar de se inserir no rádio.

Músculo braquiorradial

- O** Crista supraepicondilar lateral do úmero
- I** Processo estiloide do rádio
- A** Flexão do antebraço na articulação do cotovelo
- N** Nervo radial (C5, C6)

O **músculo tríceps braquial**, comumente denominado **tríceps**, tem esse nome por apresentar três cabeças. Esse músculo está localizado posteriormente, e constitui toda a massa muscular da região posterior do braço (Figura 11.17). A **cabeça longa** insere-se na margem inferior da cavidade glenoidal da escápula (tubérculo infraglenoidal), faz trajeto descendente entre os músculos redondo menor e redondo maior e se une às outras duas cabeças. A **cabeça lateral** insere-se na região lateral da face posterior do úmero, inferiormente ao tubérculo maior do úmero. A **cabeça medial** ocupa posição profunda em relação às cabeças longa e lateral, inserindo-se inferiormente à cabeça lateral em extensa área da face posterior. As três cabeças se reúnem e formam o ventre do músculo.

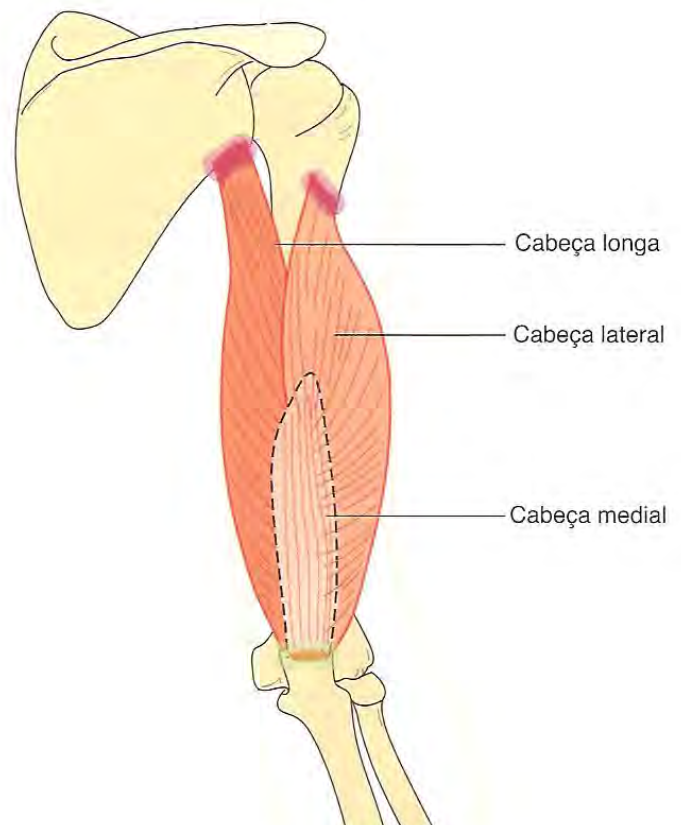


Figura 11.17 O músculo tríceps braquial, comumente denominado **tríceps**, tem três cabeças (vista posterior). A linha tracejada indica a porção profunda do músculo.

O tendão do músculo tríceps braquial cruza o cotovelo posteriormente e se insere no olécrano da ulna. Por transpor o cotovelo em direção praticamente vertical, é muito eficaz na extensão do antebraço na articulação do cotovelo. Como não há inserção no rádio, não participa da pronação nem da supinação.

Músculo tríceps braquial

- O** Cabeça longa: tubérculo infraglenoidal da escápula
Cabeça lateral: inferior ao tubérculo maior na face posterior do úmero
Cabeça medial: face posterior do úmero
- I** Olécrano da ulna
- A** Extensão do antebraço na articulação do cotovelo
- N** Nervo radial (C7, C8)

O **músculo ancôneo** é um músculo muito pequeno que se insere próximo ao músculo tríceps braquial, muito maior (Figura 11.18). Sua inserção proximal (ponto fixo) é na região posterior do epicôndilo lateral, cruza posteriormente o cotovelo e se insere na região lateral e inferior ao olécrano. É um músculo pequeno em comparação com o músculo tríceps braquial e, portanto, não tem função importante na extensão do cotovelo. Esse músculo é superficial ao ligamento anular do rádio e se insere em uma parte dele. Ao se contrair, o músculo ancôneo traciona o referido ligamento e impede que seja pinçado na fossa do olécrano durante a extensão do antebraço na articulação do cotovelo.

Músculo ancôneo

- O** Epicôndilo lateral do úmero
- I** Lateral e inferior ao olécrano da ulna
- A** Não é agonista primário em nenhum movimento articular; auxilia a extensão do antebraço na articulação do cotovelo
- N** Nervo radial (C7, C8)

O nome do **músculo pronador redondo** (Figura 11.19) é originado de sua ação (pronação) e de seu formato arredon-



Figura 11.18 Músculo ancôneo (vista posterior).



Figura 11.19 Os músculos pronadores (vista anterior).

do. É um músculo superficial quando cruza o cotovelo, mas é coberto pelo músculo braquiorradial em sua inserção distal. A inserção proximal (ponto fixo) é no epicôndilo medial do úmero e na porção medial do processo coronoide da ulna. Cruza anteriormente o cotovelo e segue em direção diagonal até sua inserção distal (ponto móvel) aproximadamente no ponto médio da face lateral do rádio. Por atravessar a região anterior do cotovelo, determina flexão do cotovelo. Esta ação é apenas acessória em razão do seu pequeno tamanho e de sua linha de tração ser diagonal.

Músculo pronador redondo

- O** Epicôndilo medial do úmero e processo coronoide da ulna
- I** Ponto médio da face lateral do rádio
- A** Pronação do antebraço; acessório na flexão do antebraço na articulação do cotovelo
- N** Nervo mediano (C6, C7)

O **músculo pronador quadrado** (Figura 11.19) também recebe esse nome por sua ação (pronação) e por seu formato (quadrado). É um músculo pequeno, plano e quadrilátero, localizado profundamente na face anterior da porção distal do antebraço; portanto, não é possível palpá-lo. Suas inserções medial e lateral estão no quarto distal da ulna e no quarto distal do rádio, respectivamente. A linha de tração é horizontal e, com o músculo pronador redondo, faz a pronação do antebraço.

Músculo pronador quadrado

- O** Quarto distal da ulna
- I** Quarto distal do rádio
- A** Pronação do antebraço
- N** Nervo mediano (C8, T1)



Figura 11.20 Músculo supinador (vista posterior).

O **músculo supinador** (Figura 11.20) é um músculo profundo que contorna parcialmente a região lateral do cotovelo, de direção posterior para anterior. Insere-se posteriormente no epicôndilo lateral do úmero e na parte superior da face posterior da ulna. Cruza a região lateral da articulação do cotovelo, como também envolve a extremidade proximal do rádio até se inserir distalmente nas faces do terço proximal do rádio. Associa-se ao músculo bíceps braquial como agonista primário na supinação do antebraço (Figura 11.21).

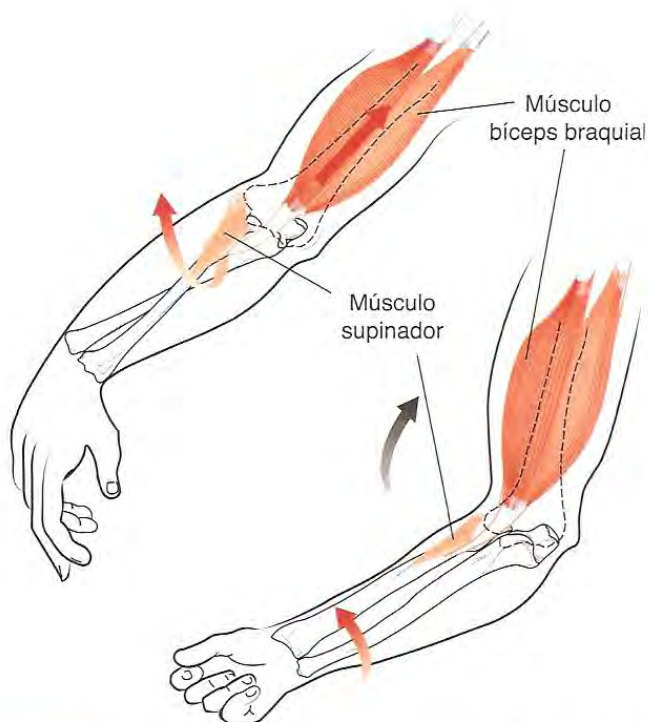


Figura 11.21 Os músculos supinador e bíceps braquial combinam-se em um binário de forças para mover o rádio em torno da ulna, partindo da pronação do antebraço para a supinação do antebraço (vista anterior).

Músculo supinador

- O** Epicôndilo lateral do úmero e parte adjacente da ulna
- I** Faces da porção proximal do rádio
- A** Supinação do antebraço
- N** Nervo radial (C6)

Relações anatómicas

Os ventres dos músculos bíceps braquial, braquial e tríceps braquial situam-se superiormente à articulação do cotovelo, enquanto os ventres dos músculos braquiorradial, pronador redondo, pronador quadrado e supinador estão situados no cotovelo ou inferiormente a ele. A Figura 11.22 mostra os músculos anteriores. É possível, com a mão sobre a região anterior do braço, palpar o músculo bíceps braquial. Diretamente sob o músculo bíceps braquial está o músculo braquial. As linhas tracejadas na Figura 11.22 indicam que o músculo braquial está sob o músculo bíceps braquial, exceto na parte distal do úmero, onde pode ser palpado de cada lado do tendão do músculo bíceps braquial. O músculo braquiorradial é o mais superficial na região lateral do antebraço. O músculo pronador redondo também é superficial, mas apresenta sua inserção proximal na região medial, junto com os músculos flexores da mão e dos dedos e com o palmar longo. O músculo pronador

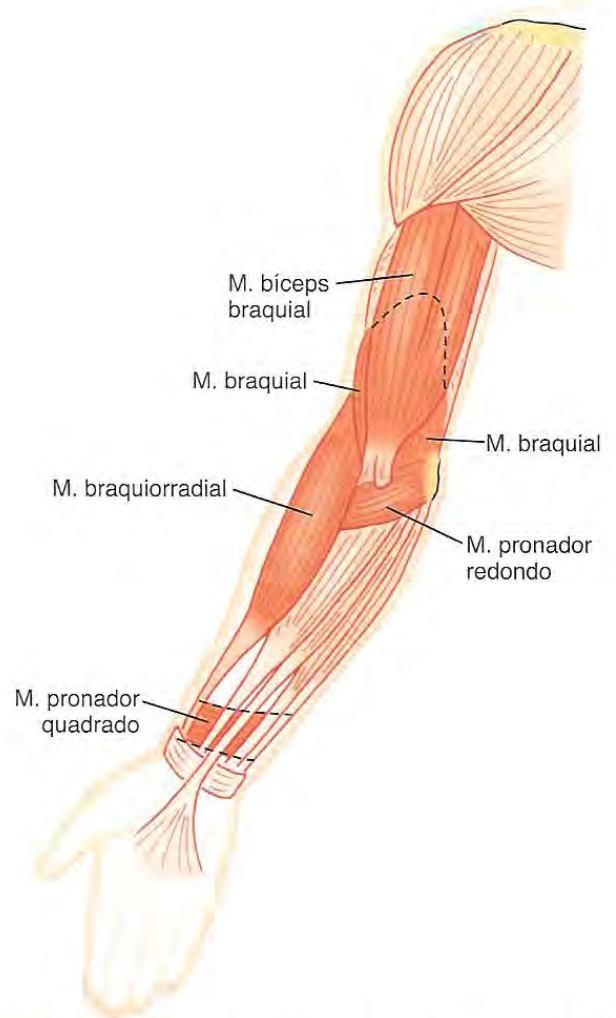


Figura 11.22 Músculos anteriores do cotovelo. Observe que as linhas tracejadas indicam o músculo braquial sob o músculo bíceps braquial.

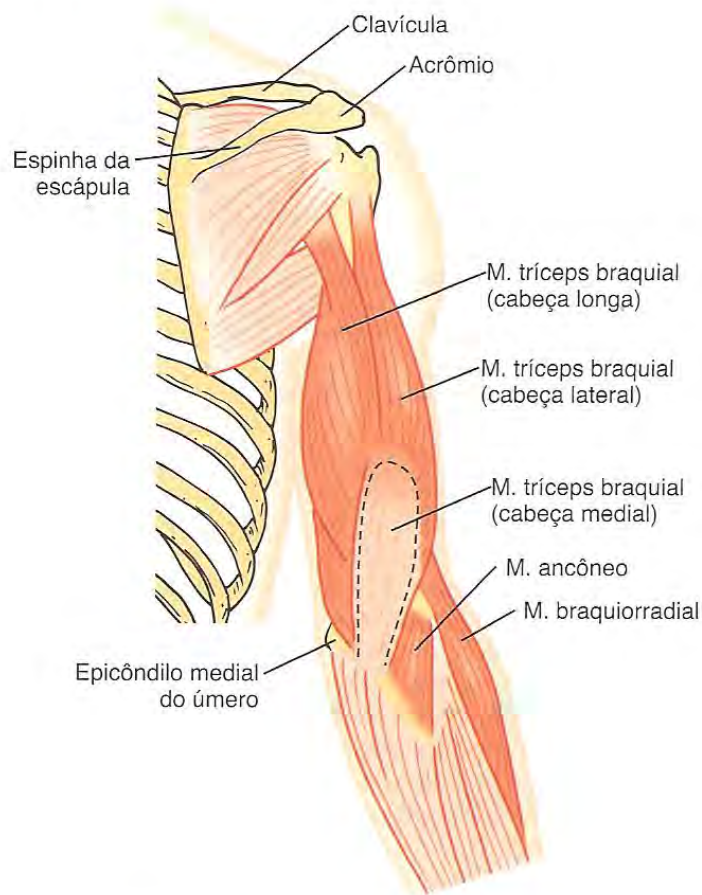


Figura 11.23 Músculos posteriores do cotovelo.

quadrado ocupa posição profunda em relação a vários tendões do “punho” e da mão na extremidade distal da região anterior do antebraço.

A Figura 11.23 mostra os músculos posteriores. O músculo tríceps braquial constitui toda a massa muscular posterior do braço. As cabeças longa e lateral são superficiais e a cabeça medial é profunda. A cabeça medial tem quase o mesmo formato que o tendão distal do músculo tríceps braquial e ocupa posição profunda em relação a ele (como indica a linha tracejada na Figura 11.23). O ancôneo é um músculo muito pequeno, localizado superficialmente na região posterior do cotovelo e imediatamente distal à inserção do músculo tríceps braquial. O músculo supinador ocupa posição mais profunda em relação aos músculos extensores da mão e dos dedos e ao músculo braquiorradial perto de sua inserção proximal (Figura 11.24).

▪ Resumo da ação dos músculos

A Tabela 11.1 resume as ações dos músculos agonistas primários que movimentam o antebraço nas articulações do cotovelo e radiolnares.

▪ Resumo da inervação dos músculos

Os nervos que são ramos do plexo braquial inervam todos os músculos relacionados com o cotovelo. O nervo musculocutâneo inerva os músculos da região anterior do braço responsáveis pela flexão do antebraço. O nervo radial atravessa a região axilar e segue em torno da porção média do úmero para inervar a região posterior do braço, do antebraço e da mão. Ele inerva os músculos responsáveis pela extensão

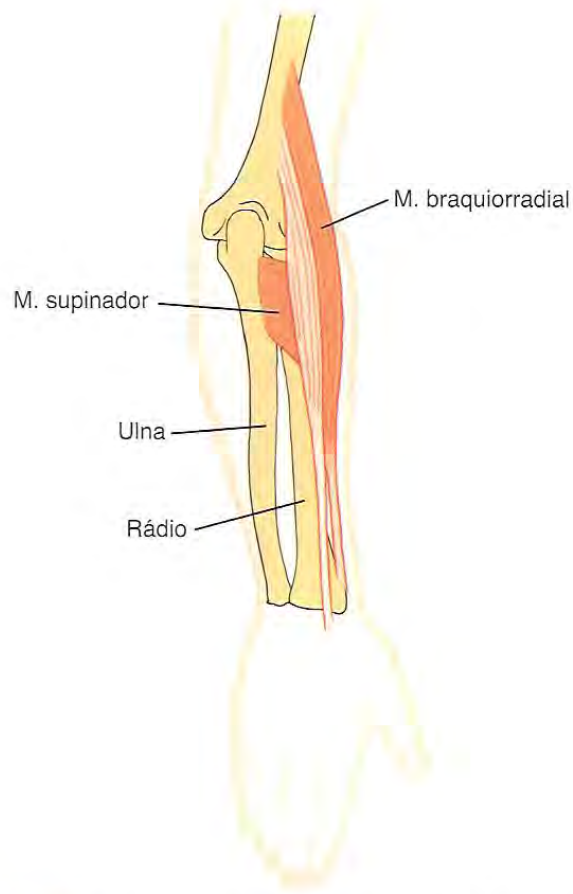


Figura 11.24 Relação entre o músculo supinador, um músculo profundo, e os músculos circundantes. Observe que a maioria dos músculos extensores da mão e dos dedos situados sobre o músculo supinador não foi incluída.

do antebraço. O nervo mediano dirige-se inferiormente na região anterior do braço, enviando ramos para os músculos pronadores. A Tabela 11.2 resume a inervação da musculatura relacionada com o cotovelo. A Tabela 11.3 resume a inervação segmentar. Por favor, lembre-se de que pode haver discrepância entre várias fontes referentes ao segmento medular da inervação.

▪ Doenças comuns do cotovelo

A **epicondilite lateral**, também conhecida como **cotovelo de tenista**, é uma doença muito frequente por uso excessivo, que afeta o tendão comum dos músculos extensores onde ele se insere no epicôndilo lateral do úmero. O músculo extensor radial curto do carpo é particularmente o mais afetado.

Tabela 11.1 Agonistas primários que movimentam o antebraço.

Ação	Músculo
Flexão do antebraço na articulação do cotovelo	Bíceps braquial Braquial Braquiorradial
Extensão do antebraço na articulação do cotovelo	Tríceps braquial
Pronação do antebraço nas articulações radiolnares	Pronador redondo Pronador quadrado
Supinação do antebraço nas articulações radiolnares	Bíceps braquial Supinador

Tabela 11.2 Inervação dos músculos relacionados com a articulação do cotovelo.

Músculo	Nervo	Segmento medular
Braquial	Musculocutâneo	C5, C6
Bíceps braquial	Musculocutâneo	C5, C6
Braquiorradial	Radial	C5, C6
Tríceps braquial	Radial	C6, C7
Ancôneo	Radial	C7, C8
Pronador redondo	Mediano	C6, C7
Pronador quadrado	Mediano	C8, T1
Supinador	Radial	C6

Tabela 11.3 Inervação segmentar dos músculos relacionados com a articulação do cotovelo.

Segmento da medula espinal	C5	C6	C7	C8	T1
Bíceps braquial	X	X			
Braquial	X	X			
Braquiorradial	X	X			
Supinador		X			
Pronador redondo		X	X		
Tríceps braquial			X	X	
Ancôneo			X	X	
Pronador quadrado				X	X

É frequente em esportes com raquete e em outras atividades que envolvam extensão repetitiva do “punho”. A **epicondilit medial**, também conhecida como **cotovelo do jogador de golfe**, é uma inflamação do tendão comum dos músculos flexores que se insere no epicôndilo medial. É uma doença por uso excessivo, que provoca dor à palpação do epicôndilo medial e dor à flexão resistida do “punho”.

O **cotovelo do jogador de beisebol juvenil** é uma lesão por uso excessivo dos músculos inseridos no epicôndilo medial, geralmente causada por movimentos de arremesso repetitivos. É observado em jovens jogadores de beisebol que ainda não alcançaram a maturidade óssea. O movimento de arremesso provoca estresse em valgo sobre o cotovelo, causando a compressão lateral e distração medial na articulação. A **pronação dolorosa**, ou **cotovelo da babá**, é observada em crianças menores de 5 anos submetidas a tração repentina e forte do braço. Isso frequentemente ocorre quando um adulto puxa subitamente a criança pelo braço ou quando a criança cai enquanto o adulto a segura pelo braço. Essa força causa a subluxação da cabeça do rádio em relação ao ligamento anular do rádio.

A **luxação do cotovelo** é causada quando uma força intensa é aplicada no cotovelo em uma posição de leve flexão, o que causa o deslizamento posterior da ulna em relação à extremidade distal do úmero. As **fraturas supracondilares** estão entre as fraturas mais comuns em crianças e são causadas por queda

sobre a mão estendida. A extremidade distal do úmero sofre fratura logo acima dos côndilos. O grande perigo dessa fratura, bem como na luxação do cotovelo, é o risco de lesão da artéria braquial, que está muito próxima. Isso pode ter como consequência a **contratura isquêmica de Volkmann**, uma rara, mas potencialmente devastadora necrose isquêmica dos músculos do antebraço.

Pontos-chave

- As articulações sinoviais podem ser do tipo plana (irregular), gínglimo, trocóideia, elipsóideia, selar e esferóideia
- As articulações sinoviais podem ter de zero até três eixos
- Quando um músculo se contrai (encurta) ao máximo sobre todas as suas articulações, ele apresenta insuficiência ativa
- Quando um músculo se alonga (estira) ao máximo sobre todas as suas articulações, ele apresenta insuficiência passiva
- Uma atividade pode ser um movimento em cadeia cinética aberta ou fechada, dependendo se o segmento distal está fixado
- Segundo a regra do côncavo-convexo, a face articular convexa move-se na direção oposta ao movimento do segmento do corpo e a face articular côncava move-se na mesma direção que o segmento do corpo.

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

- Nas articulações do cotovelo e do antebraço, identifique:
 - Nome dos ossos:
Antebraço _____
Cotovelo _____
 - Número de eixos:
Antebraço _____
Cotovelo _____
 - Formato da articulação:
Antebraço _____
Cotovelo _____
 - Movimentos articulares possíveis:
Antebraço _____
Cotovelo _____
- Se você recebesse um modelo avulso da ulna, como orientaria os pontos de referência para identificar a que lado do corpo pertence?

- Cite o ligamento que estabiliza:
 - a região lateral do cotovelo.
 - a região medial do cotovelo.
 - o rádio e possibilita sua rotação.
- Quais são os músculos biarticulares do cotovelo e/ou do antebraço?
- Em que osso tem de se inserir um músculo para executar a supinação ou pronação do antebraço?
- Quais músculos do cotovelo ou do antebraço não se inserem no úmero?
- Quais músculos unem a escápula à ulna e/ou ao rádio?
- Quais músculos unem o úmero à ulna?
- A única cabeça do músculo tríceps braquial que cruza a articulação do ombro é _____.
- Em que posições você colocaria o membro superior para obter:
 - insuficiência ativa do músculo bíceps braquial?
 - insuficiência passiva do músculo bíceps braquial?

(continua)

Autoavaliação (continuação)

11. Em uma atividade em cadeia fechada, a face articular do úmero move-se na mesma direção ou em direção oposta ao antebraço?
12.
 - a. Ao colocar a mão sobre a superfície anterior do braço, que músculo palpará?
 - b. Ao colocar a mão sobre a superfície posterior do braço, que músculo palpará?
 - c. Ao colocar a mão sobre a região lateral do antebraço, que músculo palpará?

Questões sobre atividade funcional

Identifique os movimentos do cotovelo e do antebraço em cada uma destas atividades:

1. Guardar um prato em um armário alto na cozinha.
 - a. Cotovelo _____
 - b. Antebraço _____
2. Colocar um pedaço de chocolate na boca.
 - a. Cotovelo _____
 - b. Antebraço _____
3. Esticar o membro superior para atender ao telefone (Figura 11.25A).
 - a. Cotovelo _____
 - b. Antebraço _____

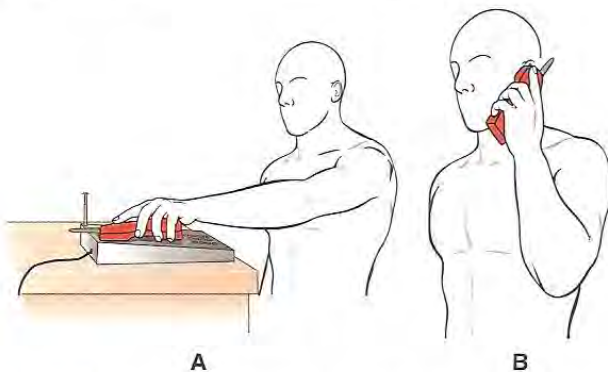


Figura 11.25 Movimento do cotovelo e do antebraço ao atender ao telefone. **A.** Posição inicial. **B.** Posição final.

4. Depois, levar o fone até a orelha (Figura 11.25B).
 - a. Cotovelo _____
 - b. Antebraço _____
5. Com um martelo na mão, golpear um prego na parede.
 - a. Cotovelo _____
 - b. Antebraço _____

Questões sobre exercícios clínicos

1. Sentado, coloque o antebraço direito sobre a mesa, com a palma da mão voltada para baixo e a necessária flexão do cotovelo (Figura 11.26A). Usando sua mão esquerda, empurre a região radial do antebraço direito imediatamente proximal ao “punho” até que a palma da mão esteja voltada para cima (Figura 11.26B). O antebraço direito permanece relaxado.
 - a. Qual movimento ocorre no antebraço direito?
 - b. Quais músculos são estirados (alongados)?
2. Sente-se em uma cadeira com “braços” e apoie as mãos sobre eles. Empurre, levantando as nádegas da cadeira.

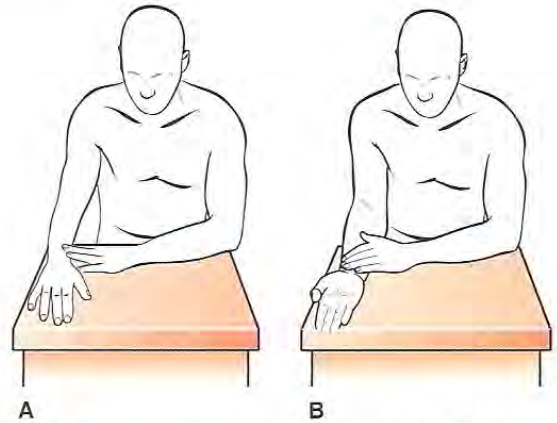


Figura 11.26 Autoalongamento do antebraço. **A.** Posição inicial. **B.** Posição final.

- a. Qual movimento articular ocorre no antebraço direito?
 - b. Qual é o tipo de contração (isométrica, concêntrica, excêntrica)?
 - c. Quais músculos são fortalecidos?
 - d. Essa é uma atividade em cadeia cinética aberta ou fechada?
3. Fique em pé com o braço direito esticado para cima em direção ao teto. Utilizando sua mão esquerda, empurre a mão direita para baixo atrás da cabeça (Figura 11.27). Deixe que seu cotovelo dobre.
 - a. Qual movimento articular ocorre no cotovelo direito?
 - b. Quais músculos são estirados (alongados)?

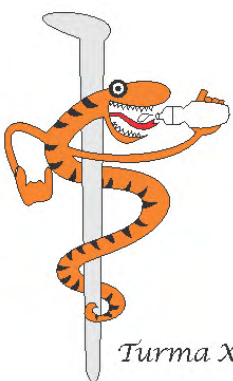


Figura 11.27 Autoalongamento do cotovelo.

4. Sentado, ponha as mãos e os antebraços sobre a mesa. Empurre a mesa contra o chão.
 - a. Qual movimento articular ocorre no cotovelo direito?
 - b. Qual é o tipo de contração (isométrica, concêntrica, excêntrica)?
 - c. Quais músculos são fortalecidos?
5. Fique em pé, com sua mão direita perto do ombro direito, segurando um peso pequeno. Movimente sua mão até a posição anatômica.
 - a. Qual movimento articular ocorre no cotovelo direito?
 - b. Qual é o tipo de contração (isométrica, concêntrica, excêntrica)?
 - c. Quais músculos são fortalecidos?
 - d. Essa é uma atividade em cadeia cinética aberta ou fechada?

12 Articulação Radiocarpal

- ▶ Estrutura da articulação, 142
- ▶ Movimentos da articulação, 142
- ▶ Ossos e pontos de referência, 142
- ▶ Ligamentos e outras estruturas, 143
- ▶ Músculos do "punho", 144
- ▶ Pontos-chave, 148
- ▶ Autoavaliação, 148



Turma XII



► Estrutura da articulação

A articulação do “punho” talvez seja uma das articulações mais complexas do corpo. Na verdade, é constituída de duas articulações: a articulação radiocarpal e a articulação mediocarpal.* A **articulação radiocarpal** (Figura 12.1) é formada pela extremidade distal do rádio e o disco articular (ulnocarpal), na parte proximal, e pelos ossos carpais escafoide, semilunar e piramidal na parte distal. Por haver um disco articular entre a ulna e a fileira proximal dos ossos carpais, a ulna não é considerada parte dessa articulação. O pisiforme, localizado na fileira proximal de ossos carpais, não se articula com o disco articular porque se situa anteriormente ao piramidal. Portanto, o pisiforme também não é considerado parte dessa articulação.

A articulação radiocarpal é classificada como do tipo sinovial, subtipo **elipsóide**; a extremidade distal côncava do rádio e o disco articular (ulnocarpal) articulam-se com a superfície convexa dos ossos carpais escafoide, semilunar e piramidal. A fileira proximal convexa de ossos carpais move-se em direção oposta à da mão. Portanto, durante a flexão da mão na articulação radiocarpal, os ossos carpais deslizam posteriormente sobre o rádio e o disco articular. Durante a extensão da mão, eles deslizam anteriormente. Na abdução da mão (desvio radial), eles deslizam em direção ulnar, e, na adução (desvio ulnar), em direção oposta.

A articulação radiocarpal também é classificada como bial, possibilitando os movimentos de flexão e extensão, além de adução e abdução da mão. A combinação desses quatro movimentos é denominada *circundução*. Não há rotação na articulação radiocarpal.

A **articulação mediocarpal** (Figura 12.1) está localizada entre as duas fileiras de ossos carpais e contribui para o movimento da mão. Seu formato é **irregular** e é classificada como articulação do tipo sinovial, subtipo **plana**. É uma articulação não axial com movimentos de deslizamento que, em conjunto, contribuem para o movimento da articulação radiocarpal.

As **articulações carpometacarpais** (CMC) estão entre a fileira distal de ossos carpais e a extremidade proximal dos ossos metacarpais (Figura 12.1). Por apresentarem uma função mais direta no movimento da mão, elas serão discutidas em detalhes no Capítulo 13.

► Movimentos da articulação

Em geral, vários termos são usados para se referir aos movimentos da mão na articulação radiocarpal. *Flexão da*

* N.R.T.: O termo “punho” não consta na Terminologia Anatômica (2001), porém é de uso tradicional. Portanto, será mantido entre aspas ou parênteses. Geralmente a articulação do “punho” é considerada a radiocarpal, enquanto a articulação mediocarpal está entre as fileiras proximal e distal dos ossos carpais.

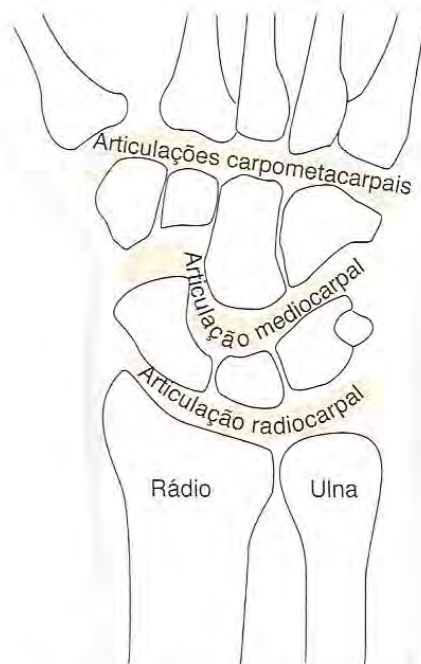


Figura 12.1 Articulações do “punho” esquerdo (vista anterior).

mão e flexão palmar são sinônimos, assim como *extensão, hiperextensão e dorsiflexão*. Aproximadamente a meio caminho entre a flexão e a extensão, está a *posição neutra*, na qual a mão está alinhada com o antebraço; essa é a posição anatômica da articulação radiocarpal. A *extensão* é o retorno da *flexão*. O movimento além da posição neutra é a *hiperextensão*. Contudo, os termos mais comumente utilizados são **flexão, posição neutra e extensão**, que serão empregados neste texto. É recomendável, entretanto, que você esteja familiarizado com outros termos que estão resumidos na Tabela 12.1.

A flexão e a extensão ocorrem no plano sagital em torno do eixo transversal. A flexão é de aproximadamente 90° e a extensão, de 70°. A **abdução** e a **adução** ocorrem no plano frontal em torno do eixo sagital. Há aproximadamente 25° de abdução e 35° de adução. A Figura 12.2 ilustra esses movimentos.

Em razão da tensão dos ligamentos e da cápsula articular, a sensação final em todos os movimentos do “punho”, exceto a abdução, é de estiramento dos tecidos moles. A sensação final na abdução é óssea, decorrente do contato ósseo entre o processo estilóide do rádio e o escafoide (osso carpal).

► Ossos e pontos de referência

Os ossos carpais estão organizados em duas fileiras com quatro ossos em cada uma (Figura 12.3). Partindo do polegar, na fileira proximal, os ossos são **escafoide, semilunar, piramidal e pisiforme**. Na fileira distal, no sentido lateral para medial,

Tabela 12.1 Comparação da terminologia referente à articulação radiocarpal.*

Terminologia preferida	Terminologia alternativa	Movimento ou posição
Flexão	Flexão, flexão palmar	Anterior em relação à posição anatômica
Neutra	Extensão, neutra	Posição anatômica
Extensão	Hiperextensão, dorsiflexão	Posterior em relação à posição anatômica
Abdução	Desvio radial	Lateral em relação à posição anatômica
Adução	Desvio ulnar	Medial em relação à posição anatômica

*Os termos em **negrito** são os usados neste livro, de acordo com a Terminologia Anatômica.

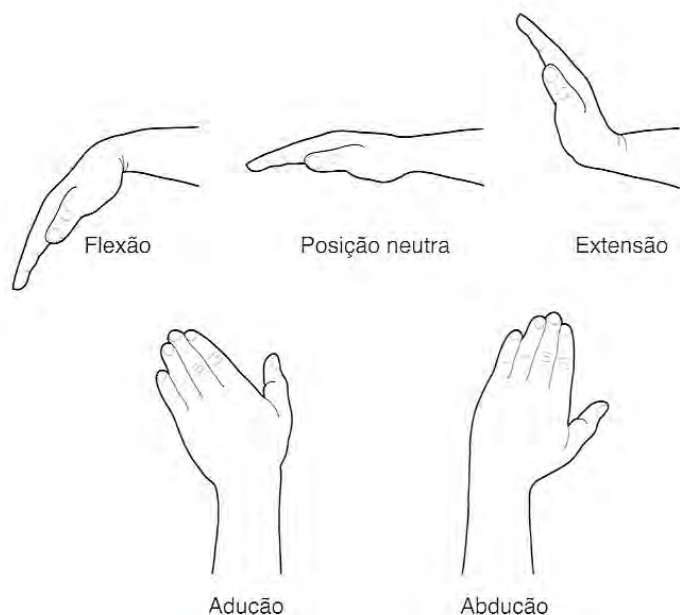


Figura 12.2 Movimentos da articulação radiocarpal.

são **trapézio, trapezoide, capitato e hamato**. São ossos curtos dispostos em arco, de concavidade anterior (palmar) e convexidade posterior. Esse arco contribui muito para a capacidade de oposição do polegar.

Os pontos de referência ósseos no “punho” são os descritos a seguir.

Processos estiloides

Projeções distais na região lateral do rádio (Figura 12.3) e na região posteromedial da ulna (ver Figura 11.9), que são locais de fixação dos ligamentos colaterais do carpo.

Hâmulo do osso hamato

Projeção na superfície anterior do hamato, que é um local de fixação do retináculo dos músculos flexores.

Epicôndilo medial

Localizado na região medial da extremidade distal do úmero; local de inserção do tendão comum dos músculos flexores (ver Figura 11.8).

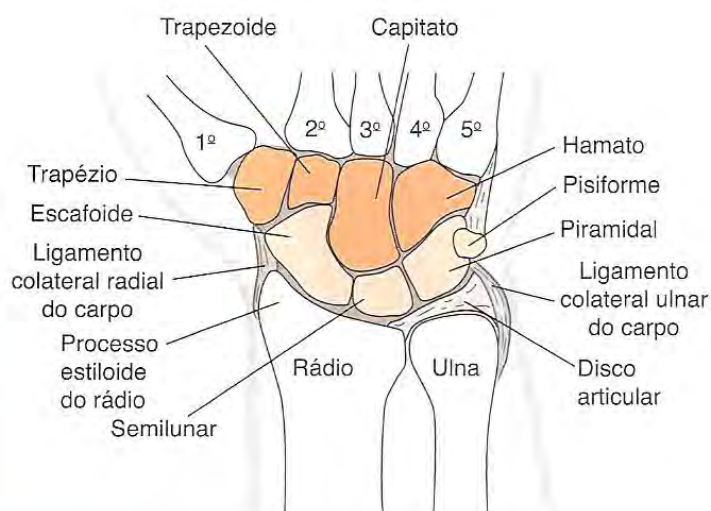


Figura 12.3 Os ossos da região carpal da mão, vista anterior (mão esquerda).

Epicôndilo lateral

Localiza-se na região lateral da extremidade distal do úmero; local de inserção do tendão comum dos músculos extensores (ver Figura 11.8).

Crista supraepicondilar

Localiza-se imediatamente superior ao epicôndilo lateral; local de inserção do músculo extensor radial longo do carpo (ver Figura 11.8).

► Ligamentos e outras estruturas

Existem basicamente quatro ligamentos da articulação radiocarpal que proporcionam maior sustentação do “punho”. Além disso, há numerosos ligamentos menores que reforçam as articulações intercarvais. O **ligamento colateral radial do carpo** fixa-se no processo estilóide do rádio e nos ossos escafoide e trapézio. O **ligamento colateral ulnar do carpo** fixa-se no processo estilóide da ulna e nos ossos pisiforme e piramidal. Esses ligamentos, respectivamente, proporcionam um suporte lateral e medial à articulação radiocarpal. Eles estão ilustrados nas Figuras 12.3, 12.4 e 12.5.

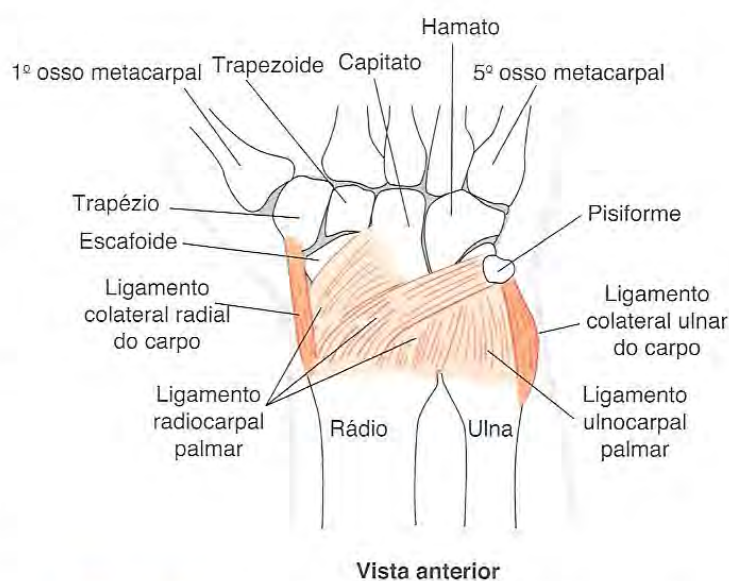


Figura 12.4 Ligamento radiocarpal palmar (mão esquerda).

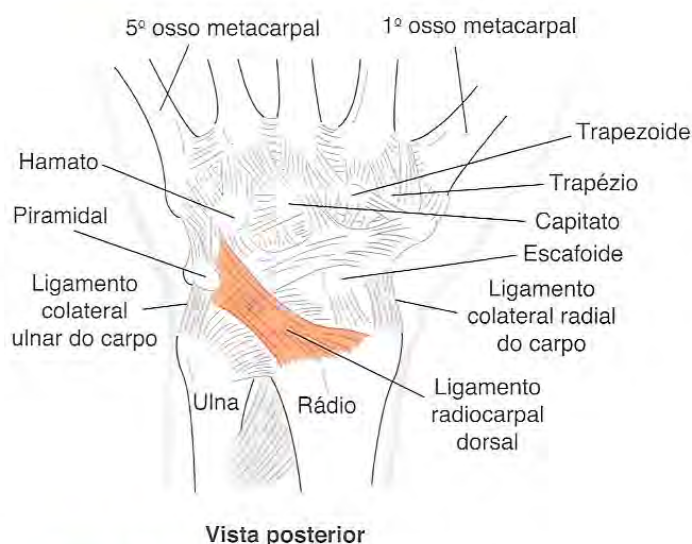


Figura 12.5 Ligamento radiocarpal dorsal (mão esquerda).

O **ligamento radiocarpal palmar** é um ligamento resistente e espesso, que limita a extensão do “punho”. É uma faixa larga que se estende da superfície anterior da extremidade distal do rádio e da ulna até a superfície anterior dos ossos carpais da fileira proximal, além do capitato na fileira distal (Figura 12.4). Talvez seja mais importante para a função do “punho” que seu correspondente, o ligamento radiocarpal dorsal, porque a maioria das atividades da mão ocorre em extensão, e não em flexão. Portanto, o ligamento radiocarpal palmar também é mais propenso a sofrer estiramento ou entorse. Deve-se notar que alguns autores separam o ligamento radiocarpal do ligamento ulnocarpal, e outros não. Do ponto de vista funcional, eles atuam praticamente como um só.

O **ligamento radiocarpal dorsal** se estende da superfície posterior da extremidade distal do rádio até a superfície posterior do escafoide, semilunar e piramidal (Figura 12.5). Esse ligamento limita o grau de flexão da mão. Uma vez que as forças determinantes de flexão excessiva não são tão intensas quanto as determinantes de extensão excessiva, esse ligamento não é tão forte quanto o ligamento radiocarpal palmar.

Uma **cápsula articular**, que contém a articulação radiocarpal, está reforçada pelos ligamentos colaterais radial e ulnar do carpo e pelos ligamentos radiocarpais palmar e dorsal. O **disco articular** (Figura 12.3) está localizado junto à extremidade distal da ulna e articula-se com os ossos piramidal e semilunar. Atua para absorver impactos e preenche o espaço entre a extremidade distal da ulna e os ossos carpais adjacentes a ela – piramidal e semilunar. O disco articular preenche o espaço criado, porque a ulna e seu processo estilóide não se prolongam tão distalmente quanto o rádio e seu processo estilóide.

A **aponeurose palmar** é relativamente espessa e triangular, localizando-se superficialmente na palma da mão (Figura 12.6). Também é conhecida como *fáscia palmar*. Ela cobre os tendões dos músculos extrínsecos e oferece alguma

proteção às estruturas na palma da mão. A aponeurose palmar serve para inserção distal do músculo palmar longo, que se funde a ela, assim como o retináculo dos músculos flexores.

► Músculos do “punho”

Os músculos que atravessam a articulação radiocarpal e apresentam sua ação primária nesta articulação serão discutidos neste capítulo; os que cruzam o “punho”, mas exercem sua função principal nos dedos, serão comentados no Capítulo 13. Os seguintes músculos serão discutidos nesta seção:

Anterior

Flexor ulnar do carpo
Flexor radial do carpo
Palmar longo

Posterior

Extensor radial longo do carpo
Extensor radial curto do carpo
Extensor ulnar do carpo

Podem ser feitas algumas afirmações gerais sobre as inserções musculares proximais dos músculos do “punho”. A primeira é que os músculos flexores se inserem no epicôndilo medial do úmero e os extensores, no epicôndilo lateral. Segunda, o local de inserção distal de todos os músculos do “punho” é em um osso metacarpal, exceto o músculo palmar longo. Terceira, os nomes dos músculos geralmente descrevem sua ação (flexor, extensor), o local onde atuam (*região carpal* se refere a “punho”) e em que parte da região carpal está a inserção distal. Seus nomes também indicam se o músculo faz adução ou abdução.

O **músculo flexor ulnar do carpo** é um músculo superficial que segue ligeiramente anterior, ao longo da margem ulnar do antebraço (Figura 12.7). O principal local de inserção proximal é o epicôndilo medial do úmero e de inserção distal é a base do quinto osso metacarpal e o pisiforme. É o único músculo do carpo que se insere em um osso carpal. É um agonista primário na flexão e na adução da mão.



Figura 12.6 Aponeurose palmar (vista anterior).



Figura 12.7 Músculo flexor ulnar do carpo (vista anterior).

Músculo flexor ulnar do carpo

- O** Epicôndilo medial do úmero
- I** Pisiforme e base do quinto osso metacarpal
- A** Flexão e adução da mão
- N** Nervo ulnar (C8, T1)

O **músculo flexor radial do carpo** também é um músculo relativamente superficial que se insere no epicôndilo medial do úmero, tem trajeto diagonal, atravessa a região anterior do antebraço e se insere lateralmente na base do segundo e terceiro ossos metacarpais (Figura 12.8). É um agonista primário na flexão e abdução da mão.

Músculo flexor radial do carpo

- O** Epicôndilo medial do úmero
- I** Base do segundo e terceiro ossos metacarpais
- A** Flexão e abdução da mão
- N** Nervo mediano (C6, C7)



Figura 12.8 Músculo flexor radial do carpo (vista anterior).

O **músculo palmar longo** também é um músculo superficial que desce pela região anterior do antebraço a partir da inserção comum dos músculos flexores no epicôndilo medial do úmero. Insere-se distalmente na linha mediana da aponeurose palmar (Figura 12.9). É facilmente identificado na linha intermediária do “punho”, principalmente quando há leve resistência à flexão da mão. Esse músculo é especial porque tem apenas uma inserção óssea, na extremidade proximal. Não existe, de um lado do corpo ou de ambos, em aproximadamente 21% das pessoas (Moore, 1985, p. 698). Como o músculo palmar



Figura 12.9 Músculo palmar longo (vista anterior).

longo é muito pequeno, sua ausência não acarreta perda real de força. Embora sua posição seja ideal para fletir a mão, ele é, no máximo, um músculo acessório devido ao seu tamanho.

Músculo palmar longo

- O** Epicôndilo medial do úmero
- I** Aponeurose palmar
- A** Acessório na flexão da mão
- N** Nervo mediano (C6, C7)

Na região carpal posterior está o **músculo extensor radial longo do carpo**. Esse músculo é superficial em sua maior parte (Figura 12.10). O local de sua inserção proximal é imediatamente superior ao epicôndilo lateral, na crista supraepicondilar lateral. Segue ao longo da região posterolateral do antebraço, subjacente a dois tendões que se dirigem ao polegar, e depois passa sob o retináculo dos músculos extensores (Figura 12.15) para se inserir distalmente na base do segundo osso metacarpal. É um agonista primário na extensão e abdução da mão. Também auxilia a extensão do antebraço na articulação do cotovelo.

Músculo extensor radial longo do carpo

- O** Crista supraepicondilar lateral do úmero
- I** Base do segundo osso metacarpal
- A** Extensão e abdução da mão
- N** Nervo radial (C6, C7)

A palavra *longo* no nome do músculo extensor radial do carpo indica que existe um músculo “curto”. O **músculo extensor radial curto do carpo** está situado próximo ao músculo extensor radial longo do carpo (Figura 12.11). Origina-se no

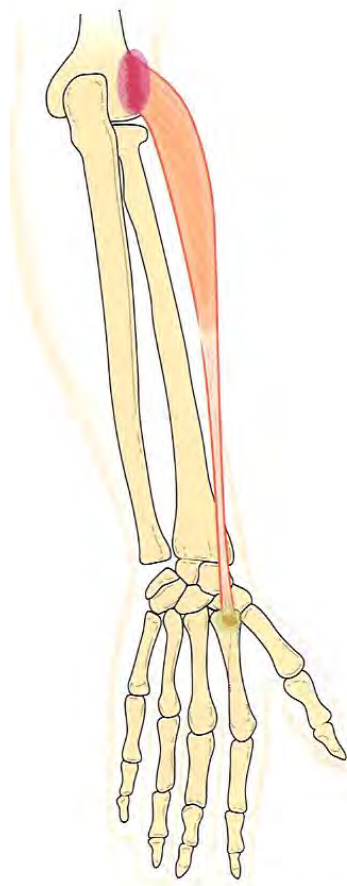


Figura 12.10 Músculo extensor radial longo do carpo (vista posterior).

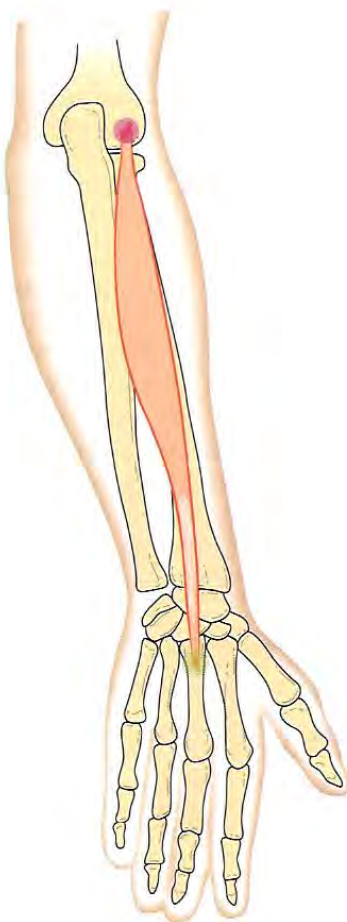


Figura 12.11 Músculo extensor radial curto do carpo (vista posterior).

tendão comum dos músculos extensores no epicôndilo lateral do úmero. Assim como o “longo”, passa sob dois tendões que se dirigem ao polegar e, em seguida, sob o retináculo dos músculos extensores. O local de inserção distal é a base do terceiro osso metacarpal. Como sua inserção está próxima ao eixo de movimento da abdução e adução, é apenas um músculo acessório na abdução. Entretanto, é um agonista primário na extensão da mão. Também auxilia a extensão do antebraço na articulação do cotovelo.

Músculo extensor radial curto do carpo

- O** Epicôndilo lateral do úmero
- I** Base do terceiro osso metacarpal
- A** Extensão da mão
- N** Nervo radial (C6, C7)

O **músculo extensor ulnar do carpo** também é um músculo superficial que tem sua inserção proximal no tendão comum dos músculos extensores, no epicôndilo lateral do úmero (Figura 12.12). Segue medialmente ao longo da região posterior do antebraço até se inserir na base do quinto osso metacarpal. É um agonista primário na extensão e adução da mão; também auxilia a extensão do antebraço na articulação do cotovelo.

Músculo extensor ulnar do carpo

- O** Epicôndilo lateral do úmero
- I** Base do quinto osso metacarpal
- A** Extensão e adução da mão
- N** Nervo radial (C6, C7, C8)

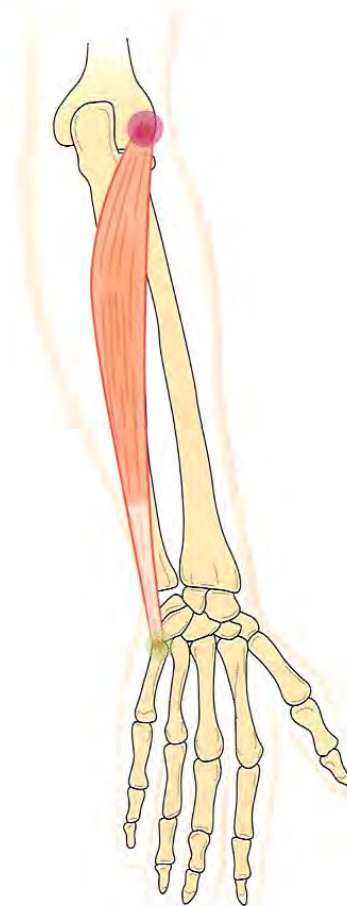


Figura 12.12 Músculo extensor ulnar do carpo (vista posterior).

Relações anatômicas

A maioria dos músculos flexores da mão é relativamente superficial, está localizada na região anterior do antebraço e origina-se no epicôndilo medial do úmero. Como mostra a Figura 12.13, se você colocar os dedos indicador, médio e anular da mão esquerda sobre a região carpal anterior direita, eles representam a localização e a ordem dos músculos flexor radial do carpo (dedo indicador), palmar longo (dedo médio) e flexor ulnar do carpo (dedo anular). Essas inserções também estão alinhadas com o segundo, terceiro e quinto dedos, respectivamente. A Figura 12.14 mostra os três músculos flexores superficiais da mão. O músculo braquiorradial também é superficial, mas é um músculo que age na articulação do cotovelo e que não cruza o “punho”. Sob os músculos flexores da mão estão os músculos flexores dos outros dedos e do polegar, que serão descritos no Capítulo 13.



Figura 12.13 Posição dos tendões dos músculos na região carpal anterior.

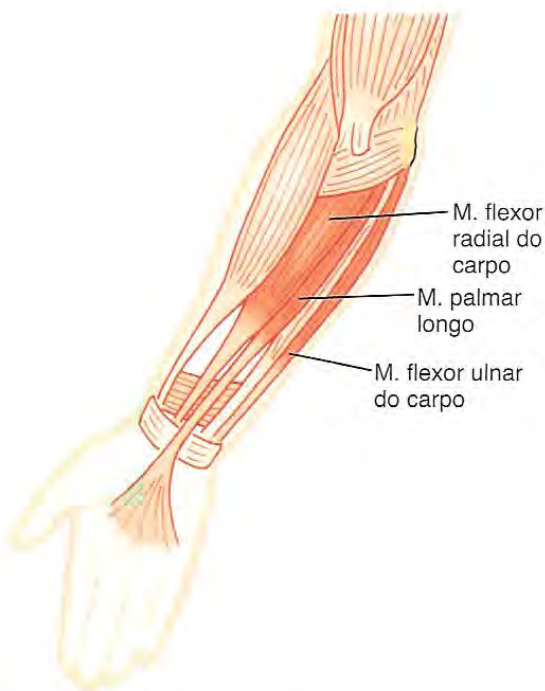


Figura 12.14 Músculos anteriores do “punho” em relação aos músculos flexores dos outros dedos e do polegar.

Os músculos do grupo extensor da mão também são relativamente superficiais, mas estão na região posterior do antebraço (Figura 12.15). A principal inserção proximal comum é no epicôndilo lateral do úmero. Imediatamente distal a esse acidente ósseo, os músculos seguem paralelos. O músculo extensor radial longo do carpo é mais lateral, seguido pelo músculo extensor radial curto do carpo. Os músculos extensor dos dedos e extensor do dedo mínimo (ambos músculos da mão) estão na parte central da região posterior do antebraço. Em posição medial a eles e justaposto à ulna está o músculo extensor ulnar do carpo. Observe que todos os tendões dos músculos que atravessam o “punho” estão contidos pelo **retináculo dos músculos extensores** (Figura 12.15).

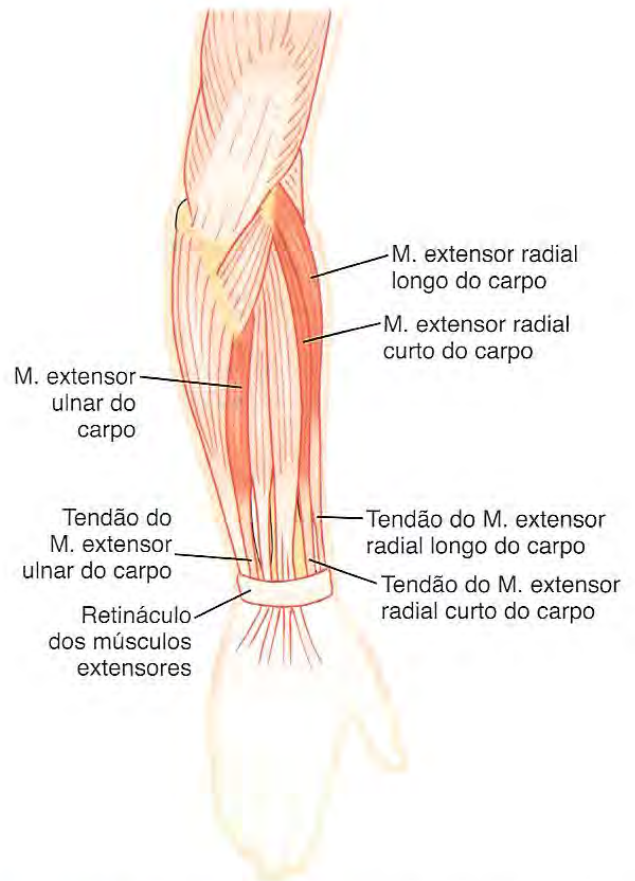


Figura 12.15 Músculos posteriores do “punho” em relação aos músculos extensores dos outros dedos e do polegar.

Resumo da ação dos músculos

A Tabela 12.2 resume a ação dos músculos agonistas primários da mão.

Tabela 12.2 Ação dos músculos que movimentam a mão na articulação radiocarpal.

Ação	Músculos (agonistas primários)
Flexão	Flexor radial do carpo, flexor ulnar do carpo
Extensão	Extensores radiais longo e curto do carpo, extensor ulnar do carpo
Abdução	Flexor radial do carpo, extensor radial longo do carpo
Adução	Flexor ulnar do carpo, extensor ulnar do carpo

▪ Resumo da inervação dos músculos

A inervação dos músculos do “punho” é bastante direta. O nervo radial inerva os músculos posteriores. O nervo mediano inerva os músculos anteriores na região tenar, e o nervo ulnar inerva os músculos na região hipotenar da mão. As Tabelas 12.3 e 12.4 resumem a inervação dos músculos do “punho”. Há divergência entre os autores referente à inervação segmentar.

Tabela 12.3 Inervação dos músculos do “punho”.

Músculo	Nervo	Segmento medular
Extensor radial longo do carpo	Radial	C6, C7
Extensor radial curto do carpo	Radial	C6, C7
Extensor ulnar do carpo	Radial	C6, C7, C8
Flexor radial do carpo	Mediano	C6, C7
Palmar longo	Mediano	C6, C7
Flexor ulnar do carpo	Ulnar	C8, T1

Tabela 12.4 Inervação segmentar.

Nível na medula espinal	C6	C7	C8	T1
Extensor radial longo do carpo	X	X		
Extensor radial curto do carpo	X	X		
Extensor ulnar do carpo	X	X	X	
Palmar longo	X	X		
Flexor radial do carpo	X	X		
Flexor ulnar do carpo			X	X

Pontos-chave

- Uma contração isométrica praticamente não provoca movimento articular
- As inserções musculares aproximam-se na contração concêntrica
- A contração excêntrica é uma atividade de desaceleração
- Um mnemônico para ajudar a recordar a ordem dos ossos carpais: “Envie Saudações Para Pedro. Todos Torcem por sua Consagração em História” = escafoide, semilunar, piramidal, pisiforme, trapézio, trapezoide, capitato e hamato
- Quando o braço de alavanca é mais longo, menor força é necessária
- O trabalho contra a força da gravidade requer maior força do que o trabalho a favor da força da gravidade, ou sem gravidade.

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

1. Nomeie os ossos das articulações radiocarpal e medio-carpal, começando lateralmente na fileira proximal de ossos carpais e seguindo em direção medial. Use a mesma ordem para nomear a fileira distal.
2. Quais movimentos da mão ocorrem:
 - a. no plano sagital em torno do eixo transversal?
 - b. no plano frontal em torno do eixo sagital?
 - c. no plano transverso em torno do eixo longitudinal?
3. Descreva as articulações:
 - a. Número de eixos
Articulação radiocarpal _____
Articulações do carpo (intercarpais) _____
 - b. Formato da articulação
Articulação radiocarpal _____
Articulações do carpo _____
 - c. Movimentos articulares possíveis
Articulação radiocarpal _____
Articulações do carpo _____
4. Quais músculos se inserem no epicôndilo medial do úmero?
5. Quais músculos se inserem no epicôndilo lateral do úmero ou perto dele?
6. Ao ver um desenho da articulação radiocarpal, que pontos de referência ajudariam a identificar se a vista é posterior ou anterior?

7. Quais músculos cruzam o “punho” na região radial?
8. Quais músculos cruzam o “punho” na região ulnar?
9. Qual músculo, quando ele existe, é muito fácil de ser identificado, mas tem pouca importância funcional?
10. Seguindo da superfície anterior da região ulnar em direção à região radial, nomeie os músculos que cruzam o “punho”. Siga de um lado ao outro do “punho”.
11. Por que a ulna não é considerada parte da articulação do “punho”?
12. De maneira geral, os músculos do “punho” são usados ao martelar. Entretanto, quando uma força extra é necessária, os músculos que agem no cotovelo ou até mesmo no ombro podem ser utilizados. Por que isso aumenta a força?
13. Ao martelar algo acima da cabeça, por que os músculos que realizam a adução da mão trabalham mais que ao martelar na altura da cintura do corpo?
14. Quais tipos de sensação final estão associados aos movimentos da mão?
15. Qual é o nome do ponto de referência ósseo imediatamente proximal ao epicôndilo lateral?

Questões sobre atividade funcional

Muitas atividades funcionais, mas não todas, são executadas com a mão em posição neutra ou ligeiramente estendida.

Muitas vezes, há necessidade de contração isométrica para manter essa posição. Nas atividades a seguir, identifique a posição da mão e o grupo muscular que apresenta contração isométrica.

1. Segurar uma xícara de café
 - a. Posição da mão _____
 - b. Grupo muscular responsável _____
2. Digitar em um teclado convencional de computador
 - a. Posição da mão _____
 - b. Grupo muscular responsável _____
3. Pressionar um grampeador
 - a. Posição da mão _____
 - b. Grupo muscular responsável _____
4. Pentear cabelo comprido (pentear o lado esquerdo com a mão direita; Figura 12.16)
 - a. Posição da mão _____
 - b. Grupo muscular responsável _____

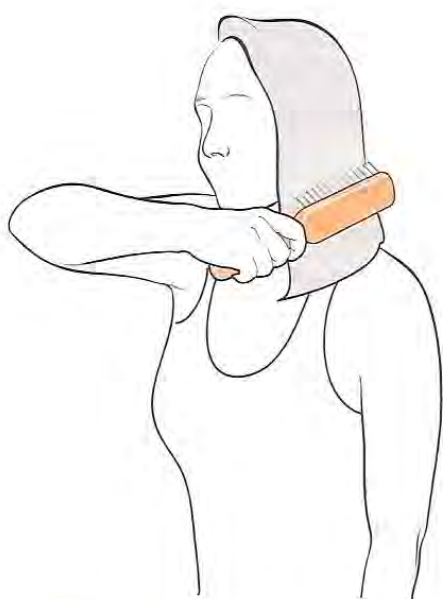


Figura 12.16 Pentear o cabelo.

5. Segurar uma caixa por baixo (Figura 12.17)
 - a. Posição da mão _____
 - b. Grupo muscular responsável _____

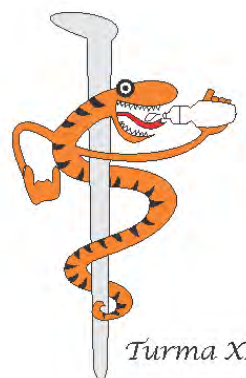


Figura 12.17 Segurar uma caixa.

Questões sobre exercícios clínicos

Lembre-se de que o tubo elástico perde rapidamente a capacidade de retração e não é tão eficaz no fim da amplitude de uma contração excêntrica. Pode haver maneiras mais eficazes de executar contrações concêntricas que os exemplos apresentados aqui. Você deve ser capaz de reconhecer uma contração excêntrica seja qual for a eficácia de um exercício.

1. Sente-se com o antebraço apoiado sobre a coxa e a palma da mão para cima, segurando um peso. Curve a mão para cima.
 - a. Que movimento articular ocorre no “punho”?
 - b. Que tipo de contração (isométrica, concêntrica, excêntrica) ocorre?
 - c. Quais músculos são fortalecidos?
2. Abaixe lentamente o peso até voltar à posição inicial descrita no exercício da Questão 1.
 - a. Que movimento articular ocorre no “punho”?
 - b. Que tipo de contração (isométrica, concêntrica, excêntrica) ocorre?
 - c. Quais músculos são fortalecidos?
3. Em pé, com o braço ao lado do corpo, cotovelo fletido, palma da mão para baixo, segure uma alça do tubo elástico cuja outra extremidade está presa sob seu pé. Curve a mão para cima.
 - a. Que movimento articular ocorre no “punho”?
 - b. Que tipo de contração (isométrica, concêntrica, excêntrica) ocorre?
 - c. Quais músculos são fortalecidos?
 - d. Que grupo muscular também atua no cotovelo?
 - e. Que tipo de contração ocorre no cotovelo?
4. Abaixe lentamente a mão até voltar à posição inicial descrita no exercício da Questão 3.
 - a. Que movimento articular ocorre no “punho”?
 - b. Que tipo de contração (isométrica, concêntrica, excêntrica) ocorre?
 - c. Que músculos são fortalecidos?
5. Em pé, com o braço ao lado do corpo, cotovelo fletido, antebraço em posição neutra, segure uma alça do tubo elástico cuja outra extremidade está presa em um objeto fixo acima da sua cabeça. Curve a mão para baixo.
 - a. Que movimento articular ocorre no “punho”?
 - b. Que tipo de contração (isométrica, concêntrica, excêntrica) ocorre?
 - c. Quais músculos são fortalecidos?
6. Volte lentamente à posição inicial descrita no exercício da Questão 5.
 - a. Que movimento articular ocorre no “punho”?
 - b. Que tipo de contração (isométrica, concêntrica, excêntrica) ocorre?
 - c. Explique por que a contração é desse tipo.
 - d. Que músculos são fortalecidos?



Turma XII

13 Mão

- ▶ Articulações e movimentos do polegar, 152
- ▶ Articulações e movimentos do 2º ao 5º dedo, 153
- ▶ Ossos e pontos de referência, 153
- ▶ Ligamentos e outras estruturas, 154
- ▶ Músculos do polegar e dos outros dedos, 155
- ▶ Função da mão, 166
- ▶ Pontos-chave, 169
- ▶ Autoavaliação, 169



A mão está na extremidade distal do membro superior e é formada pelos ossos metacarpais e pelas falanges dos dedos.* A mão é a principal parte funcional do membro superior. Usamos as mãos para executar inúmeras atividades, que variam de tarefas muito simples até outras bastante complexas. O principal objetivo das outras articulações do membro superior é fazer com que a mão assuma várias posições para executar essas tarefas. A mão não é só extremamente útil e versátil, mas também muito complexa; contudo, este capítulo abordará somente as estruturas e as funções mais básicas da mão.

► Articulações e movimentos do polegar

O polegar, primeiro dedo, tem três articulações: a articulação carpometacarpal (CMC), a articulação metacarpofalângica (MCF) e a articulação interfalângica (IF) (Figura 13.1). A **articulação CMC** é formada pelo osso trapézio, que se articula com a base do primeiro osso metacarpal (Figura 13.2). É uma articulação sinovial selar, e as duas faces articulares são côncava e convexa. O formato e a relação entre essas faces articulares podem ser comparadas a duas batatas



Figura 13.2 O formato selar da articulação carpometacarpal (CMC) do polegar pode ser comparado ao formato de duas batatas chips.

chips colocadas uma sobre a outra. O formato da face inferior da batata que está em cima é similar ao formato do primeiro osso metacarpal; o formato da face superior da batata que está abaixo é semelhante ao do osso trapézio. Cada face é côncava em uma direção e convexa em outra. Às vezes, a articulação CMC é descrita como uma articulação esferóide modificada, o que possibilitaria movimentos nos três planos. Quando se observa o polegar na posição anatômica, nota-se que a face palmar do dedo é perpendicular à palma da mão; com a oposição do polegar, a face palmar fica de frente para a palma da mão (paralela à palma). É evidente que ocorreu rotação; entretanto, quando se tenta rodar o polegar sem outro movimento articular, percebe-se que é impossível. A rotação da articulação CMC é um movimento passivo, involuntário, que ocorre como resultado do formato da articulação. Esse tipo de movimento é comumente referido como um **movimento acessório** (movimento que acompanha o movimento ativo e é essencial para o movimento normal).

A articulação CMC do polegar possibilita maior mobilidade que as articulações CMC dos outros quatro dedos, embora, menos comumente, também proporcione boa estabilidade. Ela torna possível flexão e extensão, abdução e adução, além de oposição e reposição (Figura 13.3). Os movimentos do polegar diferem da denominação habitual dos movimentos articulares. A **flexão** e a **extensão** ocorrem em plano *paralelo* à palma da mão. A **abdução** e a **adução** ocorrem em plano *perpendicular* à palma da mão. Em outras palavras, com o antebraço em supinação e a palma da mão voltada superiormente, o movimento do polegar de um lado ao outro na palma é de flexão e extensão. O movimento do polegar para cima em direção ao teto, afastando-se da palma, é a abdução, e o retorno é a adução. A **oposição** é uma combinação de flexão e abdução, com movimento acessório “integrado” de rotação; a **reposição** é o retorno à posição anatômica. É por causa dessa rotação acessória que a articulação CMC do polegar geralmente é considerada uma articulação biaxial “modificada”.

Embora a articulação CMC do polegar seja bastante móvel, as articulações MCF e IF não são. A articulação MCF é uma articulação do tipo sinovial gínglimo cujos únicos movimentos são de flexão e extensão e, portanto, é uma articulação uniaxial. A articulação IF, a única articulação entre as falanges, também possibilita somente a flexão e extensão.

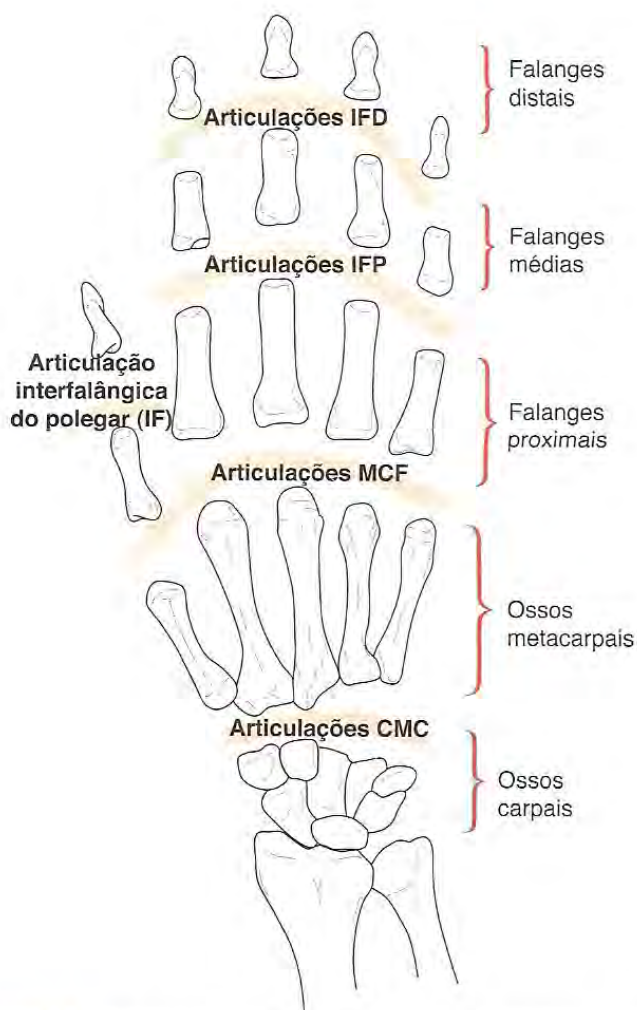


Figura 13.1 Articulações e ossos dos dedos (vista anterior). Observe que o polegar tem apenas uma articulação interfalângica, enquanto os demais dedos têm articulações interfalângica proximal (IFP) e interfalângica distal (IFD).

* N.R.T.: Os ossos carpais também fazem parte da mão.



Figura 13.3 Movimentos da articulação CMC do polegar.

► Articulações e movimentos do 2º ao 5º dedo

O segundo, terceiro, quarto e quinto dedos, comumente conhecidos como *dedos indicador, médio, anular e mínimo*, respectivamente, têm quatro articulações cada um. Essas articulações são as carpometacarpais (CMC), metacarpofalângicas (MCF), interfalângicas proximais (IFP) e interfalângicas distais (IFD) (Figura 13.1).

As **articulações carpometacarpais** são classificadas como articulações sinoviais planas (irregulares) não axiais, que proporcionam maior estabilidade do que mobilidade. O trapézio articula-se com a base do primeiro osso metacarpal, como descrito previamente na discussão sobre a articulação do polegar. O osso trapezoide articula-se com o segundo osso metacarpal, o capitato com o terceiro osso metacarpal e o hamato com o quarto e o quinto ossos metacarpais (Figura 13.4). A quinta articulação CMC é a mais móvel dos dedos e possibilita um pequeno grau de **oposição do quinto dedo**, mas não tanto quanto a do polegar (a primeira articulação CMC). A quarta articulação CMC é um pouco móvel, mas a segunda e a terceira articulações CMC não são.

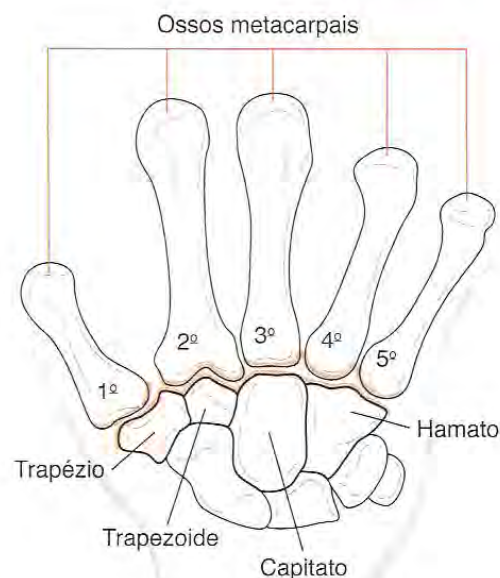


Figura 13.4 Articulações carpometacarpais (CMC) do polegar e dos outros dedos (vista posterior). Observe que o trapézio articula-se com o primeiro osso metacarpal, o trapezoide com o segundo osso metacarpal, o capitato com o terceiro osso metacarpal e o hamato com o quarto e o quinto ossos metacarpais.

Isso pode ser demonstrado pela observação das saliências no dorso da mão causadas pelas articulações metacarpofalângicas, com o seu antebraço em supinação e seu cotovelo fletido. Note que, com a mão relaxada, as articulações MCF estão praticamente em linha reta. Ao fechar a mão, a quinta articulação MCF move-se mais e a quarta articulação MCF move-se menos, enquanto a segunda e a terceira articulações MCF permanecem imóveis. Na realidade, esse movimento da articulação MCF é iniciado nas articulações CMC.

As **articulações metacarpofalângicas (MCF)** dos dedos são articulações do tipo sinovial elipsóide, biaxiais. As cabeças arredondadas convexas dos ossos metacarpais articulam-se com as bases das falanges proximais, que têm formato côncavo (Figura 13.1 e Figura 4.1). São popularmente conhecidas como “nós dos dedos” no dorso da mão. Os movimentos possíveis nessas articulações são flexão, extensão e hiperextensão, além de abdução e adução (Figura 13.5). O dedo médio é o ponto de referência para abdução e adução. A **abdução** ocorre quando o segundo, o quarto e o quinto dedos afastam-se do dedo médio (terceiro dedo) e também quando o dedo médio move-se em qualquer direção. A **adução** é o retorno da abdução e ocorre com o segundo, quarto e quinto dedos. Não existe adução do dedo médio, apenas abdução nos dois sentidos.

Há duas **articulações interfalângicas** nos dedos. A articulação IFP, entre as falanges proximal e média, e a articulação IFD, entre as falanges média e distal. Essas articulações são uniaxiais, do tipo sinovial gínglimo, e os únicos movimentos permitidos são de flexão e extensão.

► Ossos e pontos de referência

Embora as estruturas ósseas do polegar e dos demais dedos sejam essencialmente as mesmas, há uma diferença importante. O polegar tem duas falanges, enquanto os outros dedos têm três. Em razão dessa característica o polegar é mais curto, o que torna a oposição mais eficaz.

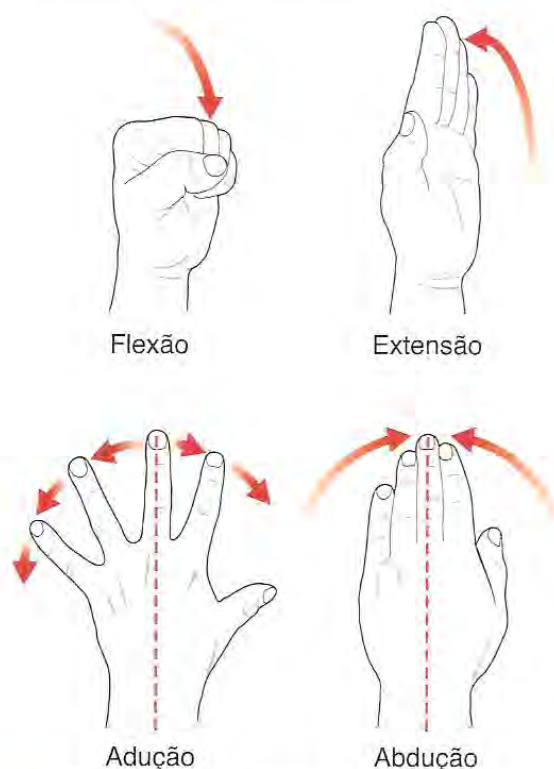


Figura 13.5 Movimentos das articulações metacarpofalângicas (MCF) e dos dedos.

Portanto, a mão, constituída de polegar e mais quatro dedos, tem cinco ossos metacarvais, cinco falanges proximais e cinco falanges distais, mas somente quatro falanges médias (Figura 13.1). Não existem pontos de referência significativos nesses ossos além das extremidades. A extremidade proximal dos ossos metacarvais e das falanges é a *base*, e a extremidade distal é a *cabeça*. Há um ponto de referência indistinguível no antebraço, que às vezes é referido na descrição das inserções musculares: linha oblíqua.

Linha oblíqua

Localizada na face anterior do rádio, estende-se da tuberosidade do rádio em direção diagonal até aproximadamente o meio do rádio.

► Ligamentos e outras estruturas

Embora a mão tenha muitas estruturas, somente algumas delas citadas com maior frequência serão descritas aqui. O **retináculo dos músculos flexores** é uma faixa fibrosa que cruza a região carpal anterior em direção mediolateral (horizontal) (Figura 13.6). Sua principal função é manter os tendões flexores do “punho”, impedindo que dele se afastem (efeito em corda de arco) durante a flexão da articulação. Também impede o afastamento ou a separação dos grupos lateral e medial dos ossos carpais. Na construção civil, uma estrutura horizontal similar é conhecida como “viga de amarração”. O retináculo dos músculos flexores é constituído de duas partes, que eram chamadas de “*ligamento carpal palmar*” e “*ligamento carpal transverso*”. Atualmente, esses ligamentos são agrupados como *retináculo dos músculos flexores*. Em virtude de sua importância clínica, essas duas partes serão descritas separadamente.

O “**ligamento carpal palmar**” é mais proximal e superficial do que o “**ligamento carpal transverso**”. Suas fibras distais fun-

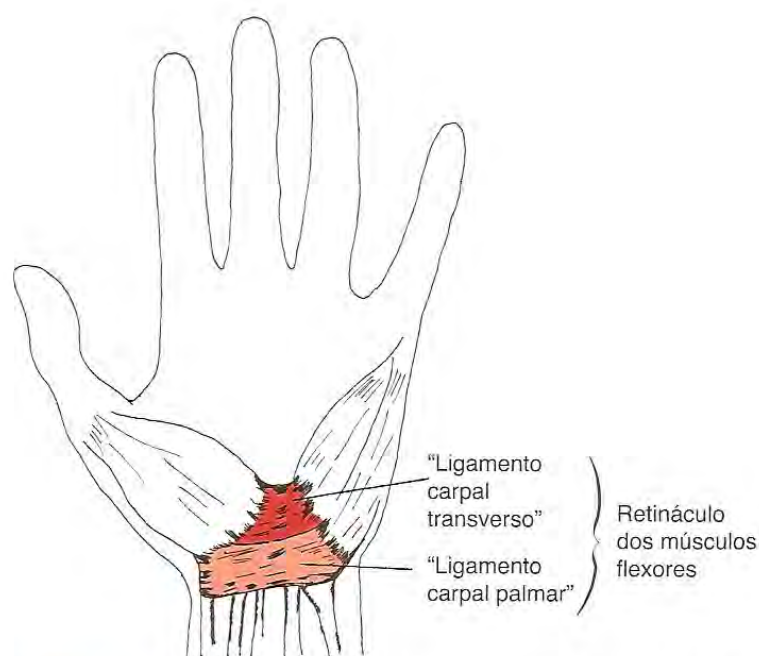


Figura 13.6 O retináculo dos músculos flexores é constituído dos “ligamentos carpal palmar e transverso” (vista anterior).

dem-se ao “**ligamento carpal transverso**”. O “**ligamento carpal palmar**” fixa-se nos processos estiloides do rádio e da ulna e cruza anteriormente os tendões dos músculos flexores.

O “**ligamento carpal transverso**” está em posição mais profunda e distal. Fixa-se no osso pisiforme e no hâmulos do osso hamato na região medial e aos ossos escafoide e trapézio lateralmente. Curva-se em arco sobre os ossos carpais, formando um túnel que dá passagem ao nervo mediano e a nove tendões dos músculos flexores extrínsecos do polegar e dos demais dedos (quatro tendões do músculo flexor superficial dos dedos, quatro tendões do músculo flexor profundo dos dedos e um tendão do músculo flexor longo do polegar). A Figura 13.7 mostra o assoalho ósseo dos ossos carpais e o teto fibroso do “**ligamento carpal transverso**”. Juntos, eles formam o túnel que dá passagem aos tendões e ao nervo. A figura também mostra a região da mão suprida pelo nervo mediano.

O **retináculo dos músculos extensores** é uma faixa fibrosa que cruza a região carpal posterior, horizontalmente, em direção mediolateral (Figura 13.8). Ele fixa-se medialmente no

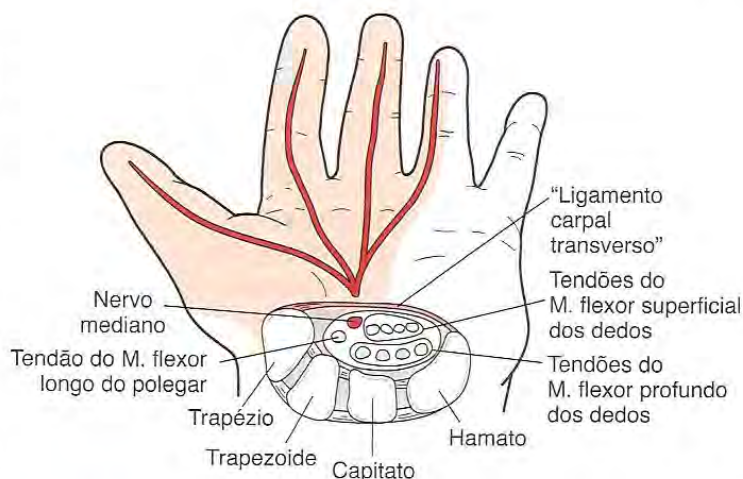


Figura 13.7 O assoalho ósseo dos ossos carpais e o teto fibroso do “**ligamento carpal transverso**” formam o túnel do carpo (vista anterosuperior). O nervo mediano e vários tendões atravessam esse túnel. Observe a região da mão inervada pelo referido nervo.



Figura 13.8 Retináculo dos músculos extensores (vista posterior).

processo estiloide da ulna, no osso piramidal e no osso pisi-forme, e lateralmente na face lateral do rádio. Mantém os tendões dos músculos extensores próximos aos ossos carpais do “punho”, especialmente durante a extensão da mão.

A “**expansão dos músculos extensores**” (Figura 13.9), também conhecida como “**capuz extensor**”, é uma pequena aponeurose, plana e triangular, que cobre o dorso e os lados da falange proximal dos dedos. O tendão do músculo extensor dos dedos funde-se à referida expansão. É mais larga na base sobre a articulação MCF, envolvendo um pouco os lados. À medida que se aproxima da articulação IFP, une-se aos tendões dos músculos lumbricais e interósseos. Estreita-se em direção à extremidade distal na base da falange distal. Os músculos

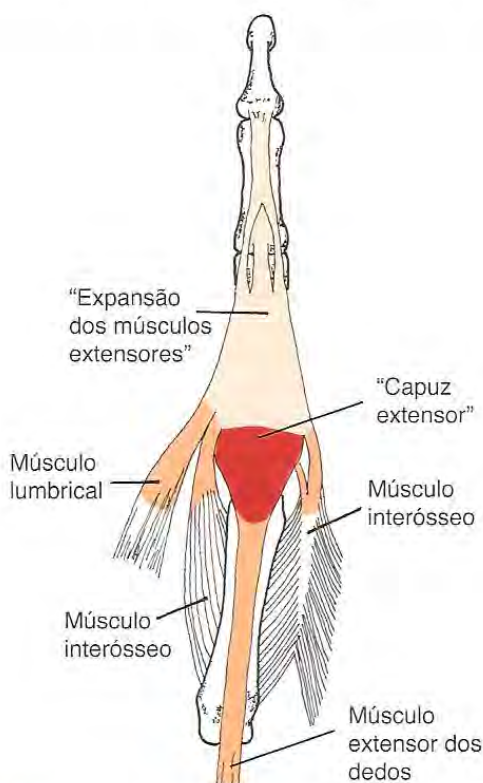


Figura 13.9 A “expansão dos músculos extensores” possibilita a inserção de vários músculos na falange média e/ou distal (vista posterior).

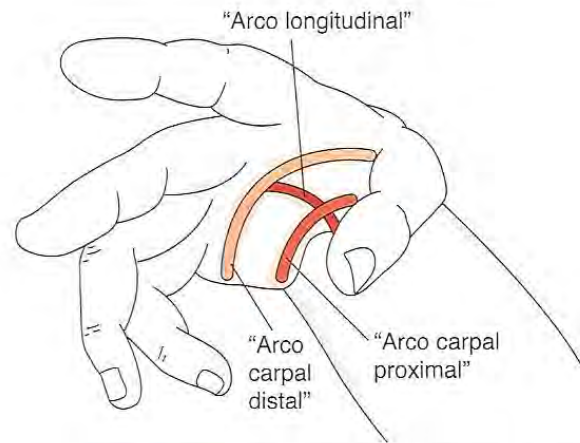


Figura 13.10 Os três arcos na palma da mão.

extensor dos dedos, lumbricais e interósseos inserem-se na falange média ou distal por meio dessa expansão. A área do “**capuz extensor**”, formada pela “expansão dos músculos extensores” na parte proximal, cobre a cabeça do osso metacarpal e mantém o tendão do músculo extensor dos dedos na linha média.

Quando a mão está relaxada, a palma assume uma posição caliciforme. Essa concavidade palmar se deve ao arranjo do esqueleto ósseo reforçado por ligamentos. Há três arcos responsáveis por esse formato (Figura 13.10): o “**arco carpal proximal**”, que é formado pela extremidade proximal dos ossos metacarpos (base) e pelos ossos carpais e é mantido pelo retináculo dos músculos flexores (Figura 13.6); o “**arco carpal distal**”, mais superficial, que é formado pelas cabeças dos ossos metacarpos; e o “**arco longitudinal**”, que se estende da região carpal e acompanha o comprimento dos ossos metacarpos e das falanges em cada dedo (é perpendicular aos outros dois arcos). Esses arcos contribuem para a função das várias preensões descritas no final deste capítulo.

► Músculos do polegar e dos outros dedos

▪ Músculos extrínsecos

Além dos músculos do “punho” já descritos, existem vários outros músculos que transpõem essa região e cruzam as articulações na mão. Esses músculos são denominados **músculos extrínsecos** da mão, porque sua inserção proximal está localizada superiormente à (ou proximal à) articulação radiocarpal. Eles têm uma ação acessória nessa articulação, mas ação primária no polegar ou nos demais dedos. Sua nomenclatura fornece muitas informações sobre a ação e a localização; por exemplo, é muito fácil distinguir os músculos que movimentam o polegar em razão do nome, visto que eles contêm a palavra “polegar”. Os músculos extrínsecos são:

Anteriores

Flexor superficial dos dedos
Flexor profundo dos dedos
Flexor longo do polegar

Posteriores

Abdutor longo do polegar
Extensor curto do polegar
Extensor longo do polegar
Extensor dos dedos
Extensor do indicador
Extensor do dedo mínimo



Figura 13.11 Músculo flexor superficial dos dedos (vista anterior).

O **músculo flexor superficial dos dedos** situa-se profundamente aos músculos flexores da mão e palmar longo (Figura 13.11). A inserção proximal (ponto fixo) larga é parte do tendão comum dos músculos flexores no epicôndilo medial do úmero. Também tem uma inserção no processo coronoide da ulna e na linha oblíqua do rádio. Divide-se em quatro tendões e cruza o “punho” (Figura 13.12). A inserção distal (ponto móvel) divide-se em duas partes e insere-se de cada lado da falange média de cada dedo. Sua ação é fletir as articulações MCF e IFP do segundo ao quinto dedo.

Músculo flexor superficial dos dedos

- O** Tendão comum dos músculos flexores no epicôndilo medial do úmero, processo coronoide da ulna e do rádio
- I** Lados da falange média dos quatro dedos
- A** Flexão das articulações MCF e IFP dos dedos
- N** Nervos mediano (C7, C8, T1)



Figura 13.13 Músculo flexor profundo dos dedos (vista anterior).

O **músculo flexor profundo dos dedos** situa-se profundamente ao músculo flexor superficial dos dedos; esses dois músculos atravessam o antebraço e a mão juntos (Figura 13.13). O músculo profundo tem sua inserção proximal nas faces anterior e medial da ulna, desde o processo coronoide até aproximadamente três quartos da extensão da ulna. Segue sob o músculo flexor superficial dos dedos até que o tendão superficial divide-se em duas partes no ponto de inserção distal. O músculo profundo atravessa essa divisão e continua distalmente até se inserir na base da falange distal do segundo ao quinto dedo (Figura 13.12). Sua ação é fletir as articulações MCF, IFP e IFD do segundo ao quinto dedo.

Músculo flexor profundo dos dedos

- O** Três quartos superiores da ulna
- I** Falange distal do segundo ao quinto dedo
- A** Flexão das três articulações dos dedos (MCF, IFP e IFD)
- N** Nervos mediano e ulnar (C8, T1)

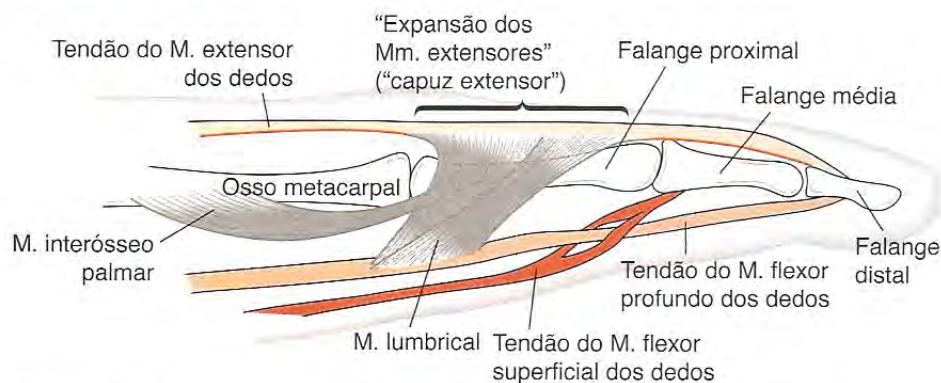


Figura 13.12 Vista lateral de um dedo, que mostra a relação entre os tendões dos músculos flexor superficial dos dedos e flexor profundo dos dedos, e entre os tendões dos dois músculos flexores e o tendão do músculo extensor dos dedos.

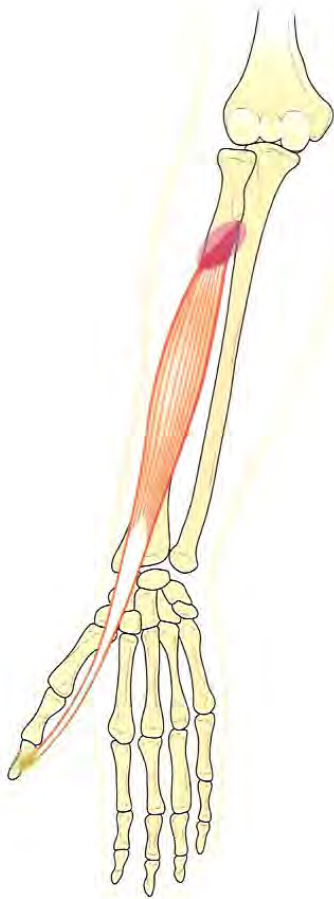


Figura 13.14 Músculo flexor longo do polegar (vista anterior).

O **músculo flexor longo do polegar** é um músculo profundo com inserção proximal na face anterior do rádio e na membrana interóssea e inserção distal na base da falange distal do polegar (Figura 13.14). É um agonista primário na flexão das articulações CMC, MCF e IF do polegar.

Músculo flexor longo do polegar

- O** Rádio, face anterior
- I** Falange distal do polegar
- A** Flexão das três articulações do polegar (CMC, MCF e IF)
- N** Nervo mediano (C8, T1)

O **músculo abductor longo do polegar** está localizado profundamente na região posterior do antebraço (Figura 13.15). Insere-se no rádio imediatamente distal ao músculo supinador, na membrana interóssea e na porção média da ulna. Torna-se superficial imediatamente proximal à região em que cruza o “punho” e insere-se na base do primeiro osso metacarpal no lado radial. É efetivamente um abductor do polegar na articulação CMC, embora esteja inserido apenas no osso metacarpal; em virtude das articulações distais (MCF e IF), só possibilita a flexão e a extensão. Assim, o polegar move-se como uma unidade no sentido da abdução e da adução. Do mesmo modo, a adução do osso metacarpal também aduz todo o polegar. Portanto, quando este texto se refere a abdução, adução, oposição e reposição do polegar, está implícito que o movimento ocorre na articulação CMC.



Figura 13.15 Músculo abductor longo do polegar (vista posterior).

Músculo abductor longo do polegar

- O** Região posterior do rádio, membrana interóssea, porção média da ulna
- I** Base do primeiro osso metacarpal
- A** Abdução do polegar (CMC)
- N** Nervo radial (C6, C7)

O **músculo extensor curto do polegar** também está localizado profundamente na região posterior do antebraço e cruza a articulação do “punho” medialmente ao músculo abductor longo do polegar. Seu ponto de inserção proximal está localizado na face posterior do rádio próximo à sua extremidade distal e na membrana interóssea inferiormente ao músculo abductor longo do polegar. Sua inserção distal está localizada na face posterior da base da falange proximal do polegar (Figura 13.16). Estende as articulações CMC e MCF do polegar.

Músculo extensor curto do polegar

- O** Região distal da face posterior do rádio e membrana interóssea
- I** Base da falange proximal do polegar
- A** Extensão das articulações CMC e MCF do polegar
- N** Nervo radial (C6, C7)

O **músculo extensor longo do polegar** está localizado próximo aos dois músculos previamente mencionados, em posição profunda na região posterior do antebraço. A sua inserção proximal está localizada posteriormente no terço médio da ulna e na membrana interóssea (Figura 13.17). Assim como os outros dois músculos, torna-se superficial logo antes de cruzar



Figura 13.16 Músculo extensor curto do polegar (vista posterior).

o “punho”. A sua inserção distal é na base da falange distal do polegar, na face posterior. Estende as articulações CMC, MCF e IF do polegar.

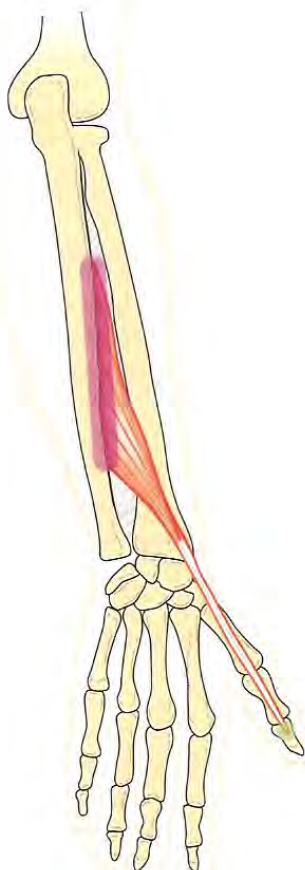


Figura 13.17 Músculo extensor longo do polegar (vista posterior).

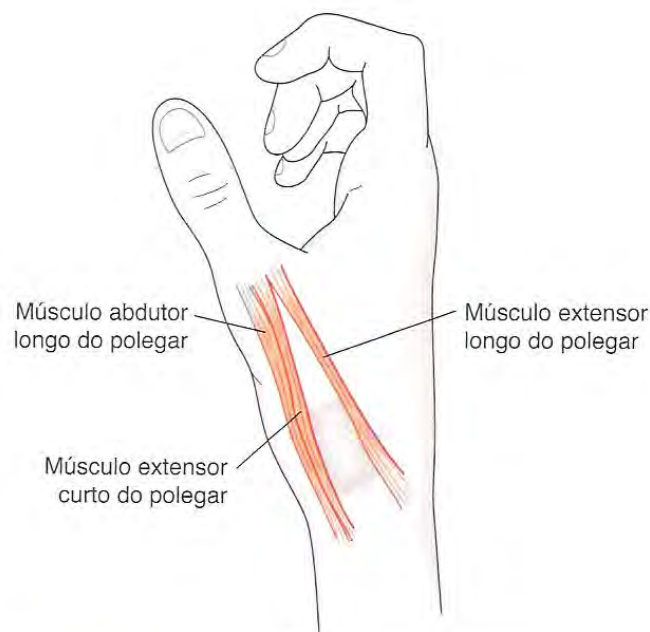


Figura 13.18 Os limites da “tabaqueira anatômica” são definidos pelo tendão do músculo extensor longo do polegar, medialmente, e os tendões dos músculos abdutor longo do polegar e extensor curto do polegar, lateralmente (vista lateral).

Músculo extensor longo do polegar

- O** Região posterior do terço médio da ulna e membrana interóssea
- I** Base da falange distal do polegar
- A** Extensão das três articulações do polegar (CMC, MCF e IF)
- N** Nervo radial (C6, C7, C8)

Ao estender o polegar, nota-se que uma depressão é formada entre o que parece ser dois tendões. Na verdade, existem três tendões. Os músculos abdutor longo do polegar e extensor curto do polegar formam a margem lateral, e o músculo extensor longo do polegar forma a margem medial. Essa depressão é conhecida como “**tabaqueira anatômica**” (Figura 13.18).

O **músculo extensor dos dedos** é um músculo superficial na região posterior do antebraço e da mão (Figura 13.19). Sua inserção proximal está localizada no epicôndilo lateral do úmero como parte do tendão comum dos músculos extensores. Inferiormente, passa sob o retináculo dos músculos extensores para se inserir distalmente na falange distal do segundo ao quinto dedo por meio da “expansão dos músculos extensores” (Figura 13.12). Na região dos ossos metacarvais há conexões intertendíneas que unem os quatro tendões do músculo extensor dos dedos. Essas faixas interconectantes limitam a extensão independente do dedo. O músculo extensor dos dedos é o único músculo extensor comum dos dedos. Estende as articulações MCF, IFP e IFD do segundo, terceiro, quarto e quinto dedos.

Músculo extensor dos dedos

- O** Epicôndilo lateral do úmero
- I** Base da falange distal do segundo ao quinto dedo
- A** Extensão das três articulações dos dedos (MCF, IFP e IFD)
- N** Nervo radial (C6, C7, C8)

O **músculo extensor do indicador** é um músculo profundo com inserção proximal na face posterior do terço distal da ulna



Figura 13.19 Músculo extensor dos dedos (vista posterior).

e membrana interóssea (Figura 13.20). Cruza o “punho” sob o retináculo dos músculos extensores, medialmente ao músculo extensor dos dedos e insere-se na “expansão dos músculos extensores”, juntamente com o músculo extensor dos dedos. Estende as articulações MCF, IFP e IFD do dedo indicador.

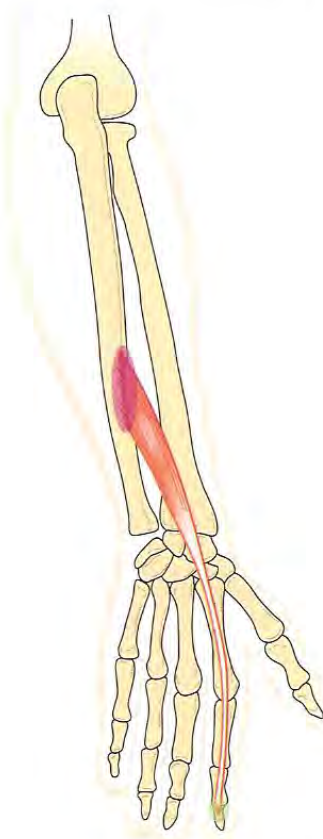


Figura 13.20 Músculo extensor do indicador (vista posterior).

Músculo extensor do indicador

- O** Terço distal da ulna e membrana interóssea
- I** Base da falange distal do segundo dedo
- A** Extensão das três articulações do segundo dedo (MCF, IFP e IFD)
- N** Nervo radial (C6, C7, C8)

O **músculo extensor do dedo mínimo** é um músculo longo e estreito (Figura 13.21) situado mais profundamente em relação aos músculos extensor dos dedos e extensor ulnar do carpo, próximo à sua inserção proximal. Torna-se superficial antes de cruzar o “punho”. Sua inserção proximal é no tendão comum dos músculos extensores no epicôndilo lateral do úmero. Ele cruza o “punho” sob o retináculo dos músculos extensores para se inserir na base da falange distal do quinto dedo por meio da “expansão dos músculos extensores”. É um agonista primário na extensão das articulações MCF, IFP e IFD do dedo mínimo.

Músculo extensor do dedo mínimo

- O** Epicôndilo lateral do úmero
- I** Base da falange distal do dedo mínimo
- A** Extensão das três articulações do dedo mínimo (MCF, IFP e IFD)
- N** Nervo radial (C6, C7, C8)

Revisando, os músculos extrínsecos da mão têm inserção proximal superiormente ao “punho” e a inserção distal na mão. Por cruzarem o “punho”, eles poderiam executar sua ação nessa

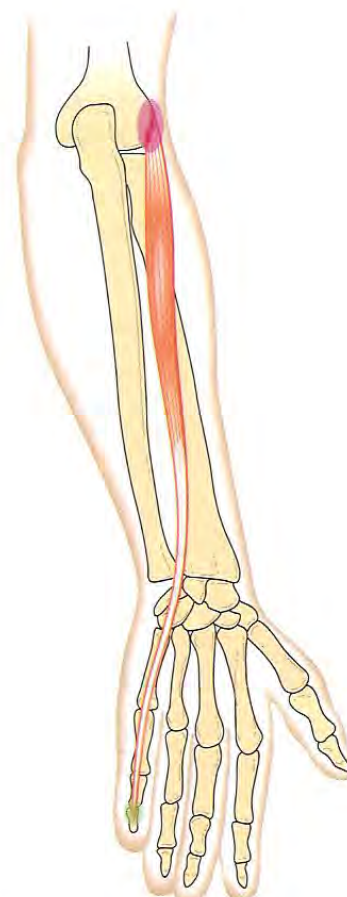


Figura 13.21 Músculo extensor do dedo mínimo (vista posterior).

articulação; entretanto, qualquer ação na articulação radiocarpal geralmente é, no máximo, acessória. A ação principal dos músculos extrínsecos da mão é o movimento do polegar ou dos outros dedos.

▪ Músculos intrínsecos da mão

Os **músculos intrínsecos** têm sua inserção proximal nos ossos carpais, ou em posição distal a eles, e movimentam o polegar ou os outros dedos. Esses músculos são responsáveis pelo controle motor fino e pelos movimentos de precisão da mão. Os músculos intrínsecos podem ser divididos em músculos tenares, hipotenares e palmares profundos. Os **músculos tenares** são aqueles que agem no polegar e formam a eminência tenar. Os **músculos palmares profundos** estão localizados profundamente na palma da mão, entre os músculos tenares e hipotenares. Eles são responsáveis por alguns dos movimentos mais complexos, que geralmente envolvem múltiplos músculos. Esses músculos são o adutor do polegar, os interósseos (quatro dorsais e quatro palmares) e os lumbricais (também quatro). Os **músculos hipotenares**, que formam a eminência hipotenar, movem principalmente o dedo mínimo. A Tabela 13.1 resume os três grupos de músculos intrínsecos da mão.

No grupo tenar, o **músculo flexor curto do polegar** é um músculo relativamente superficial. Sua inserção proximal se dá no osso trapézio e no retináculo dos músculos flexores, e sua inserção distal é na base da falange proximal do polegar (Figura 13.22). Sua ação principal é a flexão das articulações CMC e MCF do polegar.

Músculo flexor curto do polegar

- O** Osso trapézio e retináculo dos músculos flexores
- I** Falange proximal do polegar
- A** Flexão das articulações CMC e MCF do polegar
- N** Nervo mediano (C6, C7)

O **músculo abductor curto do polegar** situa-se imediatamente lateral ao músculo flexor curto do polegar. Sua inserção proximal está localizada no retináculo dos músculos flexores e nos ossos escafoide e trapézio, e sua inserção distal está na base da falange proximal do polegar (Figura 13.23). Abduz a articulação CMC do polegar.

Músculo abductor curto do polegar

- O** Osso escafoide, osso trapézio e retináculo dos músculos flexores
- I** Falange proximal do polegar
- A** Abdução do polegar (articulação CMC)
- N** Nervo mediano (C6, C7)

Tabela 13.1 Músculos intrínsecos da mão.

Tenares	Palmares profundos	Hipotenares
Flexor curto do polegar	Adutor do polegar	Flexor do dedo mínimo
Abductor curto do polegar	Interósseos	Abductor do dedo mínimo
Oponente do polegar	Lumbricais	Oponente do dedo mínimo

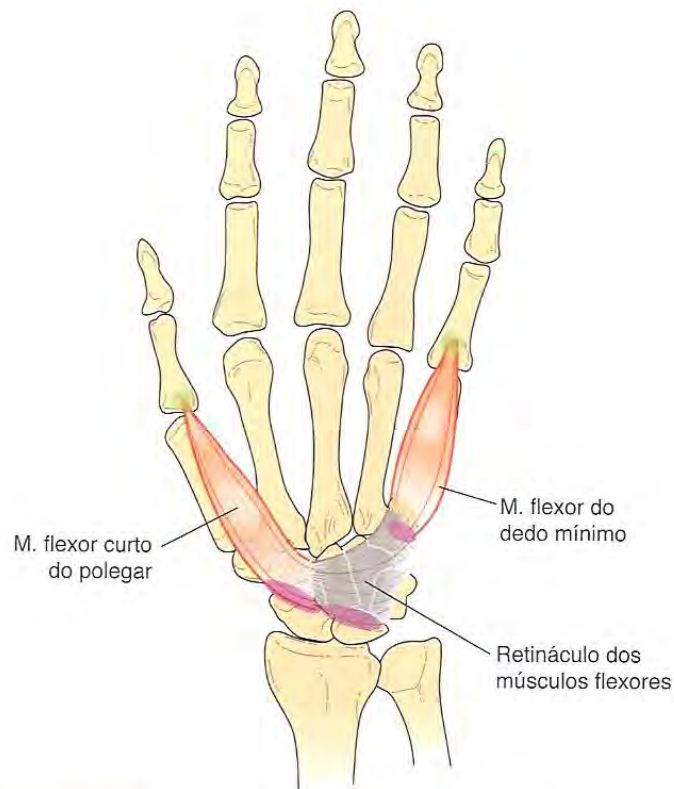


Figura 13.22 Os músculos flexor curto do polegar e flexor do dedo mínimo (vista anterior).

O **músculo oponente do polegar** localiza-se profundamente em relação ao músculo abductor curto do polegar. Sua inserção proximal é no osso trapézio e no retináculo dos músculos flexores, e a sua inserção distal é em toda a face lateral do primeiro osso metacarpal (Figura 13.24). Sua ação

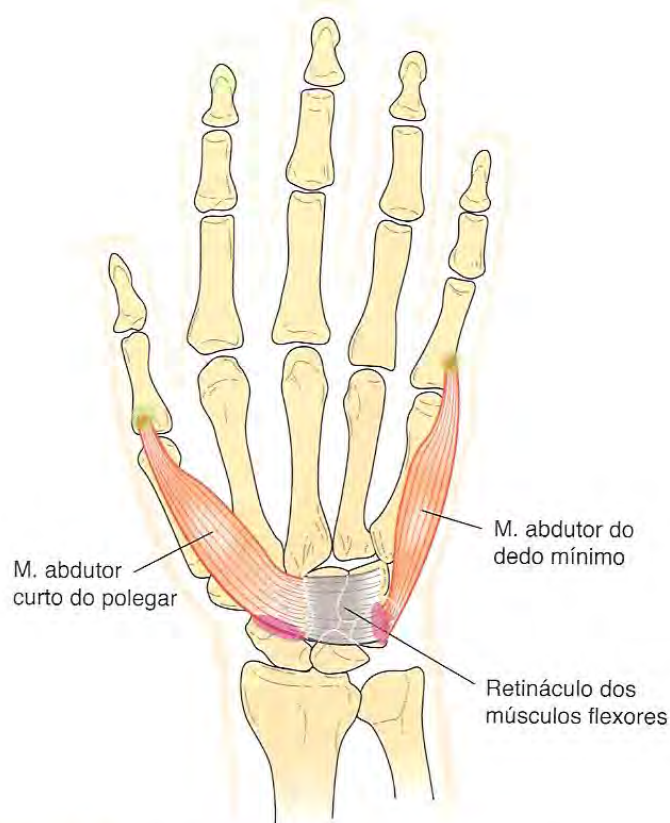


Figura 13.23 Músculos abductor curto do polegar e abductor do dedo mínimo (vista anterior).

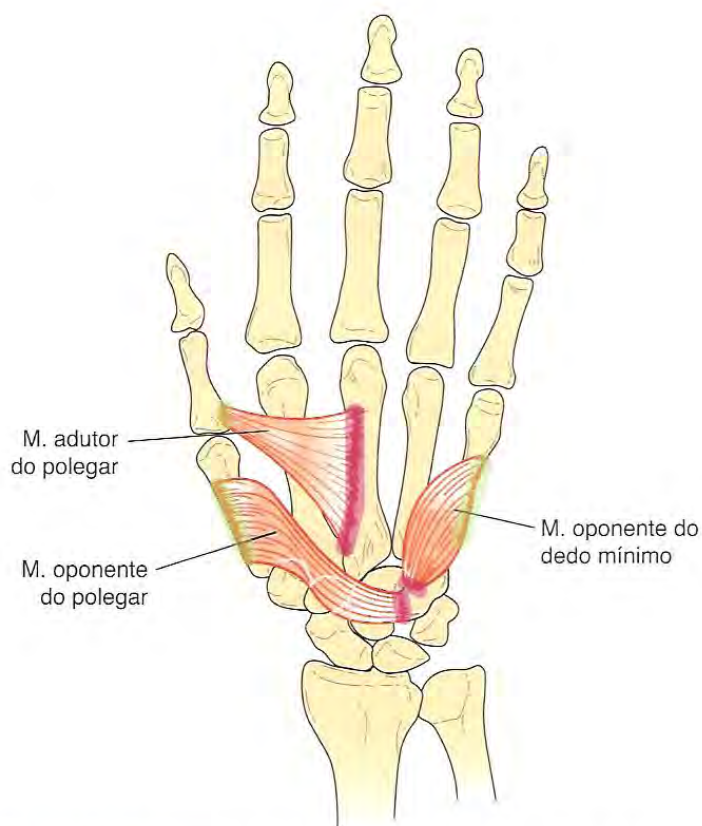


Figura 13.24 Os músculos oponente do polegar, adutor do polegar e oponente do dedo mínimo (vista anterior).

principal é a oposição do polegar. Lembre-se de que essa ação ocorre na articulação CMC.

Músculo oponente do polegar

- O** Osso trapézio e retináculo dos músculos flexores
- I** Primeiro osso metacarpal
- A** Oposição do polegar (articulação CMC)
- N** Nervo mediano (C6, C7)

Talvez a oposição do polegar seja a função mais importante da mão. Por ser uma combinação de flexão, abdução e rotação do polegar, outros músculos como o flexor curto do polegar e o abdutor do polegar auxiliam essa função.

Os músculos localizados na área entre os grupos musculares tenar e hipotenar são frequentemente denominados **grupo palmar profundo** ou *grupo intermédio*. O músculo adutor do polegar é algumas vezes incluído nesse grupo, visto que se localiza profundamente na palma da mão. Outros autores incluem-no no grupo tenar por causa de sua ação no polegar. Ele está incluído aqui no grupo palmar profundo talvez por nenhuma outra razão do que discutir os músculos intrínsecos em grupos de três!

O **músculo adutor do polegar** é um músculo do polegar, embora não seja usualmente considerado parte do grupo tenar. Isso se deve provavelmente porque está localizado profundamente e o fato de não fazer parte da massa muscular saliente da eminência tenar.

Sua inserção proximal é no osso capitato, na base do segundo osso metacarpal e na face palmar do terceiro osso metacarpal. O local de sua inserção distal é na base da falange proximal do polegar (Figura 13.24). Como o nome indica, sua função é aduzir o polegar (na articulação CMC).

Músculo adutor do polegar

- O** Osso capitato, base do segundo osso metacarpal, face palmar do terceiro osso metacarpal
- I** Base da falange proximal do polegar
- A** Adução do polegar (articulação CMC)
- N** Nervo ulnar (C8, T1)

Os músculos interósseos são divididos em dois grupos: dorsal e palmar. Há quatro músculos **interósseos dorsais**. A inserção proximal de cada um deles é em dois ossos metacarpais adjacentes, e a inserção distal é na base da falange proximal (Figura 13.25). A Tabela 13.2 resume os locais de inserções e ações de todos os músculos interósseos dorsais. Sua ação é abduzir o segundo, o terceiro e o quarto dedos na articulação MCF. Lembre-se de que o terceiro dedo abduz em ambas as direções. A abdução do quinto dedo é feita pelo músculo abdutor do dedo mínimo. O nervo ulnar inerva todos os músculos interósseos dorsais.

Músculos interósseos dorsais

- O** Ossos metacarpais adjacentes
- I** Base da falange proximal
- A** Abdução dos dedos na articulação MCF
- N** Nervo ulnar (C8, T1)

A exemplo dos músculos interósseos dorsais, existem quatro músculos **interósseos palmares**. Eles têm suas inserções proximais na face palmar do primeiro, segundo, quarto e quinto ossos metacarpais. Eles não se inserem nem agem no dedo médio. Distalmente, eles se inserem na base da falange proximal do mesmo dedo da inserção proximal (Figura 13.26).

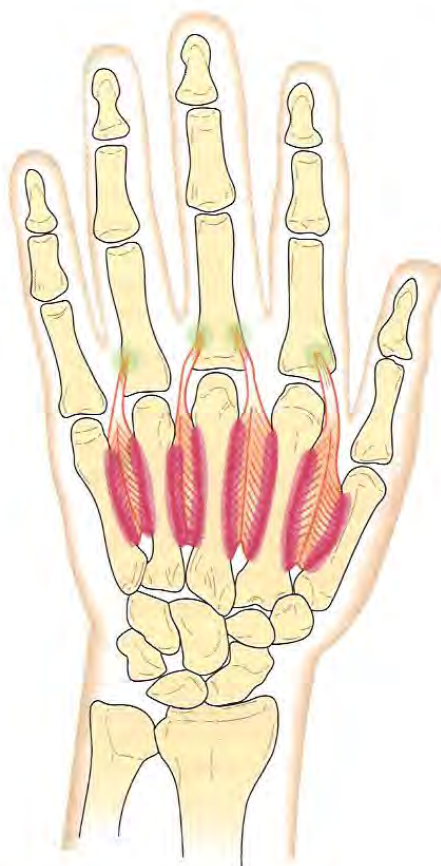
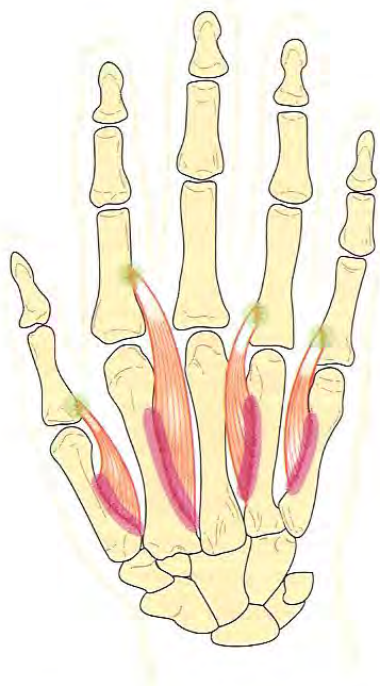


Figura 13.25 Músculos interósseos dorsais. Observe que há duas inserções no dedo médio (vista posterior).

Tabela 13.2 Músculos interósseos dorsais da mão.

Músculo	Inserção proximal	Inserção distal	Ação
Primeiro	Primeiro e segundo ossos metacarvais	Face lateral do dedo indicador	Abdução do dedo indicador
Segundo	Segundo e terceiro ossos metacarvais	Face lateral do dedo médio	Abdução lateral do dedo médio
Terceiro	Terceiro e quarto ossos metacarvais	Face medial do dedo médio	Abdução medial do dedo médio
Quarto	Quarto e quinto ossos metacarvais	Face medial do dedo anular	Abdução do dedo anular

**Figura 13.26** Músculos interósseos palmares (vista anterior). Observe que não há inserções no dedo médio.

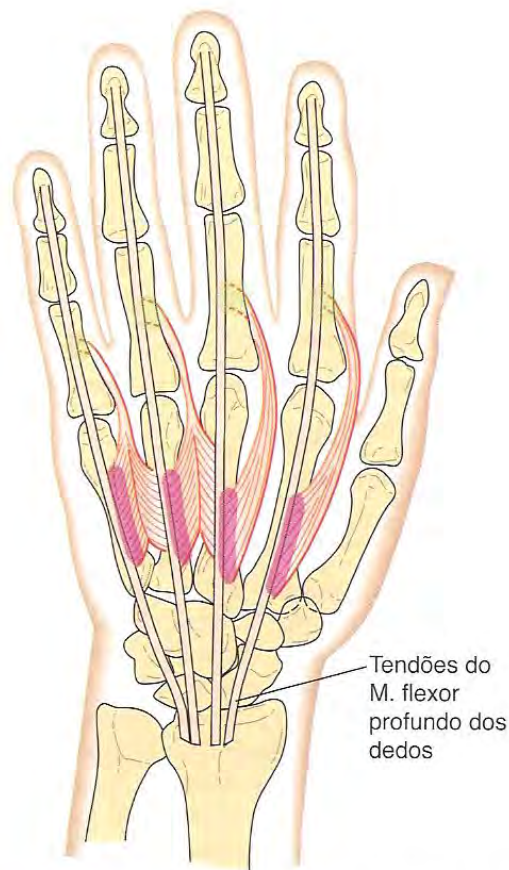
Essas inserções são resumidas na Tabela 13.3. Assim como os músculos interósseos dorsais, os músculos interósseos palmares são innervados pelo nervo ulnar.

Músculos interósseos palmares

- O** 1º, 2º, 4º e 5º ossos metacarvais
- I** Base da respectiva falange proximal
- A** Adução dos dedos na articulação MCF
- N** Nervo ulnar (C8, T1)

Como mencionado anteriormente, o dedo médio é o ponto de referência para abdução e adução. O movimento de afastamento em relação ao dedo médio é abdução, e o movimento de aproximação é adução. Observe que o dedo médio abduz nos dois sentidos e, portanto, não aduz.

O último grupo muscular a ser discutido é especial: os **músculos lumbricais**, que são quatro e não têm inserção óssea. Estão localizados em posição bem profunda e somente se inserem em tendões. Eles se inserem proximalmente no tendão do músculo flexor profundo dos dedos, cruzando a articulação MCF anteriormente (Figura 13.27). Por isso, eles são capazes de fletir a articulação MCF. Então, eles seguem posteriormente junto à falange proximal para se inserirem na expansão tendínea do músculo extensor dos dedos (Figura 13.28). Isso os torna capazes de estender as articulações IFP e IFD. Sua ação, portanto, é fletir a articulação MCF e estender as articulações

**Figura 13.27** Músculos lumbricais (vista palmar). Observe que nessa vista não é possível ver a inserção distal nos tendões do músculo extensor dos dedos.**Tabela 13.3** Músculos interósseos palmares.

Músculos	Inserção proximal	Inserção distal	Ação
Primeiro	Primeiro osso metacarpal	Face medial do polegar	Adução do polegar
Segundo	Segundo osso metacarpal	Face medial do dedo indicador	Adução do dedo indicador
Terceiro	Quarto osso metacarpal	Face lateral do dedo anular	Adução do dedo anular
Quarto	Quinto osso metacarpal	Face lateral do dedo mínimo	Adução do dedo mínimo

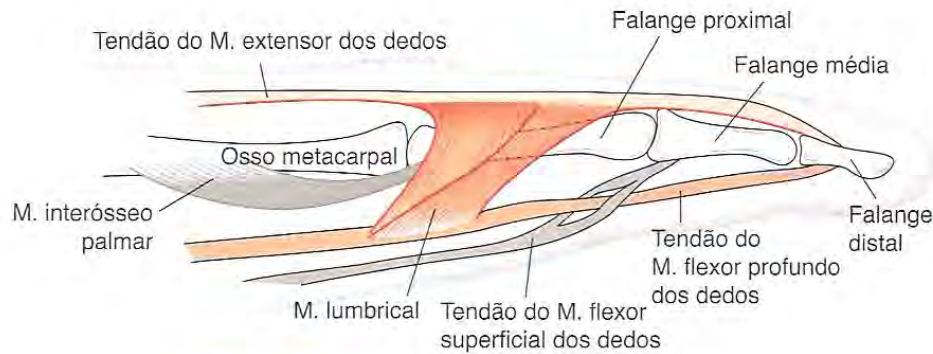


Figura 13.28 Os músculos lumbricais (vista lateral).

IFP e IFD do segundo ao quinto dedo. Esses movimentos combinados resultam em uma posição conhecida como “tampo de mesa”.

Músculos lumbricais

- O** Tendão do músculo flexor profundo dos dedos
- I** Tendão do músculo extensor dos dedos
- A** Flexão da articulação MCF e extensão simultânea das articulações IFP e IFD
- N** Primeiro e segundo músculos lumbricais: nervo mediano (C6, C7, C8, T1)
Terceiro e quarto músculos lumbricais: nervo ulnar (C8, T1)

O correspondente do grupo muscular tenar é o grupo hipotenar. O **músculo flexor do dedo mínimo** tem a mesma ação no dedo mínimo que a do músculo flexor curto do polegar no polegar. Sua inserção proximal é no hâmulos do osso hamato e no retináculo dos músculos flexores, e sua inserção distal é na base da falange proximal do dedo mínimo (Figura 13.22). Ele flete a articulação MCF desse dedo. Lembre-se de que, embora a maior parte do movimento do polegar ocorra na articulação CMC, a maior parte do movimento dos demais dedos ocorre na articulação MCF.

Músculo flexor do dedo mínimo

- O** Osso hamato e retináculo dos músculos flexores
- I** Base da falange proximal do dedo mínimo
- A** Flexão das articulações CMC e MCF do dedo mínimo
- N** Nervo ulnar (C8, T1)

O **músculo abdutor do dedo mínimo** ocupa posição superficial imediatamente medial ao músculo flexor do dedo mínimo na margem medial da eminência hipotenar. Sua inserção proximal é no osso pisiforme e no tendão do músculo flexor ulnar do carpo, e a sua inserção distal é na base da falange proximal do quinto dedo (Figura 13.23). Abduz a articulação MCF desse dedo.

Músculo abdutor do dedo mínimo

- O** Osso pisiforme e tendão do músculo flexor ulnar do carpo
- I** Falange proximal do dedo mínimo
- A** Abdução da articulação MCF do dedo mínimo
- N** Nervo ulnar (C8, T1)

O **músculo oponente do dedo mínimo** situa-se profundamente em relação aos outros músculos hipotenares. Suas inserções proximais são no hâmulos do osso hamato e no retináculo dos músculos flexores, semelhantes às inserções proximais do músculo flexor do dedo mínimo. Distalmente, insere-se na margem medial do quinto osso metacarpal (Figura 13.24). A ação principal é a oposição do quinto dedo, que ocorre na articulação CMC.

Músculo oponente do dedo mínimo

- O** Osso hamato e retináculo dos músculos flexores
- I** Quinto osso metacarpal
- A** Oposição do dedo mínimo (articulação CMC)
- N** Nervo ulnar (C8, T1)

■ Relações anômicas

A descrição da relação entre os músculos da mão é um processo bastante complexo. É difícil separar os músculos do “punho” e os músculos extrínsecos da mão. Deve-se considerar não somente os grupos anterior e posterior, mas também os músculos extrínsecos e intrínsecos. Começaremos com os músculos extrínsecos que cruzam a articulação radiocarpal anteriormente. O músculo palmar longo é o músculo mais superficial, mas não tem uma ação relevante. Os tendões do músculo flexor superficial dos dedos estão em posição profunda em relação a ele. Os tendões do músculo flexor profundo dos dedos são mais profundos a ambos, formando essencialmente a terceira camada de tendões de músculos extrínsecos na palma da mão. O outro músculo extrínseco na região anterior é o flexor longo do polegar, que cruza o “punho” para se inserir no polegar.

Na Figura 13.29, examine a palma da mão depois de rebatido o músculo palmar longo. Da região medial do dedo mínimo, seguindo em direção ao polegar, você verá três músculos intrínsecos que movem o dedo mínimo: oponente do dedo mínimo, abdutor do dedo mínimo e flexor do dedo mínimo. No meio da palma estão os tendões do músculo flexor profundo dos dedos (inseridos na falange distal de cada dedo), sob os tendões do músculo flexor superficial dos dedos (inseridos dos dois lados da falange média de cada dedo). Esses dois músculos têm tendões que se inserem no segundo, terceiro, quarto e quinto dedos. O músculo flexor profundo dos dedos dá origem às inserções proximais dos músculos lumbricais. Seguindo em direção ao polegar, notam-se os músculos que movem o polegar – adutor do polegar, flexor curto do polegar, abdutor curto do polegar e oponente do polegar – e o tendão do músculo flexor longo do polegar.

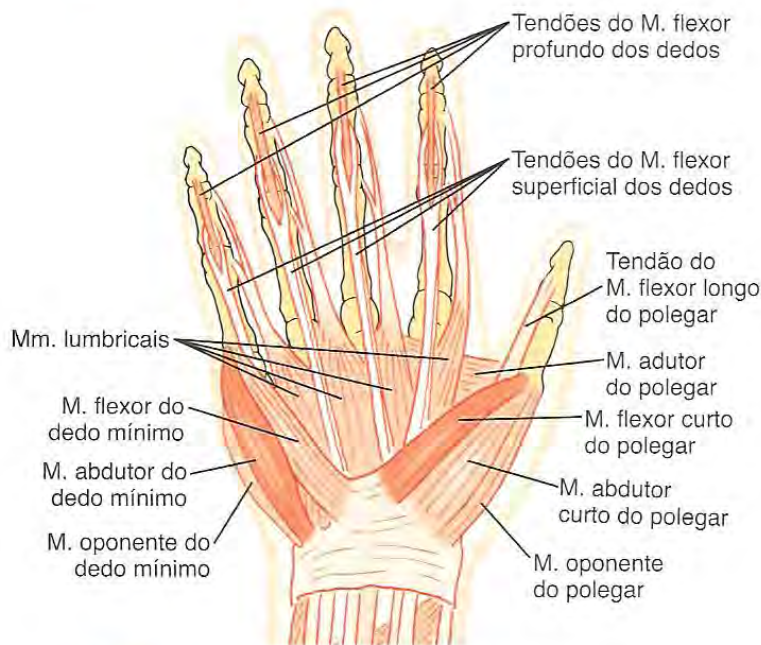


Figura 13.29 Músculos anteriores da mão (vista palmar).

Rebatendo os tendões dos músculos flexores superficial e profundo dos dedos, pode-se ver a camada mais profunda, os músculos interósseos palmares.

Nas regiões lateral e posterior do polegar, os músculos extrínsecos são, em ordem de aparecimento, abductor longo do polegar, extensor curto do polegar e extensor longo do polegar que, juntos, formam a “tabaqueira anatômica” (Figuras 13.18 e 13.20). Em seguida, mais superficial e no meio da região posterior do antebraço, estão os músculos extensor dos dedos e extensor do dedo mínimo (Figura 13.30). Em posição profunda ao músculo extensor dos dedos e superior ao “punho” está o músculo extensor do indicador. Os únicos músculos intrínsecos na região posterior da mão são os interósseos dorsais. Profundamente aos tendões do músculo extensor dos dedos e inferior ao “punho” estão os músculos interósseos dorsais.

▪ Doenças comuns do “punho” e da mão

As doenças do “punho” e da mão foram reunidas, já que muitos tendões acometidos cruzam a articulação radiocarpal e inserem-se na mão. A **fratura de Colles** é uma lesão comum em idosos, e resulta da queda sobre a mão estendida. Essa fratura transversal da porção distal do rádio inclui o deslocamento posterior do fragmento distal. Na **fratura de Smith**, causada pela queda sobre o dorso da mão, há o deslocamento anterior do fragmento distal (Colles invertida). A **fratura em “galho verde”** refere-se a uma fratura incompleta, geralmente do rádio, e mais proximal em relação à fratura de Colles. É mais comum em crianças do que em adultos. Essa fratura é comparada à quebra de um galho novo de árvore. Se você tentar quebrar um galho novo, você perceberá que ele não se parte ao meio como os galhos mais velhos e quebradiços. O **cisto “ganglionar”** é um tumor benigno comumente visto como uma elevação na face dorsal do “punho”.

A **síndrome do túnel do carpo** é uma doença muito comum causada por compressão do nervo mediano no interior do túnel do carpo. Os sintomas incluem a dormência e o formigamento da mão, que frequentemente começam à noite. As queixas habituais são formigamento, dor e fraqueza na mão, sobretudo no polegar e nos dedos indicador e médio. A per-

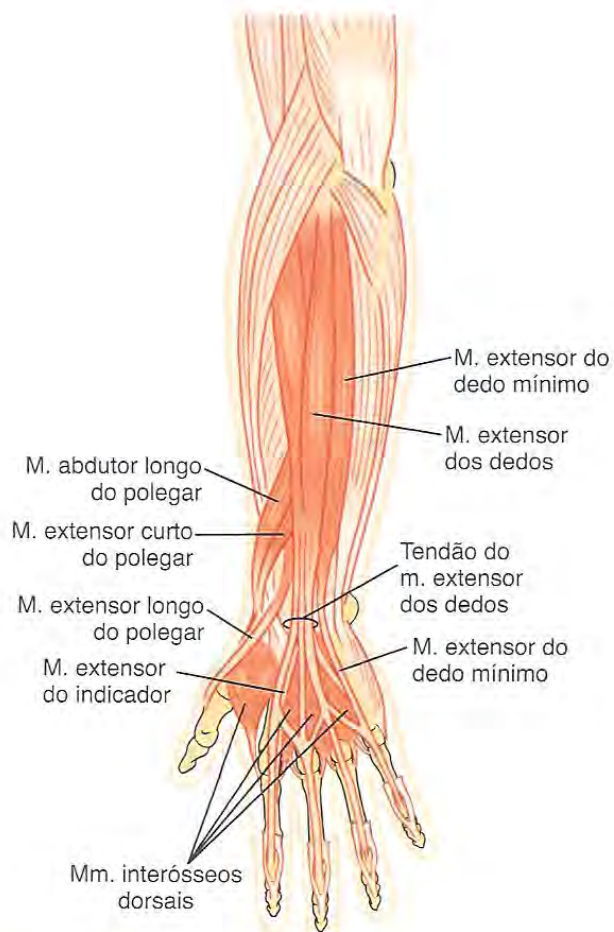


Figura 13.30 Músculos posteriores da mão (vista dorsal).

cussão sobre o túnel do carpo costuma provocar sintomas. Em geral, recorre-se à secção cirúrgica de algumas fibras do “ligamento carpal transversal” para aliviar os sintomas. A **doença de Quervain** é causada por inflamação e espessamento da bainha que contém os músculos extensor curto do polegar e abductor longo do polegar, resultando em dor na região lateral do “punho”. Por ser uma inflamação dos tendões e de suas bainhas sinoviais, é denominada **tenossinovite**. A manobra de “fechar a mão”, seguida por adução da mão, pode causar dor nesses tendões, e é considerada um teste positivo. É preciso ter cuidado ao fazer esse teste porque frequentemente costuma causar certo desconforto em um “punho” normal.

A **contratura de Dupuytren** ocorre quando há espessamento nodular da aponeurose palmar. É mais comum na área da palma da mão alinhada com os dedos anular e mínimo. As contraturas em flexão desses dedos são frequentes. A **tenossinovite estenosante**, conhecida como **dedo em gatilho**, é causada por problema no mecanismo de deslizamento de um tendão em sua bainha sinovial. O surgimento de um nódulo ou protuberância na bainha sinovial que reveste o tendão prejudica seu deslizamento suave. Ele pode deslizar na bainha sinovial durante a flexão do dedo, mas não se desloca quando se tenta estender o dedo. O dedo pode ficar travado nessa posição e exigir extensão manual. Os tendões dos músculos flexores dos dedos médio e anular são acometidos com maior frequência. O **polegar de esquiador**, uma lesão comum da mão em atletas, é a ruptura aguda do ligamento colateral do polegar que está voltado posteromedialmente, na posição anatômica da mão. **Polegar de cutelo** é um termo antigo que se refere à lesão por estiramento desse ligamento que, com o passar do tempo, ocorria em cutelheiros ingleses quando torciam o pescoço das caças pequenas.

A **deformidade em pescoço de cisne** é caracterizada por flexão da articulação MCF, (hiper)extensão da articulação IFP e flexão da articulação IFD. Na **deformidade em botoeira**, a deformidade ocorre na direção oposta – extensão da articulação MCF, flexão da articulação IFP e extensão da articulação IFD. O **desvio ulnar** provoca a adução dos dedos nas articulações MCF. O **dedo em martelo** é causado pela ruptura do mecanismo extensor da articulação IFD, seja por ruptura completa do tendão, seja por avulsão da porção de osso em que o tendão estava inserido na falange distal. Nos dois casos, a falange distal permanece flexionada, e não é possível estendê-la. O escafoide é o osso carpal fraturado com maior frequência. Em geral, a **fratura do escafoide** é consequência de uma queda sobre a mão estendida em pessoas jovens. Em razão da pequena vascularização, a incidência de necrose avascular é alta. A **doença de Kienböck** se refere à necrose do osso semilunar, que pode se desenvolver após um traumatismo.

▪ Resumo da ação dos músculos

A Tabela 13.4 apresenta um resumo das ações dos músculos agonistas primários da mão.

▪ Resumo da inervação dos músculos

A inervação da mão é quase tão direta quanto a inervação do “punho” (Figura 13.31). No entanto, é preciso discutir algumas exceções. De maneira semelhante à que ocorre no “punho”, os músculos na região dorsal da mão são innervados

Tabela 13.4 Músculos agonistas primários da mão.

Ação	Articulação	Músculo
Polegar		
Flexão	CMC, MCF	Flexor curto do polegar
	IF (MCF, CMC)	Flexor longo do polegar
Extensão	CMC, MCF	Extensor curto do polegar
	IF (MCF, CMC)	Extensor longo do polegar
Abdução	CMC	Abdutor curto do polegar, abdutor longo do polegar
Adução	CMC	Adutor do polegar
Oposição	CMC	Oponente do polegar
Reposição	CMC	Adutor do polegar, extensor longo do polegar, extensor curto do polegar
Ação		
2º ao 5º Dedos		
Flexão	MCF	Lumbricais, flexor superficial dos dedos, flexor profundo dos dedos
	IFP	Flexor superficial dos dedos, flexor profundo dos dedos
	IFD	Flexor profundo dos dedos
Extensão	MCF	Extensor dos dedos, extensor do indicador, extensor do dedo mínimo
	IFP e IFD	Lumbricais, extensor dos dedos, extensor do dedo mínimo, extensor do indicador
Abdução	MCF	Interósseos dorsais, abdutor do dedo mínimo
Adução	MCF	Interósseos palmares
Oposição (quinto)	CMC	Oponente do dedo mínimo

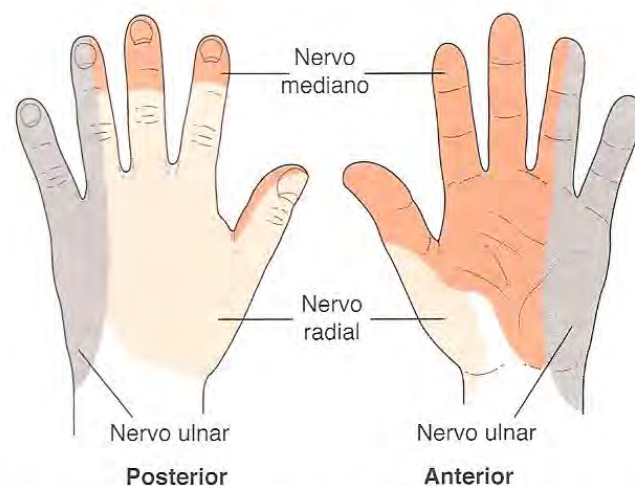


Figura 13.31 Inervação sensitiva da mão. A inervação motora segue um padrão semelhante.

principalmente pelo nervo radial. Os músculos da região lateral da palma da mão são innervados principalmente pelo nervo mediano, e os músculos da região medial são innervados principalmente pelo nervo ulnar.

O músculo adutor do polegar parece ser a exceção; é innervado pelo nervo ulnar, e não pelo nervo mediano como todos os outros músculos do polegar. Lembre-se, porém, de que o músculo adutor do polegar insere-se no meio da palma da mão, no terceiro osso metacarpal (Figura 13.24). É nesse local que o nervo ulnar muda da direção e segue rumo ao polegar. Nesse trajeto envia ramos para os músculos adutor do polegar e interósseos dorsais e palmares (ver Figura 6.27). O músculo flexor profundo dos dedos é innervado pelos nervos mediano e ulnar, assim como os músculos lumbricais. Isso não é uma surpresa, já que a inserção proximal dos músculos lumbricais se dá nos tendões do músculo flexor profundo dos dedos. A Tabela 13.5 resume melhor a inervação dos músculos da mão.

Tabela 13.5 Inervação dos músculos da mão.

Músculo	Nervo	Segmento medular
Extensor dos dedos	Radial	C6, C7, C8
Extensor do indicador	Radial	C6, C7, C8
Extensor do dedo mínimo	Radial	C6, C7, C8
Extensor longo do polegar	Radial	C6, C7, C8
Extensor curto do polegar	Radial	C6, C7
Abdutor longo do polegar	Radial	C6, C7
Flexor superficial dos dedos	Mediano	C7, C8, T1
Flexor profundo dos dedos	Mediano	C8, T1
	Ulnar	C8, T1
Flexor longo do polegar	Mediano	C8, T1
Flexor curto do polegar	Mediano	C6, C7
Abdutor curto do polegar	Mediano	C6, C7
Oponente do polegar	Mediano	C6, C7
Lumbricais 1 e 2	Mediano	C6, C7
Lumbricais 3 e 4	Ulnar	C8
Flexor do dedo mínimo	Ulnar	C8, T1
Abdutor do dedo mínimo	Ulnar	C8, T1
Oponente do dedo mínimo	Ulnar	C8, T1
Adutor do polegar	Ulnar	C8, T1
Interósseos dorsais e palmares	Ulnar	C8, T1

Tabela 13.6 Inervação segmentar da mão.

Nível na medula espinal	C6	C7	C8	T1
Extensor dos dedos	X	X	X	
Extensor do indicador	X	X	X	
Extensor do dedo mínimo	X	X	X	
Extensor longo do polegar	X	X	X	
Extensor curto do polegar	X	X		
Abdutor longo do polegar	X	X		
Abdutor curto do polegar	X	X		
Flexor curto do polegar	X	X		
Oponente do polegar	X	X		
Flexor superficial dos dedos		X	X	X
Flexor profundo dos dedos			X	X
Flexor longo do polegar			X	X
Lumbricais	X	X	X	
Flexor do dedo mínimo			X	X
Abdutor do dedo mínimo			X	X
Oponente do dedo mínimo			X	X
Adutor do polegar			X	X
Interósseos dorsais e palmares			X	X

Essa tabela mostra que a lesão das vértebras cervicais inferiores afeta toda a função da mão. A Tabela 13.6 resume a inervação segmentar. Observe que há alguma discrepância entre vários autores acerca do nível medular da inervação.

► Função da mão

A mão realiza muitas funções; a principal é a “de pegar” ou *preensão*. Isso significa que a mão está adaptada para segurar ou manipular objetos. Além disso, a mão também apresenta muitas outras funções não relacionadas com a preensão, como expressar emoções, arranhar, “dar um soco”, apoiar-se sobre ela para ficar de pé. Como não existe manipulação nesses tipos de movimentos da mão, nenhuma descrição de função não preênsil será feita aqui.

O modo de usar a mão na preensão (agarrar ou segurar um objeto) depende do tamanho, do formato e do peso do objeto, do modo de uso do objeto e da participação dos segmentos proximais do membro superior. De maneira geral, o cingulo do membro superior e a articulação do ombro posicionam a mão no espaço. O cotovelo aproxima ou afasta a mão do corpo, principalmente da face. O “punho” garante estabilidade enquanto a mão manipula objetos e é importante no mecanismo de “tenodese” descrito no Capítulo 5. Embora a tendência seja focar a atenção no movimento de preensão, a liberação da mão é igualmente importante. Os responsáveis pela liberação são os músculos extensores das articulações MF, IFP e IFD. A perda da capacidade de liberar diminui muito a função de preensão da mão.

A sensibilidade é importantíssima para a função da mão. Uma pessoa cuja sensibilidade da mão não está normal precisa usar informações visuais como compensação para encontrar objetos, identificar o que está segurando e conhecer a consistência do objeto que pegou. Por exemplo, se você tivesse de encontrar uma caixa de sabão em um saco de lavanderia cheio de roupas, poderia tatear dentro do saco até encontrá-la. Mas se tivesse perdido a sensibilidade na mão, você teria de esva-

ziar o saco e usar a visão para procurar a caixa. Uma pessoa que sofreu amputação do membro superior e usa prótese é um bom exemplo para mostrar a função da mão sem sensibilidade. Essa pessoa necessitaria de informações visuais para encontrar a caixa de sabão e saber se ela foi apreendida pelo dispositivo terminal da prótese. Os nervos radial, ulnar e mediano são responsáveis pela sensibilidade da mão. A Figura 13.31 mostra o padrão de distribuição da sensibilidade. Essa distribuição varia um pouco de acordo com diferentes autores.

Há uma posição ideal do “punho” e da mão para que esta seja mais eficaz em termos de força e precisão. Essa posição é denominada **posição funcional da mão**. Nessa posição, o “punho” está em suave extensão, as articulações MCF e IFP estão em suave flexão e o polegar está em oposição. A Figura 13.32 ilustra essa posição. A manutenção do primeiro espaço interdigital (tenar) é essencial para a oposição do polegar.

▪ Preensão

Existem basicamente dois tipos de preensão: preensão de força e preensão de precisão. A atividade determina qual preensão é necessária. A **preensão de força** é utilizada quando um objeto deve ser segurado fortemente enquanto está sendo movimentado por músculos das articulações proximais (ao segurar um martelo ou uma maçaneta; Figura 13.33). Normalmente, a preensão de força envolve contração isométrica sem movimento entre a mão e o objeto.

A **preensão de precisão**, muitas vezes denominada *preensão em pinça*, é utilizada quando um objeto deve ser manipulado com movimento mais delicado, como ao segurar uma caneta ou enfiar linha na agulha (Figura 13.34).

Preensão de força

A preensão de força geralmente demanda uma quantidade de força significativa e é considerada a mais forte das preensões. Tende a haver flexão dos dedos em torno do objeto em

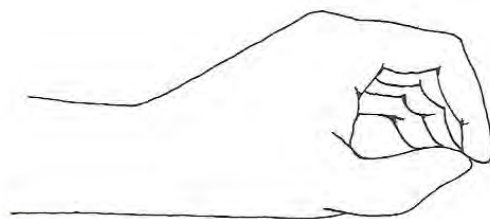


Figura 13.32 Posição funcional do “punho” e da mão. Há suave extensão do “punho”, algum grau de flexão das articulações MCF e IFP e oposição do polegar.

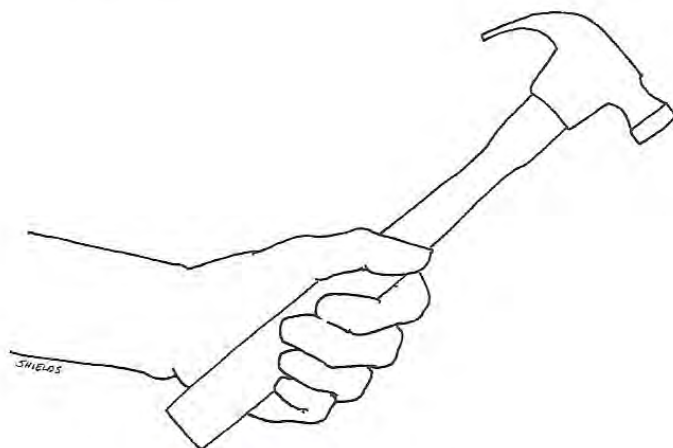


Figura 13.33 Preensão de força.

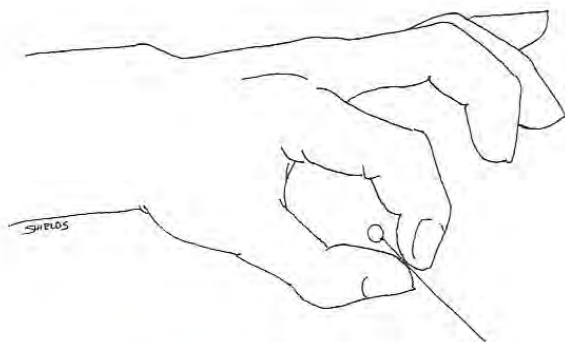


Figura 13.34 Preensão de precisão.

uma direção e do polegar em direção oposta, criando uma força contrária para manter o objeto em contato com a palma da mão ou com os dedos. Uma vez preso com firmeza na mão, o objeto pode ser movido no espaço pela musculatura das articulações mais proximais. Os músculos flexores superficial e profundo dos dedos (extrínsecos) agarram o objeto, e os músculos extensores longos dos dedos (também extrínsecos) ajudam a manter o “punho” em posição neutra ou em suave extensão. Quando o polegar está envolvido, ele tende a estar em posição de adução.

As três preensões de força descritas habitualmente são cilíndrica, esférica e em gancho. Na **preensão cilíndrica** (Figura 13.35) há flexão do 2º ao 5º dedo em torno do objeto, que geralmente está perpendicular ao antebraço. O polegar envolve o objeto no sentido oposto, geralmente sobrepondo-se aos outros dedos. Os exemplos de preensão cilíndrica são o ato de segurar um martelo, uma raquete ou os braços de um carrinho de mão.

Uma variação da preensão cilíndrica é aquela em que os dedos estão fletidos em torno de um cabo de maneira progressiva (Figura 13.36). Há maior flexão das articulações do dedo mínimo e flexão apenas parcial das articulações do dedo indicador. O polegar apoia-se no cabo, paralelo a contra ele, e há leve adução da mão. A vantagem dessa preensão em relação à preensão cilíndrica é que permite o uso da ferramenta com força, porém com maior controle. São exemplos desse tipo de preensão o ato de segurar um taco de golfe ou uma chave de fenda.

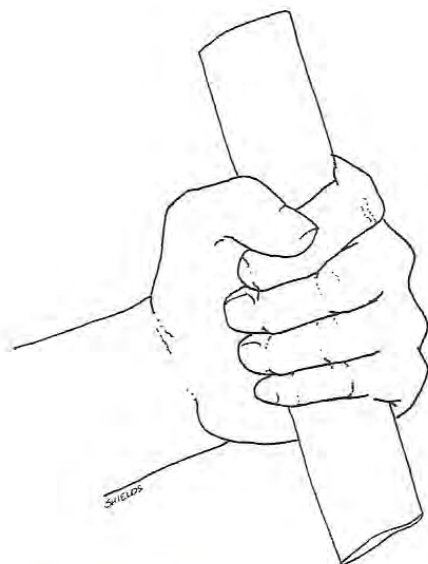


Figura 13.35 Preensão cilíndrica.

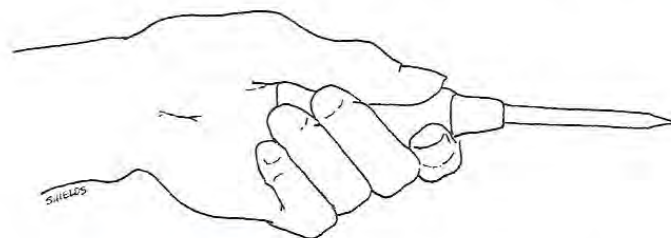


Figura 13.36 Variação da preensão cilíndrica.

Na **preensão esférica** todos os dedos, inclusive o polegar, estão abduzidos em torno de um objeto e, ao contrário da preensão cilíndrica, os dedos estão mais afastados. Muitas vezes, não há participação da palma da mão (Figura 13.37). As atividades de preensão esférica incluem segurar uma maçã, uma maçaneta ou pegar um copo por cima.

Na **preensão em gancho** há flexão do segundo ao quinto dedo em torno de um objeto, semelhante a um gancho (Figura 13.38). As articulações MCF estão estendidas e as articulações IFP e IFD apresentam algum grau de flexão. Em geral, não há participação do polegar. Assim, essa é a única preensão de força possível se uma pessoa tem lesão do nervo mediano e perda da habilidade de oponência do polegar. A preensão em gancho é observada ao se segurar uma alça, como a de uma mala, um carrinho de feira ou um balde.

Preensão de precisão

A preensão de precisão é o ato de segurar o objeto entre as pontas do polegar e dos demais dedos. Nesse tipo de preensão há participação dos músculos intrínsecos e extrínsecos da mão. Há tendência de abdução ou oposição do polegar. Esse tipo de preensão possibilita movimento mais delicado e preciso. Em geral, o objeto é pequeno e até mesmo frágil. A palma da mão não costuma participar, e as articulações proximais geralmente não se movem. Há quatro tipos de preensão de precisão reconhecidos habitualmente.

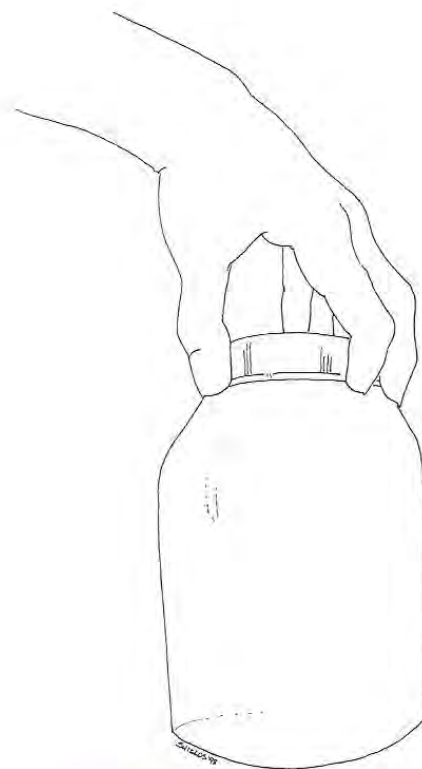


Figura 13.37 Preensão esférica.

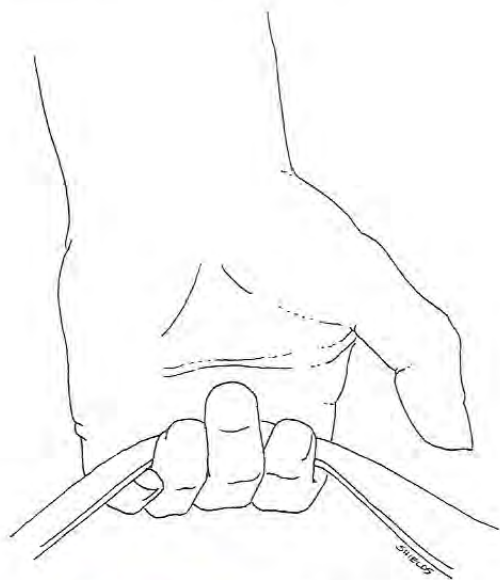


Figura 13.38 Preensão em gancho.

Na **preensão por oposição subterminal** (“polpa a polpa”), há flexão das articulações MCF e IFP do(s) dedo(s), abdução e oposição do polegar, e extensão das articulações distais desses dedos, o que aproxima as faces palmares (polpas) do(s) dedo(s) e do polegar. Quando há participação do polegar e de outro dedo, geralmente o indicador, é denominada **preensão em pinça** (Figura 13.39). Também podem participar o polegar e dois dedos, geralmente o indicador e o dedo médio, constituindo a **preensão tridigital** (pinça tripode). Se você observar como uma furadeira elétrica prende a broca no lugar, notará a semelhança com essa preensão (Figura 13.40). Há três “garras” fixando a broca; o mecanismo de fixação completo é denominado *mandril*. Um exemplo dessa preensão é o ato de segurar uma caneta ou um lápis. Essa é, sem dúvida, a preensão de precisão mais comum.

Semelhante à preensão “polpa a polpa”, a **preensão por oposição terminal (ponta a ponta)** direciona a ponta do polegar contra a ponta de outro dedo, geralmente o indicador, para pegar um objeto pequeno como uma moeda ou um alfinete (Figura 13.34). Também é denominada de **pinça ponta a ponta**. Esse tipo de pinça torna-se difícil, se não impossível, quando as unhas estão muito compridas.

Na **preensão por oposição subterminal-lateral (pulpolateral)**, também conhecida como *preensão lateral*, a face palmar (polpa) do polegar estendido pressiona um objeto contra a região lateral do dedo indicador (Figura 13.41). É uma preensão forte, mas os movimentos são menos delicados que nos outros dois tipos. O dispositivo terminal das próteses de membro superior admite esse tipo de preensão. Além disso, por não

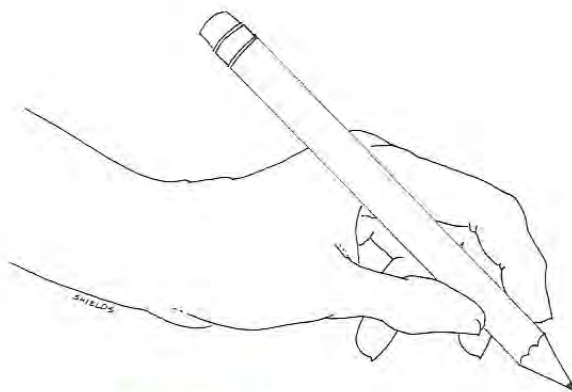


Figura 13.40 Preensão tridigital.

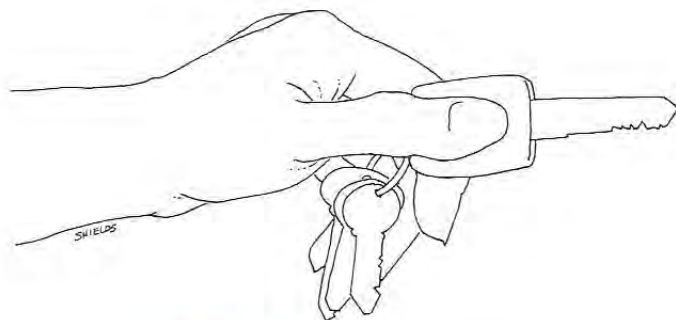


Figura 13.41 Preensão pulpolateral.

exigir oposição do polegar, essa pinça possibilita que uma pessoa que tenha perdido o movimento de oposição do polegar, mas preservado a adução, pegue e segure objetos pequenos.

A **preensão laterolateral**, de maneira um pouco semelhante à preensão pulpolateral, requer adução de dois dedos, normalmente os dedos indicador e médio (Figura 13.42). É uma preensão fraca e não tem muita precisão. Talvez o uso mais frequente seja para segurar um cigarro. Também é utilizada para segurar um objeto, como um lápis, entre dois dedos enquanto se escreve com outro lápis ou uma caneta. Por não ter a participação do polegar, pode ser usada na ausência dele.

Na **preensão lumbrical**, às vezes chamada de **preensão do prato**, há flexão das articulações MCF e extensão das

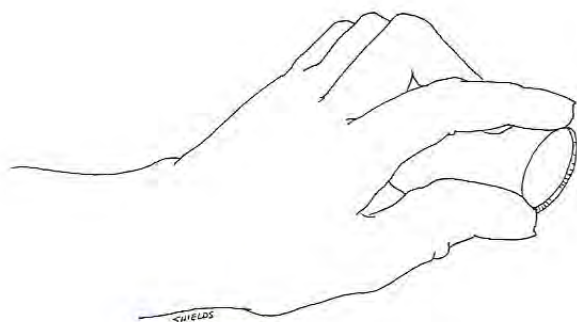


Figura 13.39 Preensão em pinça.

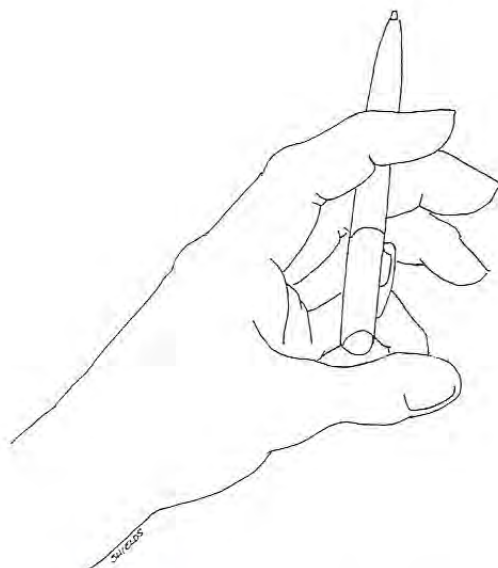


Figura 13.42 Preensão laterolateral.

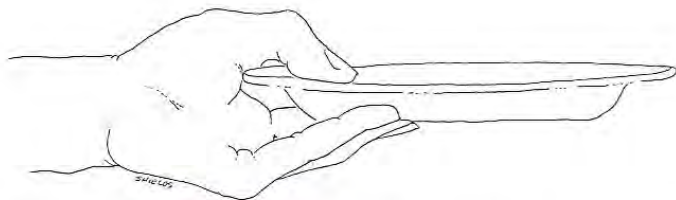


Figura 13.43 Preensão lumbrical.

articulações IFP e IFD. O polegar se opõe aos outros dedos, segurando um objeto na posição horizontal (Figura 13.43). Essa preensão é geralmente usada quando há necessidade de manter um objeto na posição horizontal, como um prato ou uma bandeja. É denominada preensão lumbrical porque a ação dos músculos lumbricais é fletir as articulações MCF e, ao mesmo tempo, estender as articulações IFP e IFD.

Pontos-chave

- As contrações isométricas são usadas para estabilizar ou manter a posição de uma parte do corpo
- As preensões cilíndrica, esférica e em gancho são usadas para movimentos da mão com uso de força
- As preensões “polpa a polpa”, em pinça, tridigital, ponta a ponta, pulpolateral, laterolateral e lumbrical são usadas para movimentos de precisão da mão
- Uma face articular convexa move-se em direção oposta ao movimento do segmento do corpo
- Uma face articular côncava move-se na mesma direção do movimento do segmento do corpo
- Em posição anatômica, o plano sagital divide o corpo em partes direita e esquerda. O plano frontal divide o corpo em partes anterior e posterior. O plano transversal divide o corpo em partes superior e inferior.

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

- Quais movimentos do polegar e dos demais dedos ocorrem?
 - no plano frontal em torno do eixo sagital?
 - no plano sagital em torno do eixo transversal?
 - no plano transversal em torno do eixo longitudinal?
- Compare o polegar e os outros dedos:
 - Número de ossos
Polegar _____
Outros dedos _____
 - Número de articulações
Polegar _____
Outros dedos _____
 - Nomes das articulações
Polegar _____
Outros dedos _____
- A oposição do polegar é a combinação de quais movimentos?
- Qual dos movimentos envolvidos na oposição do polegar é acessório?
- Qual é a função dos retináculos?
- Quais estruturas limitam o túnel do carpo? Quais tendões e nervo atravessam o túnel do carpo?
- O que é um músculo extrínseco? Cite os músculos extrínsecos da mão.
- O que é um músculo intrínseco? Cite os músculos intrínsecos da mão.
- Explique a diferença entre músculos tenares e hipotenares e cite um exemplo de cada.
- O que é a “tabaqueira anatômica”? Quais músculos atuam como limites dessa área?
- Qual músculo da mão não tem inserção óssea? Quais são os dois tendões em que ele se insere?
- Qual é o formato da extremidade proximal da falange proximal dos dedos?
 - Qual é o formato da extremidade distal dos ossos metacarvais?

- A face articular da falange proximal e o dedo todo movem-se na mesma direção ou em direções opostas na flexão/extensão da articulação MCF?

Questões sobre atividade funcional

Nas Questões 1 a 9, identifique o tipo de preensão de força ou de precisão usado nas atividades a seguir:

- Segurar o cabo de uma frigideira
- Puxar um carrinho de feira
- Folhear um livro
- Fechar um botão de pressão ou um botão comum
- Carregar uma caneca de café pela asa
- Segurar algumas cartas de baralho
- Segurar uma maçã
- Segurar um haltere
- Pegar um CD
- Analise a atividade a seguir em termos da ação de todo o membro superior. Utilizando as duas mãos, segure um bebê pelas laterais do tronco, de modo que vocês fiquem face a face (Figura 13.44).



Figura 13.44 Análise da atividade: segurar um bebê.

Autoavaliação (continuação)

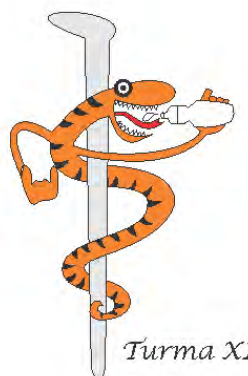
- a. Uma combinação de quais tipos de preensão é utilizada?
- b. O “punho” é mantido em posição neutra por contrações isométricas em dois planos diferentes. Quais são os dois grupos musculares responsáveis?
- c. Nomeie os agonistas primários da mão desses dois grupos musculares.
- d. O antebraço está em posição intermédia entre a pronação e a supinação. Que grupo muscular está mantendo o cotovelo em posição por contração isométrica?
- e. Nomeie os agonistas primários no cotovelo desse grupo muscular.
- f. A posição da articulação do ombro está sendo mantida por contrações isométricas em dois planos diferentes. Quais são os dois grupos musculares responsáveis?
- g. Nomeie os agonistas primários no ombro desses dois grupos musculares.
- h. Quais posições do cingulo do membro superior ocorrem com a articulação do ombro nessa posição?

- i. Nomeie os agonistas primários do cingulo do membro superior.

Questões sobre exercícios clínicos

Identifique o movimento articular e os músculos agonistas primários nos seguintes exercícios:

1. Mantendo os dedos estendidos, afaste-os bem e volte a aproximá-los.
2. Com o antebraço em supinação e o polegar próximo da região lateral do dedo indicador, eleve o polegar afastando-o da palma da mão.
3. Toque a ponta do polegar com a ponta do dedo mínimo.
4. Mantenha os dedos estendidos e flexione as articulações metacarpofalângicas.
5. Começando com o polegar próximo da região lateral do dedo indicador, movimente-o ao longo da palma em direção ao dedo mínimo.

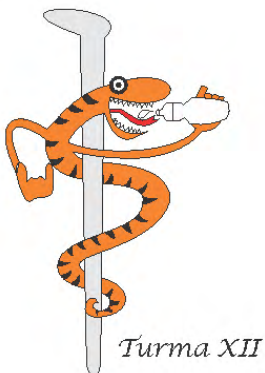


Turma XII

Parte 3

Cinesiologia Clínica e Anatomia do Tronco

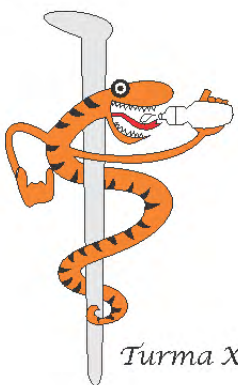
- 14 Articulação Temporomandibular, 173
- 15 Pescoço e Tronco, 185
- 16 Sistema Respiratório, 207
- 17 Cíngulo do Membro Inferior, 217



14

Articulação Temporomandibular

- ▶ Estrutura e movimentos da articulação, 174
- ▶ Ossos e pontos de referência, 174
- ▶ Ligamentos e outras estruturas, 177
- ▶ Mecânica do movimento, 178
- ▶ Músculos da ATM, 178
- ▶ Pontos-chave, 183
- ▶ Autoavaliação, 183



Turma XII



► Estrutura e movimentos da articulação

A articulação temporomandibular, frequentemente referida como ATM, é uma das articulações mais utilizadas do corpo. É empregada durante os movimentos de mastigação, deglutição, bocejo, fala e em qualquer outra atividade em que haja movimento da mandíbula. A ATM está localizada anteriormente à orelha e na extremidade posterossuperior da mandíbula (Figura 14.1). É a articulação entre a fossa mandibular do osso temporal, superiormente, e à cabeça da mandíbula, inferiormente. A ATM é uma articulação sinovial e tem o formato de dobradiça. Como também possibilita algum deslizamento, não é uma articulação sinovial do tipo gínglimo pura e simples.

A ATM é formada por dois ossos, um disco articular que divide a cavidade articular em dois espaços articulares, uma cápsula articular e quatro ligamentos; há quatro músculos principais que executam cinco movimentos nessa articulação. Como mostra a Figura 14.2, os movimentos são **abaixamento** (abertura da boca); **elevação da mandíbula** (fechamento da boca); **desvio lateral** (movimento lateral da mandíbula); **protrusão** ou **protração** (movimento anterior da mandíbula); e **retração** ou **retrusão** (movimento posterior da mandíbula). A retração é basicamente o retorno da posição de protrusão para a posição anatômica.

Quando a mandíbula está em repouso, sua cabeça está assentada na fossa mandibular do osso temporal. A posição normal de repouso da mandíbula é com os lábios aproximados e dentes afastados alguns milímetros. Essa posição é mantida pelo baixo nível de atividade dos músculos temporais. A abertura da boca deve ser suficiente para se colocar dois ou três dedos entre os dentes anteriores superiores e inferiores.

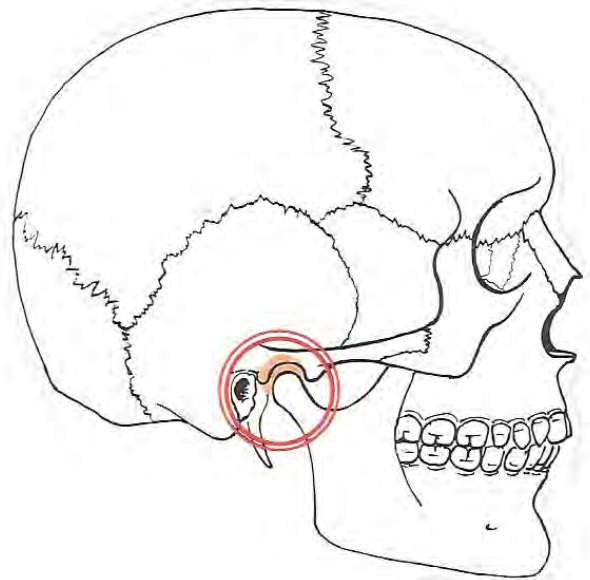


Figura 14.1 A articulação temporomandibular (ATM) é destacada pelo círculo (vista lateral).

► Ossos e pontos de referência

O crânio tem duas partes: o neurocrânio, que contém o encéfalo, e o viscerocrânio, formado pelos ossos da face (Figura 14.3). A ATM é formada pela mandíbula, um osso da face, com o temporal, um osso do crânio. Os ossos adjacentes oferecem uma área para inserção de músculos e fixação de ligamentos. Adiante é apresentada uma descrição dos ossos e dos pontos de referência relevantes para a ATM.

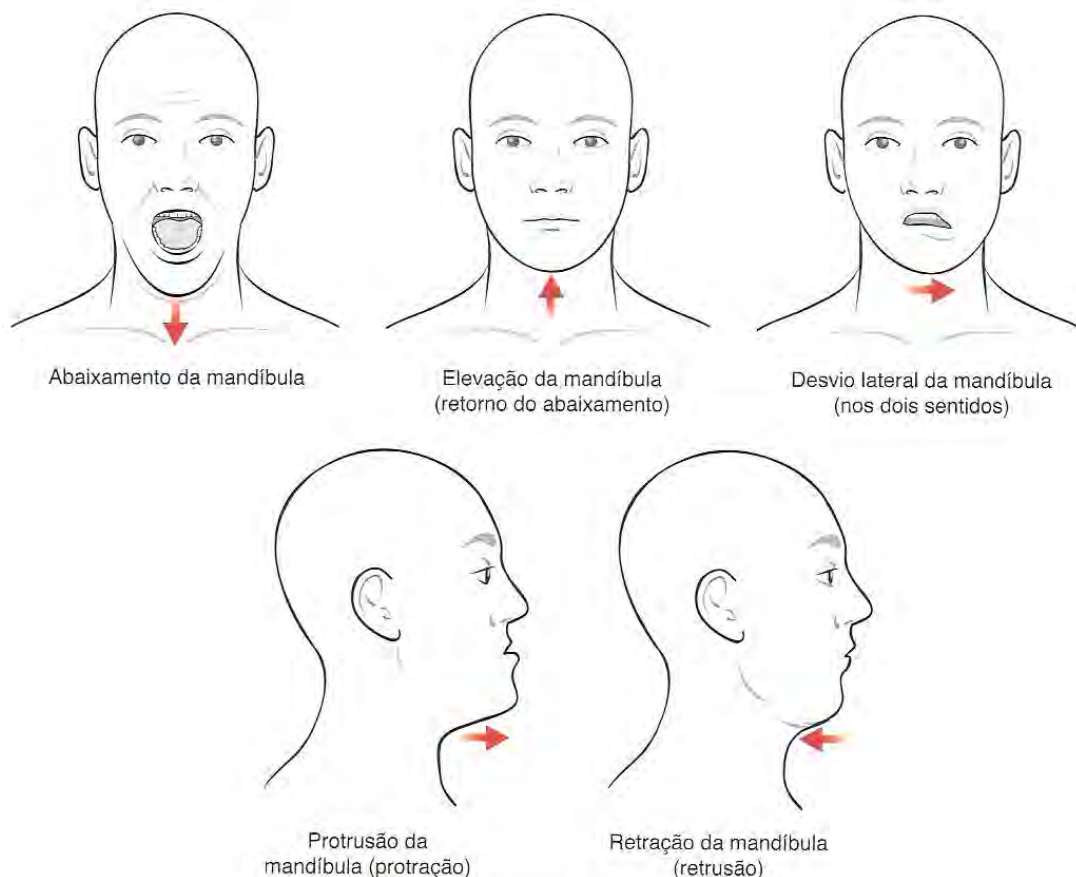


Figura 14.2 Movimentos da ATM.

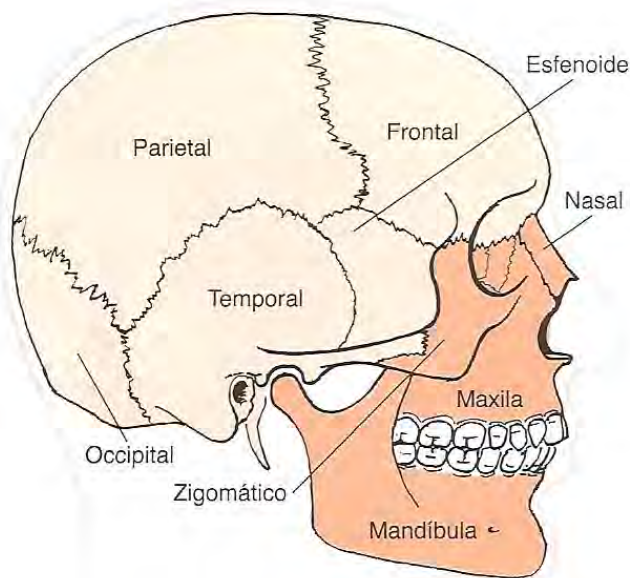


Figura 14.3 Ossos do crânio (vista lateral).

A **mandíbula** (Figuras 14.4 e 14.5) tem formato semelhante ao de uma ferradura e articula-se com o osso temporal de cada lado da face. É constituída por um corpo e dois ramos que se projetam superiormente. Embora a mandíbula seja considerada um osso ímpar, cada extremidade lateral articula-se com um osso temporal, formando duas articulações idênticas (direita e esquerda). A mandíbula constitui a parte inferior da face e, às vezes, é denominada “*maxilar inferior*”. Os pontos de referência importantes são os descritos a seguir.

Ângulo da mandíbula

Localizado entre o corpo e o ramo, é a região de união entre essas duas partes. Às vezes, é denominado “*ângulo do ramo*”.

Corpo da mandíbula

A porção horizontal da mandíbula; a parte alveolar do corpo articula-se com os dentes inferiores.

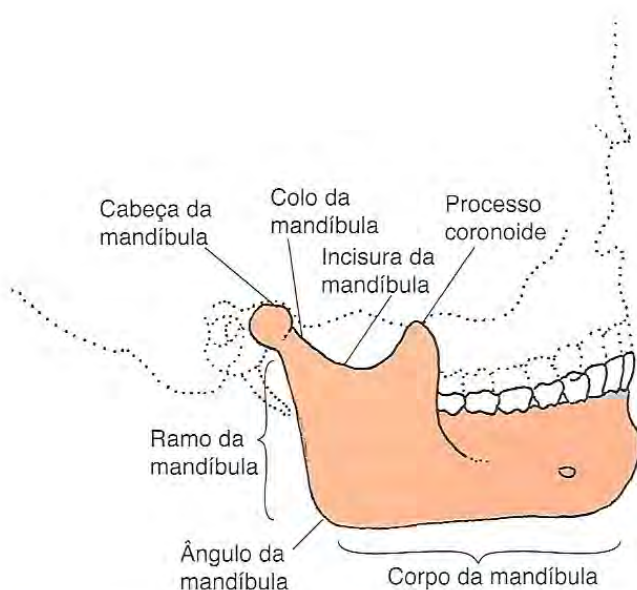


Figura 14.4 Pontos de referência do osso da mandíbula (vista lateral direita).

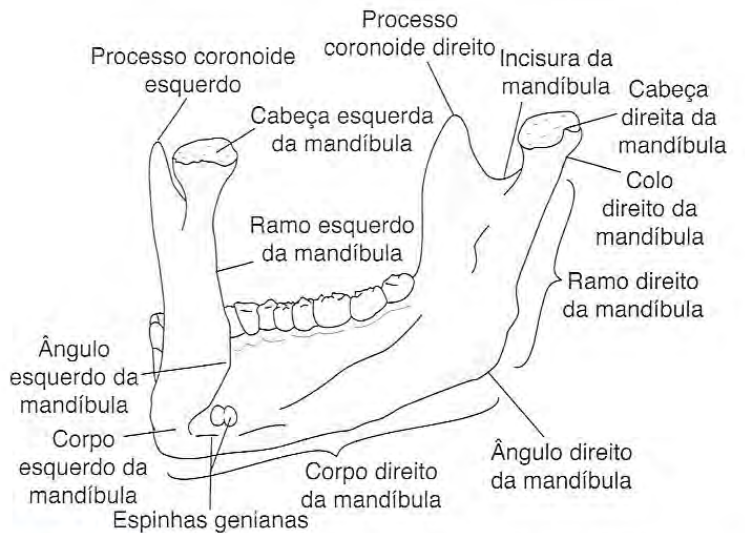


Figura 14.5 Pontos de referência do osso da mandíbula. Vista posterolateral.

Cabeça da mandíbula*

Também conhecida como *côndilo da mandíbula*, é a projeção saliente superior e posterior do ramo da mandíbula e articula-se com o osso temporal.

Processo coronoide

Localizado anteriormente ao processo condilar no ramo da mandíbula, é o local de inserção do músculo temporal.

Espinhas genianas superior e inferior

Localizadas na superfície interna da mandíbula, perto da linha mediana. É o local de inserção dos músculos gênio-hióideo e genioglossos.

Colo da mandíbula

Localizado imediatamente inferior à cabeça da mandíbula.

Incisura da mandíbula

Curva localizada entre o processo condilar e o processo coronoide, no ramo da mandíbula.

Ramo da mandíbula

A porção vertical da mandíbula, desde o ângulo até a cabeça da mandíbula.

O osso **temporal** está localizado na região lateral do crânio, posterior ao osso zigomático, inferior ao osso parietal, posterior à asa maior do osso esfenoide e anteriormente ao osso occipital (Figura 14.3). A porção articular do osso temporal é constituída pela fossa mandibular, côncava, localizada entre o tubérculo articular, anteriormente, e o “tubérculo pós-glenoidal”, posteriormente (Figura 14.6). Os principais pontos de referência são os descritos a seguir.

Tubérculo articular

Constitui a porção anterior da face articular do osso temporal. Quando a mandíbula é abaixada, a cabeça da mandíbula repousa sob esse ponto de referência.

* N.R.T.: processo condilar é a projeção superior e posterior do ramo da mandíbula que inclui a cabeça e o colo da mandíbula.

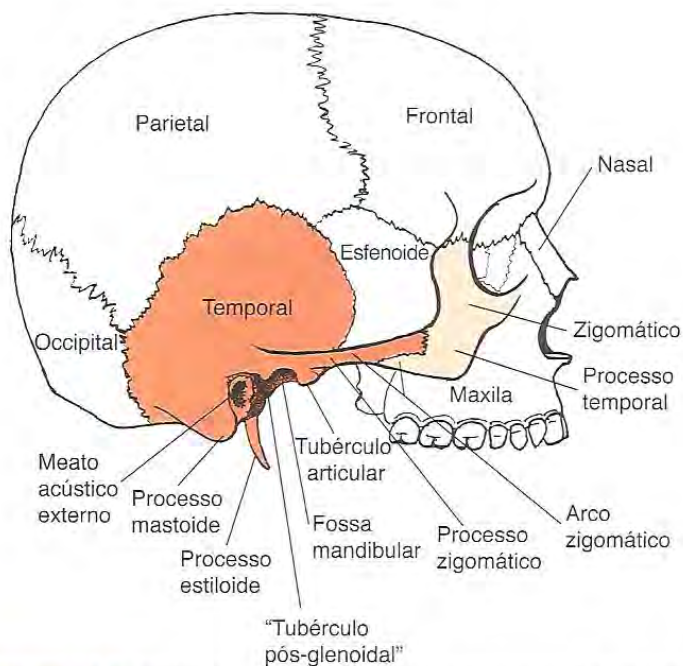


Figura 14.6 Pontos de referência dos ossos temporal e zigomático. Vista lateral direita do crânio, mandíbula seccionada.

Fossa mandibular

Também chamada “*fossa articular*”, está localizada anteriormente ao meato acústico externo e articula-se com a cabeça da mandíbula.

“Tubérculo pós-glenoidal”

Constitui o limite posterior da fossa mandibular e está localizado anteriormente ao meato acústico externo.

Processo estiloide

Projeção pontiaguda, direcionada inferoanteriormente, na região inferior e mais medial do osso temporal. É o local de inserção de alguns músculos e ligamentos.

Processo mastoide

Proeminência óssea posterior e inferior à orelha na qual se insere o músculo digástrico*.

Meato acústico externo

A abertura e o conduto da orelha externa, localizados posteriormente à ATM.

Processo zigomático

Constitui a porção posterior do arco zigomático. É local de inserção do músculo masseter.

O osso **esfenoide** está localizado na base do crânio, anterior ao osso temporal. Assemelha-se a um morcego com as asas abertas (Figura 14.7). Em razão de sua localização, o esfenoide articula-se com outros seis ossos do neurocrânio e com dois ossos do viscerocrânio. Somente os pontos de referência superficiais externos descritos a seguir são relevantes para a função da ATM.

Asa maior

Um grande processo ósseo localizado medialmente ao osso zigomático e ao arco zigomático, e anteriormente ao restante

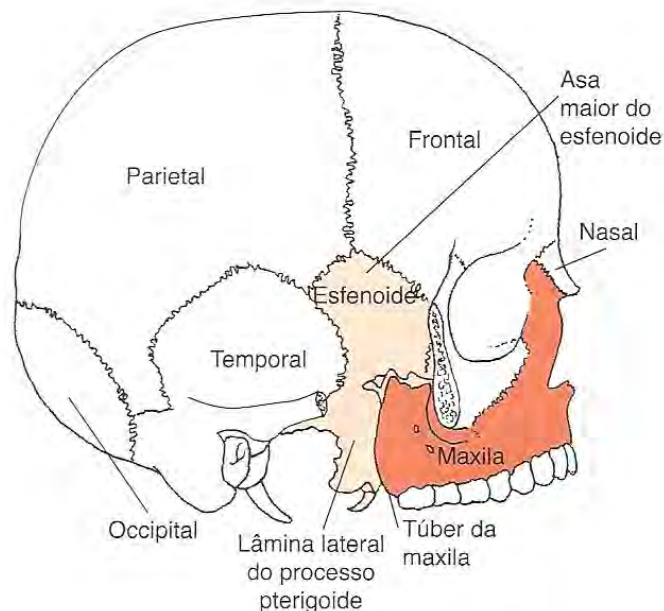


Figura 14.7 Esfenoide e maxila. Vista lateral direita, arco zigomático parcialmente retirado.

do osso temporal. Como faz parte da fossa temporal, é um local de inserção dos músculos temporal e pterigóideo lateral.

Lâmina lateral do processo pterigoide

Situa-se medialmente ao arco zigomático. É o local de inserção dos músculos pterigóideos lateral e medial.

Espinha do osso esfenoide

Está situada medialmente à fossa mandibular do osso temporal e é o local de fixação do ligamento esfenomandibular.

O osso **zigomático** forma a proeminência da face e contribui para a parede lateral e o assoalho da órbita (Figura 14.6). Faz limite com os ossos frontal, maxila, esfenoide e temporal. O osso zigomático, junto com o processo zigomático do osso temporal, forma o arco zigomático, no qual se insere o músculo masseter. Somente o ponto de referência descrito a seguir é relevante para a função da ATM.

Processo temporal do osso zigomático

Localizado posteroinferiormente, une-se ao processo zigomático do osso temporal para formar o arco zigomático.

As estruturas descritas a seguir são constituídas de combinações de ossos do crânio.

Fossa temporal (Figura 14.8)

Região lateral do crânio cujo assoalho é formado pelos ossos zigomático, frontal, parietal, esfenoide e temporal. Local de inserção do músculo temporal.

Arco zigomático (Figura 14.6)

É formado por dois ossos: o processo zigomático do osso temporal, posteriormente, e o processo temporal do osso zigomático, anteriormente.

A **maxila** é, às vezes, denominada “*maxilar superior*”. Está localizada na parte superior da face e apresenta o arco alveolar superior, o qual se articula com os dentes maxilares (superiores). Articula-se com o osso nasal, superiormente, e com o

* N.R.T.: na verdade, no processo mastoide insere-se o músculo esternocleidomastóideo. O ventre posterior do músculo digástrico insere-se na incisura mastóidea, localizada medialmente ao referido processo.

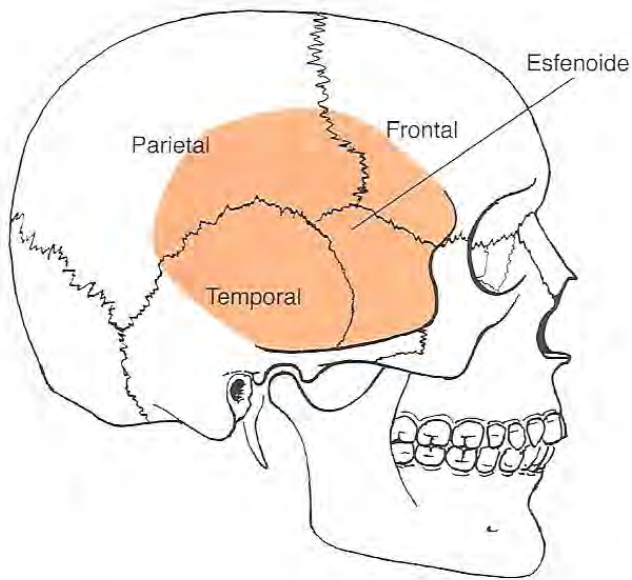


Figura 14.8 A fossa temporal inclui partes dos ossos temporal, parietal, frontal e esfenoide (vista lateral).

osso zigomático, lateralmente (Figura 14.7). O principal ponto de referência é o túber da maxila.

Túber da maxila

Projeção arredondada situada no ângulo posteroinferior da mandíbula. É um dos locais de inserção do músculo pterigóideo medial.

O **hioide** é um osso em forma de ferradura situado superiormente à cartilagem tireóidea, aproximadamente no nível de C III. Não tem articulação com outros ossos, mas está sustentado em relação aos processos estiloídes dos ossos temporais direito e esquerdo pelos correspondentes ligamentos estilo-hióideos (Figura 14.9). Sua principal função é a inser-

ção de um músculo da língua, como também a inserção dos músculos supra-hióideos e infra-hióideos que auxiliam no movimento de abaixamento da mandíbula.

A **cartilagem tireóidea** é a maior das nove cartilagens da laringe. É conhecida como “pomo de Adão” e tende a ser mais proeminente no gênero masculino. Situa-se imediatamente inferior ao osso hioide, aproximadamente no nível de C III a C IV (Figura 14.9). É um local de inserção de músculos infra-hióideos.

► Ligamentos e outras estruturas

O **ligamento lateral** também é conhecido como “**ligamento temporomandibular**”. Posteriormente, fixa-se no colo da mandíbula e no disco articular, depois dirige-se superiormente até o tubérculo articular do osso temporal (Figura 14.10). Limita os movimentos de abaixamento, de retração e lateral da mandíbula.

O **ligamento esfenomandibular** fixa-se na espinha do osso esfenoide e segue até a metade da superfície medial do ramo da mandíbula (Figuras 14.10 e 14.11). Sustenta a mandíbula e limita o movimento excessivo de protrusão.*

O **ligamento estilomandibular** segue do processo estiloide do osso temporal até a margem posteroinferior do ramo da mandíbula (ângulo mandibular) (Figuras 14.10 e 14.11). Situa-se junto aos músculos masseter e pterigóideo medial, e sua função é limitar o movimento anterior excessivo (protrusão).

O **ligamento estilo-hióideo** fixa-se no processo estiloide do osso temporal e segue até o osso hioide (Figura 14.9). Sua função é manter o hioide em sua posição.

A **cápsula articular** envolve a ATM fixando-se superiormente no tubérculo articular e nas margens da fossa mandibular do osso temporal. Inferiormente, fixa-se no colo da mandíbula (Figuras 14.10 e 14.11).

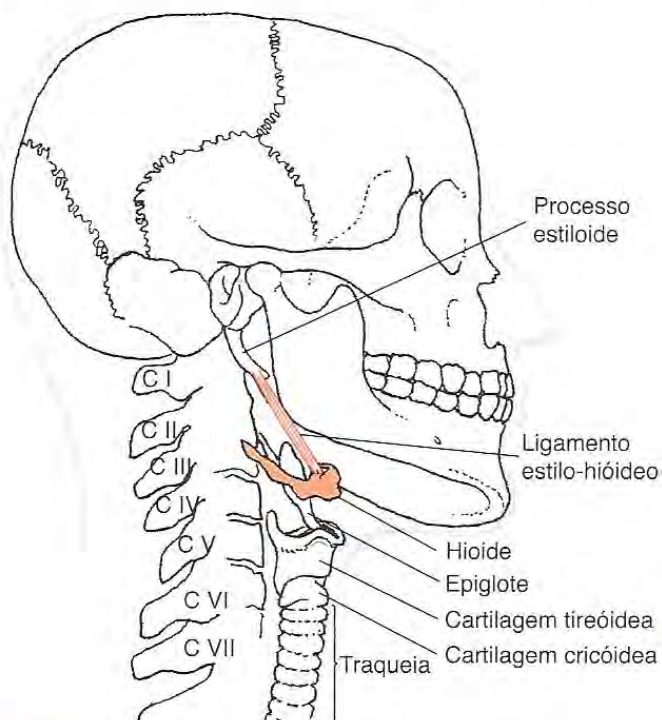


Figura 14.9 O osso hioide é sustentado em relação ao processo estiloide do osso temporal pelo ligamento estilo-hióideo (vista lateral direita).

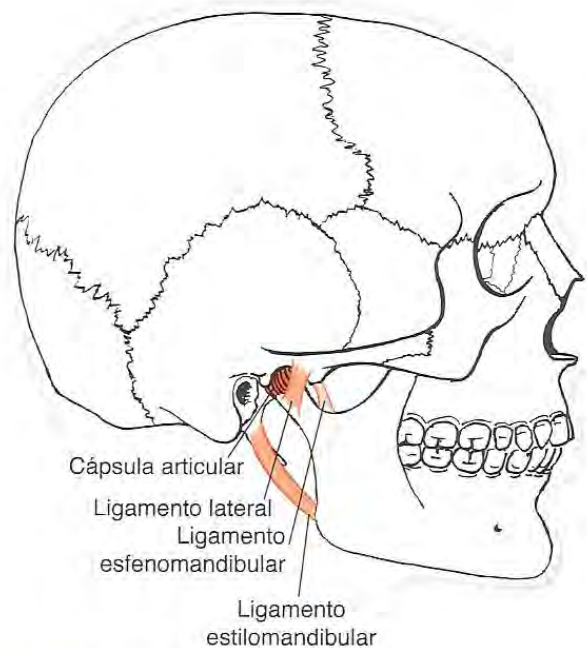


Figura 14.10 Ligamentos que sustentam e/ou limitam o movimento excessivo da mandíbula (vista lateral direita). As linhas pontilhadas mostram a continuação do ligamento esfenomandibular (fixação distal na superfície medial do ramo da mandíbula).

* N.R.T.: na verdade, o ligamento esfenomandibular é importante para limitar o movimento exagerado de abaixamento da mandíbula.

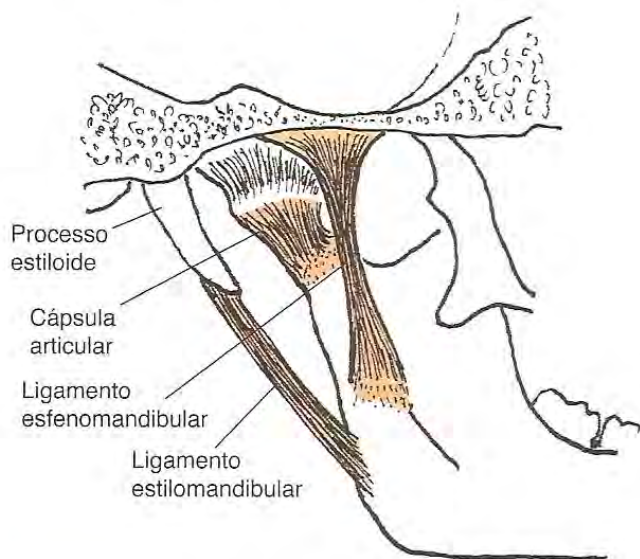


Figura 14.11 Vista medial (interna) da ATM esquerda mostra a cápsula articular e os ligamentos. O ligamento lateral não é visível nessa vista.

O **disco articular** da ATM é semelhante ao disco da articulação esternoclavicular. Está fixado circunferencialmente à cápsula articular e parcialmente ao tendão do músculo pterigóideo lateral (Figura 14.12). Também divide a cavidade articular em dois compartimentos: um espaço articular superior, maior, e um espaço articular inferior, menor. A face superior do disco articular é tanto côncava quanto convexa para ser compatível com o formato da fossa mandibular e do tubérculo articular. A face inferior côncava do disco articular se adapta à face convexa da cabeça da mandíbula e possibilita que a articulação permaneça congruente (compatível) durante todo o movimento. O formato e as fixações do disco articular também tornam possível seu movimento anterior/posterior sobre a cabeça da mandíbula. Como a fixação do disco articular na mandíbula é mais firme do que no osso temporal, ele pode mover-se anteriormente com a cabeça da mandíbula quando

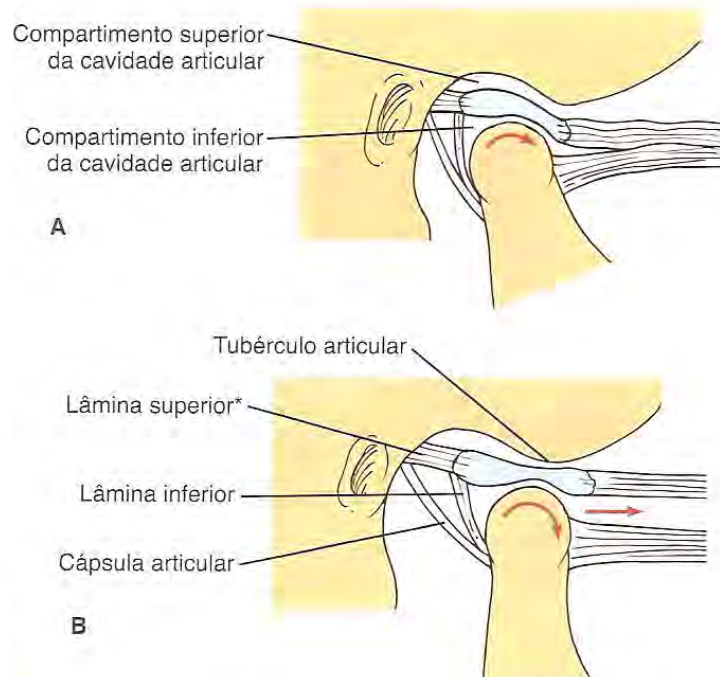


Figura 14.13 Movimento articular durante o abaixamento da mandíbula (abertura da boca). Primeiro, a cabeça da mandíbula roda na fossa mandibular (A) e, depois, desliza em sentido anterior e inferior sob o tubérculo articular (B).

a boca se abre, e retorna à posição posterior (de repouso) quando a boca se fecha.

► Mecânica do movimento

O abaixamento da mandíbula envolve dois movimentos (Figura 14.13). O primeiro é realizado pela rotação anterior da cabeça da mandíbula sob o disco articular (Figura 14.13A). O segundo movimento requer o deslizamento anterior e inferior do disco articular e da cabeça da mandíbula sob o tubérculo articular (Figura 14.13B). A elevação da mandíbula é a ação inversa; requer deslizamento posterior e superior do disco articular e da cabeça da mandíbula, fazendo rodar posteriormente a referida cabeça sob o disco. Esses movimentos ocorrem no plano sagital.

A protrusão e a retração exigem movimento de deslizamento anterior/posterior no plano horizontal. Não há rotação. O movimento anterior e posterior de todas as partes da mandíbula é igual. A cabeça da mandíbula e o disco articular movem-se em bloco em relação à fossa mandibular do osso temporal.

O movimento lateral também ocorre no plano horizontal. Uma cabeça da mandíbula roda na fossa mandibular, enquanto a outra desliza em sentido anterior. Para mover a mandíbula para o lado esquerdo, há rotação da sua cabeça esquerda e deslizamento anterior da sua cabeça direita (Figura 14.14). Essa rotação ocorre em torno do eixo longitudinal.

► Músculos da ATM

A ATM participa de atividades como fala, mastigação, mordida, deglutição e bocejo. Vários músculos entram em

* N.R.T.: estrutura constituída por tecido conjuntivo com fibras elásticas e colágenas, denominada zona bilaminar.

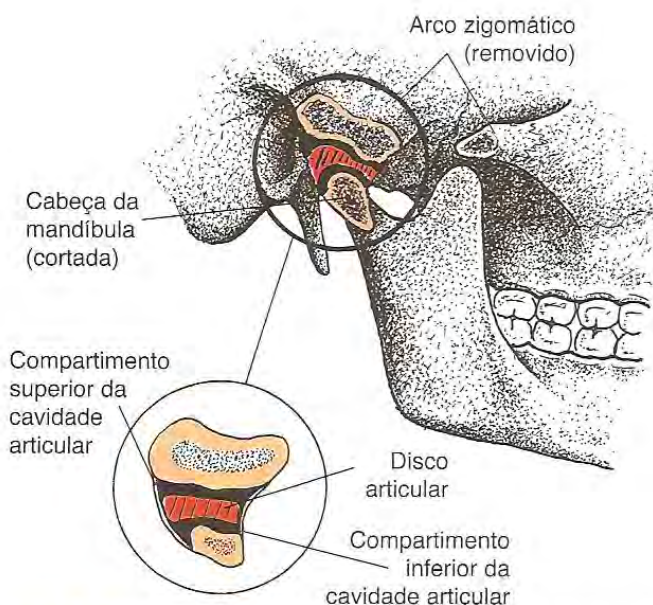


Figura 14.12 Vista lateral da ATM direita com retirada do arco zigomático e secção da cabeça da mandíbula. Isso mostra a relação entre a cabeça da mandíbula, o disco articular e a fossa mandibular quando a boca está fechada. O disco articular divide a cavidade articular em compartimentos superior e inferior.

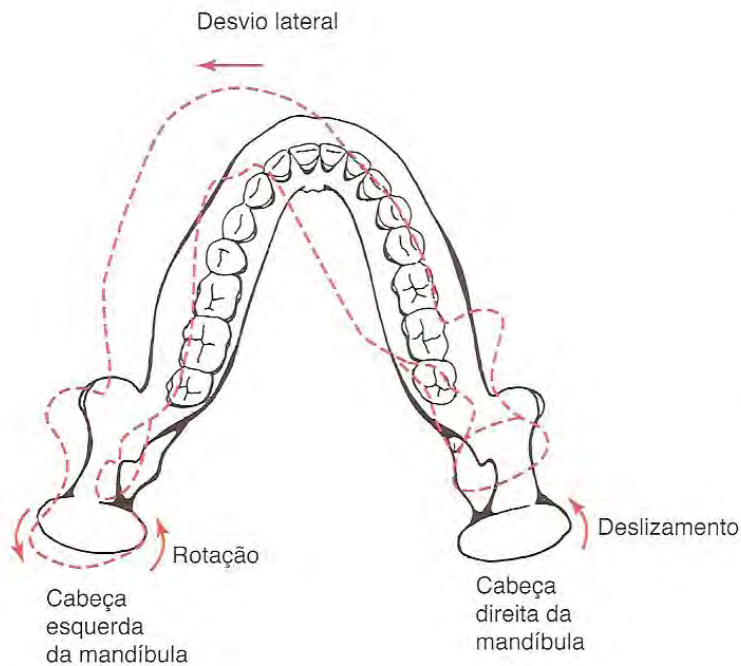


Figura 14.14 Movimento da mandíbula durante o desvio lateral para o lado esquerdo (vista superior).

ação, com frequência de modo sinérgico. Salvo especificação contrária, a ação é considerada bilateral e ocorre simultaneamente nas duas articulações (direita e esquerda). Os principais músculos atuantes são:

Temporal	Pterigóideo medial
Masseter	Pterigóideo lateral

Outros músculos que participam dos movimentos da ATM são:

Músculos supra-hióideos	Músculos infra-hióideos
Milo-hióideo	Esterno-hióideo
Gênio-hióideo	Esternotireóideo
Estilo-hióideo	Tíreo-hióideo
Digástrico	Omo-hióideo

O **temporal** é um músculo bastante largo, em forma de leque, situado na fossa temporal (Figuras 14.8 e 14.15). Por

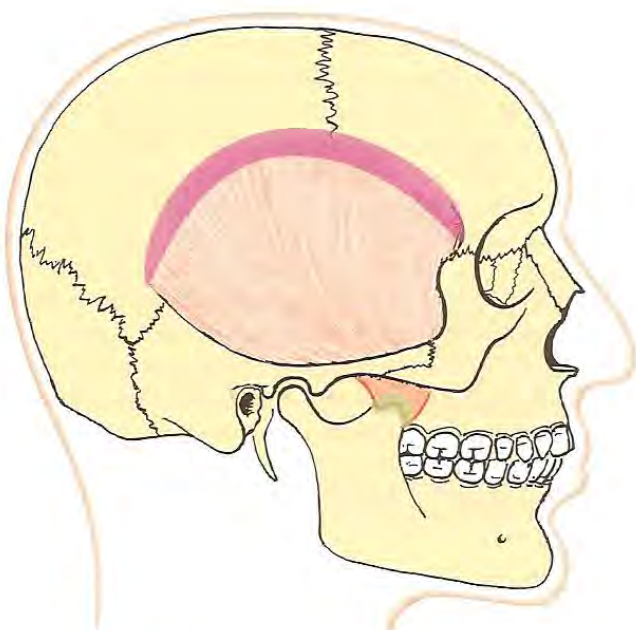


Figura 14.15 Músculo temporal (vista lateral).

causa do seu formato, as fibras musculares anteriores são quase verticais, as fibras médias são diagonais e as fibras posteriores são quase horizontais. A partir de sua inserção na fossa temporal, as fibras unem-se em um tendão que passa profundamente ao arco zigomático para se inserir no processo coronoide e na margem anterior do ramo da mandíbula. Sua função primária é elevar a mandíbula. Em razão da orientação horizontal, as fibras posteriores também retraem a mandíbula. Nos movimentos laterais, há contração do músculo temporal de um lado, com deslocamento da mandíbula para o mesmo lado (ipsilateral).

Músculo temporal

O Fossa temporal

I Processo coronoide e ramo da mandíbula

A Bilateral: elevação, retração (fibras posteriores)
Unilateral: desvio lateral ipsilateral

N Nervo trigêmeo (nervo craniano V)

O poderoso **masseter** é um músculo espesso, de formato quase quadrilátero, que preenche a parte posterior da face entre o ângulo da mandíbula e o arco zigomático (Figura 14.16). É constituído de duas partes: uma maior, superficial, e a outra menor, profunda. A parte superficial insere-se no processo zigomático da maxila, no osso zigomático e na margem inferior do arco zigomático. A parte profunda insere-se na margem inferior e na superfície medial do arco zigomático. As duas partes seguem em sentido inferior e posterior, unem-se e inserem-se desde a superfície lateral do ramo da mandíbula até o ângulo da mandíbula. As duas partes atuam como um só músculo para elevar a mandíbula (fechar a boca). A ação unilateral do músculo masseter determina o desvio lateral ipsilateral (para o mesmo lado).*

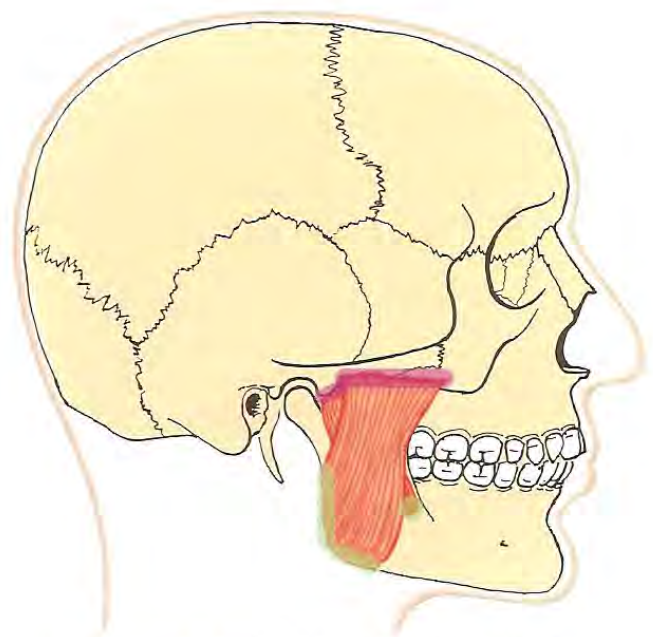


Figura 14.16 Músculo masseter (vista lateral).

* N.R.T.: a parte superficial do músculo masseter tem uma ação importante na protrusão da mandíbula.

Músculo masseter

- O** Arco zigomático, osso zigomático e processo zigomático da maxila
- I** Superfície lateral do ramo da mandíbula e ângulo
- A** Bilateral: elevação
Unilateral: desvio lateral ipsilateral
- N** Nervo trigêmeo (nervo craniano V)

Embora não seja tão forte, o músculo **pterigóideo medial** é muito semelhante ao músculo masseter. O músculo pterigóideo medial está localizado na superfície medial (interna) do ramo da mandíbula (Figura 14.17), enquanto o músculo masseter é mais superficial e está localizado na superfície lateral (externa). O músculo pterigóideo medial insere-se na superfície medial da lâmina lateral do processo pterigoide do osso esfenóide e no túber da maxila. Segue em sentido inferior, lateral e posterior e insere-se na superfície medial do ramo e no ângulo da mandíbula (Figura 14.18). Suas ações são elevação, protrusão e desvio lateral contralateral (para o lado oposto) da mandíbula.

Músculo pterigóideo medial

- O** Lâmina lateral do processo pterigoide do osso esfenóide e túber da maxila
- I** Ramo e ângulo da mandíbula
- A** Bilateral: elevação, protrusão
Unilateral: desvio lateral contralateral (lado oposto)
- N** Nervo trigêmeo (nervo craniano V)

O músculo **pterigóideo lateral** é curto, espesso e de formato cônico. Tem duas cabeças: superior e inferior. A cabeça superior insere-se anteriormente na superfície lateral da asa maior do osso esfenóide. A cabeça inferior e mais horizontal insere-se anteriormente na superfície lateral da lâmina lateral do processo pterigoide. As duas cabeças seguem quase

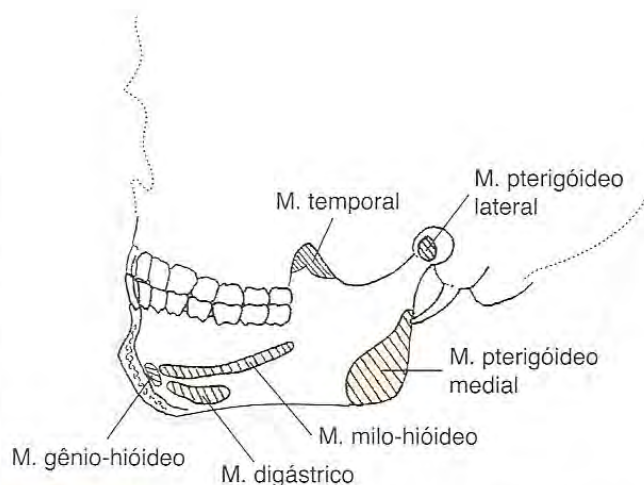


Figura 14.18 Vista medial (interna) da mandíbula mostrando as inserções musculares.

horizontais em sentido posterior e lateral para se inserir no colo da mandíbula, no disco articular e na cápsula articular (Figuras 14.17 e 14.18). Esse músculo age no abaixamento, protrusão e desvio lateral da mandíbula para o lado oposto (contralateral).*

Músculo pterigóideo lateral

- O** Lâmina lateral do processo pterigoide e asa maior do osso esfenóide
- I** Colo da mandíbula e disco articular
- A** Bilateral: abaixamento, protrusão
Unilateral: desvio lateral contralateral
- N** Nervo trigêmeo (nervo craniano V)

Os **músculos supra-hióideos**, como o nome indica, são um grupo de músculos localizados superiormente ao hioide. Eles conectam o hioide ao crânio, principalmente à mandíbula. Os músculos que constituem esse grupo são milo-hióideo, gênio-hióideo, estilo-hióideo e digástrico. Embora sua principal ação seja elevar o hioide, eles podem auxiliar o abaixamento da mandíbula quando os músculos infra-hióideos estiverem estabilizando o hioide. Assim, esses músculos serão descritos somente de acordo com sua importância para a ATM.

O **milo-hióideo** é um músculo largo que segue da superfície medial (interna) da mandíbula até a margem superior do hioide (Figuras 14.18 a 14.20). O **gênio-hióideo** é um músculo estreito, localizado superiormente ao músculo milo-hióideo (Figura 14.19). Insere-se na espinha geniana na superfície interna da mandíbula, na linha mediana, e segue em sentido posterior e inferior até o hioide. A Figura 14.20 mostra o músculo gênio-hióideo do lado esquerdo com os músculos milo-hióideo e digástrico seccionados e rebatidos. Nessa vista inferior da man-

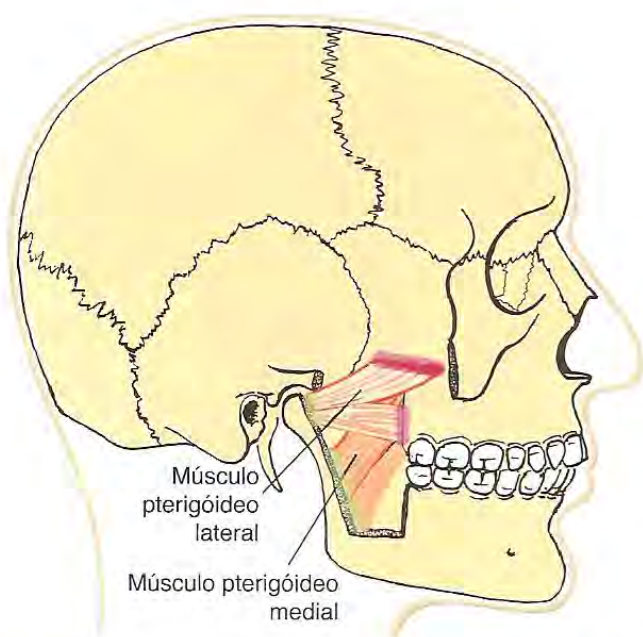


Figura 14.17 Músculos pterigóideos lateral e medial (vista lateral). A mandíbula e o arco zigomático foram seccionados para mostrar a região profunda.

* N.R.T.: devemos lembrar que a cabeça superior do músculo pterigóideo lateral não participa do abaixamento da mandíbula, mas sim de sua elevação contra resistência, fazendo a protrusão do disco articular.

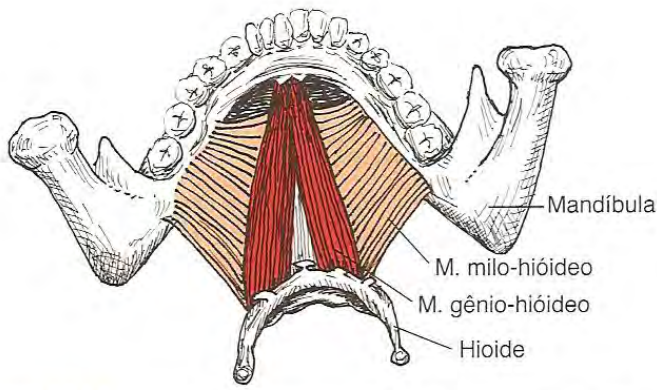


Figura 14.19 Músculos do assoalho da boca. Vista posterossuperior (observando-se para baixo em direção à parte interna e anterior da mandíbula).

díbula, o músculo gênio-hióideo está situado profundamente ao músculo milo-hióideo. O músculo **digástrico** tem dois ventres unidos no meio por um tendão (Figuras 14.20 e 14.21). O ventre anterior segue da superfície interna da mandíbula, perto da linha mediana, em sentido posterior e inferior, inserindo-se no hioide. A posição do tendão é mantida por uma alça fibrosa fixa ao hioide. A partir desse ponto, o ventre posterior segue em sentido posterior e superior para se inserir na incisura mastóidea do osso temporal. Esse tendão, semelhante a uma polia, é um exemplo de como um músculo modifica sua linha de tração. O músculo **estilo-hióideo** é quase paralelo ao músculo digástrico. Insere-se no processo estiloide do osso temporal e estende-se até o hioide (Figura 14.20).

Músculo milo-hióideo

- O** Superfície interna da mandíbula
- I** Hioide
- A** Auxiliar no abaixamento da mandíbula
- N** Ramo do nervo trigêmeo (nervo craniano V)

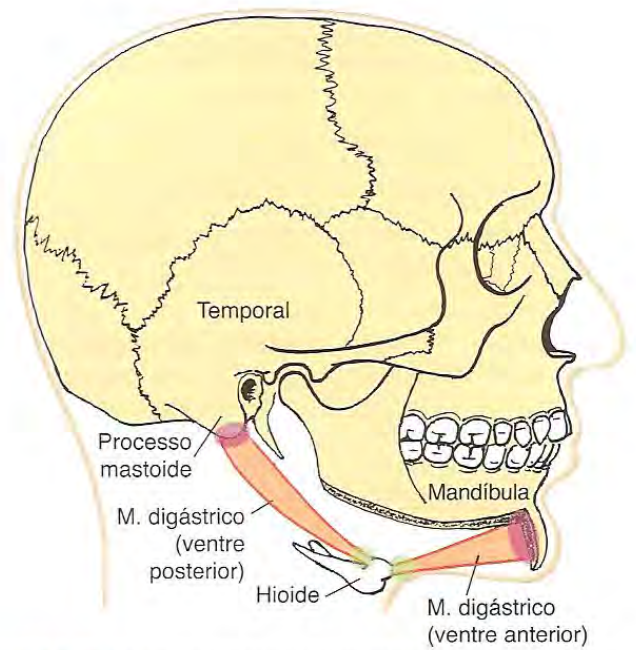


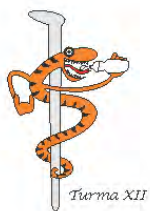
Figura 14.21 Músculo digástrico. Vista lateral direita com secção parcial da mandíbula para mostrar a inserção do ventre anterior.

Músculo gênio-hióideo

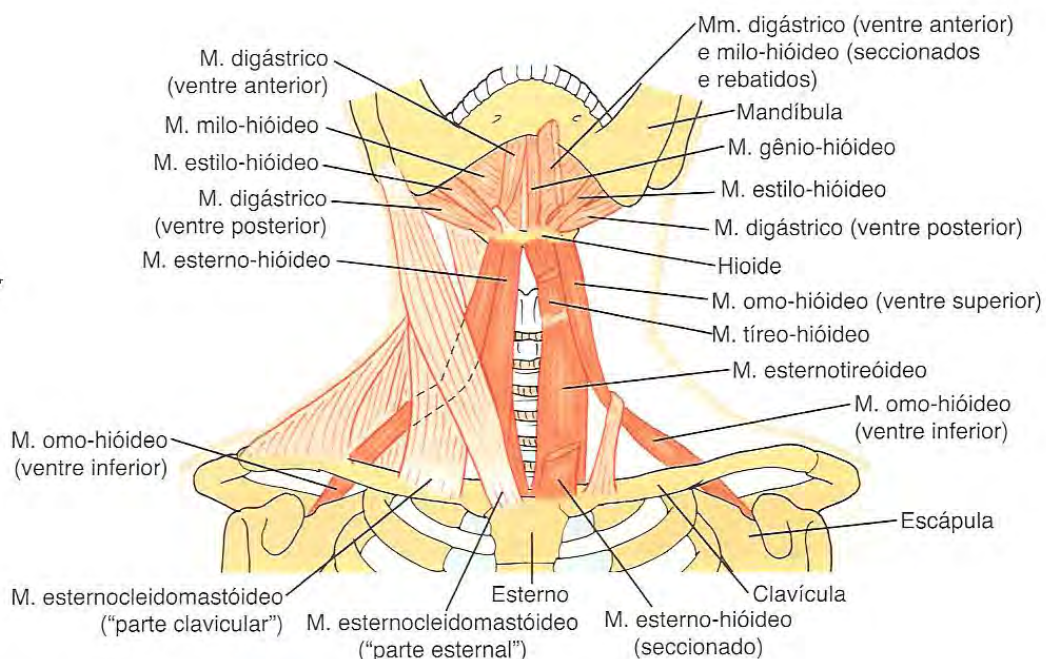
- O** Espinha geniana da mandíbula
- I** Hioide
- A** Auxiliar no abaixamento da mandíbula
- N** Ramo de C1 via nervo hipoglosso (nervo craniano XII)

Músculo estilo-hióideo

- O** Processo estiloide do osso temporal
- I** Hioide
- A** Auxiliar no abaixamento da mandíbula
- N** Ramo do nervo facial (nervo craniano VII)



Turma XII



Músculos supra-hióideos
Músculos infra-hióideos

Figura 14.20 Músculos supra-hióideos e infra-hióideos.

Músculo digástrico

- O** Ventre anterior: superfície inferior interna da mandíbula
Ventre posterior: incisura mastóidea
- I** Hioide, via tendão semelhante a polia
- A** Auxiliar no abaixamento da mandíbula
- N** Ramo do nervo trigêmeo (nervo craniano V) e ramo do nervo facial (nervo craniano VII)

Como indica o nome, os **músculos infra-hióideos** estão localizados inferiormente ao hioide e são responsáveis por seu abaixamento (Figura 14.20). Os músculos que constituem esse grupo são esterno-hióideo, esternotireóideo, tíreo-hióideo e omo-hióideo. Eles têm como ação estabilizar o hioide, possibilitando o abaixamento da mandíbula pelos músculos supra-hióideos. Esses músculos serão descritos somente de acordo com sua importância para a ATM.

O **esterno-hióideo** é um músculo delgado e estreito que segue em sentido vertical, próximo à linha mediana, desde a superfície posterior da extremidade esternal da clavícula, do ligamento esternoclavicular e do manúbrio do esterno. Na região distal é coberto pelo músculo esternocleidomastóideo. Como todos os músculos infra-hióideos, o esterno-hióideo insere-se na margem inferior do hioide. O **músculo esternotireóideo** é mais curto, mais largo e situa-se profundamente ao músculo esterno-hióideo, seguindo em direção vertical do manúbrio do esterno e da primeira cartilagem costal até a cartilagem tireóidea. De modo indireto, age inferiormente no hioide por tração inferior da cartilagem tireóidea, que está ligada a ele pelo músculo tíreo-hióideo. O **tíreo-hióideo** é um músculo retangular curto que age como uma continuação do músculo esternotireóideo. Segue em direção vertical da cartilagem tireóidea até a margem inferior do hioide. O músculo tíreo-hióideo ajuda a fechar o ádito da laringe, prevenindo a entrada de alimento na laringe durante a deglutição. Na ATM, traciona inferiormente o hioide, estabilizando-o de modo que os músculos supra-hióideos possam ajudar a abaixar a mandíbula.

O músculo **omo-hióideo** tem dois ventres unidos por meio de um tendão intermediário, assim como o músculo digástrico. O ventre inferior insere-se na margem superior da escápula e segue quase horizontalmente. No tendão intermediário, o músculo muda de direção e o ventre superior segue quase verticalmente até sua inserção na margem inferior do hioide. A posição do tendão é mantida por uma alça fibrosa presa à clavícula, o que torna possível que o músculo faça um ângulo próximo a 90°. Esse é outro exemplo de polia fixa interna que modifica a linha de tração de um músculo. Esse músculo também estabiliza o hioide ao tracioná-lo inferiormente.

Músculo esterno-hióideo

- O** Extremidade esternal da clavícula, ligamento esternoclavicular e manúbrio do esterno
- I** Margem inferior do hioide
- A** Estabilização do hioide
- N** Ramo do nervo hipoglosso (nervo craniano XII) que se comunica com os nervos espinais C1 a C3*

Músculo esternotireóideo

- O** Manúbrio do esterno e primeira cartilagem costal
- I** Cartilagem tireóidea
- A** Estabilização do hioide
- N** Ramo do nervo hipoglosso (nervo craniano XII) que se comunica com os nervos espinais C1 a C3*

Músculo tíreo-hióideo

- O** Cartilagem tireóidea
- I** Margem inferior do hioide
- A** Estabilização do hioide
- N** Ramo do nervo hipoglosso (nervo craniano XII) que se comunica com o nervo espinal C1*

Músculo omo-hióideo

- O** Margem superior da escápula
- I** Margem inferior do hioide
- A** Estabilização do hioide
- N** Ramo do nervo hipoglosso (nervo craniano XII) que se comunica com os nervos espinais C1 a C3*

• Relações anatômicas

Existem quatro músculos agonistas primários da articulação temporomandibular e muitos agonistas secundários. Os músculos temporal e masseter são mais superficiais. O ventre do músculo temporal está situado superiormente ao arco zigomático, e o ventre do músculo masseter está situado inferiormente (Figura 14.22). Profundamente a esses músculos, no nível do arco zigomático e na superfície interna da mandíbula estão os músculos pterigóideos lateral e medial. O músculo pterigóideo medial ocupa posição mais profunda em relação ao músculo pterigóideo lateral (Figura 14.23).

O músculo bucinador também se situa mais profundamente em relação ao músculo masseter e em direção horizontal. Não é considerado um músculo da ATM porque não cruza essa articulação. Porém, tem papel acessório na mastigação

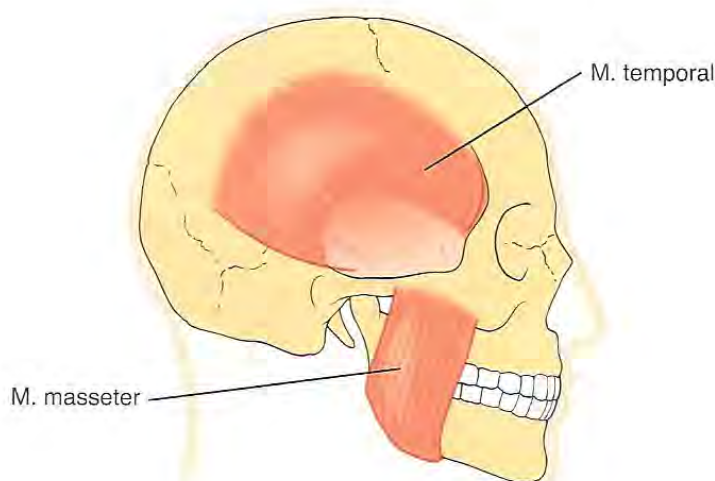


Figura 14.22 Músculos temporal e masseter.

* N.R.T.: na verdade, a inervação dos músculos infra-hióideos é realizada por ramos dos nervos espinais C1 a C3 que, normalmente, formam a denominada alça cervical, que tem parte do trajeto junto ao nervo hipoglosso.

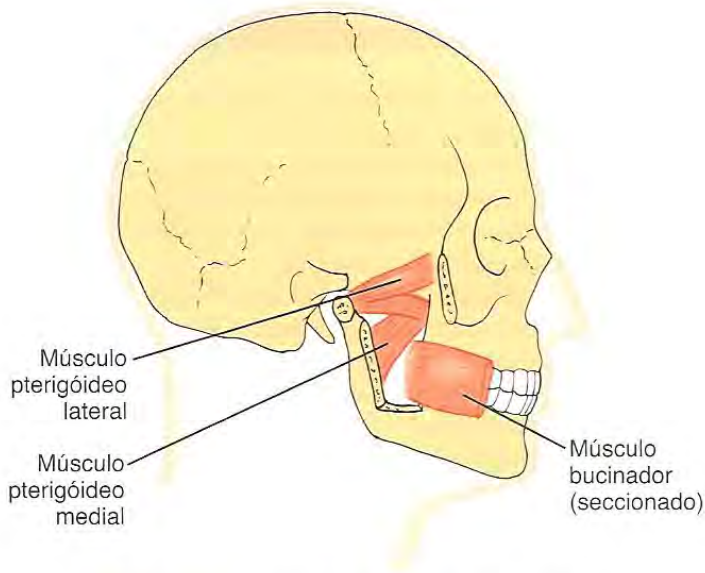


Figura 14.23 Músculos pterigóideos e bucinador.

ao pressionar a bochecha contra os dentes. Constitui a parede lateral da cavidade oral e é mais conhecido como o músculo do “assobio”, porque comprime as bochechas. O músculo bucinador dirige-se basicamente da região posterior dos lábios (ângulo da boca), até sua inserção óssea na mandíbula e na maxila, junto aos respectivos dentes molares (Figura 14.23).

Há dois grupos de músculos secundários: supra-hióideo e infra-hióideo (Figura 14.20). Esses são músculos cervicais que agem em conjunto para auxiliar o abaixamento da mandíbula. O grupo infra-hióideo estabiliza o hioide. Com a inserção distal do grupo supra-hióideo estabilizada, eles podem auxiliar o abaixamento da mandíbula.

▪ Resumo da ação dos músculos

A Tabela 14.1 resume as ações dos músculos agonistas primários da articulação temporomandibular.

Tabela 14.1 Agonistas primários da ATM.

Movimento da mandíbula	Músculo
Elevação	Temporal, masseter, pterigóideo medial
Abaixamento	Pterigóideo lateral
Protrusão	Pterigóideo lateral, pterigóideo medial
Retração	Temporal (parte posterior)
Desvio lateral ipsilateral	Temporal, masseter
Desvio lateral contralateral	Pterigóideo medial, pterigóideo lateral

Tabela 14.2 Inervação dos músculos da ATM.

Músculo	Nervo	Nervo craniano
Temporal	Trigêmeo	NC V
Masseter	Trigêmeo	NC V
Pterigóideo lateral	Trigêmeo	NC V
Pterigóideo medial	Trigêmeo	NC V
Grupo supra-hióideo		
Milo-hióideo	Trigêmeo	NC V
Gênio-hióideo	C1, via hipoglosso	NC XII
Estilo-hióideo	Facial	NC VII
Digástrico	Trigêmeo, facial	NC V, VII
Grupo infra-hióideo		
Esterno-hióideo	C1 a C3, via hipoglosso	NC XII
Esternotireóideo	C1 a C3, via hipoglosso	NC XII
Tíreo-hióideo	C1, via hipoglosso	NC XII
Omo-hióideo	C1 a C3, via hipoglosso	NC XII

▪ Resumo da inervação dos músculos

A inervação dos músculos da ATM é feita pelo nervo trigêmeo (nervo craniano V). Se os músculos acessórios dos grupos supra-hióideo e infra-hióideo são incluídos, a inervação é feita também pelos nervos cranianos VII e XII (nervos facial e hipoglosso, respectivamente). O nervo hipoglosso também se comunica com os primeiros três nervos cervicais. A Tabela 14.2 resume a inervação de todos os músculos da ATM.

Pontos-chave

- O nervo trigêmeo é o quinto nervo craniano, que tem componentes sensitivo e motor
- O componente sensitivo do nervo trigêmeo inerva a região facial, enquanto o componente motor inerva os músculos da mastigação
- O nervo facial é o sétimo nervo craniano, que também tem componentes sensitivo e motor
- O componente sensitivo do nervo facial inerva uma parte da língua, enquanto o componente motor inerva os músculos da face.

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

1. Quais são os dois ossos que formam o arco zigomático?
2. Quais são os sinônimos referentes aos seguintes movimentos da ATM:
 - a. Abertura da boca
 - b. Fechamento da boca
 - c. Movimento posterior da mandíbula
 - d. Movimento anterior da mandíbula
 - e. Movimento lateral da mandíbula

Autoavaliação (continuação)

3. Quais são os dois ossos que formam a articulação temporomandibular?
 4. Que músculo pode ser palpado na região superior e anterior à orelha?
 5. Qual músculo se salienta na região posterior da bochecha?
 6. Quais músculos agem como polia?
 7. Se o quinto e o sétimo nervos cranianos fossem lesionados, qual deles prejudicaria mais a função da ATM?
 8. Dois movimentos ocorrem durante o abaixamento da mandíbula: (1) o disco articular e a cabeça da mandíbula deslizam em sentido anterior e inferior e (2) a cabeça da mandíbula roda anteriormente sob o disco articular. Qual deles ocorre primeiro?
 9. O desvio lateral da mandíbula para a esquerda é feito por movimentos de rotação e deslizamento. Descreva como isso acontece.
 10. Qual é o outro nome do “pomo de Adão”?
- c. Cite os músculos responsáveis pelo movimento da mandíbula para a direita.
 2. Sente-se, mantendo boa postura, e ponha os dedos indicador e médio sobre a superfície anterior da mandíbula, na linha mediana. Sem permitir o movimento dos dedos, empurre a mandíbula contra eles.
 - a. Qual é o movimento da articulação?
 - b. Qual tipo de contração muscular (isométrica, concêntrica ou excêntrica) ocorre?
 - c. Cite os músculos responsáveis pelo movimento anterior da mandíbula.
 3. Sente-se, mantendo boa postura, e ponha o polegar sob o mento. Abra a boca contra uma leve pressão (Figura 14.24).
 - a. Qual é o movimento da articulação?
 - b. Qual tipo de contração muscular (isométrica, concêntrica ou excêntrica) ocorre?
 - c. Cite os músculos responsáveis pelo movimento da boca.

Questões sobre atividade funcional

1. Que movimento da ATM é necessário para pronunciar a letra O com os lábios?
2. Para morder um alimento duro, geralmente se usa um lado da boca.
 - a. Qual é o movimento da ATM necessário para morder?
 - b. Qual lado da mandíbula sofre certo grau de distração?
 - c. Qual lado da mandíbula sofre certo grau de compressão?
3. O ato de ranger os dentes pode exigir movimentos nos planos sagital e transversal. Quais são esses movimentos?
4. Qual movimento da ATM é exigido pelo ato de cerrar os dentes? Quais músculos participam dessa ação?

Questões sobre exercícios clínicos

1. Sente-se, mantendo boa postura, e ponha as mãos de cada lado da mandíbula. Mova a mandíbula de um lado para outro contra leve resistência.
 - a. Qual é o movimento da articulação?
 - b. Qual tipo de contração (isométrica, concêntrica ou excêntrica) ocorre?

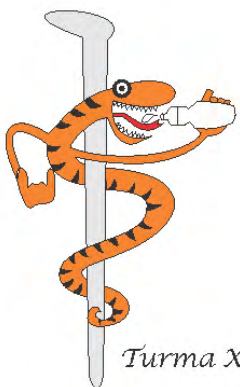


Figura 14.24 Abertura da boca contra uma leve pressão.

15

Pescoço e Tronco

- ▶ Curvaturas da coluna vertebral, 186
- ▶ Significado dos termos, 186
- ▶ Movimentos da articulação, 186
- ▶ Ossos e pontos de referência, 187
- ▶ Articulações e ligamentos, 189
- ▶ Músculos do pescoço e do tronco, 192
- ▶ Pontos-chave, 203
- ▶ Autoavaliação, 203



Turma XII



A coluna vertebral constitui e mantém o eixo longitudinal do corpo. Por ser uma haste multiarticulada, seus movimentos ocorrem por movimentos combinados das vértebras.

A coluna vertebral atua como pivô para o movimento e a sustentação da cabeça na região cervical. O peso da cabeça, do cingulo do membro superior, dos membros superiores e do tronco é transmitido por meio da coluna vertebral. A coluna vertebral contém a medula espinal e, portanto, é capaz de protegê-la. Além de essa haste multiarticulada possibilitar o movimento, a disposição desses segmentos ainda garante a absorção e a transmissão eficaz de choques.

O crânio apoia-se na extremidade superior da coluna vertebral e é formado por vários ossos, sendo a estrutura óssea da cabeça que contém e protege o encéfalo e os órgãos sensoriais, como os órgãos da visão, audição, gustação, olfação e do equilíbrio. É importante que a cabeça seja capaz de se mover livremente, o que ocorre por movimentos em vários níveis da região cervical da coluna vertebral.

► Curvaturas da coluna vertebral

As vértebras estão dispostas de modo a formar curvaturas anteroposteriores (côncavo-convexas) na coluna vertebral, que podem ser observadas em vista lateral (Figura 15.1). Essas curvaturas tornam a coluna muito mais forte e resiliente, aproximadamente dez vezes mais do que se fosse uma haste reta. A Tabela 15.1 apresenta um resumo das curvaturas da coluna vertebral.

► Significado dos termos

O termo “*espinha*” pode ser usado de diversas maneiras. A medula espinal é constituída de tecido nervoso. “*Espinha*”, “*coluna espinal*” e *coluna vertebral* são sinônimos que se referem aos componentes ósseos que envolvem a medula espinal. Este capítulo aborda a estrutura óssea da coluna vertebral.

Outro termo que requer esclarecimento é *fóvea*. A *fóvea* é uma superfície pequena, plana e lisa de um osso. As fóveas, como será discutido, são observadas nas vértebras onde se articulam com as costelas (Figura 15.9). A **articulação dos processos articulares** é a articulação entre o processo articular superior da vértebra inferior e o processo articular inferior da vértebra superior (Figura 15.5).

► Movimentos da articulação

A coluna vertebral como um todo é considerada triaxial; portanto, tem movimentos nos três eixos e planos espaciais (Figura 15.2). A **flexão**, a **extensão** e a **hiperextensão** ocorrem no plano sagital em torno do eixo transversal. A **flexão lateral**, também chamada **inclinação lateral**, ocorre no plano frontal em torno do eixo sagital. Sempre ocorre para o mesmo lado (direito ou esquerdo). A **rotação** ocorre no plano transversal (horizontal) em torno do eixo longitudinal, exceto entre o crânio e o atlas (C I). Não há rotação nessa articulação. O alinhamento das articulações dos processos articulares determina o grau de rotação e de outros movimentos possíveis.

A região cervical da coluna vertebral possibilita o movimento e o posicionamento da cabeça, e requer uma explicação complementar. A articulação entre o crânio e C I (atlas) é denominada **articulação atlantoccipital**. O principal movi-

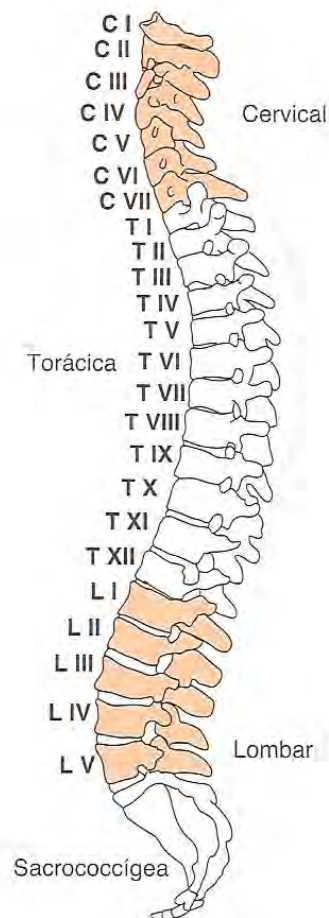


Figura 15.1 Curvaturas anteroposteriores da coluna vertebral (vista lateral).

mento é de **flexão** e **extensão**, como ao balançar a cabeça em sinal de assentimento. Também há algum grau de flexão lateral que ocorre entre C I e C II (articulação atlantoaxial). A maior parte da **rotação** da cabeça sobre o pescoço, como ao balançar a cabeça em sinal de discordância, ocorre na **articulação atlantoaxial**. Os músculos que têm maior controle ao se avaliar o movimento da cabeça sobre o pescoço são os músculos pré-vertebrais, anteriormente, e os músculos suboccipitais, posteriormente. É evidente que, para mover a cabeça sobre o pescoço, um músculo deve estar inserido na cabeça e na região cervical. Ao encostar o mento no tórax há flexão da cabeça em C I, além

Tabela 15.1 Vértebras.

Região	Número	Curvatura anterior
Cervical	7	Convexa
Torácica	12	Côncava
Lombar	5	Convexa
Sacral	5 (fundidas)	Côncava

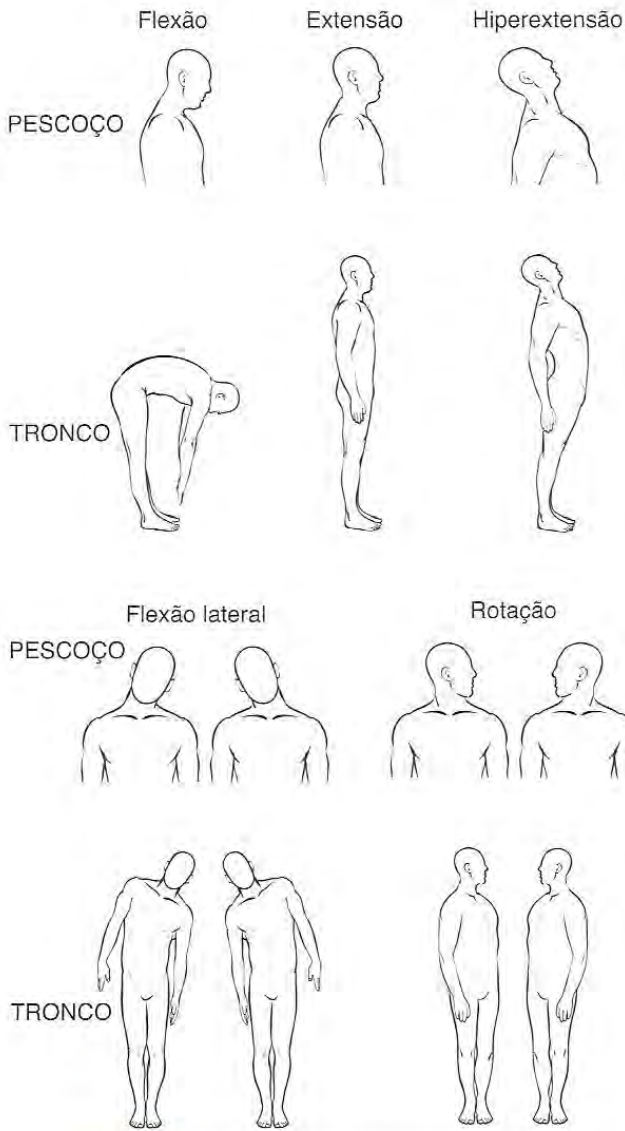


Figura 15.2 Movimentos do pescoço e do tronco.

de extensão do pescoço (C II-C VII). Às vezes, esse movimento combinado é denominado “**extensão axial**” ou “retração cervical”. Ao contrário, a extensão da cabeça em C I e a flexão do pescoço (C II-C VII) é a “**protrusão cervical**”. A postura relaxada com a cabeça protrusa ou olhando a tela do computador através de óculos bifocais tende a acentuar a “protrusão cervical”. A boa postura ereta acentua a “extensão axial”.

► Ossos e pontos de referência

O crânio é formado por 21 ossos e é considerado o esqueleto da cabeça (Figura 15.3A e B). Apresentaremos, a seguir, apenas os ossos diretamente relacionados à coluna vertebral.

Ossó occipital

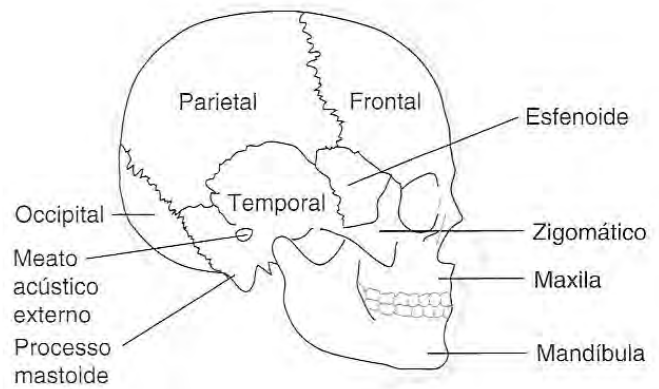
Também denominado occipício ou occipúcio, forma a parte posteroinferior do crânio.

Protuberância occipital externa

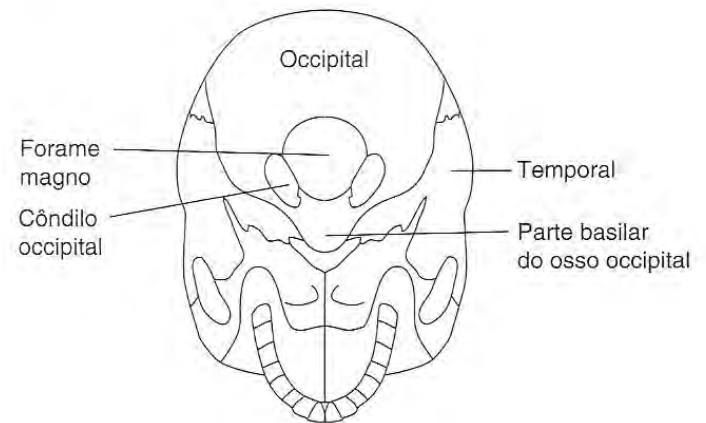
Pequena proeminência no centro do osso occipital.

Linha nuchal

A crista horizontal que se estende da protuberância occipital externa até os processos mastoideais direito e esquerdo, formando uma curva suave.



A



B

Figura 15.3 Os ossos do crânio em vista lateral (A) e em vista inferior da base externa do crânio (B).

Parte basilar

Refere-se à base, ou porção inferior, do osso occipital.

Forame magno

Abertura no osso occipital através da qual a medula espinal “entra” no crânio.*

Côndilos occipitais

Saliências localizadas lateralmente ao forame magno no osso occipital; articulam-se com o atlas (C I).

Ossó temporal

Forma parte da base e da superfície inferolateral do crânio.

Processo mastoide

Proeminência óssea posterior à orelha na qual se insere o músculo esternocleidomastoideo.

As **vértebras** podem ser de diferentes tamanhos e formatos, mas geralmente apresentam o mesmo formato (Figura 15.4). As partes típicas de uma vértebra são descritas a seguir.

Corpo vertebral

Basicamente uma massa cilíndrica de substância óssea esponjosa, é o componente anterior da vértebra e sua prin-

* N.R.T.: Na verdade, o forame magno possibilita a continuidade da medula espinal, que ocupa o canal vertebral, com o encéfalo, que ocupa a cavidade do crânio.

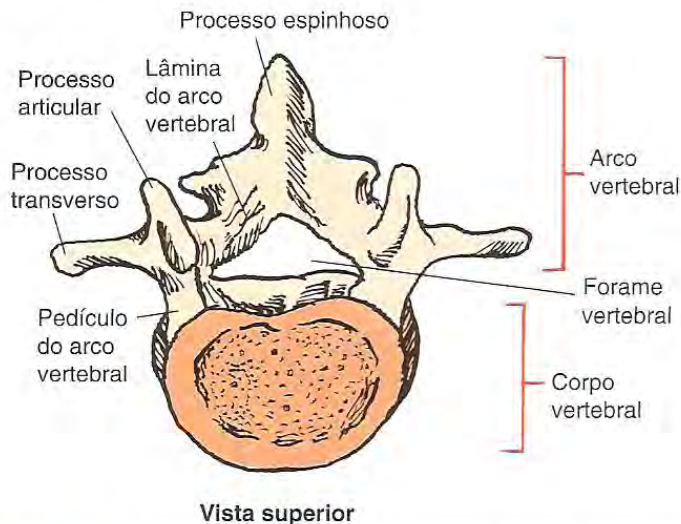


Figura 15.4 Os pontos de referência das partes anterior e posterior de uma vértebra típica.

principal parte de sustentação de peso. Ausente no atlas (C I) (Figura 15.7). Entre C III e S I, os corpos vertebrais tornam-se cada vez maiores e sustentam cada vez mais peso (Figura 15.10).

Arco vertebral

Também chamado de *arco neural*, é o componente posterior da vértebra e tem muitas partes diferentes.

Forame vertebral

Abertura formada pela união do corpo e do arco vertebral através da qual passa a medula espinal.

Pedículo do arco vertebral

Porção do arco vertebral imediatamente posterior ao corpo vertebral e anterior à lâmina do arco vertebral.

Lâmina do arco vertebral

Porção posterior do arco vertebral; a direita e a esquerda se unem na linha mediana.

Processo transverso

Formado na união da lâmina com o pedículo do arco vertebral; são as projeções laterais do arco vertebral nas quais se inserem músculos e ligamentos.

Incisuras vertebrais superior e inferior

Depressões localizadas nas superfícies superior e inferior do pedículo do arco vertebral (Figura 15.10).

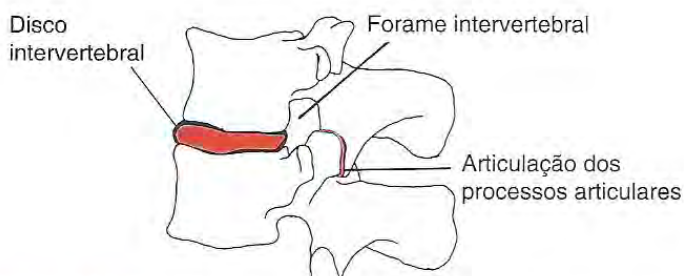


Figura 15.5 Vista lateral de duas vértebras, mostrando o forame intervertebral e a articulação dos processos articulares. Ambos são formados por partes de cada vértebra. Os corpos vertebrais são separados anteriormente pelo disco intervertebral.

Forame intervertebral (Figura 15.5)

Abertura limitada pela incisura vertebral superior da vértebra inferior e a incisura vertebral inferior da vértebra superior.

Processos articulares superior e inferior

São projeções ósseas (superior e inferior) a partir da superfície posterior de cada lâmina do arco. Os processos articulares superiores estão voltados posterior ou medialmente, enquanto os processos articulares inferiores estão voltados anterior ou lateralmente (Figura 15.10).

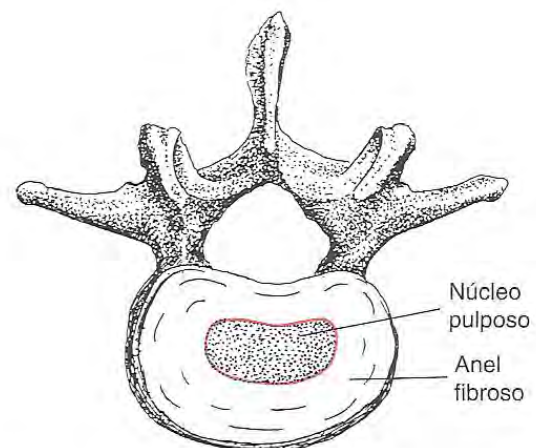
Processo espinhoso

A projeção posterior do arco vertebral; localizada na junção das duas lâminas do arco vertebral. É a estrutura de inserção para muitos músculos e ligamentos e pode ser palpado em toda a extensão da coluna vertebral.

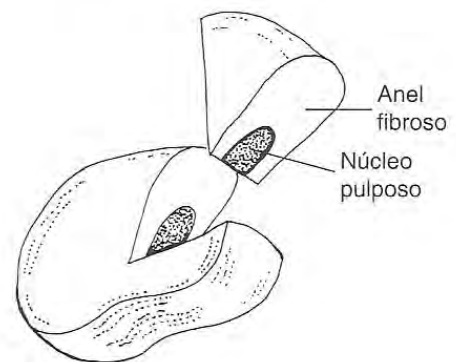
Entre as vértebras há um **disco intervertebral** que se articula com corpos vertebrais adjacentes (Figuras 15.5 e 15.6). Há 23 discos intervertebrais, a partir do espaço entre C II e C III. Sua principal função é absorver e transmitir choques e manter a flexibilidade da coluna vertebral. Os discos intervertebrais constituem aproximadamente 25% do comprimento total da coluna vertebral.

Anel fibroso

A porção externa do disco intervertebral é constituída de vários anéis concêntricos de fibrocartilagem que servem para conter o núcleo pulposo (Figura 15.6).



A



B

Figura 15.6 As duas partes do disco intervertebral. **A.** Em vista superior não é possível ver o núcleo pulposo, porque ele é circundado pelo anel fibroso. A linha vermelha mostra sua localização aproximada. **B.** Em corte longitudinal, pode-se ver a relação entre o anel fibroso e o núcleo pulposo do disco intervertebral.

Núcleo pulposo

Substância gelatinosa pulposa com alto teor de água situada no centro do disco intervertebral (Figura 15.6). Ao nascimento, contém aproximadamente 80% de água, que diminui para menos de 70% aos 60 anos de idade. Esse é um dos motivos pelos quais a altura diminui na idade avançada.

Algumas vértebras apresentam características diferentes e têm de ser identificadas; elas são descritas a seguir.

Atlas (C I)

É a primeira vértebra cervical, na qual está apoiado o crânio (Figura 15.7). Como sustenta a cabeça, recebe o nome do Titã da mitologia grega que sustentava a Terra. O atlas é anular e não tem corpo vertebral nem processo espinhoso.

Arco anterior

A porção anterior de C I.

Áxis (C II)

A segunda vértebra cervical (Figura 15.8) é assim denominada porque forma o pivô que possibilita a rotação do atlas (C I), que sustenta a cabeça.

Dente do áxis

Também denominado *processo odontoide*; grande projeção vertical localizada na parte anterior do áxis. A rotação da cabeça ocorre por sua articulação com o atlas.

CVII

Também conhecida como *vértebra proeminente* em vista de seu processo espinhoso longo e proeminente. Assemelha-se a uma vértebra torácica e pode ser facilmente palpada quando o pescoço está fletido.

Forame transversário

Orifícios ou aberturas no processo transverso de cada vértebra cervical que dão passagem à artéria vertebral (Figuras 15.7 e 15.8).

Fôveas costais

Localizadas nas regiões superolateral e inferolateral dos corpos vertebrais, junto ao arco vertebral, e nos processos transversos das vértebras torácicas (Figura 15.9). É o local de articulação das costelas com as vértebras.

Hemifóvea

Em latim, *hemi* significa “metade”, portanto, é uma fôvea parcial ou meia fôvea; está localizada nas margens superior e

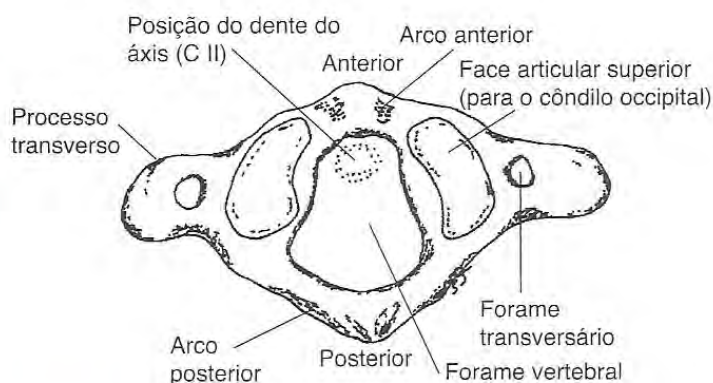


Figura 15.7 Partes da primeira vértebra cervical (C I), também denominada *atlas* (vista superior).

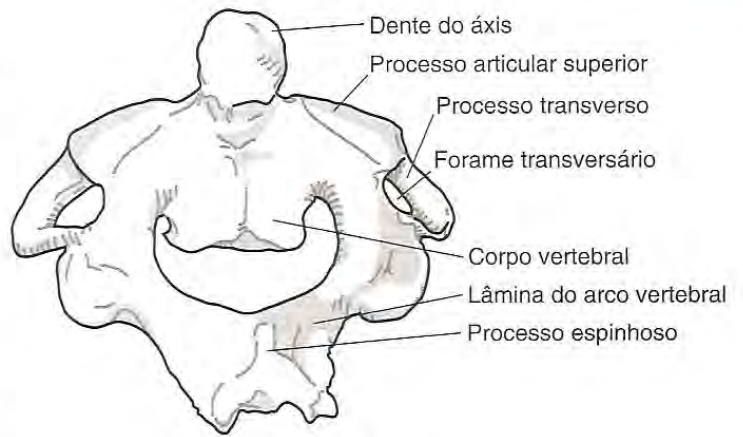


Figura 15.8 As partes da segunda vértebra cervical (C II), também denominada *eixo* (vista posterossuperior).

inferior do corpo vertebral, no local de articulação das costelas com as vértebras torácicas. Dependendo da posição da costela no corpo, pode-se encontrar uma fôvea ou hemifóvea costal nessas margens.

Embora as vértebras cervicais, torácicas e lombares tenham as mesmas partes, existem diferenças entre elas (Figura 15.10; Tabela 15.2).

► Articulações e ligamentos

A região cervical da coluna vertebral começa com duas articulações muito diferentes. A **articulação atlantoccipital** é formada pelos côndilos occipitais que se articulam com as faces articulares superiores do atlas. Essa articulação é forte e sustenta o peso da cabeça. A membrana atlantoccipital anterior é uma extensão do ligamento longitudinal anterior (Figura 15.14A e B), que é um pouco mais delgado superiormente. A membrana tectória é a continuação superior do ligamento longitudinal posterior. Atua como uma alça que sustenta a medula espinal ao passar no canal vertebral. O “ligamento atlantoaxial posterior” segura o peso da cabeça sobre o pescoço. As articulações formadas pelos côndilos occipitais e as faces articulares superiores do atlas são articulações sinoviais elipsóides, com uma membrana sinovial envolvida por uma cápsula articular.

Há três articulações entre o atlas e o eixo, denominadas **articulações atlantoaxiais**. A **articulação atlantoaxial mediana** (Figura 15.11) é uma articulação sinovial entre

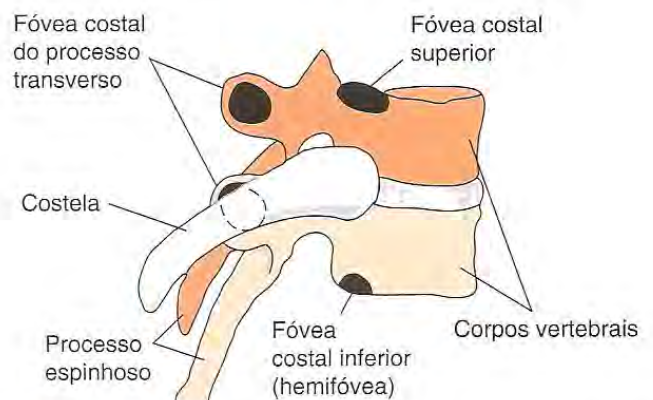


Figura 15.9 Fôveas costais (para articulações com as costelas) das vértebras torácicas (vista lateral).

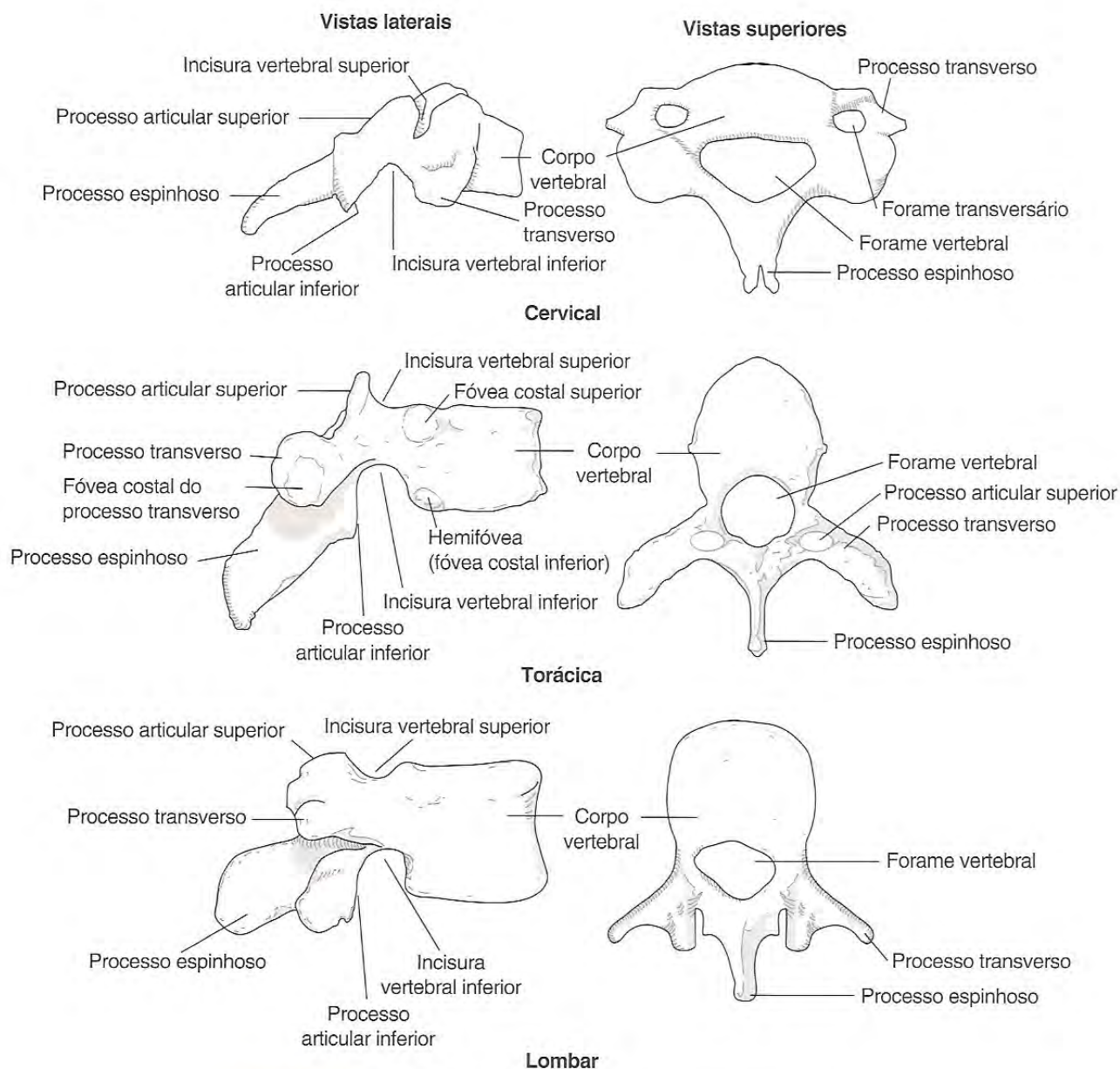


Figura 15.10 Comparação entre as vértebras cervical, torácica e lombar.

Tabela 15.2 Partes da vértebra.

	Cervical	Torácica	Lombar
Tamanho	Menor	Intermediário	Maior
Formato do corpo	Oval, pequeno	Cordiforme, com fôveas para articulação com as costelas	Oval, grande
Forame vertebral	Triangular, grande	Menor	Intermediário
Processo transverso	Forame para a artéria vertebral; dirigido lateralmente	Fôveas para articulação com as costelas; longos, espessos, dirigidos em sentido posterior e lateral	Não há forame ou articulação
Processo espinhoso	Curto, robusto, bífido	Longo, delgado, dirigido em sentido inferior	Espesso, dirigido em sentido posterior
Processo articular superior	Dirigido em sentido superior, medial e posterior	Dirigido em sentido posterior e lateral	Dirigido em sentido posterior
Processo articular inferior	Dirigido em sentido lateral	Dirigido em sentido anterior e medial	Dirigido em sentido anterior
Incisuras vertebrais	Profundidade igual	Incisuras vertebrais inferiores mais profundas	Incisuras vertebrais inferiores mais profundas

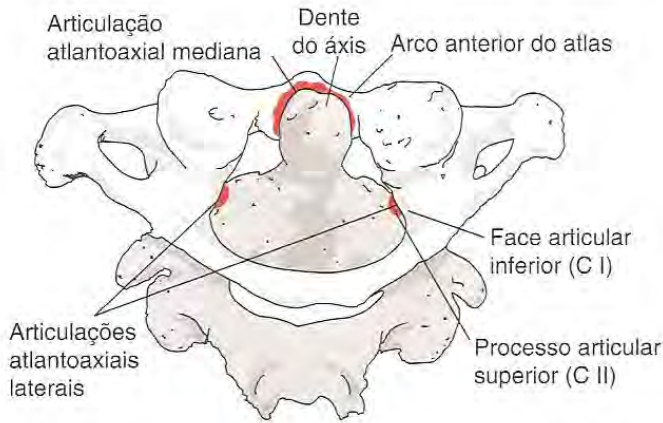


Figura 15.11 A relação da vértebra C1 articulada com C2, mostrando as três articulações atlantoaxiais (vista posterossuperior).

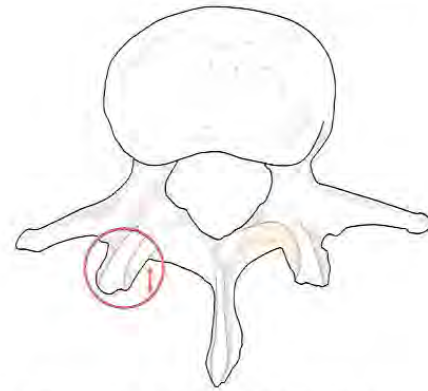
o dente do eixo e o arco anterior do atlas, com o ligamento transverso do atlas situado posteriormente. Há duas cavidades articulares, anterior e posterior, separadas pelo dente do eixo. Cada uma delas é envolvida pela cápsula articular. O “ligamento atlantoaxial anterior” e o “ligamento atlantoaxial posterior”^{*} são continuação dos ligamentos longitudinais anterior e posterior, que se estendem por toda a coluna vertebral. As **articulações atlantoaxiais laterais** estão entre as faces articulares inferiores da massa lateral do atlas e os processos articulares superiores do eixo (Figura 15.11).

As articulações restantes entre C2 até S1 são basicamente iguais. As articulações fortes, que sustentam peso, estão localizadas anteriormente na vértebra, entre os corpos vertebrais. A parte posterior das vértebras tem duas articulações (uma de cada lado), chamadas **articulações dos processos articulares** (também conhecidas como *articulações zigapofisais*; Figura 15.5).

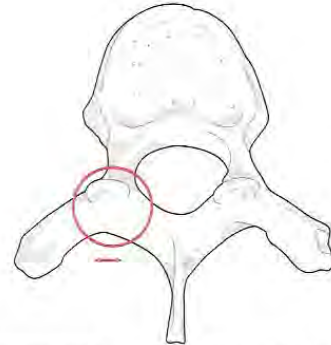
As articulações dos processos articulares são formadas entre os processos articulares superiores da vértebra inferior e os processos articulares inferiores da vértebra superior. São articulações sinoviais que têm uma membrana sinovial e são envolvidas por uma cápsula articular. Cada vértebra tem dois processos articulares superiores e dois inferiores. Portanto, cada vértebra apresenta duas articulações dos processos articulares em cada lado. A orientação desses processos articulares determina principalmente o tipo e o grau de movimento possível (Figura 15.12) nessa região da coluna vertebral.

Enquanto os processos articulares na região lombar estão orientados no plano sagital, os processos articulares na região torácica estão no plano frontal. Assim, a maior parte da flexão e extensão da coluna vertebral ocorre na região lombar, e a maior parte da rotação e da flexão lateral ocorre na região torácica da coluna vertebral (Figura 15.13). A articulação entre as costelas e as vértebras também contribui para a ausência de flexão e extensão na região torácica da coluna vertebral. Como os processos articulares estão em posição diagonal entre os planos sagital e frontal, a região cervical da coluna vertebral tem alto grau de amplitude de movimento nos três planos.

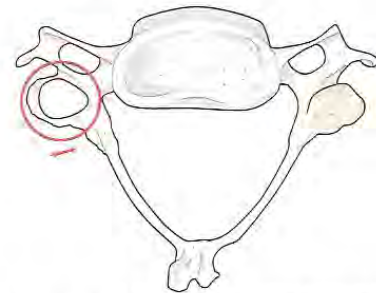
Muitos ligamentos mantêm essas vértebras unidas (Figura 15.14). O **ligamento longitudinal anterior** estende-se ao longo da coluna vertebral aderido à superfície ante-



A orientação lombar é no plano sagital



A orientação torácica é no plano frontal



A orientação cervical é triplanar (sagital, frontal, horizontal)

Figura 15.12 Comparação da orientação do processo articular superior (em círculos) nas vértebras cervicais, torácicas e lombares (vista superior).

rior dos corpos vertebrais e tende a impedir a hiperextensão excessiva. A parte superior é delgada e a parte inferior, que se fixa ao sacro, é espessa. É encontrado nas regiões torácica e lombar da coluna vertebral em posição imediatamente profunda à aorta. O **ligamento longitudinal posterior** estende-se ao longo da superfície posterior dos corpos vertebrais, dentro do canal vertebral. Sua função é impedir a flexão excessiva. A parte superior, que ajuda a sustentar o crânio, é mais espessa. A parte inferior é delgada, o que contribui para a instabilidade e o aumento das lesões de disco intervertebral na região lombar da coluna vertebral. O **ligamento supraespinal** estende-se desde a sétima vértebra cervical até a face dorsal do sacro, mantendo-se fixo, ao longo das extremidades dos processos espinhosos das vértebras. O **ligamento interespinal** encontra-se entre processos espinhosos sucessivos. O ligamento nuchal, muito espesso, ocupa o lugar correspondente dos ligamentos supraespinal e interespinal na região cervical da coluna vertebral (Figura 15.15). O **ligamento amarelo** une as lâminas de arcos vertebrais de vértebras adjacentes (superior e inferior).

A região lombar da coluna vertebral é a que mais sofre lesão no corpo humano. Absorve a maior parte do peso cor-

^{*} N.R.T.: A Terminologia Anatômica (2001) não menciona os ligamentos atlantoaxiais anterior e posterior.

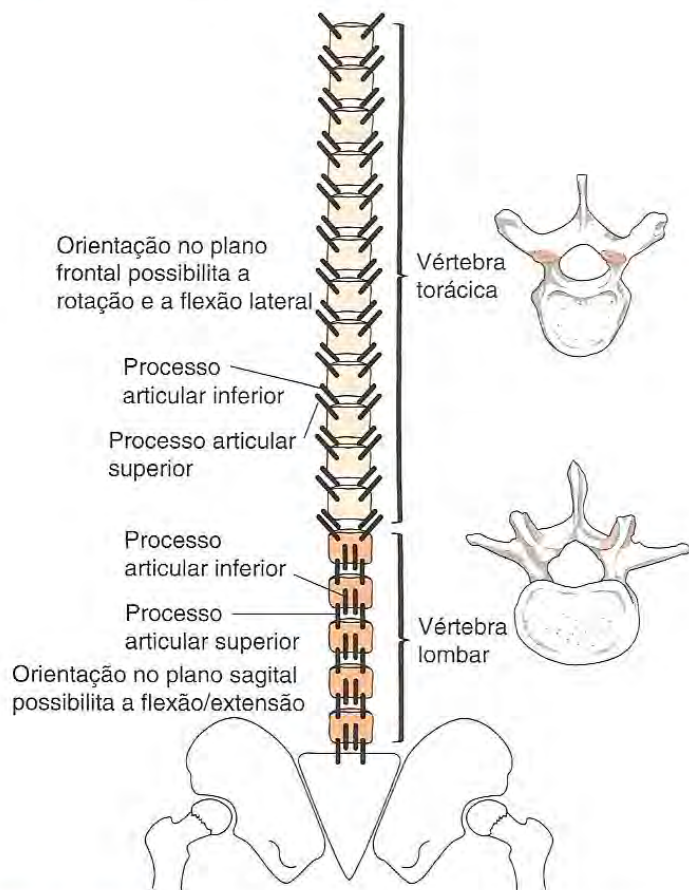


Figura 15.13 A orientação das facas articulares dos processos articulares determina o tipo de movimento possível (vista posterior).

poral além de todo peso que possamos carregar. O centro de gravidade está localizado anterior à segunda vértebra sacral. A maior parte do movimento da região lombar ocorre entre L IV e L V e entre L V e S I; a maior parte das hérnias de disco intervertebral ocorre nesses dois níveis.

O movimento da região torácica da coluna vertebral é muito menor que o das regiões cervical e lombar por causa da sua participação na formação da caixa torácica. O formato dos corpos vertebrais e o comprimento dos processos espinhosos também limitam o movimento torácico.

A região cervical move-se livremente e, ao contrário da região lombar, não tem a função de distribuir o peso. A região cervical sustenta a cabeça e possibilita liberdade de movimento da cabeça e do pescoço, a passagem da medula espinal pelo canal vertebral, além de tornar possível a passagem dos grandes vasos sanguíneos no crânio.

► Músculos do pescoço e do tronco

São muitos os músculos do pescoço e do tronco, e geralmente são divididos em músculos anteriores e posteriores em relação à coluna vertebral (Tabela 15.3). (O músculo quadrado do lombo é a única exceção; ocupa posição no plano frontal, lateralmente à coluna vertebral e, portanto, não é anterior nem posterior.) A importância clínica da localização anterior ou posterior está relacionada com a função. Como na maioria das outras articulações móveis, os músculos anteriores têm a função de flexão e os músculos posteriores, de extensão. Apenas os músculos clinicamente importantes do ponto de vista dos exercícios serão apresentados aqui. Outros músculos serão resumidos em quadros e ilustrações.

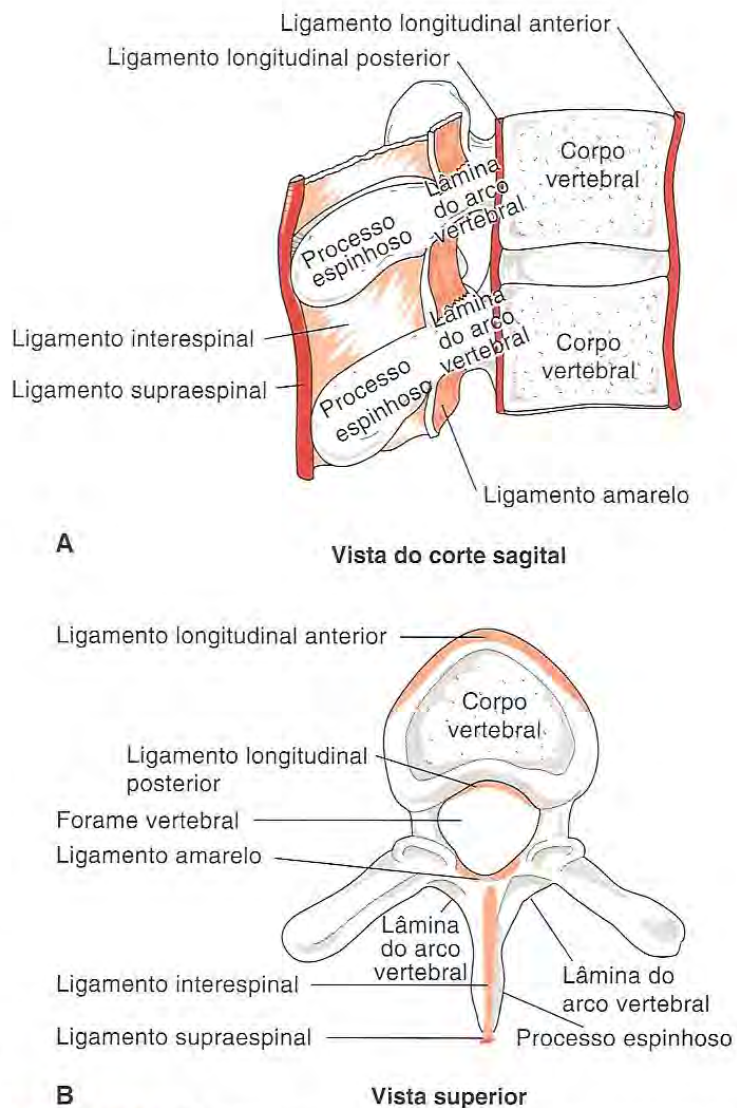


Figura 15.14 Os ligamentos vertebrais. **A.** A vista em corte sagital mostra os ligamentos dentro e fora do canal vertebral.* **B.** A vista superior mostra as fixações dos ligamentos na vértebra.

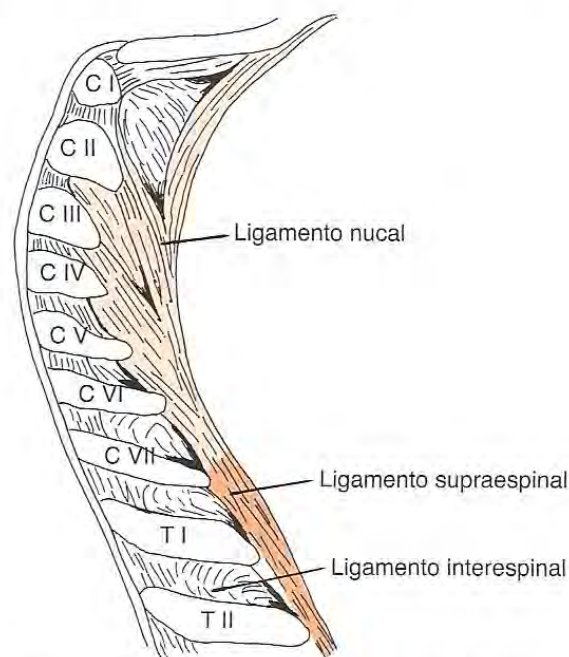


Figura 15.15 O ligamento nucal está na região cervical; é a continuação do ligamento supraespinal encontrado nas demais regiões da coluna vertebral (vista lateral).

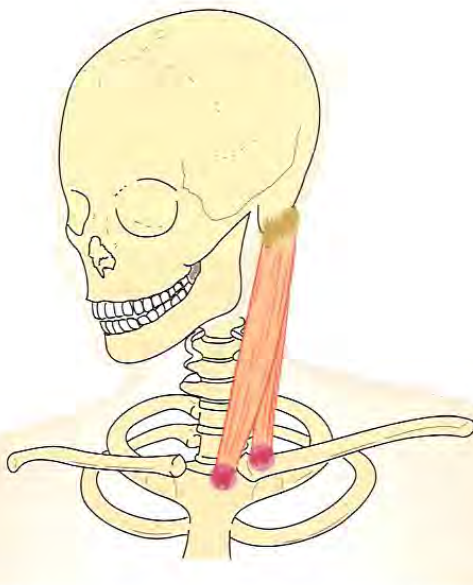
* N.R.T.: O canal vertebral é formado pela sequência de forames vertebrais.

Tabela 15.3 Músculos vertebrais.

	Pescoço	Tronco
Anterior	M. esternocleidomastóideo Mm. escalenos (3) Grupo pré-vertebral (4)	M. reto do abdome M. oblíquo externo do abdome M. oblíquo interno do abdome M. transverso do abdome
Posterior	M. eretor da espinha (3) M. esplênio da cabeça M. esplênio do pescoço Mm. suboccipitais (4)	M. eretor da espinha (3) Mm. transversoespiniais (3) Mm. interespinais Mm. intertransversários M. quadrado do lombo
Lateral		

▪ Músculos da região cervical da coluna vertebral

De modo geral, os músculos localizados anteriormente às vértebras cervicais são os flexores do pescoço. O maior flexor, o **músculo esternocleidomastóideo**, é um músculo longo, superficial e estreito, semelhante a uma faixa, que se origina como duas partes, da extremidade esternal da clavícula e do manúbrio do esterno (Figura 15.16). Segue em sentido superior e posterior até a sua inserção no processo mastoide do osso temporal. A contração bilateral flexiona o pescoço; a contração unilateral faz a flexão lateral do pescoço e a rotação da cabeça para o lado oposto. Por exemplo, a contração do músculo esternocleidomastóideo direito causa a rotação da cabeça e do pescoço para olhar sobre o ombro esquerdo. Portanto, roda para o lado oposto. Como está inserido no crânio, pode afetar o movimento da cabeça. Observando a linha de tração do músculo lateralmente (posterior ao eixo articular), pode-se verificar que, além de fletir o pescoço, o músculo esternocleidomastóideo também pode hiperestender a cabeça. Isso acentua a posição de “cabeça protrusa” comum na má postura. Para neutralizar essa ação, deve-se sempre

**Figura 15.16** O músculo esternocleidomastóideo (vista anterior).

“encostar o mento no peito” antes de executar atividades como exercícios abdominais.

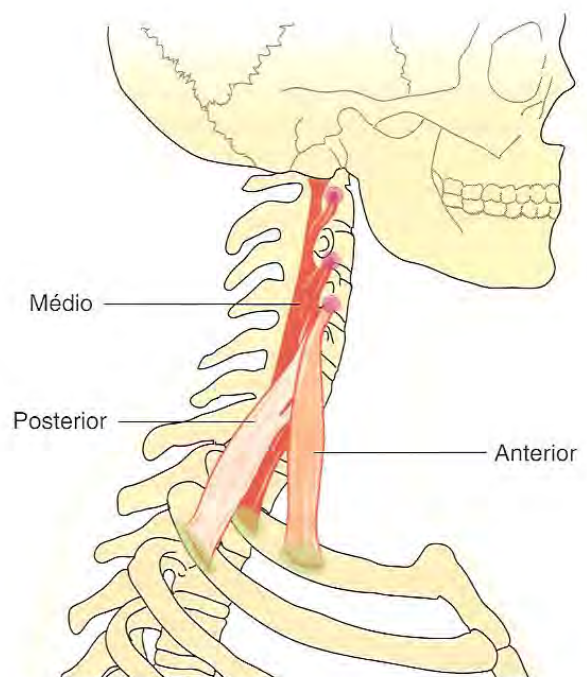
Músculo esternocleidomastóideo

- O** Esterno e clavícula
- I** Processo mastoide
- A** Bilateral: flexão do pescoço, hiperextensão da cabeça
Unilateral: flexão lateral do pescoço; rotação da cabeça para o lado oposto
- N** Nervo acessório (nervo craniano XI); segundo e terceiro nervos espinais cervicais

Os três **músculos escalenos** (Figura 15.17) localizam-se profundamente ao músculo esternocleidomastóideo. O **músculo escaleno anterior** insere-se proximalmente nos processos transversos de C III-C VI e insere-se distalmente na superfície superior da primeira costela. O **músculo escaleno médio** insere-se proximalmente nos processos transversos de C II-C VII; também se insere distalmente na superfície superior da primeira costela. O **músculo escaleno posterior**, o menor e mais profundo, insere-se proximalmente nos processos transversos de C V-C VII e insere-se distalmente na segunda costela. Como todos executam a mesma ação e estão localizados próximos, não é necessário diferenciá-los. Localizados lateralmente no pescoço, eles são muito eficazes na flexão lateral da região cervical. Como estão muito próximos da coluna vertebral, são apenas auxiliares na flexão.

Músculos escalenos

- O** Processos transversos das vértebras cervicais
- I** Primeira e segunda costelas
- A** Bilateral: auxiliar na flexão do pescoço
Unilateral: flexão lateral do pescoço
- N** Nervos espinais cervicais inferiores

**Figura 15.17** Os três músculos escalenos (vista lateral).

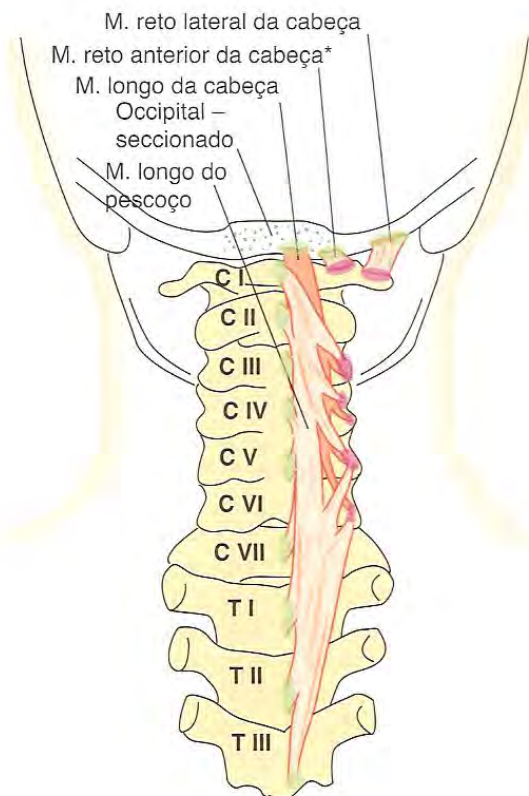


Figura 15.18 Os músculos pré-vertebrais (vista anterior). Observe que a parte anterior do crânio foi cortada para mostrar as inserções no occipital.

Há um grupo anterior de músculos frequentemente referidos como **músculos pré-vertebrais**. Ocupam posição profunda e seguem ao longo da superfície anterior das vértebras cervicais (Figura 15.18). Esses músculos participam tanto da flexão do pescoço quanto da cabeça. Em vista do pequeno tamanho em relação a outros músculos flexores da cabeça, talvez seu principal papel seja manter o controle postural e “encostar o mento no peito”. A Tabela 15.4 resume suas localizações e ações.

Vários pequenos músculos do pescoço atuam como âncoras para o hioide e a língua. Com exceção do platisma, esses músculos são ilustrados nas Figuras 15.19 a 15.21. O hioide é especial porque não tem articulação óssea. Age como um suporte primário da língua e de seus numerosos músculos. A influência desses músculos sobre os movimentos da região cervical da coluna vertebral é, no máximo, auxiliar. Esses músculos aproximam-se da base do crânio vindos de todas as direções. A Tabela 15.5 resume as ações desses músculos.

* N.R.T.: Segundo a Terminologia Anatômica (2001), esses músculos retos da cabeça são incluídos no grupo suboccipital.

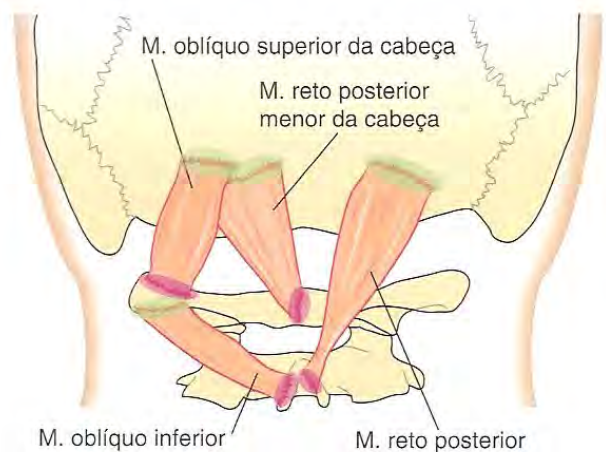


Figura 15.19 Músculos suboccipitais (vista posterior).

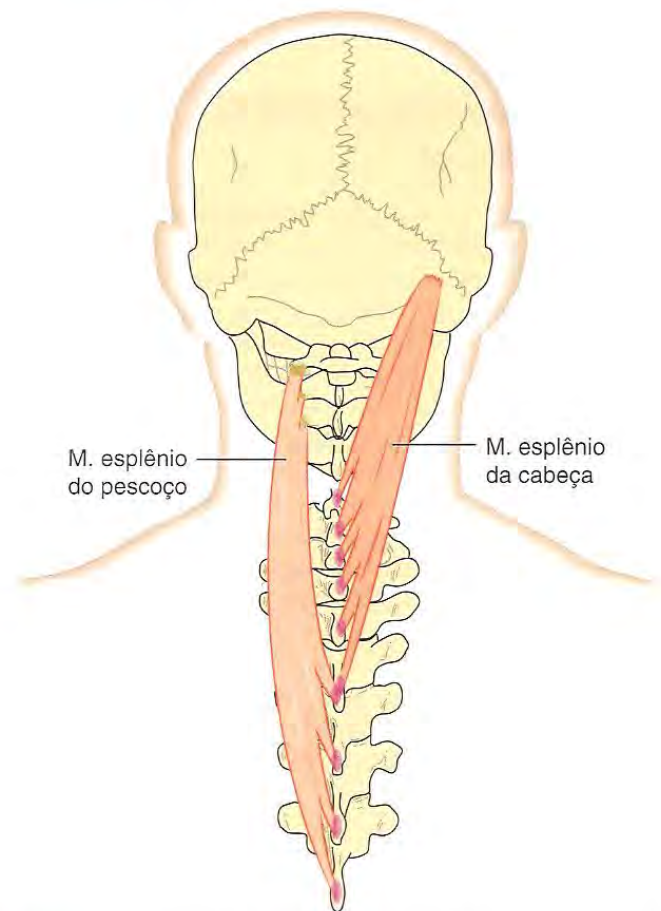


Figura 15.20 Músculos esplênios da cabeça e do pescoço (vista posterior).

Os **músculos suboccipitais** estão agrupados inferoposteriormente à base do crânio e movem somente a cabeça (Figura 15.19). Os músculos agem juntos para estender a cabeça, com um movimento de balanço dos côndilos occipi-

Tabela 15.4 Músculos pré-vertebrais (anteriores).

Músculo	Inserção proximal	Inserção distal	Ação
Longo do pescoço	Corpos vertebrais e processos transversos de C III-T II	Processos transversos e corpos vertebrais de C I-C VI	Flexão do pescoço
Longo da cabeça	Processos transversos de C III-C VI	Osso occipital	Flexão da cabeça
Reto anterior da cabeça	Atlas (C II)	Osso occipital	Flexão da cabeça
Reto lateral da cabeça	Massa lateral do atlas	Osso occipital	Flexão lateral da cabeça

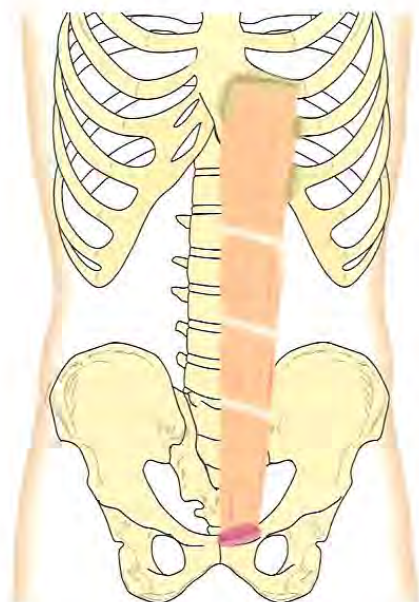


Figura 15.21 Músculo reto do abdome (vista anterior). Observe que o músculo é mostrado apenas do lado esquerdo.

tais sobre o atlas, ou como pivô, rodando o crânio e o atlas em torno do dente do eixo. A Tabela 15.6 apresenta um resumo desses músculos.

Os músculos localizados mais superficialmente ao longo da superfície posterior da coluna vertebral formam o **músculo eretor da espinha**, o que será comentado adiante, com mais detalhes, com os músculos do tronco. Esses músculos proporcionam um controle postural sobre a tração gravitacional da cabeça na flexão; atuam como extensores para mover a cabeça de volta para trás (extensão) a partir da posição de flexão. Os

Tabela 15.5 Músculos da boca e osso hioide.

Grupo	Músculo	Ação
Cervical superficial	Platisma	Movimenta o lábio inferior para baixo e lateralmente, tensionando a pele do pescoço
Supra-hióideo	Digástrico	Eleva o osso hioide e/ou a língua
	Estilo-hióideo	—
	Milo-hióideo	—
	Gênio-hióideo	—
Infra-hióideo	Esterno-hióideo	Abaixa o osso hioide
	Esternotireóideo	—
	Tíreo-hióideo	—
	Omo-hióideo	—

Tabela 15.6 Músculos suboccipitais (posteriores).

Músculo	Localização	Movimento da cabeça
Oblíquo superior da cabeça	Posterior	Extensão
Oblíquo inferior da cabeça	Posterior	Extensão, flexão lateral, rotação para o mesmo lado
Reto posterior menor da cabeça	Posterior	Extensão
Reto posterior maior da cabeça	Posterior	Extensão, flexão lateral, rotação para o mesmo lado

músculos mais profundos do dorso (transversoespiniais, interespiniais e intertransversários) também serão descritos na seção sobre o tronco, onde está localizada a maioria desses músculos.

Os **músculos esplênio da cabeça e esplênio do pescoço** estão situados profundamente ao músculo eretor da espinha. Como indicam seus nomes, eles se inserem no crânio e na coluna vertebral. O músculo esplênio da cabeça é o mais superficial dos dois. Ambos inserem-se nos processos espinhosos das vértebras cervicais inferiores e torácicas superiores, e dirigem-se superolateralmente até a parte lateral do osso occipital (esplênio da cabeça) e os processos transversos das vértebras cervicais superiores (esplênio do pescoço), respectivamente (Figura 15.20). Quando esses músculos se contraem unilateralmente, realizam rotação e flexão lateral da cabeça e do pescoço para o mesmo lado. Entretanto, quando ocorre a contração bilateral, eles estendem o pescoço, e o músculo esplênio da cabeça estende especificamente a cabeça.

Músculo esplênio da cabeça

- O** Metade inferior do ligamento nuchal; processos espinhosos de C VII-T III
- I** Parte lateral do osso occipital; processo mastoide
- A** Bilateral: extensão da cabeça e do pescoço
Unilateral: rotação e flexão lateral da cabeça para o mesmo lado
- N** Nervos espinais cervicais médios e inferiores

Músculo esplênio do pescoço

- O** Processos espinhosos de T III-T VI
- I** Processos transversos de C I-C II
- A** Bilateral: extensão do pescoço
Unilateral: rotação e flexão lateral do pescoço para o mesmo lado
- N** Nervos espinais cervicais médios e inferiores

Vale notar que a parte descendente do músculo trapézio e o músculo levantador da escápula podem auxiliar os músculos esplênios da cabeça e do pescoço em determinadas situações. Quando a escápula está fixa, pode haver inversão da ação desses músculos auxiliares. Em vez de moverem a escápula em direção à cabeça e pescoço, a cabeça e o pescoço movem-se em direção à escápula.

Músculos do tronco

O músculo **reto do abdome** estende-se ao longo da superfície anterior do tronco. Os dois lados são separados pela linha alba, de posição mediana do corpo. O músculo reto do abdome insere-se inferiormente na crista púbica e superiormente nas cartilagens costais da quinta, sexta e sétima costelas e no esterno. Três interseções tendíneas dividem o músculo horizontalmente em partes menores (Figuras 15.21 e 15.22). Localizado ao lado da linha mediana anterior, o músculo reto do abdome é um forte flexor do tronco que, com os outros músculos anteriores do tronco, comprime o conteúdo da cavidade abdominal.

Note que ao fazer exercícios abdominais o tronco move-se em direção aos quadris. Os músculos flexores do quadril, em uma inversão da ação do músculo, também participam

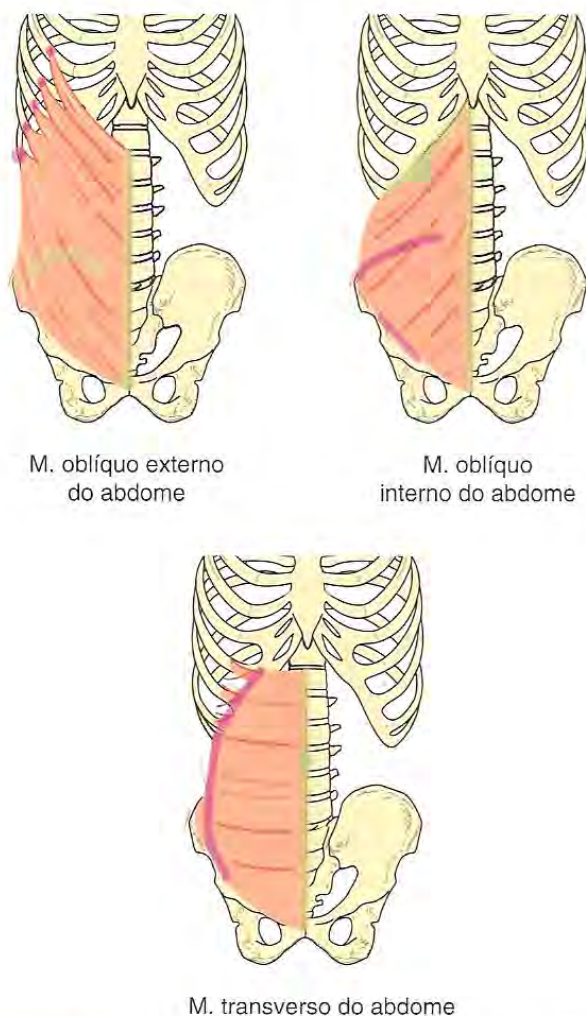


Figura 15.22 As três camadas de músculos abdominais (vista anterior). O músculo oblíquo externo do abdome é superficial, o músculo oblíquo interno do abdome está sob ele e o músculo transverso do abdome é a camada mais profunda.

do exercício abdominal se os “tornozelos” ou as pernas estiverem fixados no solo. Portanto, se o objetivo é fortalecer os músculos abdominais (não os músculos flexores do quadril), os quadris e joelhos devem estar fletidos e os “tornozelos” não devem ser mantidos fixos no solo. A flexão dos quadris e dos joelhos encurta os músculos flexores do quadril, diminuindo sua eficiência. Os músculos flexores do quadril não atuam quando há inversão da ação muscular e o segmento distal (pés ou pernas) não estão estabilizados (fixados no solo).

Músculo reto do abdome

O Púbis

Processo xifoide do esterno e cartilagens costais da quinta, sexta e sétima costelas

A Flexão do tronco; compressão do abdome

N Do sétimo ao décimo segundo nervos intercostais

O **músculo oblíquo externo do abdome** é um músculo plano, largo e grande (Figura 15.22) em posição superficial na região anterolateral do abdome. Insere-se lateralmente nas oito costelas inferiores e dirige-se inferomedialmente até se inserir na crista ilíaca e, por meio da aponeurose abdominal, na linha alba. Juntas, as fibras dos músculos oblíquos externos esquerdo e direito têm o formato da letra V. A contração bilateral desses músculos realiza flexão do tronco e comprime o

conteúdo da cavidade abdominal. Na contração unilateral, o músculo oblíquo externo do abdome realiza flexão do tronco para o mesmo lado e roda-o para o lado oposto. Isso significa que o músculo oblíquo externo direito roda o lado direito do tronco em direção à linha mediana do corpo. Visualize o movimento do ombro direito para frente e para a esquerda.

O **músculo oblíquo interno** do abdome ocupa posição mais profunda e tem direção perpendicular ao músculo oblíquo externo do abdome. Insere-se no ligamento inguinal, na crista ilíaca e na aponeurose toracolombar. Depois dirige-se superiormente até se inserir nas últimas três costelas e, por meio da aponeurose abdominal, na linha alba (Figura 15.22). Juntas, as fibras dos músculos oblíquos internos esquerdo e direito têm o formato de uma letra V invertida. Do mesmo modo que o músculo oblíquo externo do abdome, a contração bilateral realiza flexão do tronco e comprime o conteúdo da cavidade abdominal. A contração unilateral faz a flexão lateral do tronco para o mesmo lado. No entanto, o músculo oblíquo interno do abdome tem ação inversa na rotação, rodando o tronco para o mesmo lado. Isso significa que o músculo oblíquo interno direito roda o lado direito do tronco em direção oposta à linha mediana do corpo. Visualize o movimento do ombro direito para trás e para a direita. Portanto, os músculos oblíquo externo direito e oblíquo interno esquerdo são agonistas na rotação do tronco para a esquerda. Durante a mesma ação, o músculo oblíquo externo esquerdo e o músculo oblíquo interno direito são antagonistas.

Músculo oblíquo externo do abdome

O Oito costelas inferiores, lateralmente

Crista ilíaca e linha alba

A Bilateral: flexão do tronco; compressão do abdome
Unilateral: flexão lateral; rotação para o lado oposto

N Oitavo ao décimo segundo nervos intercostais, nervos ílio-hipogástrico e ilioinguinal

Músculo oblíquo interno do abdome

O Ligamento inguinal, crista ilíaca, aponeurose toracolombar

Décima, décima primeira e décima segunda costelas; linha alba

A Bilateral: flexão do tronco; compressão do abdome
Unilateral: flexão lateral; rotação para o mesmo lado

N Oitavo ao décimo segundo nervos intercostais, nervos ílio-hipogástrico e ilioinguinal

O mais profundo dos músculos do abdome é o **músculo transverso do abdome**, situado profundamente ao músculo oblíquo interno. É assim denominado em razão da direção transversal (horizontal) de suas fibras musculares. Insere-se na porção lateral do ligamento inguinal, na crista ilíaca, na aponeurose toracolombar e nas últimas seis costelas. Tem direção horizontal e se insere, por meio da aponeurose abdominal, na linha alba (Figura 15.22). Uma vez que a linha de tração das suas fibras é horizontal, não tem participação efetiva no movimento do tronco; porém, atua com os outros músculos do abdome para comprimir e sustentar o conteúdo da cavidade abdominal. Isso é importante em atividades como tosse, espirro, risada, expiração forçada e “contração expulsiva” durante o parto ou a defecação.

Músculo transverso do abdome

O Ligamento inguinal, crista ilíaca, aponeurose toracolombar e últimas seis costelas

I Linha alba

A Compressão do abdome

N Sétimo ao décimo segundo nervos intercostais, nervos ílio-hipogástrico e ílioinguinal

Há diversos grupos de músculos posteriores, que estão resumidos na Tabela 15.7. Algumas afirmações genéricas podem ser feitas acerca de suas inserções e ações (Figura 15.23). De modo geral, os músculos que se estendem de um processo espinhoso a outro processo espinhoso têm linha de tração vertical; portanto, são extensores. Por estarem localizados na linha mediana do corpo, há apenas um grupo deles. Os músculos que se estendem de um processo transverso a outro têm uma linha vertical de tração lateral à linha mediana. Quando agem unilateralmente realizam flexão lateral; quando agem bilateralmente, eles auxiliam a extensão do tronco. Os músculos que se dirigem de uma costela a outra têm a mesma linha de tração que os músculos inseridos entre os processos transversos. Por serem mais laterais, os músculos que se inserem nas costelas são ainda mais eficazes na flexão lateral do tronco. Os músculos que se estendem do processo espinhoso ao processo transverso ou do processo transverso ao processo espinhoso têm uma linha oblíqua de tração e, portanto, realizam extensão do tronco na ação bilateral e rotação na ação unilateral. Desses, os músculos curtos são mais eficazes na rotação e os músculos longos, na extensão.

A camada média dos músculos extensores do tronco é formada por um grupo de músculos que forma o **músculo eretor da espinha**, às vezes denominados *grupo muscular sacroespinal*. Esse grupo muscular pode ser subdividido em três grupos que tendem a seguir paralelamente à coluna vertebral e que se inserem em processos espinhosos e processos transversos de vértebras e em costelas (Figura 15.24). O grupo medial são os **músculos espinais**, que se inserem basicamente no ligamento nucal e nos processos espinhosos das vértebras cervicais e torácicas. A porção desse grupo que se insere no occipital também se insere nos processos transversos das vértebras cervicais. Localizados junto à linha mediana, esses músculos são agonistas primários na extensão do tronco.

Tabela 15.7 Músculos posteriores do tronco.

Inserções	Ação	Músculos
Processo espinhoso a processo espinhoso	Extensão	Espinal (EE)
		Interespiniais
Processo transverso a processo transverso	Extensão, flexão lateral	Longuíssimo (EE)
		Intertransversários
Processo espinhoso a processo transverso	Extensão, rotação	Esplênio do pescoço (ET)
Processo transverso a processo espinhoso	Extensão, rotação	Semiespinal (TE)
		Multífido (TE)
		Rotadores (TE)
Processo transverso a costela, ou costela a costela	Extensão, flexão lateral	Iliocostal (EE)

EE, músculo eretor da espinha; TE, músculo transversoespinal; ET, músculo espinotransversal.

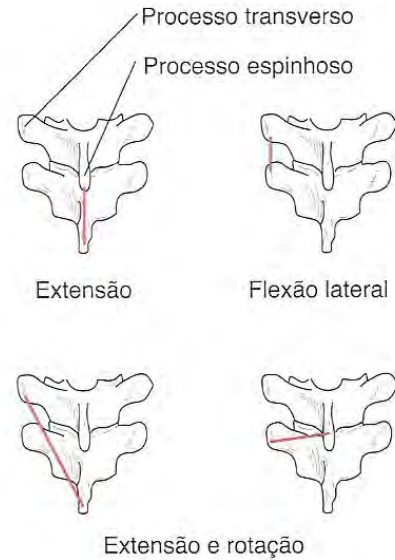


Figura 15.23 A linha de tração determina a ação do músculo, conforme a explicação resumida dos músculos posteriores do tronco.

Lateralmente aos músculos espinais, há o **grupo dos músculos longuíssimos**, que se insere no osso occipital e nos processos transversos das vértebras, desde a região cervical até o sacro. Como a posição desses músculos é lateral à linha mediana e a linha de tração é vertical, sua contração unilateral causa flexão lateral e a contração bilateral, extensão.

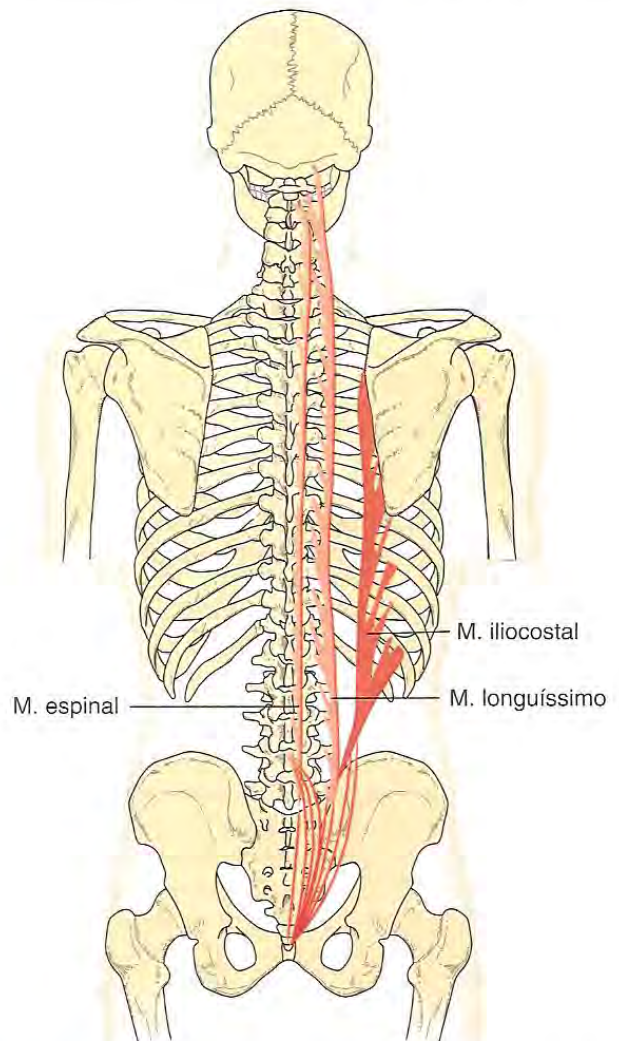


Figura 15.24 As três partes do grupo do músculo eretor da espinha (vista posterior).

Os **músculos iliocostais** são o grupo mais lateral, com inserção principalmente na parte posterior das costelas. Superiormente, eles se inserem em processos transversos, de vértebras cervicais e, inferiormente, no sacro e no ílio. Em razão da posição mais lateral, esses músculos são excelentes na flexão lateral. Na contração bilateral são extensores eficazes. Esses três grupos de músculos formam, como dito anteriormente, o *músculo eretor da espinha*; portanto, estão resumidos como um grupo. No entanto, vale notar que as fibras superiores dos músculos espinal e longuíssimo se inserem no occipital e, portanto, participam da extensão da cabeça em relação ao pescoço.

Músculo eretor da espinha

- O** Processos espinhosos, processos transversos e parte posterior das costelas desde o occipital até o sacro e o ílio
- I** Processos espinhosos, processos transversos e parte posterior das costelas desde o occipital até o sacro e o ílio
- A** Bilateral: extensão da cabeça, do pescoço e do tronco
Unilateral: flexão lateral do pescoço e do tronco
- N** Nervos espinais

Os músculos extensores mais profundos do dorso são os três que constituem o **grupo de músculos transversoespinais** (Figura 15.25). Os nomes devem-se às suas inserções. Eles têm uma linha de tração oblíqua e se estendem basicamente de um processo transverso ao processo espinhoso de uma vértebra acima; portanto, são muito eficazes na rotação do tronco. Os *músculos semiespinais* tendem a cruzar cinco vértebras ou mais; os *músculos multifidos* tendem a cruzar de duas a quatro vértebras; e os *músculos rotadores*, os mais curtos e mais profundos desse grupo, transpõem apenas uma vértebra. Esses músculos rodam para o lado oposto e estendem a coluna vertebral. Os músculos semiespinais são os mais superficiais desse grupo. Os músculos multifidos estão subjacentes a eles, e os músculos rotadores são os mais profundos.

Músculos transversoespinais

- O** Processos transversos
- I** Processos espinhosos da vértebra acima
- A** Bilateral: extensão do pescoço e do tronco
Unilateral: rotação do pescoço e do tronco para o lado oposto
- N** Nervos espinais

Assim como o grupo dos músculos transversoespinais, esses próximos dois músculos estão localizados em posição profunda, mas têm uma linha de tração vertical, não oblíqua. Portanto, devem ser considerados separadamente. Os nomes dos músculos interespiniais e intertransversários indicam onde estão inseridos. Os **músculos interespiniais** dirigem-se do processo espinhoso da vértebra inferior até o processo espinhoso da vértebra superior, ao longo da maior parte da coluna vertebral (Figura 15.26). Com essa linha de tração vertical mediana, eles são eficazes extensores. Os **músculos intertransversários** dirigem-se do processo transverso da vértebra inferior até o processo transverso das vértebras superiores ao longo da maior parte da coluna vertebral (Figura 15.27). Eles são eficazes na flexão lateral do tronco.

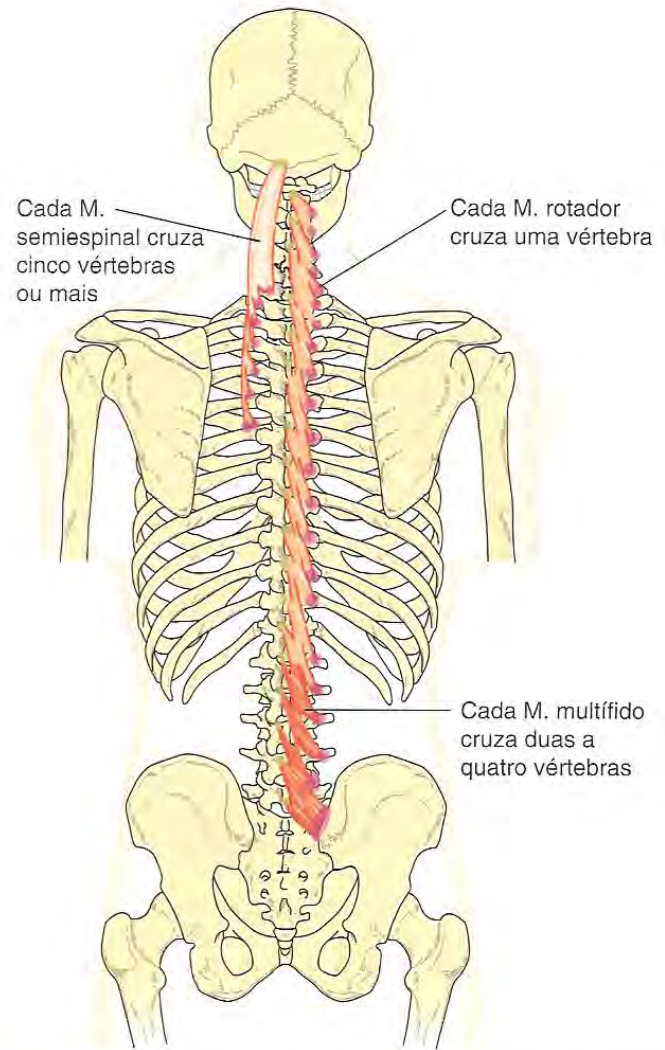


Figura 15.25 Grupo dos músculos transversoespinais (vista posterior). Para fins de ilustração, os músculos são mostrados em diferentes partes da coluna vertebral. Na verdade, todos eles se estendem em camadas ao longo de toda a coluna vertebral.

Músculos interespiniais

- O** Processo espinhoso da vértebra inferior
- I** Processo espinhoso da vértebra superior
- A** Extensão do pescoço e do tronco
- N** Nervos espinais

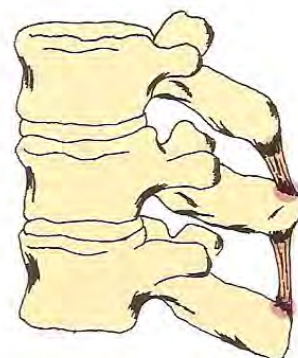


Figura 15.26 Músculos interespiniais (vista lateral).

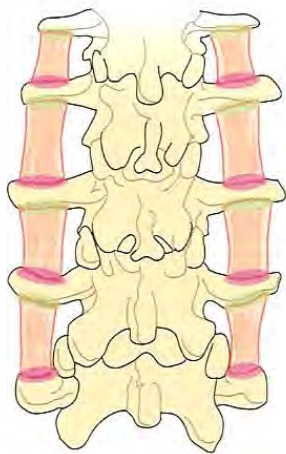


Figura 15.27 Músculos intertransversários (vista posterior).

Músculos intertransversários

- O** Processo transverso da vértebra inferior
- I** Processo transverso da vértebra superior
- A** Flexão lateral do pescoço e do tronco
- N** Nervos espinais

O **músculo quadrado do lombo** é um músculo profundo que se insere inferiormente na crista ilíaca, superiormente na última costela e medialmente nos processos transversos de todas as vértebras lombares (Figura 15.28). Como está localizado ao lado da linha mediana, não tem função de flexão nem de extensão; por ser vertical, não tem papel na rotação. No entanto, a posição lateral em relação à linha mediana torna-o eficaz na flexão lateral do tronco. Ele tem outra função que ocorre quando sua inserção inferior está fixa e ocorre tração em direção à inserção superior (inversão da ação do músculo). A ação é denominada *elevação do quadril*, ou seja, de um lado da pelve. Essa é uma função importante em qualquer pessoa com imobilização cruropodálica ou artrodese do joelho, porque possibilita retirar o pé do chão sem a flexão do joelho.

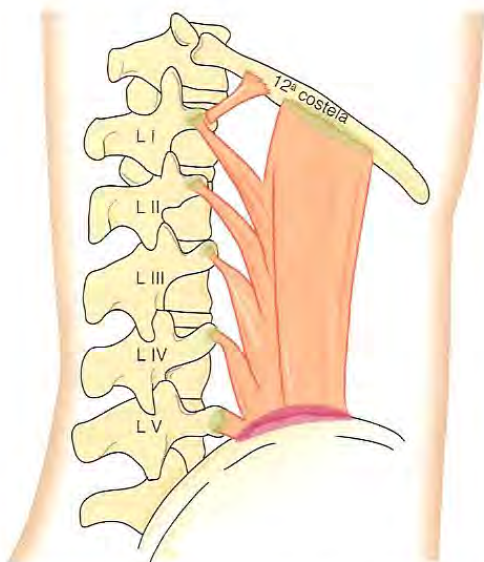


Figura 15.28 O músculo quadrado do lombo (vista lateral).

Músculo quadrado do lombo

- O** Crista ilíaca
- I** Décima segunda costela, processos transversos das cinco vértebras lombares
- A** Flexão lateral do tronco
- N** Décimo segundo nervo espinal torácico e primeiro nervo espinal lombar

Relações anômicas

Observando a região anterior do pescoço, o músculo mais superficial é o platisma, delgado e muito largo (Figura 15.29). Esse músculo cobre uma grande parte das superfícies anterior e lateral do pescoço. Participa da expressão facial e não tem função no pescoço. Sob o platisma, seguindo desde o terço medial da clavícula na direção diagonal laterossuperior até o processo mastoide, posteriormente à orelha, está o músculo esternocleidomastóideo (Figura 15.30). Profundamente ao músculo esternocleidomastóideo estão os músculos infra-hióideos, que se alinham de modo mais vertical na região anterior do pescoço. Os músculos supra-hióideos podem ser observados em uma vista inferior do mento (“queixo”). Os músculos pré-vertebrais são o grupo de músculos mais profundos, junto à coluna vertebral (não visíveis).

Em vista lateral, o platisma cobre o músculo esternocleidomastóideo, exceto a sua metade superior (Figura 15.29). Como o músculo esternocleidomastóideo tem direção diagonal da região posterossuperior até a anteroinferior, ele recobre partes dos músculos infra-hióideos anteriormente e dos três músculos escalenos, mais lateralmente (Figura 15.31). O músculo escaleno posterior não é visível. Posteriormente, o músculo esternocleidomastóideo recobre partes dos músculos levantador da escápula e esplênio da cabeça perto de suas inserções superiores. A parte descendente do músculo trapézio é o músculo mais superficial na região posterior do pescoço.

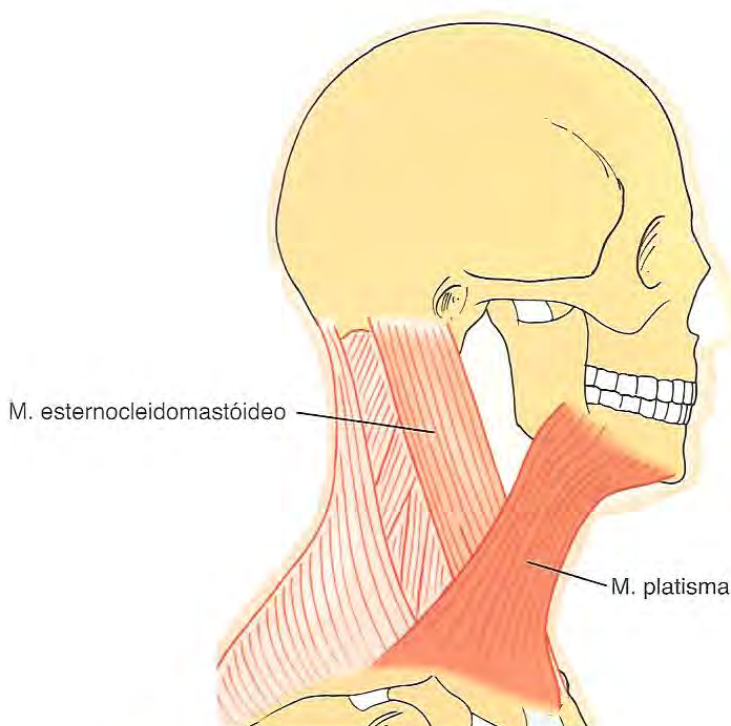


Figura 15.29 Músculo platisma (vista lateral).

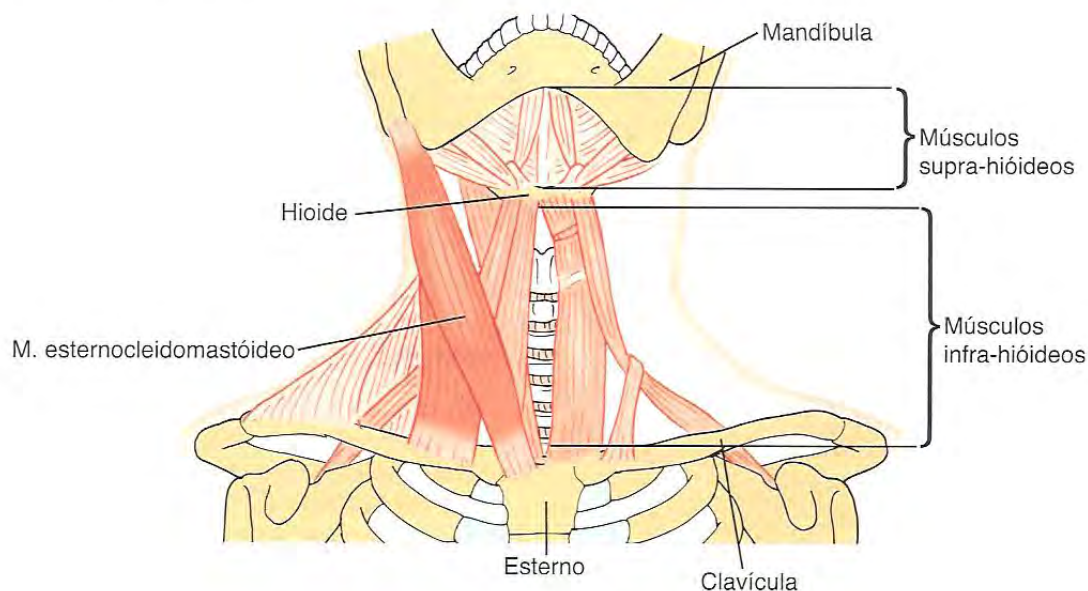


Figura 15.30 Músculos do pescoço (vista anterior).

Há diversas camadas de músculos na região posterior do pescoço (Figura 15.32). Como já foi mencionado, a parte descendente do músculo trapézio é a camada mais superficial (ver Figura 9.12). Na Figura 15.32 esse músculo foi removido para mostrar o músculo esplênio da cabeça cobrindo parcialmente o músculo esplênio do pescoço. Subjacente a esses músculos está o músculo semiespinal do grupo dos músculos transversoespinais. Esse grupo cobre o músculo eretor da espinha (não visível). A camada mais profunda no pescoço inclui os músculos mais curtos: os músculos suboccipitais (junto ao crânio) e os músculos interespiniais e intertransversários. Os músculos interespiniais e intertransversários não são visíveis.

Os músculos do tronco são divididos em músculos anteriores e posteriores. Há quatro camadas de músculos na parede abdominal anterior (Figura 15.33). O músculo reto do abdome é o mais anterior e superficial, e está ao lado da linha

mediana do corpo. O músculo oblíquo externo do abdome é o mais superficial na região lateral da parede abdominal e está ao lado do músculo reto do abdome. Subjacente ao músculo oblíquo externo do abdome está o músculo oblíquo interno do abdome. Por fim, o músculo transverso do abdome é o mais profundo dos músculos da parede anterolateral do abdome; suas fibras seguem na direção horizontal.

Os músculos posteriores do tronco estão localizados profundamente ao cingulo do membro superior e aos músculos

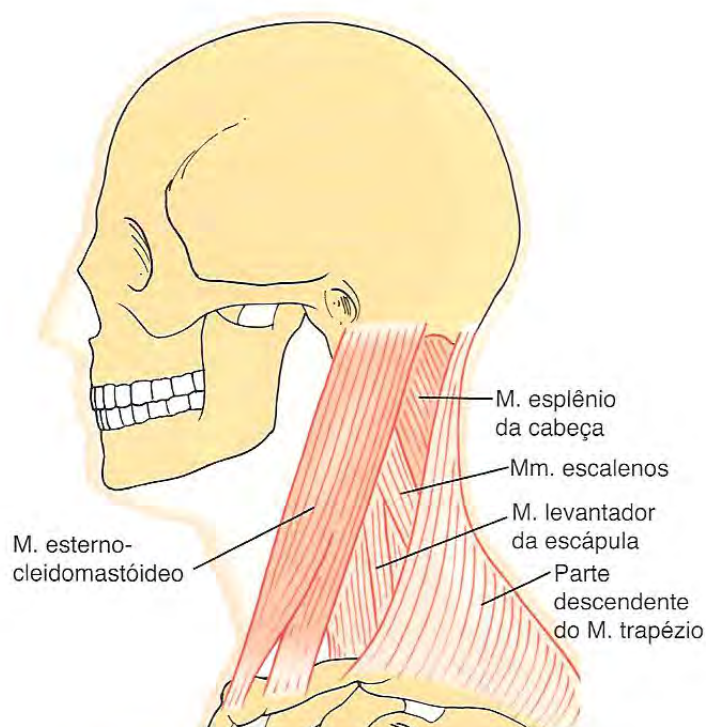


Figura 15.31 Músculos do pescoço (vista lateral).

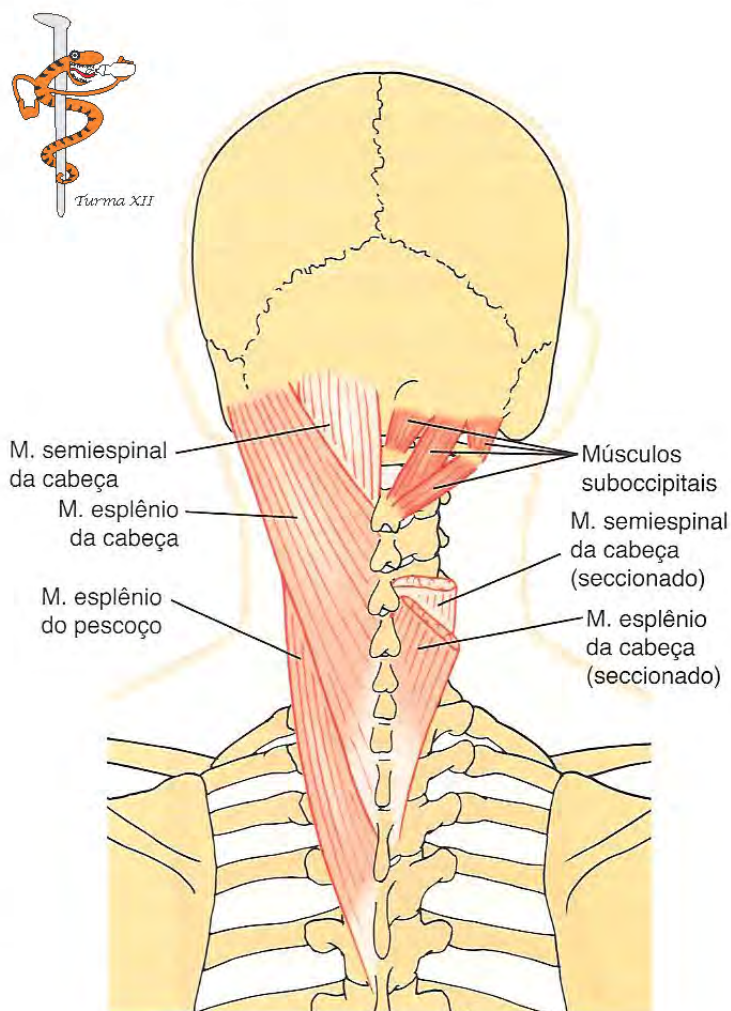


Figura 15.32 Músculos do pescoço (vista posterior).

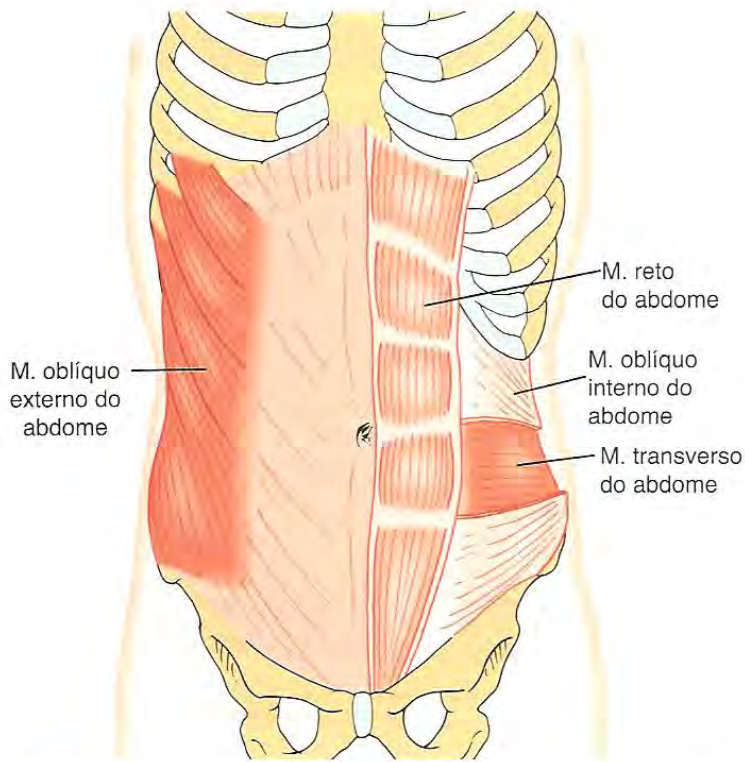


Figura 15.33 Músculos do tronco (vista anterior). Observe que o músculo oblíquo externo do abdome só é mostrado de um lado, e que uma parte do músculo oblíquo interno do abdome foi seccionada para mostrar o músculo transverso do abdome subjacente a ele.

da articulação do ombro (ver Figura 9.21). Como mostra a Figura 15.34, a camada superficial dos músculos posteriores é formada pelo músculo eretor da espinha: músculo iliocostal (coluna lateral), músculo longuíssimo (coluna intermédia) e músculo espinal (coluna medial). Em posição profunda ao

músculo eretor da espinha estão os músculos intrínsecos do dorso que pertencem ao grupo dos músculos transversoespiniais (semiespinais, multifídeos e rotadores). Esses músculos têm direção mais vertical no espaço entre os processos transversos e espinhosos das vértebras. Os músculos mais profundos do tronco são os interespiniais e intertransversários que cruzam apenas uma articulação. Os músculos interespiniais não são visíveis na Figura 15.34.

▪ Resumo da ação dos músculos

A Tabela 15.8 resume a ação dos músculos agonistas primários do pescoço e do tronco.

▪ Resumo da inervação dos músculos

A maioria dos músculos do pescoço e do tronco não é innervada por ramos ou nervos terminais de um plexo. Em virtude de eles pertencerem a grupos que tendem a cruzar várias vértebras, tipicamente sua inervação reflete essa característica. De modo geral, são innervados por nervos espinais em vários níveis. Por exemplo, uma lesão medular no segmento T12 não causa paralisia de todos os músculos constituintes do músculo eretor da espinha, mas somente daqueles localizados inferiormente a esse nível.

▪ Doenças comuns da coluna vertebral

Síndrome do “desfiladeiro torácico” é um termo geral que se refere à compressão das estruturas neurovasculares (plexo braquial e artéria e veia subclávias) que vão do pescoço até a axila. O “desfiladeiro torácico” está localizado entre a primeira costela, a clavícula e os músculos escalenos. O plexo braquial e a artéria subclávia passam entre os músculos escalenos

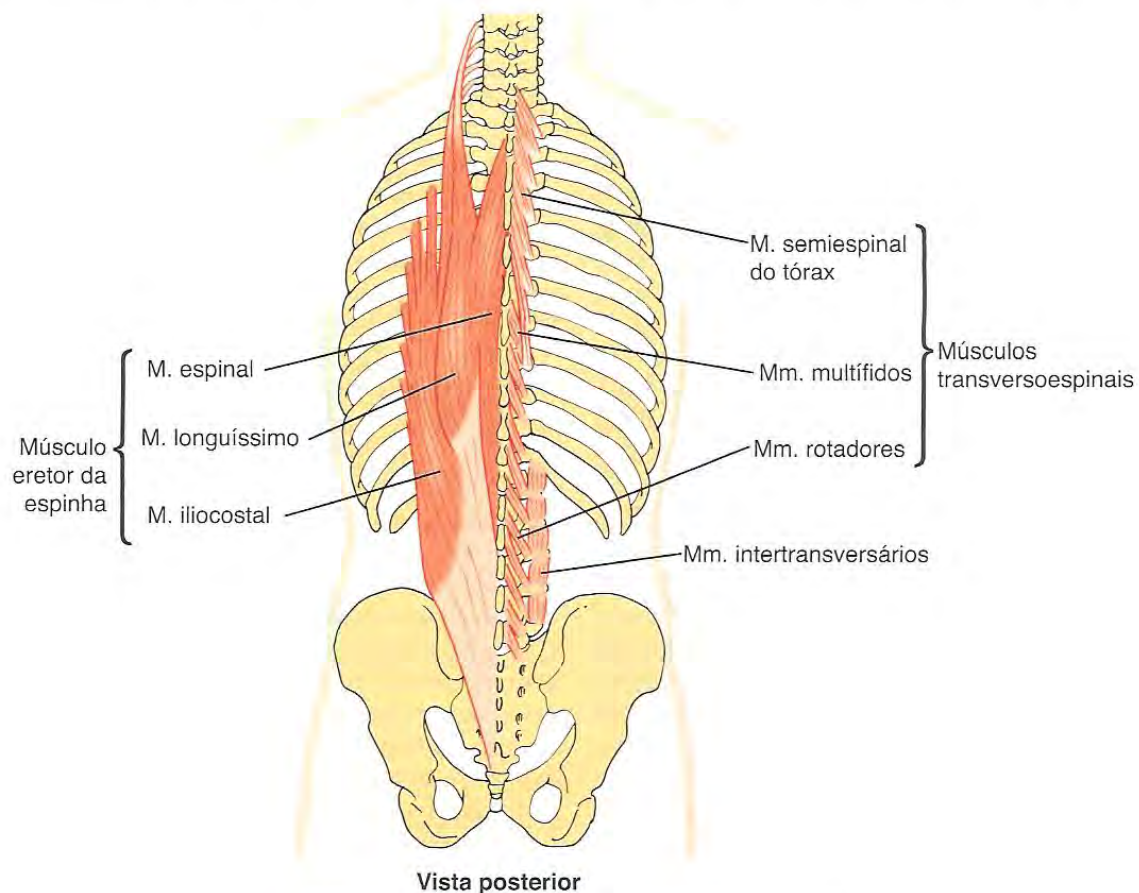


Figura 15.34 Músculos do tronco (vista posterior).

Tabela 15.8 Músculos agonistas primários do pescoço e do tronco.

Ação	Músculo
Cabeça (occipital em C I)	
Flexão	Grupo pré-vertebral
Extensão	Grupo suboccipital
Pescoço	
Flexão	Esternocleidomastóideo
Extensão	Esplênio da cabeça, esplênio do pescoço, eretor da espinha, transversoespiniais, interespiniais
Flexão lateral	Esternocleidomastóideo, esplênio da cabeça, esplênio do pescoço, escalenos, eretor da espinha, intertransversários
Rotação (mesmo lado)	Esplênio da cabeça, esplênio do pescoço
Rotação (lado oposto)	Esternocleidomastóideo, transversoespiniais
Tronco	
Flexão	Reto do abdome, oblíquo externo do abdome, oblíquo interno do abdome
Extensão	Eretor da espinha, transversoespiniais, interespiniais
Flexão lateral	Quadrado do lombo, eretor da espinha, oblíquo interno do abdome, oblíquo externo do abdome, intertransversários
Rotação para o mesmo lado	Oblíquo interno do abdome
Rotação para o lado oposto	Oblíquo externo do abdome, transversoespiniais
Compressão do abdome	Reto do abdome, oblíquo externo do abdome, oblíquo interno do abdome, transversos do abdome

anterior e médio, a primeira costela e a clavícula. Pode haver vários sinais e sintomas, dependendo das estruturas acometidas. O **torcicolo** (do latim *tortus*, que significa “torcido”, e *colo*, que significa “pescoço”) é um espasmo muscular no pescoço que gera inclinação lateral da cabeça para um lado e rotação para o lado oposto. As **lesões por hiperextensão-hiperflexão** ocorrem quando há hiperextensão súbita e violenta da cabeça seguida por flexão. O termo leigo é *lesão em chicotada*. “**Ciática**” é a dor que tende a descer pela região posterior da coxa e da perna. É causada por compressão das raízes do nervo isquiático e geralmente é sintoma de uma doença de base como a hérnia de disco intervertebral lombar.

A coluna vertebral tem uma curvatura anteroposterior normal. As curvaturas nas regiões cervical e lombar são côncavas posteriormente; nas regiões torácica e sacrococcígea elas são convexas posteriormente (Figura 15.1). A **lordose** é o aumento anormal da curvatura côncava da região lombar. O **dorso plano** é a diminuição anormal da curvatura lombar. A **cifose** é o aumento anormal da curvatura torácica. A curvatura lateral de qualquer grau é anormal e conhecida como **escoliose**.

A **espondilose** (osteoartrite vertebral) é um distúrbio degenerativo da estrutura e da função vertebral. As possíveis causas são esporões ósseos, espessamento dos ligamentos e diminuição da espessura do disco intervertebral decorrente da redução do conteúdo de água do núcleo pulposo, situação normal do processo de envelhecimento. Todos esses problemas podem causar compressão da raiz nervosa e da medula espinal. A **estenose vertebral** é o estreitamento do canal vertebral que contém a medula espinal. Também é possível haver estenose do forame intervertebral que dá passagem ao nervo espinal. As **hérnias de disco** ocorrem quando há fraqueza ou degeneração do anel fibroso (camada externa), o que possibilita a saliência (herniação) de uma parte do núcleo pulposo através do anel fibroso. Torna-se sintomática quando a herniação comprime a medula espinal ou, o que é mais frequente, a

raiz do nervo espinal. L IV e L V são os locais mais comuns de lesões do disco intervertebral, e as raízes dos quarto e quinto nervos espinais lombares são afetadas com maior frequência. A **espondilite anquilosante** é uma inflamação crônica das articulações da coluna vertebral e sacroilíacas, que causa fusão vertebral. É uma doença reumática progressiva; com o tempo, pode causar perda total da mobilidade vertebral.

A **espondilólise** é um defeito vertebral na parte interarticular (a parte da lâmina do arco vertebral entre os processos articulares superior e inferior). Esse defeito é mais comum em L V e menos comum em L IV. A **espondilolistese** geralmente é causada quando uma parte interarticular defeituosa sofre fratura. Uma vértebra desliza anteriormente em relação a uma vértebra adjacente, geralmente L V desliza anteriormente sobre S I.

A **osteoporose**, que significa “osso poroso”, é uma doença na qual a perda óssea é mais rápida que a reposição. A consequência é a diminuição da massa e da densidade ósseas, com aumento da propensão a fraturas. Os locais comuns de fratura são o quadril, a região torácica da coluna vertebral e o “punho”.

As **fraturas por compressão** geralmente resultam no colapso da parte anterior (corpo) das vértebras. A causa habitual é o traumatismo na região lombar ou a osteoporose na região torácica. Esse tipo de fratura não costuma causar lesão da medula espinal e paralisia porque geralmente é estável. Uma fratura estável não sofre deslocamento progressivo nem luxação. As fraturas instáveis, ou **fraturas com luxação**, geralmente causam lesão da medula espinal e paralisia. A fratura de C II, geralmente denominada **fratura do enforcado**, costuma ocorrer quando há hiperextensão súbita e forçada da cabeça. Uma causa frequente é o choque da cabeça contra o para-brisa em um acidente de carro. Geralmente, é uma fratura estável, mas pode se tornar instável se não houver abordagem e cuidado adequados. A lesão da medula espinal nesse nível costuma acarretar morte por parada respiratória.

Pontos-chave

- Ao se contrair, um músculo não tem direção; ele apenas se encurta
- Ao se contrair, um músculo geralmente move sua inserção distal (ponto móvel) em direção a sua inserção proximal (ponto fixo)
- A inserção distal de um músculo geralmente é a sua extremidade distal e mais móvel (ponto móvel)
- A inserção proximal de um músculo geralmente é a sua extremidade proximal e mais fixa (ponto fixo)
- A inversão da ação do músculo ocorre quando a inserção proximal se torna mais móvel e se move em direção à inserção distal, que se torna mais fixa
- As contrações concêntricas ocorrem quando a parte do corpo está se movendo contra a gravidade
- As contrações excêntricas ocorrem quando a parte do corpo está se movendo na mesma direção que a força da gravidade
- As contrações isométricas ocorrem quando um músculo se contrai, mas não há movimento articular significativo
- O grupo muscular que se contrai isometricamente é o mesmo grupo muscular usado na contração concêntrica.

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

1. Descreva os movimentos do pescoço e do tronco
 - a. no plano frontal em torno do eixo sagital.
 - b. no plano transversal (horizontal) em torno do eixo longitudinal.
 - c. no plano sagital em torno do eixo transversal.
2. Que características o ajudam a diferenciar uma vértebra cervical, da torácica e da lombar?
3. Quais características estruturais tornam possível a rotação, mas não a flexão, das vértebras torácicas?
4. Quais características estruturais tornam possível a flexão, mas não a rotação, das vértebras lombares?
5. Cite o ligamento que se estende sobre os processos espinhosos das vértebras desde o occipital até C VII e de C VII até o sacro.
6. Qual é o nome da série de ligamentos que unem a lâmina do arco vertebral superior à lâmina do arco vertebral inferior ao longo da extensão da coluna vertebral?
7. Cite os ligamentos que se fixam nos corpos vertebrais ao longo da coluna vertebral.
8. Por que o músculo quadrado do lombo não participa da flexão, extensão ou rotação do tronco?
9. Qual é o grupo de músculos posteriores do tronco mais superficial?
10. Você instrui sua paciente, que está em decúbito dorsal, a levar o ombro esquerdo em direção ao joelho direito. Qual(is) é(são) o(s) movimento(s) articular(es) e quais são os músculos agonistas primários que participam desse movimento?

Identifique a principal ação do **tronco** nas seguintes atividades:

6. Movimento de preparo para rebater uma bola de tênis “de revés” (*backhand*) com a raquete na mão direita (Figura 15.35)



Figura 15.35 Movimento de preparo para rebater uma bola de tênis “de revés” (*backhand*).

Questões sobre atividade funcional

Identifique as principais posições **cervicais** nas seguintes atividades:

1. Dormir “de bruços” (decúbito ventral)
2. Segurar o telefone entre a orelha e o ombro
3. Olhar para o topo de um edifício alto
4. Deitar-se “de costas” (decúbito dorsal) em um sofá com a cabeça apoiada em uma almofada ou no “braço” do sofá
5. Pintar o teto

7. Rebater a bola de tênis “de revés” (*backhand*) (Figura 15.36)
8. Curvar-se para pegar uma mala no chão ao seu lado (Figura 15.37)
9. Movimento do tronco (*follow-through*) para chutar a bola no ar (*punt*) no futebol americano.
10. Fazer um movimento de reversão para trás na ginástica de solo

Autoavaliação (continuação)



Figura 15.36 Rebatida "de revés" (backhand).

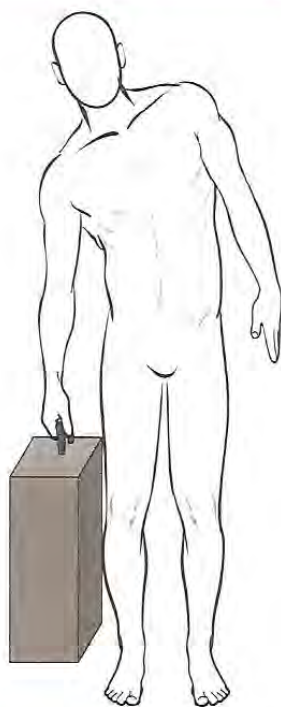


Figura 15.37 Movimento para levantar uma mala.

Questões sobre exercícios clínicos

Cabeça e pescoço

- Deite-se em decúbito ventral, com a cabeça e os ombros fora da cama e a cabeça para baixo. Encoste o mento no peito e levante a cabeça até a posição anatômica.
 - Qual é o movimento articular do pescoço ao encostar o mento no peito?
 - Qual é o movimento articular do pescoço ao levantar a cabeça?
 - Que tipo de contração (isométrica, concêntrica, excêntrica) ocorre ao levantar a cabeça?
 - Que tipo de contração (isométrica, concêntrica, excêntrica) ocorre ao manter a cabeça em posição anatômica nessa posição de decúbito ventral?
 - Quais são os músculos agonistas primários que elevam a cabeça?
- Sentado ou em pé com a cabeça e o pescoço em posição anatômica, pressione a mão direita contra o lado direito da cabeça. Tente mover a cabeça, mas use a mão para impedir qualquer movimento.
 - Que movimento articular está ocorrendo (ou tentando ocorrer)?
 - Qual é o tipo de contração (isométrica, concêntrica ou excêntrica) que ocorre?
 - Quais são os músculos agonistas primários desse movimento articular?
- Em decúbito dorsal, incline a cabeça em direção ao ombro direito. Não levante o ombro direito. Nesse movimento está havendo tanto alongamento quanto fortalecimento. Ao responder às perguntas abaixo, indique se está se referindo ao lado direito ou esquerdo.
 - Que movimento articular está ocorrendo (ou tentando ocorrer)?

- Que grupo muscular está sendo alongado?
 - Quais são os músculos agonistas primários desse movimento articular?
 - Que grupo muscular está sendo fortalecido?
 - Quais são os músculos agonistas primários desse movimento articular?
- Que músculo seria alongado ao inclinar a cabeça em direção ao ombro direito e rodar a cabeça para a esquerda?
 - A partir da posição de decúbito dorsal, encoste o mento no peito e levante a cabeça, conte até cinco e volte à posição inicial.
 - Ao encostar o mento no peito, há flexão ou extensão da cabeça em CI (atlas)?
 - Qual é o tipo de contração (isométrica, concêntrica ou excêntrica) que ocorre?
 - Qual é o grupo muscular responsável por encostar o mento no peito?
 - Ao levantar a cabeça, há flexão ou extensão do pescoço?
 - Qual tipo de contração muscular ocorre ao levantar a cabeça?
 - Quais músculos são agonistas primários nesse movimento da articulação?
 - Que tipo de contração ocorre quando você sustenta a cabeça ao contar até cinco?
 - Quais músculos são agonistas primários nessa ação?
 - Ao voltar à posição inicial há flexão ou extensão do pescoço?
 - Qual tipo de contração está ocorrendo nesse movimento?
 - Quais músculos participam dessa ação?

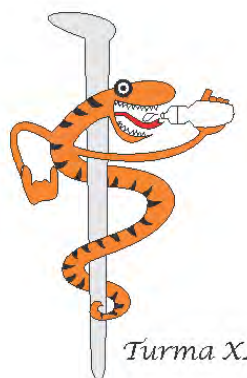
Tronco

- Sente-se em uma cadeira com as pernas abduzidas. Leve a cabeça e os ombros para frente, fletindo os quadris e o tronco até que os ombros estejam entre os joelhos.
 - Há flexão ou extensão do tronco nesse movimento?
 - Há alongamento dos músculos flexores ou dos extensores do tronco?
 - Quais músculos estão sendo alongados?
- Coloque-se em decúbito dorsal com os joelhos estendidos e os braços ao lado do corpo. Primeiro, pressione a região lombar contra o colchonete e, depois, curve o tronco. Levante a cabeça e os ombros (mantendo o mento abaixado) até que as escápulas afastem-se do chão.
 - Há flexão ou extensão do tronco nesse movimento?
 - Qual é o tipo de contração (isométrica, concêntrica ou excêntrica) que ocorre?
 - Quais músculos são agonistas primários nesse movimento?
- Repita o movimento do exercício da questão 2, mas dessa vez peça que alguém segure seus pés, mantendo-os no chão. Nesse exercício, há contração dos músculos flexores do quadril.
 - O movimento do tronco ainda é o mesmo da questão 1?
 - Há flexão ou extensão dos quadris?
 - O músculo do quadril está movendo a inserção proximal em direção à inserção distal ou a inserção distal em direção à inserção proximal?

- d. Qual é o termo usado em cinesiologia para designar um músculo que se contrai nessa direção?
 - e. Qual é o principal músculo monoarticular que se contrai nesse movimento?
 - f. Descreva por que a fixação dos pés no solo possibilita a contração de alguns músculos do quadril.
4. Coloque-se em decúbito dorsal com os joelhos fletidos e as plantas dos pés apoiadas no chão. Ponha a mão direita atrás da cabeça. Levante o ombro e a escápula direitos do colchonete em direção ao joelho esquerdo.
- a. Quais são os dois movimentos que estão ocorrendo no tronco (flexão, extensão, rotação direita, rotação esquerda, flexão lateral direita ou flexão lateral esquerda)?
 - b. Qual é o tipo de contração (isométrica, concêntrica ou excêntrica) que ocorre?
 - c. Quais músculos produzem esses movimentos do tronco? Indique qual é o lado em que o músculo se contrai?
5. Coloque-se em decúbito ventral com o rosto no colchonete e os braços ao lado do corpo. Encoste o mento no peito e levante a cabeça e os ombros do colchonete.

Mantenha o mento encostado no peito e o olhar em direção ao colchonete.

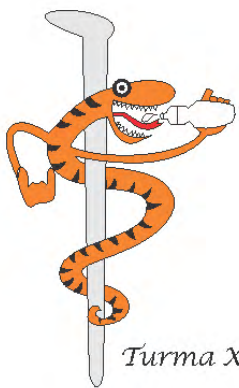
- a. Ao encostar o mento no peito, há flexão ou extensão da cabeça em C I (atlas)?
- b. Qual é o tipo de contração (isométrica, concêntrica ou excêntrica) que ocorre ao encostar o mento no peito?
- c. Qual tipo de contração ocorre quando você mantém o mento encostado no peito?
- d. Qual é o grupo muscular responsável por encostar o mento no peito?
- e. Ao levantar a cabeça e os ombros do colchonete, há flexão ou extensão do pescoço?
- f. Qual tipo de contração ocorre no pescoço ao levantar os ombros do colchonete?
- g. Quais são os músculos agonistas primários do pescoço ao levantar os ombros do colchonete?
- h. Ao levantar os ombros do colchonete, há flexão, extensão ou hiperextensão do tronco?
- i. Qual tipo de contração dos músculos do tronco ocorre ao levantar os ombros?
- j. Quais músculos causam o movimento do tronco que eleva seus ombros?



16

Sistema Respiratório

- ▶ Caixa torácica, 208
- ▶ Estruturas da respiração, 209
- ▶ Fases da respiração, 210
- ▶ Músculos da respiração, 211
- ▶ Autoavaliação, 216



Turma XII



Em poucas palavras, a principal função do sistema respiratório é levar o oxigênio até os pulmões e eliminar o dióxido de carbono dos pulmões. Os órgãos respiratórios são os condutores do ar que entra e sai dos pulmões, bem como os próprios pulmões. O tórax garante a proteção óssea dos pulmões e auxilia a “troca” de gases. Embora este capítulo apresente uma breve descrição da passagem do ar através dos órgãos respiratórios, o seu principal foco é o mecanismo ósseo e muscular que torna possível a difusão de gases nos pulmões.

► Caixa torácica

O tórax é constituído de esterno, costelas, cartilagens costais e vértebras torácicas (Figura 16.1). Os limites são: anterior, esterno; posterior, corpos das 12 vértebras torácicas; superior, clavícula; inferior, diafragma. O diâmetro transversal (horizontal) do tórax é maior que o diâmetro sagital (anteroposterior). Na cavidade torácica, localizada no interior do tórax, estão pulmões, coração e outras estruturas vitais.

A **caixa torácica** é mais fixa posteriormente (coluna vertebral) e anteriormente (esterno). Em razão dessas partes mais fixas, o movimento na região torácica da coluna vertebral é muito limitado. Os órgãos torácicos (coração, pulmões, aorta, timo, parte da traqueia e do esôfago, linfonodos e nervos importantes) estão contidos e protegidos pela caixa torácica. Há 12 costelas de cada lado, em um total de 24. As sete costelas superiores (também chamadas de **costelas verdadeiras**) articulam-se diretamente com o esterno, anteriormente. A 8ª à 10ª costelas são conhecidas como **costelas falsas**, porque se articulam com o esterno imediatamente por meio de cartilagens costais que se unem à cartilagem costal da 7ª costela. A 11ª e a 12ª costelas são chamadas **costelas flutuantes**, porque não se articulam anteriormente.

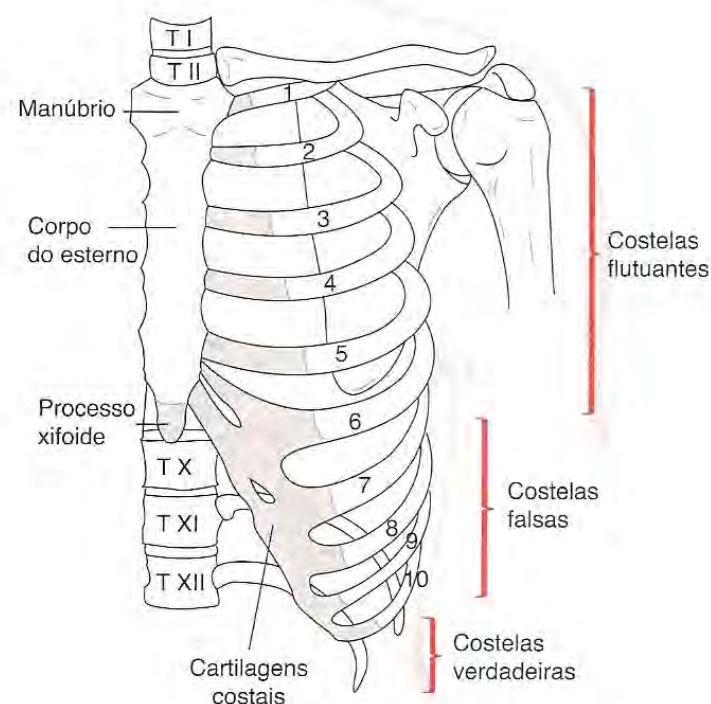


Figura 16.1 Tórax (vista anterior).

O **esterno** é o osso plano e longo localizado no meio da parede anterior do tórax. Tem formato semelhante ao de uma adaga e é dividido em três partes: manúbrio, corpo e processo xifoide (Figura 16.1).

O **manúbrio** (do latim *manubrium*, “cabo”) é a parte superior; o **corpo** é a parte média e mais longa, e o **processo xifoide** (do grego, “espada”) é a parte inferior. As costelas, o esterno e os corpos vertebrais formam o tórax.

▪ Articulações

As costelas articulam-se principalmente com as vértebras em duas regiões: (1) os corpos vertebrais e (2) os processos transversos. Essas articulações são denominadas **articulações costovertebrais** (Figura 16.2). A face articular no corpo vertebral é denominada **fóvea**; ocupa posição lateral e posterior no corpo vertebral perto do pedículo do arco vertebral. Algumas costelas articulam-se parcialmente com dois corpos vertebrais adjacentes. Essas articulações ocorrem com a parte superior do corpo vertebral inferior correspondente e com a parte inferior do corpo vertebral superior. Essas fóveas costumam ser chamadas de “**hemifóveas**”, porque só se articulam com aproximadamente metade da cabeça da costela. Em outras palavras, a costela articula-se com uma “hemifóvea” na vértebra superior e com uma “hemifóvea” na vértebra inferior. Uma fóvea que se articula com o tubérculo e o colo da costela está localizada na extremidade anterior do processo transverso da vértebra. A Figura 16.3 mostra as fóveas e “hemifóveas”.

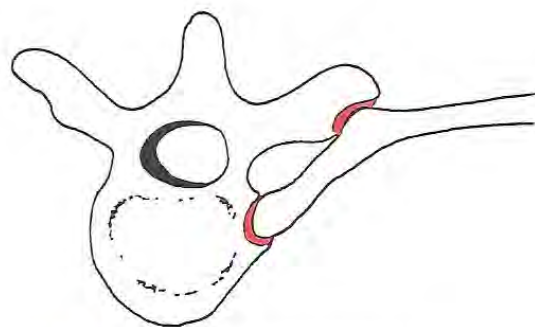


Figura 16.2 Articulações costovertebrais (vista superior).

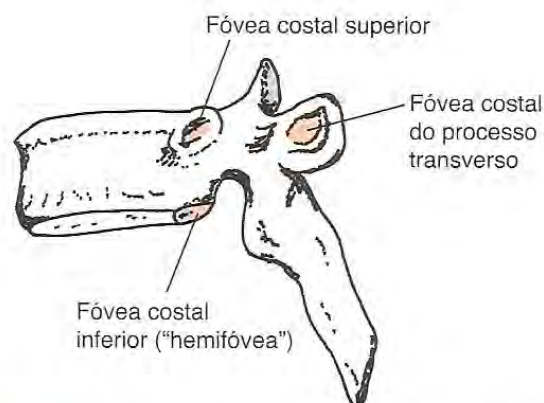


Figura 16.3 Fóveas e “hemifóveas” da vértebra torácica (vista lateral).

▪ Movimentos do tórax

Assim como as articulações costovertebrais, as articulações das costelas com o esterno, com a cartilagem costal entre elas,

são anaxiais, do tipo sinovial plena (deslizamento). Como a maioria das costelas está articulada anterior e posteriormente, o movimento é pequeno, mas há **elevação e abaixamento** da caixa torácica. Esses movimentos estão associados à inspiração e à expiração, respectivamente.

Durante a inspiração, a caixa torácica move-se superiormente e anterolateralmente, aumentando o diâmetro transversal (horizontal) do tórax. Por conseguinte, na expiração, a caixa torácica volta à posição inicial, movendo-se inferior e posteromedialmente, diminuindo o referido diâmetro do tórax. Esse tipo de movimento é comparado ao movimento de uma “alça de balde” para cima e para baixo (Figura 16.4A). Quando a alça está apoiada na lateral do balde, equivale à posição abaixada da caixa torácica durante a expiração. Quando a alça (no caso, o ângulo das costelas) sobe e se afasta do balde (no caso, a coluna vertebral e o esterno), equivale ao aumento do diâmetro transversal (horizontal) da caixa torácica durante a inspiração.

Além da variação do diâmetro transversal (horizontal), há variação do diâmetro sagital (anteroposterior) do tórax, denominado *efeito de alavanca de bomba* (Figura 16.4B). Quando você inspira, o esterno e as costelas movem-se superiormente e anteriormente, aumentando o diâmetro sagital do tórax, semelhante ao movimento para cima da alavanca da bomba de água. Por outro lado, quando as costelas e o esterno se movem inferiormente, o diâmetro sagital do tórax diminui, resultando em expiração. Esse movimento assemelha-se ao movimento para baixo da alavanca da bomba.

► Estruturas da respiração

As estruturas respiratórias podem ser divididas em vias respiratórias superiores e inferiores (Figura 16.5). As **vias respiratórias superiores** são o nariz e a cavidade nasal, a cavidade oral,* a faringe e a laringe. As **vias respiratórias inferiores** compreendem a traqueia e a árvore bronquial. Para que as vias respiratórias permaneçam abertas, todas as estruturas, até os menores brônquios, são constituídas de tecido cartilágneo. O **nariz** é constituído, em sua maior parte, de cartilagem relativamente flexível e tem duas narinas. A parte superior do dorso do nariz é óssea. As duas narinas são aberturas anteriores da **cavidade nasal**. O septo nasal, formado pelo osso vômer e pela lâmina perpendicular do osso etmoide, divide a cavidade nasal em duas câmaras quase iguais. O osso etmoide, o esfenóide e uma pequena parte do osso frontal formam o teto da cavidade nasal, enquanto o osso palatino e parte das maxilas formam o assoalho, que é o palato duro visto na boca. As funções da cavidade nasal são aquecer, filtrar e umedecer o ar inspirado.

Na respiração pela boca, o ar entra na **cavidade oral**, passando pelos lábios e língua até chegar à parte oral da faringe. O teto da boca é formado por palato duro (ósseo) e palato mole (fibromuscular). A úvula palatina é a estrutura de tecido mole pendente no meio da região posterior da cavidade oral; é parte do palato mole. A função do palato mole é fechar a comunicação entre as partes nasal e oral da faringe durante atividades como deglutir, soprar e emitir alguns sons. Isso força a entrada de alimentos sólidos e líquidos na parte laríngea da faringe

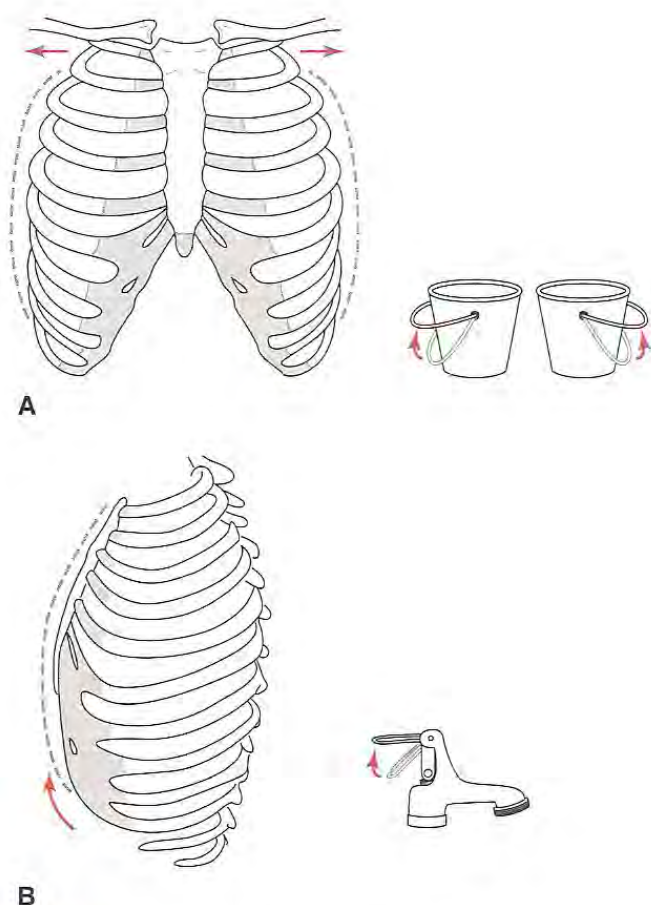


Figura 16.4 Comparação dos movimentos torácicos durante a respiração com os movimentos da alça de um balde e da alavanca de uma bomba de água. Diâmetro torácico transversal (horizontal) (A) e diâmetro torácico sagital (anteroposterior) (B).

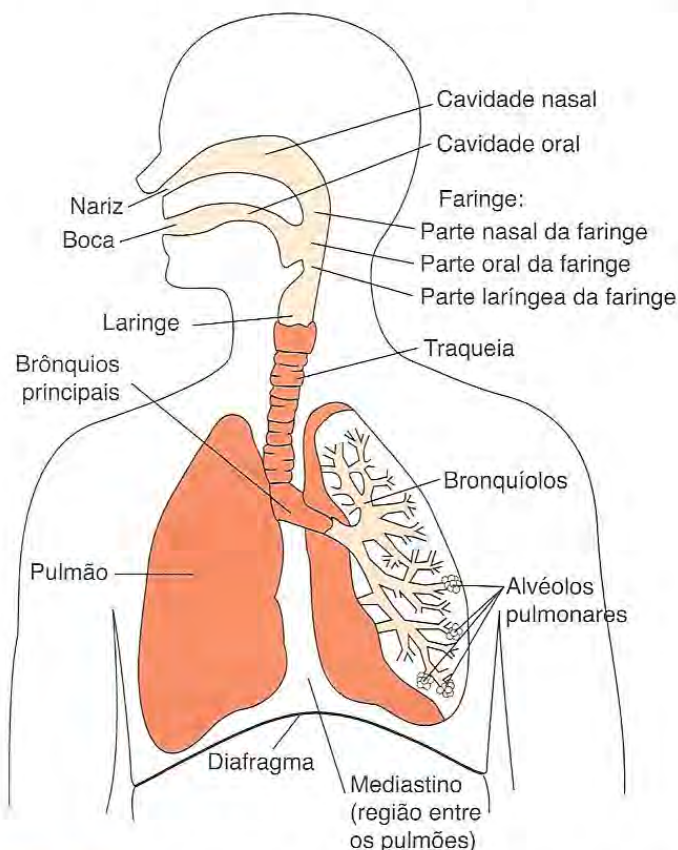


Figura 16.5 As estruturas respiratórias são divididas em vias respiratórias superiores e inferiores (vista anterior). Observe que o pulmão esquerdo foi dissecado para mostrar as estruturas terminais da árvore bronquial.

* N.R.T.: Na verdade, a boca e a cavidade oral pertencem ao sistema digestório.

durante a deglutição, bem como a saída do ar pela boca ao soprar e falar.

Depois de atravessar a cavidade nasal, o ar entra na parte nasal da faringe. A **faringe**, ou “garganta”, tem três partes: nasal, cuja principal função é respiratória; oral, que recebe o alimento vindo da boca; e laringea, parte localizada entre a raiz da língua e o início do esôfago. Em seguida, o ar entra na **laringe**. A laringe está entre a faringe e a traqueia, anterior aos corpos das vértebras C IV a C VI. É bem fácil localizá-la na região anterior do pescoço, graças à proeminência laríngea ou “pomo de Adão”, que tende a ser mais proeminente no homem do que na mulher. A laringe é constituída de cartilagens, ligamentos e músculos, e tem as pregas vocais. Sua função é: (1) atuar como via de passagem do ar entre a faringe e a traqueia, (2) impedir a entrada de alimento sólido ou líquido na traqueia e (3) produzir os sons típicos da fala. Durante a deglutição, a epiglote, que é uma das cartilagens da laringe, fecha-se sobre o vestíbulo da laringe, tornando possível a entrada de alimentos sólidos ou líquidos só no esôfago, mas não na traqueia, impedindo desse modo a aspiração de alimentos ou bebidas para os pulmões. A glote é a região interna onde se localizam as pregas vocais e o som é produzido. Também é uma importante região no mecanismo da tosse, para manter desobstruída a via respiratória.

Ao sair da laringe, o ar entra na **traqueia**, localizada anteriormente ao esôfago e aos corpos das vértebras C VI-T IV. Para manter a via respiratória aberta, a traqueia é constituída de arcos de cartilagem em forma de C, abertas apenas na região posterior. Divide-se em **brônquios principais** direito e esquerdo. O brônquio principal direito, mais curto e mais largo (maior diâmetro), subdivide-se em três **brônquios lobares** (superior, médio e inferior), um para cada lobo do pulmão. O brônquio principal esquerdo, mais longo e mais fino (menor diâmetro), subdivide-se em dois brônquios lobares (superior e inferior). À medida que os brônquios continuam a se dividir, tornam-se progressivamente menores, mais estreitos e mais numerosos. A partir da traqueia, os brônquios principais e suas subdivisões são denominados *árvore bronquial*. Os brônquios menores, com diâmetro menor que 1 mm, são denominados **bronquíolos**. É nesse ponto que as vias respiratórias deixam de ser cartilaginárias. O **alvéolo pulmonar** está na extremidade da subdivisão da árvore bronquial. Esses alvéolos saciformes agrupam-se em torno dos bronquíolos terminais, semelhante a um cacho de uvas. Os alvéolos “trocam” oxigênio por dióxido de carbono e vice-versa.

Quando a traqueia divide-se em brônquios principais direito e esquerdo, cada um deles entra em um pulmão. O formato dos **pulmões** aproxima-se do triangular, mais largo e côncavo na parte inferior. Esse formato côncavo adapta-se à cúpula convexa do diafragma abaixo dele. O pulmão direito é dividido em lobos superior, médio e inferior, e o pulmão esquerdo é dividido em lobos superior e inferior. Um envoltório em forma de saco com parede dupla contínua, chamado **pleura**, envolve cada pulmão. A camada externa da pleura reveste internamente a parede torácica e o diafragma (pleura parietal), e a camada interna adere ao pulmão (pleura visceral). A cavidade pleural está entre as duas referidas camadas; o **mediastino** é a região da cavidade torácica que está entre as pleuras direita e esquerda. O mediastino contém vários órgãos, entre eles coração, esôfago, vasos sanguíneos e nervos vitais.

• Mecânica da respiração

Os pulmões são passivos durante o processo de respiração. Embora as cavidades pleurais direita e esquerda em torno dos correspondentes pulmões sejam fechadas, o interior dos pul-

mões comunica-se com a atmosfera externa e é submetido à sua pressão. É importante lembrar que o ar flui do local de maior pressão para o de menor pressão até que haja equilíbrio. Durante a inspiração, a cavidade torácica expande-se, o que diminui a pressão intratorácica e força a entrada de ar nos pulmões. Pode-se simular a ação inspiratória afastando as alças de um fole (Figura 16.6A). Quando as alças são separadas, o fole aumenta de tamanho à medida que o ar entra. O inverso ocorre durante a expiração. Do mesmo modo, a cavidade torácica retorna ao seu tamanho menor, a pressão intratorácica aumenta e o ar é expulso dos pulmões. Pode-se simular a expiração aproximando-se as alças do fole, o que diminui seu tamanho e expulsa o ar de seu interior (Figura 16.6B).

O uso da manobra de Heimlich para expulsar um corpo estranho da faringe ou da laringe de uma pessoa que está engasgada demonstra a mecânica da expiração. Para executar a manobra, fique em pé atrás da vítima e passe os dois membros superiores em torno da sua cintura. Ponha uma das mãos, cerrada, entre o umbigo e a caixa torácica. Coloque a outra mão sobre a que está fechada e pressione a parede abdominal rápido e com força para cima (Figura 16.7). Isso força o diafragma superiormente e comprime os pulmões, expulsando o ar e, conseqüentemente, o corpo estranho da traqueia ou laringe da vítima. Essa ação pode ser comparada a uma tosse artificial forçada.

► Fases da respiração

A inspiração é comumente dividida em três fases de esforço ativo crescente: tranquila, profunda e forçada. A **inspiração tranquila** ocorre quando a pessoa está em repouso ou calmamente sentada. O diafragma e os músculos intercostais externos são os músculos agonistas primários. As ações da inspiração tranquila intensificam-se durante a **inspiração profunda**, quando a pessoa necessita de mais oxigênio e, portanto, respira com mais vigor. Os músculos capazes de tracionar as costelas são acionados. A **inspiração forçada** ocorre quando a pessoa está fazendo grande esforço, necessita de muito oxigênio e está com “falta de ar”. Os músculos da inspiração tranquila e profunda estão em ação, assim como os músculos que estabilizam ou elevam o cingulo do membro superior; isso causa a elevação direta ou indireta das costelas.

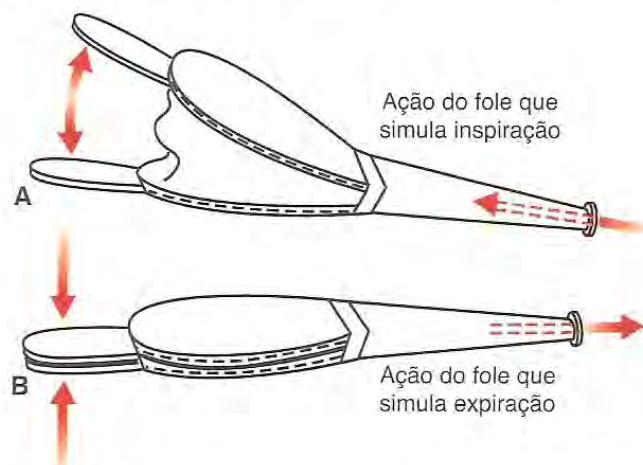


Figura 16.6 A. Simulação da inspiração. Quando as alças do fole são afastadas, o ar entra. Quando as costelas se elevam e o diafragma desce, a cavidade torácica aumenta de volume e o ar entra nos pulmões. **B.** Simulação da expiração. Quando as alças do fole são aproximadas, o ar é expulso de seu interior. Do mesmo modo, quando as costelas descem e o diafragma se eleva, a cavidade torácica diminui de volume e o ar é expulso dos pulmões.

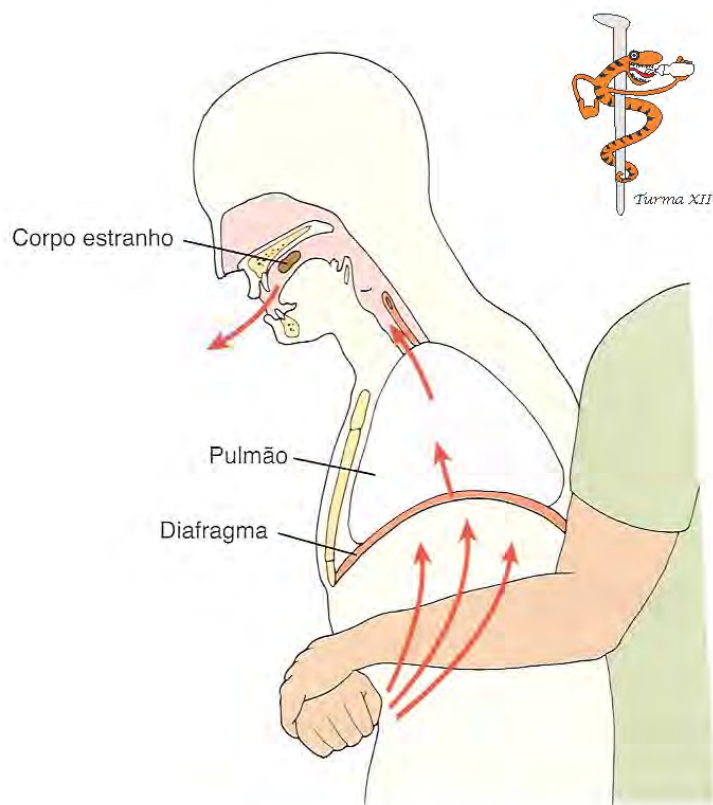


Figura 16.7 Manobra de Heimlich.

A expiração é dividida em duas fases: tranquila e forçada. A **expiração tranquila** é uma ação predominantemente passiva. Ocorre em consequência do relaxamento do diafragma e dos músculos intercostais externos, da retração elástica da parede torácica e dos tecidos pulmonar e bronquial, e da tração gravitacional da caixa torácica para baixo a partir de sua posição elevada. Praticamente não há ação muscular. A **expiração forçada** é ativa e depende de músculos capazes de puxar as costelas para baixo, como também de músculos capazes de comprimir o abdome, forçando o diafragma para cima.

► Músculos da respiração

A respiração é consequência de variações do volume da cavidade torácica e, portanto, da pressão intratorácica. Há duas maneiras de modificar o volume da cavidade torácica: (1) mover as costelas e (2) abaixar o diafragma. Ambas requerem a ação muscular. Os músculos agonistas primários durante a respiração são o diafragma e os músculos intercostais. O papel dos músculos acessórios, que entram em ação durante a respiração forçada, pode ser determinado observando se a ação de um músculo puxa as costelas superiormente (inspiração) ou inferiormente (expiração). Havia grande controvérsia acerca de quais eram os músculos ativos em cada fase da respiração. Recentemente, instrumentos e técnicas mais sofisticadas de eletromiografia (EMG) ajudaram a esclarecer os papéis de vários músculos. Entretanto, como foram realizados numerosos estudos e muitos deles divergentes, o problema ainda não está resolvido.

▪ Diafragma

A cavidade torácica é separada da cavidade abdominal pelo diafragma, um músculo grande, laminar e cupuliforme (Figura 16.8). O diafragma tem inserção extensa aproximadamente circular no processo xifoide, anteriormente, nas seis costelas inferiores lateralmente, e nas vértebras lombares supe-

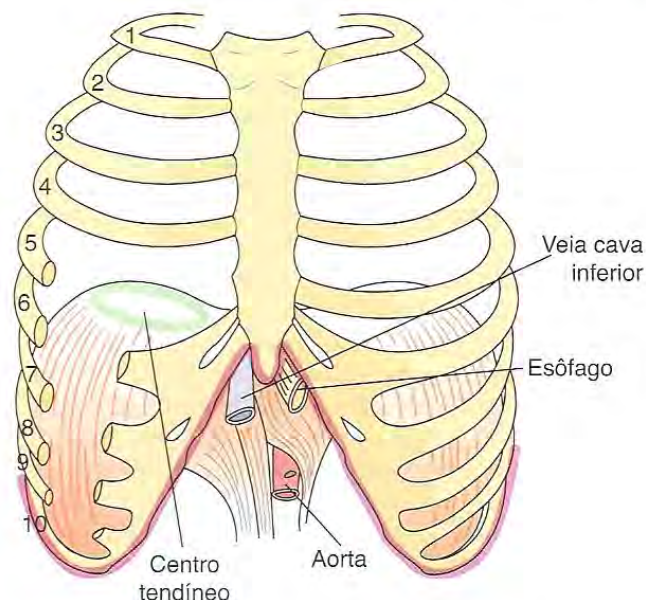


Figura 16.8 Diafragma (vista anterior).

riores posteriormente. A inserção central é bastante singular. Por ter o formato aproximado de um círculo na periferia, o músculo insere-se em si próprio no amplo centro tendíneo. Três aberturas no diafragma dão passagem ao esôfago, à aorta e à veia cava inferior. Como a posição da inserção central (centro tendíneo) é mais alta que a da inserção periférica, o diafragma desce ao se contrair (Figura 16.9), o que expande a cavidade torácica longitudinalmente e diminui a cavidade abdominal, ocasionando a inspiração. A inspiração muito forçada pode abaixar a cúpula do diafragma em até 10 cm.

Diafragma

O Processo xifoide, costelas, vértebras lombares

I Centro tendíneo

A Inspiração

N Nervo frênico (C3, C4, C5)

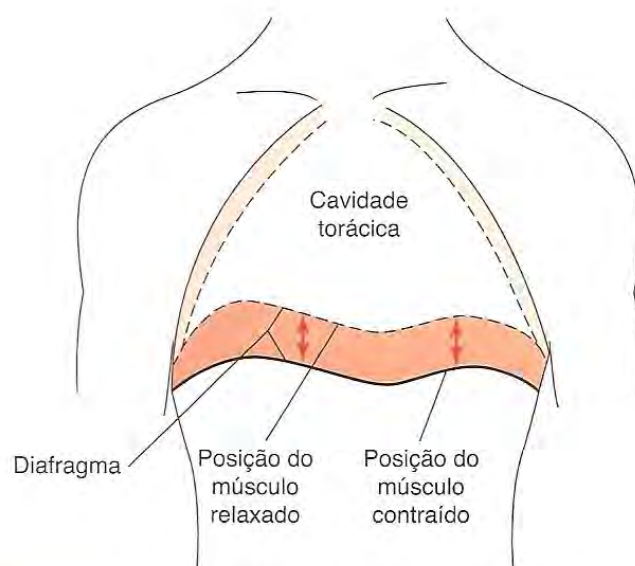


Figura 16.9 Movimento do diafragma (vista anterior). O diafragma desce ao se contrair, expandindo a cavidade torácica. Como no exemplo do fole, o ar é succionado para dentro dos pulmões. Quando relaxa, o diafragma sobe, diminuindo a cavidade torácica e forçando a saída de ar dos pulmões.

▪ Músculos intercostais

Os músculos intercostais estão localizados entre as costelas e são perpendiculares um ao outro (Figura 16.10). Os músculos mais superficiais são os **músculos intercostais externos**, que seguem em sentido inferomedial desde a costela superior até a costela imediatamente inferior (Figura 16.11). Eles elevam as costelas inferiores a eles (ponto móvel), tracionando-as a partir da sua inserção proximal na costela (ponto fixo). As fibras dos **músculos intercostais internos**, que ocupam posição profunda e fazem um ângulo reto com os músculos intercostais externos, têm ação inversa. Elas seguem em sentido superomedial da costela inferior até a costela superior (Figura 16.12). Esses músculos abaixam as costelas superiores a eles (ponto móvel), tracionando-as inferiormente a partir da sua inserção distal (ponto fixo) na costela inferior.

Anteriormente, as fibras dos músculos intercostais externos têm a mesma direção das fibras dos músculos oblíquos externos do abdome. As fibras dos músculos intercostais externos esquerdo e direito formam a letra V. Do mesmo modo, as fibras dos músculos intercostais internos têm direção oposta e formam um V invertido.

Ao observar esses dois grupos de músculos em vista posterior, a direção de suas fibras é oposta à sua direção em vista anterior. Posteriormente, os músculos intercostais externos nos lados direito e esquerdo têm o formato da letra V invertida,

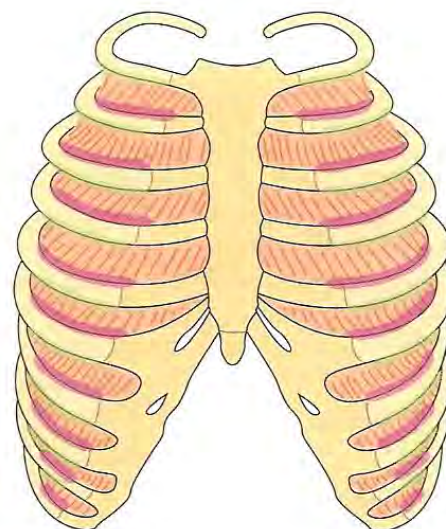


Figura 16.12 Músculos intercostais internos (vista anterior).

enquanto os músculos intercostais internos nos dois lados têm o formato da letra V. Para compreender bem essa modificação, pegue um lápis e coloque-o em posição diagonal próximo ao esterno de um esqueleto (ou de um colega). Em seguida, mova o lápis em torno da caixa torácica posteriormente em direção à coluna vertebral, sem modificar a *orientação* do lápis. Note que a orientação do lápis (fibras musculares) posteriormente é o inverso da orientação anterior. Embora a orientação das fibras não tenha mudado, as costelas curvaram-se 180°, causando essa aparente alteração da orientação.

Músculos intercostais externos

- O** Costela superior (ponto fixo)
- I** Costela inferior (ponto móvel)
- A** Elevação das costelas
- N** Nervos intercostais (T2-T6)

Músculos intercostais internos

- O** Costela inferior (ponto fixo)
- I** Costela superior (ponto móvel)
- A** Abaixamento das costelas
- N** Nervos intercostais (T2-T6)

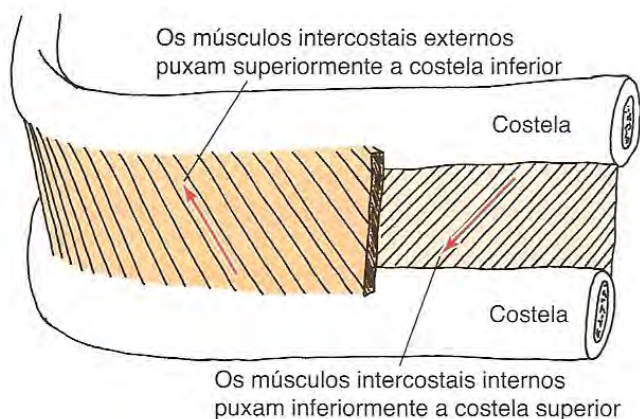


Figura 16.10 Orientação das fibras dos músculos intercostais externo e interno (vista anterior).

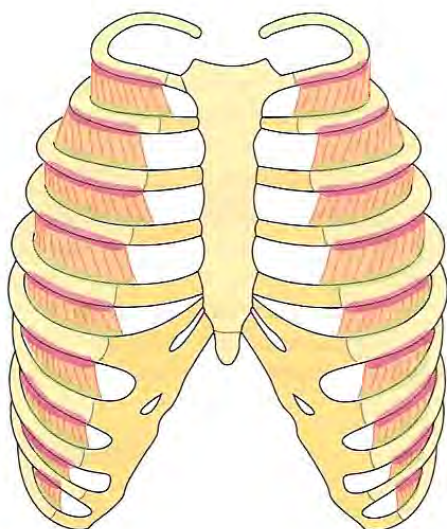


Figura 16.11 Músculos intercostais externos (vista anterior).

▪ Músculos acessórios da inspiração

Os músculos acessórios da inspiração ajudam o diafragma e os músculos intercostais externos a tracionarem superiormente a caixa torácica. Esses músculos demonstram a inversão da ação muscular ao tracionar a inserção distal (ponto fixo) em direção à inserção proximal (ponto móvel), e não o inverso, da inserção proximal em direção à inserção distal. Por exemplo, o músculo esternocleidomastóideo geralmente traciona a sua inserção proximal (ponto móvel) no crânio em direção ao esterno (ponto fixo), movimentando a cabeça. Durante a inspiração, outros músculos estabilizam a cabeça e o pescoço, e o músculo esternocleidomastóideo, então, traciona a inserção distal (ponto móvel) no esterno em direção à inserção proximal (ponto fixo) no crânio (Figura 16.13). A tração nessa direção ajuda a elevar a caixa torácica.

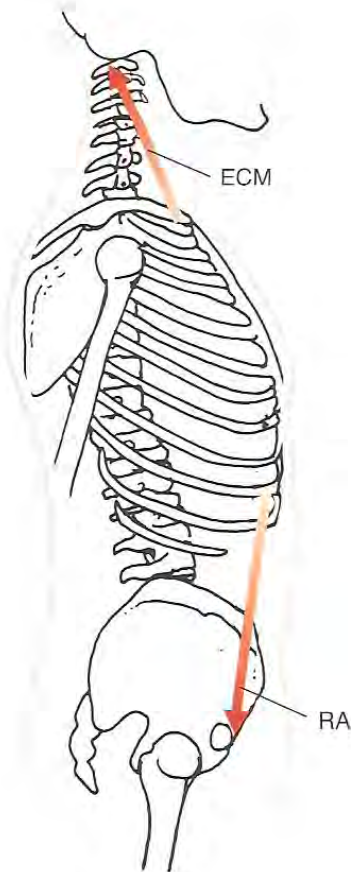


Figura 16.13 Tração superior pelo músculo esternocleidomastóideo (ECM) e tração inferior pelo músculo reto do abdome (RA) (vista lateral).

Ao fim de uma corrida, os atletas costumam colocar as mãos nos quadris enquanto tentam “recuperar o fôlego”. Essa postura torna a respiração uma atividade em cadeia cinética fechada. Com os braços estabilizados, o músculo peitoral maior pode inverter sua ação e tracionar o esterno em direção ao úmero, ajudando assim a aumentar o diâmetro da cavidade torácica. Indivíduos com doença pulmonar obstrutiva crônica costumam estabilizar seus braços sobre os “braços” de uma cadeira com o mesmo objetivo (Figura 16.14).

Os músculos escalenos geralmente movem a cabeça e o pescoço. Entretanto, quando atuam como músculos acessórios da respiração, elevam a primeira e a segunda costelas, invertendo sua ação e auxiliando a inspiração.

▪ Músculos acessórios da expiração

Os músculos acessórios da expiração atuam praticamente do mesmo modo, exceto por tracionarem a caixa torácica para baixo. Por exemplo, o músculo reto do abdome, que geralmente flexiona o tronco, traciona então o esterno em direção ao púbis em uma inversão de sua ação, sendo auxiliar na expiração (Figura 16.13). O músculo quadrado do lombo traciona as costelas inferiores em direção à crista ilíaca com o mesmo objetivo.

Muitos músculos acessórios da respiração já foram discutidos na parte sobre coluna vertebral (Capítulo 15) ou sobre o cingulo do membro superior (Capítulo 9). Aqueles que não foram discutidos neste ou em capítulos anteriores estão ilustrados nas Figuras 16.15 e 16.16 e listados na Tabela 16.1.

A Tabela 16.2 resume as fases da respiração.



Figura 16.14 O músculo peitoral maior auxilia a inspiração em uma inversão da ação desse músculo por tração do esterno em direção ao úmero, que está estabilizado graças ao apoio dos antebraços nos “braços” da cadeira (ação em cadeia cinética fechada).

▪ Relações anômicas

Muitos músculos inserem-se na caixa torácica, inclusive os músculos do pescoço e do tronco, do cingulo do membro superior, do ombro e os músculos respiratórios. Os principais músculos respiratórios são os mais profundos, enquanto os músculos acessórios estão mais superficiais. Como já foi descrito, qualquer músculo que se insere na caixa torácica, ainda que indiretamente (como é o caso do M. levantador da escápula), e que possa exercer uma tração supe-

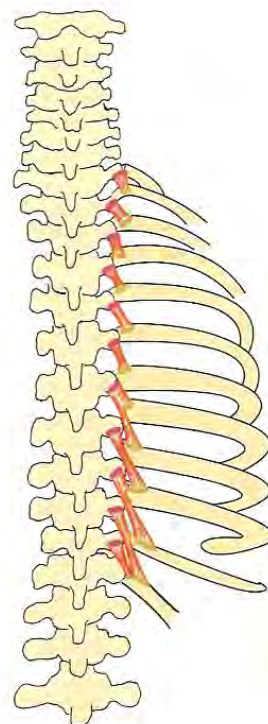


Figura 16.15 Músculos levantadores das costelas (vista posterior).



Figura 16.16 Músculos serráteis posteriores superior e inferior (vista posterior).

rior pode agir como um músculo acessório da inspiração. A Figura 16.17 mostra a maioria dos músculos listados na Tabela 16.2. Posteriormente, os músculos do cingulo do membro superior que se inserem na coluna vertebral e na escápula, como o músculo levantador da escápula, parte descendente do músculo trapézio e músculos romboides, podem exercer tração superior da caixa torácica em uma inversão de sua ação por meio da articulação entre a escápula e a clavícula.

Anteriormente, os músculos peitoral menor, reto do abdome, oblíquos externo e interno do abdome e quadrado do lombo têm inserções nas costelas e podem exercer tração inferior em uma inversão similar de ação do músculo. O músculo transverso do abdome não traciona as costelas tanto quanto comprime a cavidade abdominal, forçando a saída de ar dos pulmões. Os músculos serráteis posteriores superior e inferior ajudam a tracionar as costelas superiormente e inferiormente, respectivamente. Eles são a camada muscular média no dorso entre os músculos superficiais do cingulo do membro superior e os músculos profundos do tronco (Figura 16.16).

Tabela 16.1 Músculos acessórios da respiração.

Músculos acessórios da inspiração	Músculos acessórios da expiração
Músculos da inspiração profunda	Músculos da expiração forçada (ativa)
Esternocleidomastóideo	Reto do abdome
Peitoral maior	Oblíquo externo do abdome
Escalenos	Oblíquo interno do abdome
Levantadores das costelas (Figura 16.15)	Transverso do abdome
Serrátil posterior superior (Figura 16.16)	Quadrado do lombo
Músculos da inspiração forçada	Serrátil posterior inferior (Figura 16.15)
Levantador da escápula	
Parte descendente do músculo trapézio	
Romboides	
Peitoral menor	

Tabela 16.2 Fases da respiração.

Inspiração

Elevação das costelas e descida do diafragma determinam aumento de volume da cavidade torácica.

Fase	Músculos
Inspiração tranquila	Diafragma Intercostais externos
Inspiração profunda	Músculos da inspiração tranquila <i>mais</i> : Esternocleidomastóideo Escalenos Peitoral maior Levantadores das costelas Serrátil posterior superior
Inspiração forçada	Músculos da inspiração tranquila e profunda <i>mais</i> : Levantador da escápula Parte descendente do músculo trapézio Romboides Peitoral menor

Expiração

Abaixamento das costelas e diminuição do volume da cavidade torácica.

Fase	Músculos
Expiração tranquila	Relaxamento do diafragma e dos intercostais externos Retração elástica da parede torácica, dos pulmões e dos brônquios Gravidade (Intercostais internos)
Expiração forçada	Intercostais internos <i>mais</i> : Reto do abdome Oblíquo externo do abdome Oblíquo interno do abdome Quadrado do lombo Transverso do abdome Serrátil posterior inferior

▪ Respiração diafragmática versus respiração torácica

A **respiração diafragmática** é o método mais eficiente de respiração e requer menor quantidade de energia. Normalmente, o diafragma desce ao se contrair, o que causa a expansão da cavidade torácica e dos pulmões, e a consequente entrada de ar nos pulmões. Quando o diafragma relaxa, ele sobe e há redução da cavidade torácica e dos pulmões, com a consequente saída de ar dos pulmões. Na posição sentada ou em pé, a força de tração gravitacional das vísceras abdominais também tende a abaixar o diafragma. No entanto, na posição deitada, o efeito da força da gravidade sobre as vísceras abdominais tende a empurrá-las contra o diafragma, e este contra a cavidade torácica, dificultando o trabalho desse músculo. Esse efeito da gravidade é o motivo para se elevar a cabeceira do leito de uma pessoa com dificuldade respiratória. A posição elevada facilita a respiração.

Alguns hábitos, distúrbios ou doenças prejudicam o trabalho eficaz do diafragma. Nesses casos, é necessária maior parti-

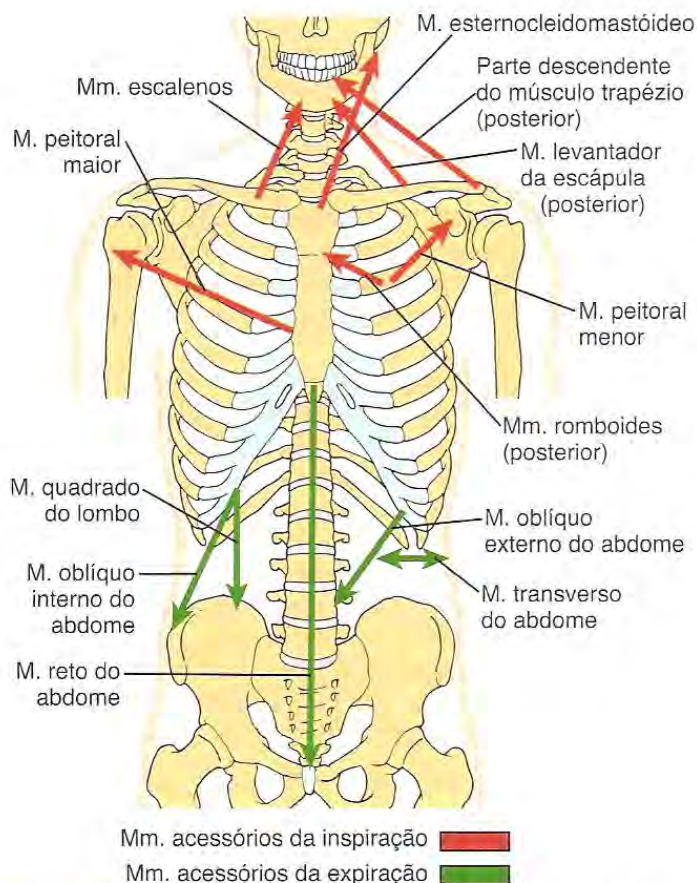


Figura 16.17 Representação dos músculos da respiração (vista anterior).

cipação da parte superior do tórax e da caixa torácica. A **respiração torácica** requer maior esforço e é muito menos eficiente que a respiração diafragmática. Como já foi descrito, durante a inspiração, a caixa torácica move-se superolateralmente, tanto no plano transversal (horizontal) quanto no sagital (antero-posterior). Em consequência, os pulmões expandem-se e o ar entra neles. Durante a expiração, há o relaxamento dos músculos envolvidos na respiração, com consequente retração dos pulmões e saída de ar deles. Na respiração torácica o volume de ar que entra nos pulmões é muito menor. Com respirações mais curtas, é preciso respirar mais rapidamente. Uma pessoa com respiração torácica está mais propensa à hiperventilação e ao desmaio.

Para conhecer melhor os dois mecanismos de respiração, coloque-se em decúbito dorsal, em posição confortável, com almofadas sob os joelhos e a cabeça. Ponha uma das mãos sobre a parte superior do tórax e outra sobre o abdome, logo abaixo das costelas. Inspire devagar pelo nariz com a boca fechada. Na respiração diafragmática, você observará que a mão sobre o abdome irá mover-se para cima e para baixo durante a inspiração e a expiração. O movimento da mão sobre o tórax deve ser pequeno ou nulo. Na respiração torácica ocorrerá o inverso. Será notado o movimento da mão sobre o tórax em vez do movimento da mão sobre o abdome.

Há um século a moda feminina incluía o uso de espartilhos apertados. Do ponto de vista estético, isso diminuía a cintura, mas do ponto de vista funcional empurrava os órgãos abdominais para cima, contra o diafragma, restringindo muito sua eficácia e forçando a respiração torácica. Não surpreendem os muitos relatos literários de mulheres que “desfaleciam” ou desmaiavam. Hoje, temos a “síndrome do jeans justo”. Roupas e cintos apertados restringem a respiração diafragmática e for-

çam a respiração torácica. Obesos extremos e grávidas no final da gestação não conseguem contrair o diafragma de modo eficaz; portanto, também tendem a apresentar respiração torácica.

▪ Resumo da inervação dos músculos da respiração

Os músculos da respiração, como outros músculos do tronco, recebem inervação dos nervos espinais em vários níveis, principalmente da região torácica. A notável exceção é o diafragma, que é innervado pelo nervo frênico. O nervo frênico origina-se do terceiro, quarto e quinto nervos espinais cervicais. Isso é relevante do ponto de vista funcional porque uma pessoa com lesão do segmento C3 da medula espinal, ou superior a ele, não consegue respirar sem assistência e depende do aparelho de ventilação. A respiração em pessoas com lesão da parte cervical da medula espinal inferior ao segmento C3 está prejudicada, mas elas são capazes de respirar sem assistência, embora atividades como tossir, gritar ou respirar profundamente sejam limitadas. Por isso, há participação não só dos músculos intercostais, mas também são necessários outros músculos acessórios da respiração. As atividades que exigem inspiração ou expiração forçada são afetadas de acordo com o grau de participação dos músculos respiratórios acessórios.

▪ Manobra de Valsalva

A manobra de Valsalva ocorre quando as pessoas prendem a respiração e tentam expirar. Os efeitos são variados. A expiração forçada com a boca fechada e o nariz ocluído força a entrada do ar nas tubas auditivas, fato que aumenta a pressão interna sobre a membrana timpânica. Às vezes, isso ajuda a “desobstruir os ouvidos” durante o mergulho ou ao descer rapidamente de um lugar de altitude elevada.

Outro fato é a apneia prolongada associada ao esforço, que resulta no ar sendo forçado contra a região da glote fechada. Isso aumenta a pressão intratorácica, o que retém o sangue nas veias e impede sua entrada no coração. Quando a respiração é retomada, a pressão intratorácica se reduz, e o sangue retido é rapidamente impulsionado através do coração, com aumento da frequência cardíaca (taquicardia) e da pressão arterial. Imediatamente, há bradicardia reflexa. Esse evento pode não ter consequências ou pode até acarretar parada cardíaca.

Crianças pequenas, durante acessos de fúria, às vezes realizam várias inspirações rápidas e profundas, depois colocam o polegar na boca e sopram com força sem soltar o ar. Isso pode causar tontura e desmaio. Durante um esforço, adultos podem realizar uma inspiração profunda e soprar com força ou fazer “força para baixo” sem deixar o ar sair. Essa manobra pode ser intencional durante um exercício porque ajuda a elevar a pressão intra-abdominal e a contrair com força os músculos abdominais, que auxiliam a estabilização da coluna vertebral, além de manter o tronco firme durante o levantamento de um peso. Esse tipo de respiração também costuma ser executado durante o parto, ao mover o corpo em direção à cabeceira estando deitado na cama, e no esforço ao urinar, defecar, vomitar, tossir ou espirrar.

Um coração saudável geralmente resiste a essas demandas variáveis e súbitas. No entanto, pacientes com o coração enfraquecido podem ter uma parada cardíaca. Assim, ao se exercitar, uma regra geral útil é expirar lentamente e evitar prender a respiração.

■ Distúrbios ou doenças respiratórias comuns

Infecção respiratória alta (IRA) é qualquer infecção limitada ao nariz, à faringe e à laringe. A laringe marca a transição entre as vias respiratórias superiores e inferiores. Talvez o resfriado comum seja a IRA mais frequente. Outras IRA incluem a gripe (*influenza*), laringite, rinite (inflamação da túnica mucosa nasal) e rinite alérgica.

As **infecções respiratórias baixas (IRB)** acometem estruturas desde a traqueia até os alvéolos pulmonares. Talvez a **pneumonia** seja a IRB mais comum. É uma inflamação dos alvéolos causada por infecção bacteriana ou viral. A pneumonia pode afetar um lobo inteiro (pneumonia lobar) ou estar dispersa em todo o pulmão (broncopneumonia). A broncopneumonia é mais comum em indivíduos muito jovens e muito idosos. A “pneumonia atípica” tem esse nome porque na maioria dos casos não é grave o suficiente para que o paciente fique acamado ou seja hospitalizado. Bronquite, enfisema e asma são outras IRB comuns. A **bronquite** acomete os brônquios e suas diversas subdivisões (árvore bronquial). No **enfisema**, as paredes dos alvéolos são distendidas e perdem a elasticidade em razão da obstrução bronquial crônica. Os sintomas de **asma** geralmente são causados por espasmo das paredes dos brônquios, o que dificulta muito a expiração.

A **hiperventilação** é comum durante a respiração rápida quando a quantidade de dióxido de carbono retirada do sistema é maior que a produzida pelo metabolismo. Um tratamento comum da hiperventilação é respirar dentro de um saco de papel para “reinalar” o dióxido de carbono. A **dor lateral** (fisgada) é uma condição temporária comum em corredores. É uma dor aguda e localizada, geralmente logo abaixo da caixa torácica, causada por câibra no diafragma. Os **soluços** são espasmos involuntários do diafragma acompanhados de rápido fechamento da região da glote, o que provoca ruídos inspiratórios agudos e curtos.

Pleurisia é uma doença dolorosa e silenciosa causada por inflamação da pleura. O **pneumotórax**, ou *colapso pulmonar*, ocorre por introdução de ar na cavidade pleural ou por algum outro mecanismo que faça extinguir o vácuo na referida cavidade. Isso reduz a capacidade pulmonar ventilatória.

A **separação da costela** é a luxação entre a costela e sua cartilagem costal. A **luxação da costela** é o deslocamento da cartilagem costal em relação ao esterno. O **tórax instável** ocorre quando há fratura de quatro costelas ou mais em dois lugares (cominutiva). A consequência disso é o colapso, em vez da expansão, dessa parte da parede torácica durante a inspiração. Ao contrário, durante a expiração a parede torácica também se expande.

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

1. Que estruturas ósseas e cartilagíneas compõem o tórax?
2. Que estruturas ósseas constituem as articulações costovertebrais?
3. Que tipo de movimento é possível nas articulações costovertebrais?
4. Como (a) os movimentos do tórax e (b) os movimentos do diafragma afetam a inspiração e a expiração?
5. Qual é a inserção que funciona como ponto fixo de todos os músculos acessórios da inspiração em relação à caixa torácica?
6. A linha de tração dos músculos intercostais externos direito e esquerdo forma a letra V anteriormente, semelhante à formada pelos músculos oblíquos externos do abdome direito e esquerdo. No entanto, no dorso, as linhas de tração são opostas. Por quê?
7. O diafragma tem somente uma parte com inserção óssea. Como é a inserção da outra parte? Como age esse músculo?
8. A fala ocorre durante a inspiração, a expiração ou em ambas as fases da respiração?
9. Como os músculos acessórios auxiliam a respiração?
10. Quais objetos costumam ser utilizados para se comparar mecanicamente com os movimentos da caixa torácica? E o movimento da cavidade torácica (expansão/retração pulmonar) costuma ser comparado a qual?
11. Qual é a diferença da função respiratória entre uma pessoa com lesão do segmento C3 da medula espinal e outra com lesão em C5?

3. Espirrar.
4. Assobiar uma música.
5. Permanecer sentado tranquilamente.

Questões sobre exercícios clínicos

1. Coloque-se em decúbito dorsal, em posição confortável, com almofadas sob os joelhos e a cabeça. Ponha a mão direita sobre a parte superior do tórax e a esquerda sobre o abdome, logo abaixo das costelas. Inspire devagar pelo nariz com a boca fechada.
 - a. Qual tipo de respiração ocorre quando a mão *direita* sobe e desce?
 - b. Qual tipo de respiração ocorre quando a mão *esquerda* sobe e desce?
2. Deitado na mesma posição, ponha uma das mãos sobre o abdome e a outra sobre a boca. Tussa. Você sente a contração de quais músculos?
3. Ponha uma das mãos sobre o tórax e a outra sobre a região anterolateral do pescoço. Puxe o ar pelas narinas com força (como se estivesse com coriza).
 - a. Qual é o movimento do tórax?
 - b. Você percebeu a contração de algum músculo no pescoço?
 - c. Qual é a fase da respiração que ocorre e quais músculos do pescoço agiram em uma inversão da sua ação muscular?
4. Sente-se em uma cadeira com os cotovelos apoiados nos “braços” da cadeira. Coloque a mão direita sobre o lado esquerdo do tórax, com os dedos apontando em direção ao ombro esquerdo. Inspire profundamente.
 - a. Qual foi o movimento das costelas? Em que fase da respiração ele ocorreu?
 - b. Qual músculo acessório da respiração está agindo?
 - c. Qual tipo de atividade em cadeia está ocorrendo?

Questões sobre atividade funcional

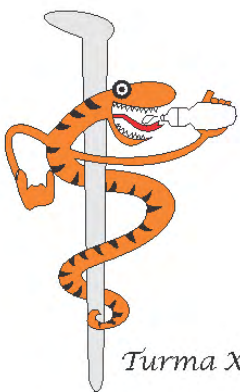
Identifique a(s) fase(s) da respiração durante estas atividades:

1. Encher uma bola.
2. Prender a respiração e contar até 15.

17

Cíngulo do Membro Inferior

- ▶ Estrutura e função, 218
- ▶ Pelves maior e menor, 218
- ▶ Movimentos do cíngulo do membro inferior, 222
- ▶ Autoavaliação, 227



Turma XII



► Estrutura e função

O **cíngulo do membro inferior** é constituído de quatro ossos: o sacro, o cóccix e os dois ossos do quadril (formados pelo fêmur, ísquio e púbis). As articulações do cíngulo do membro inferior incluem as **articulações sacroilíacas** direita e esquerda, a **sínfise púbica** anteriormente e a **articulação lombossacral** superoposteriormente (Figura 17.1).

O cíngulo do membro inferior, também referido como **pelve**, tem várias funções. Talvez, o mais importante para o movimento e para postura seja o fato de que o referido cíngulo sustenta o peso do corpo por meio da coluna vertebral e transmite essa força aos ossos do quadril. Por outro lado, recebe as forças do solo geradas quando o pé o toca e as transmite superiormente em direção à coluna vertebral. Durante a caminhada, o cíngulo do membro inferior move-se como uma unidade nos três planos do espaço, o que possibilita o movimento relativamente suave. Além disso, o cíngulo do membro inferior sustenta e protege as vísceras pélvicas, proporciona inserções para alguns músculos e constitui a porção óssea do canal de parto nas mulheres.

► Pelves maior e menor

Vários termos são comumente utilizados para se referir ao canal de parto na pelve; portanto, convém descrever resumidamente alguns desses termos e identificar algumas diferenças entre as pelves ósseas masculina e feminina.

A **pelve maior** é a região situada entre as cristas ilíacas direita e esquerda, e superiormente à abertura superior da pelve. A **abertura superior da pelve** é visualizada traçando-se uma linha entre o promontório da base do sacro, posteriormente, e a margem superior da sínfise púbica, anteriormente (Figura 17.2). A pelve maior não contém órgãos pélvicos.

A **pelve menor** está situada entre as aberturas superior e inferior da pelve. A **abertura inferior da pelve** é visualizada traçando-se uma linha da extremidade do cóccix até a margem inferior da sínfise púbica (Figura 17.2). A cavidade da pelve menor é denominada **cavidade pélvica** e contém partes do trato gastrointestinal (GI), do trato urinário e alguns órgãos genitais internos. Nas mulheres, forma o **canal de parto**.

Há várias diferenças entre as pelves masculina e feminina (Figura 17.3). A abertura superior da pelve é mais oval nas mulheres e mais cordiforme nos homens. A cavidade pélvica

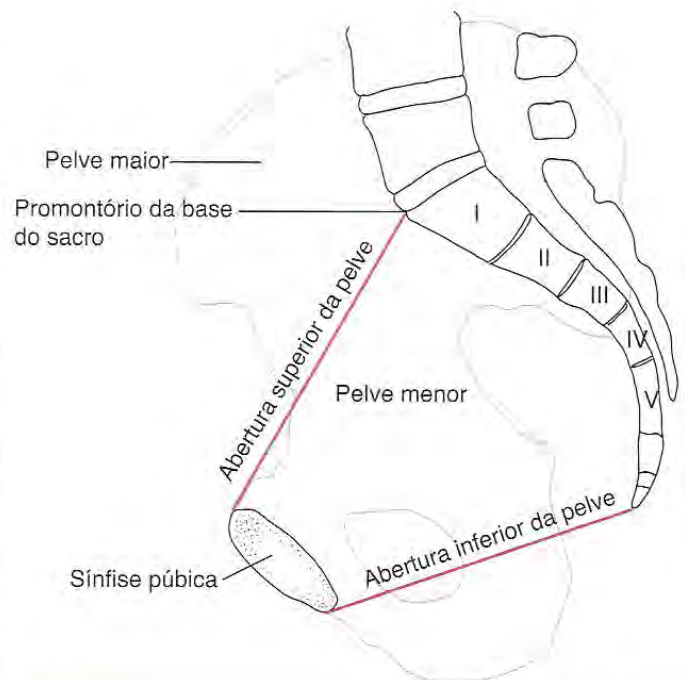


Figura 17.2 Aberturas superior e inferior da pelve, corte sagital. A região situada entre elas é a **pelve menor**, que constitui a cavidade pélvica. A região situada superiormente à abertura superior da pelve é a **pelve maior**.

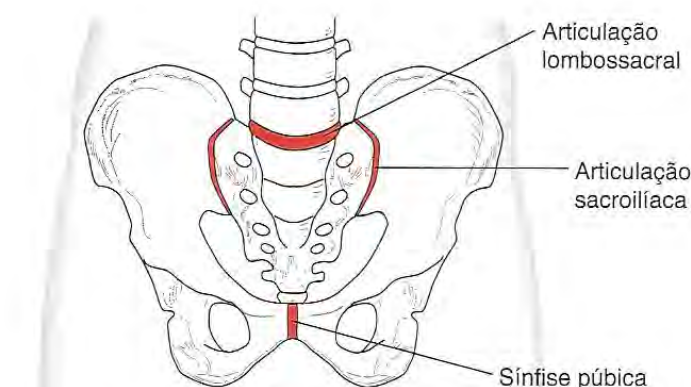
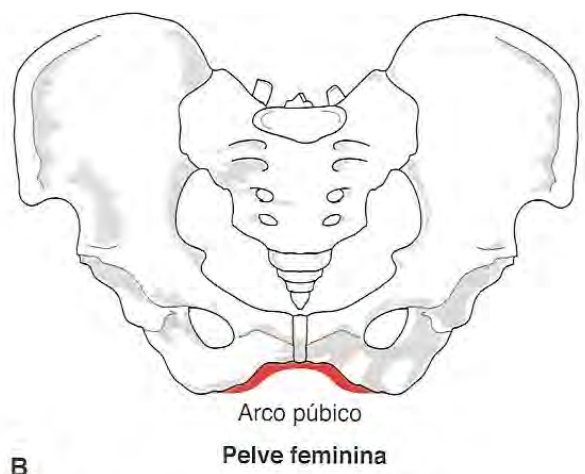
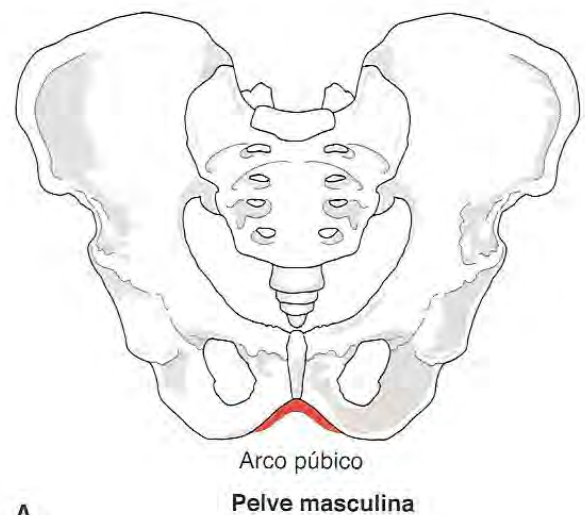


Figura 17.1 Articulações do cíngulo do membro inferior (vista anterior).

Figura 17.3 Comparação das pelves masculina e feminina (vista anterior). Pelve masculina (**A**) e pelve feminina (**B**).

também é mais curta e menos afunilada nas mulheres, e o sacro é mais curto e menos curvo; suas paredes não são verticais, e os acetábulos e túberes isquiáticos estão mais distantes de um lado em relação ao outro. Essas características tornam o volume da cavidade pélvica feminina maior que o volume da cavidade pélvica masculina, que é mais longa e afunilada. Além disso, o arco púbico* é mais aberto e mais arredondado nas mulheres. As diferenças nesses arcos púbicos podem ser representadas visualmente com a mão: faça um arco estendendo o polegar e o indicador de uma mão (em mulheres) ou o indicador e o dedo médio (em homens).

▪ Articulação sacroilíaca

Estrutura e movimentos da articulação

A **articulação sacroilíaca**, geralmente denominada **articulação SI**, é uma articulação sinovial e anaxial (sem eixo de movimento) entre o sacro e o ílio. É descrita como uma articulação sinovial plana, mas as faces articulares são muito irregulares. É essa irregularidade que ajuda a manter bem juntas as faces articulares dos dois ossos.

A função da articulação sacroilíaca é transmitir o peso da parte superior do corpo por meio da coluna vertebral para os ossos do quadril. É projetada para ter grande estabilidade e mínima mobilidade. Como outras articulações sinoviais, a face articular é revestida por cartilagem hialina. A membrana sinovial reveste suas porções não articulares. Tem uma cápsula articular fibrosa reforçada por ligamentos.

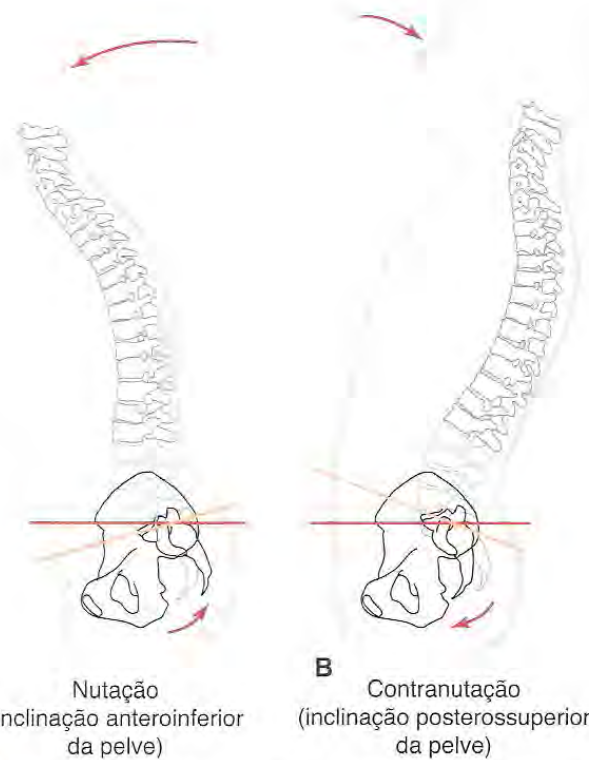
Movimentos da articulação SI

O verdadeiro tipo e o grau de movimento da articulação SI são temas controversos. Em contrapartida, geralmente se aceita que os movimentos da articulação SI são de nutilação e contranutilação (Figura 17.4).

A **nutilação**, às vezes denominada *flexão sacral*, é o movimento anteroinferior da base do sacro (na extremidade superior), o que causa o movimento posterior da porção inferior do sacro e do cóccix. A abertura inferior da pelve aumenta e é visualizada traçando-se uma linha da extremidade do cóccix até a margem inferior da sínfise púbica.

A **contranutilação**, às vezes denominada *extensão sacral*, refere-se ao movimento oposto. A base do sacro move-se posterossuperiormente, o que ocasiona o movimento anterior da extremidade do cóccix. A abertura superior da pelve torna-se maior. A abertura superior da pelve pode ser visualizada traçando-se uma linha do promontório da base do sacro até a margem superior da sínfise púbica.

O grau de movimento na nutilação e na contranutilação é mínimo, e só ocorre em conjunto com outros movimentos articulares. A nutilação ocorre com flexão do tronco ou extensão do quadril. Já a contranutilação ocorre com extensão do tronco ou flexão do quadril. Esses movimentos também são importantes durante o parto. Quando o feto atravessa a abertura superior da pelve nos estágios iniciais do trabalho de parto, é necessário que o diâmetro anteroposterior (diâmetro verdadeiro) seja maior. Portanto, as articulações SI estão em contranutilação. Nos estágios posteriores do trabalho de parto, quando o feto atravessa a abertura inferior da pelve, é importante que esse diâmetro AP seja maior. A realização



A Nutilação (inclinação anteroinferior da pelve) **B** Contranutilação (inclinação posterossuperior da pelve)

Figura 17.4 Movimentos da articulação sacroilíaca. **A.** Nutilação é o movimento anteroinferior do promontório da base do sacro, enquanto a extremidade do cóccix se move na direção oposta. **B.** Contranutilação é o movimento posterossuperior do promontório da base do sacro, enquanto a extremidade do cóccix se move na direção oposta.

do movimento de nutilação nas articulações SI aumenta o diâmetro AP.

Ossos e pontos de referência

Os dois ossos da articulação SI são o sacro e o ílio; este último é a parte superior do osso do quadril. O **sacro** é um osso cuneiforme constituído de cinco vértebras sacrais fundidas. Está localizado entre os dois ossos do quadril e constitui a parede posterior da cavidade pélvica. A superfície anterior, denominada *face pélvica*, é côncava (Figura 17.5). Como é inclinada, a articulação do sacro com a quinta vértebra lombar forma um ângulo conhecido como *ângulo lombossacral*. Os pontos de referência importantes são os descritos a seguir (Figuras 17.5 e 17.6).

Base do sacro

Superfície superior de S I.

Promontório da base do sacro

Crista que se projeta ao longo da margem anterior do corpo vertebral de S I.

Processo articular superior

Localizado posteriormente na base do sacro, articula-se com o processo articular inferior de L V.

Asa do sacro

Asas laterais largas que são, na verdade, processos transversos fundidos.

Forames sacrais anteriores e posteriores

Há quatro pares de forames sacrais localizados nas faces pélvica e dorsal. Eles dão passagem aos ramos anterior e poste-

* N.R.T.: o arco púbico constitui, conseqüentemente, o ângulo subpúbico que pode ser mensurado.

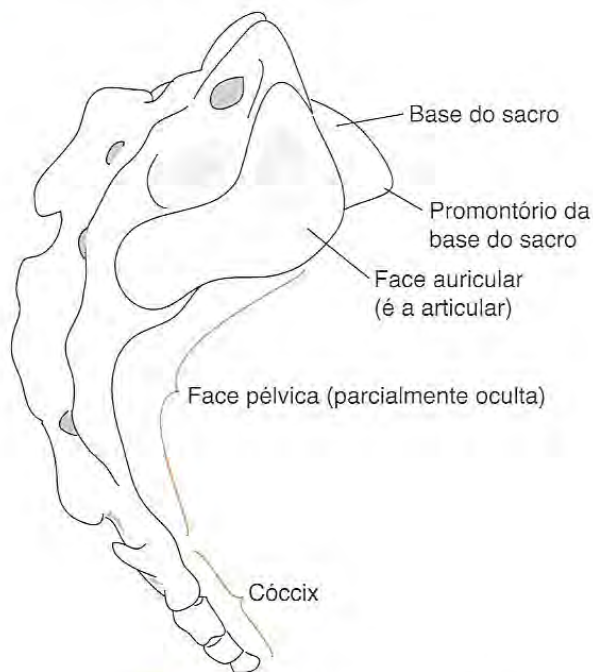


Figura 17.5 Sacro (vista lateral).

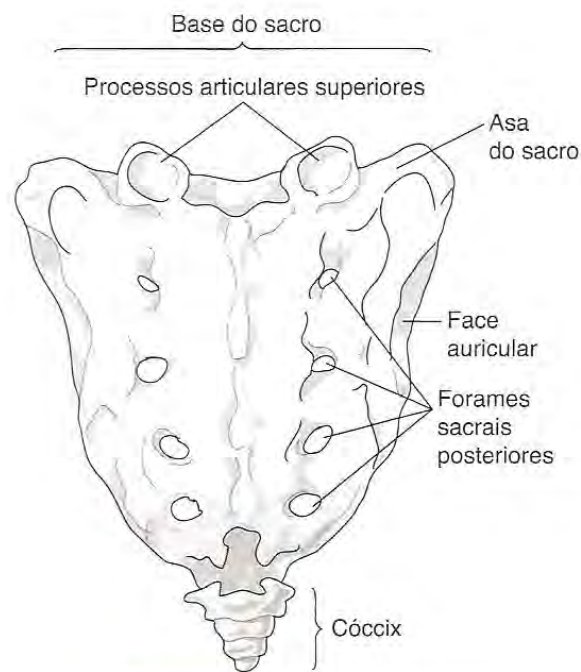


Figura 17.6 Sacro (vista posterior).

rior dos nervos espinais sacrais. Os forames sacrais anteriores são maiores que os posteriores.

Face auricular

Assim denominada porque tem formato semelhante ao da orelha (*auricular*, do latim, significa “semelhante à orelha”). Está localizada na superfície lateral do sacro e articula-se com o ílio. A superfície irregular ajuda a manter as faces articulares dos dois ossos bem juntas, o que aumenta a estabilidade.

Face pélvica

Superfície anterior côncava.

O **ílio** constitui a parte superior do osso do quadril e será descrito com mais detalhes no Capítulo 18. Os pontos de referência relevantes para a articulação sacroilíaca são os descritos a seguir (Figura 17.7).

Tuberosidade ilíaca

Área grande e áspera entre a porção posterior da crista ilíaca e a face auricular. É o local de fixação do ligamento sacroilíaco interósseo.

Face auricular

Assim denominada porque tem formato semelhante ao da orelha, é a face articular do ílio com o sacro. Está localizada inferoanteriormente à tuberosidade ilíaca.

Crista ilíaca

Crista superior do ílio; é a parte óssea percebida ao se colocarem as mãos sobre os quadris.

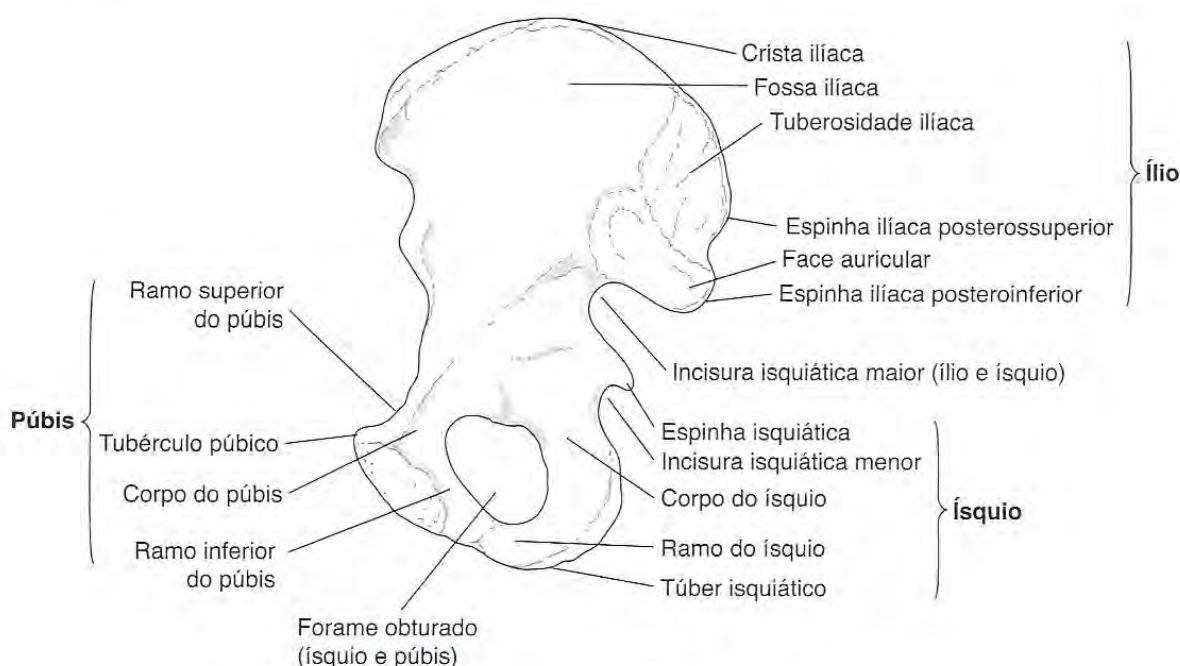


Figura 17.7 Osso do quadril direito (vista medial).

Espinha ilíaca posterossuperior

Em geral abreviada como EIPS, é a projeção posterior da crista ilíaca e o local de fixação dos ligamentos sacroilíacos posteriores.

Espinha ilíaca posteroinferior

Em geral abreviada como EIPI, situa-se inferiormente à EIPS e é o local de fixação de uma expansão do ligamento sacrotuberal.

Incisura isquiática maior

Margem côncava maior formada pelo ílio superiormente e pelo ílio e ísquio inferiormente.

Forame isquiático maior

Limitado pela incisura isquiática maior e pelos seguintes ligamentos: o ligamento sacrotuberal forma a margem posteromedial do forame, e o ligamento sacroespinal forma a margem inferior (Figuras 17.8 e 17.9). O nervo isquiático atravessa essa abertura.

O **ísquio** também será descrito com mais detalhes no Capítulo 18. As partes do ísquio pertinentes à articulação sacroilíaca são (Figura 17.7) as descritas a seguir.

Corpo do ísquio

Constitui toda a parte do ísquio superior ao túber isquiático.

Incisura isquiática menor

Margem côncava menor localizada na parte posterior do corpo do ísquio, entre a incisura isquiática maior e o túber isquiático.

Espinha isquiática

Saliência localizada na parte posterior do corpo do ísquio, entre as incisuras isquiáticas maior e menor. É o local de fixação do ligamento sacroespinal.

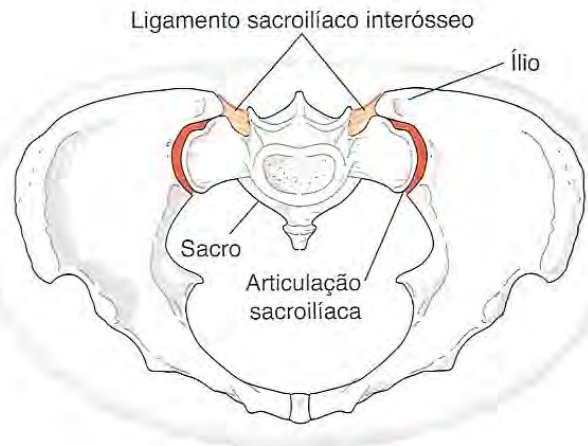


Figura 17.9 Corte transversal das articulações sacroilíacas (vista superior).

Túber isquiático

A projeção áspera e rombuda na parte inferior do corpo do ísquio. É uma superfície de sustentação de peso na posição sentada.

Ligamentos

Como se destina a absorver “grande carga de estresse” e, ao mesmo tempo, proporcionar grande estabilidade, a articulação sacroilíaca tem muitos ligamentos. O **ligamento sacroilíaco anterior** é um ligamento largo e plano na superfície anterior da articulação, que une as asas e a face pélvica do sacro à face auricular do ílio (Figura 17.8), e mantém unida a porção anterior da articulação. O **ligamento sacroilíaco interósseo** é o mais profundo, mais curto e mais forte dos ligamentos sacroilíacos (Figura 17.9). Ocupa a área áspera imediatamente superior e posterior às faces auriculares do ílio e do sacro e posterior ao ligamento sacroilíaco anterior. Portanto, une as tuberosidades ilíaca e sacral.

O ligamento sacroilíaco posterior tem duas partes distintas (Figura 17.10). O **ligamento sacroilíaco posterior “curto”** tem trajeto mais oblíquo entre o ílio e a porção superior do sacro na face dorsal. Impede o movimento anterior do sacro. O **ligamento sacroilíaco posterior “longo”** tem trajeto mais vertical entre a espinha ilíaca posterossuperior e a porção inferior do sacro; impede o movimento descendente do sacro.



Figura 17.8 Ligamentos da pelve (vista anterior).

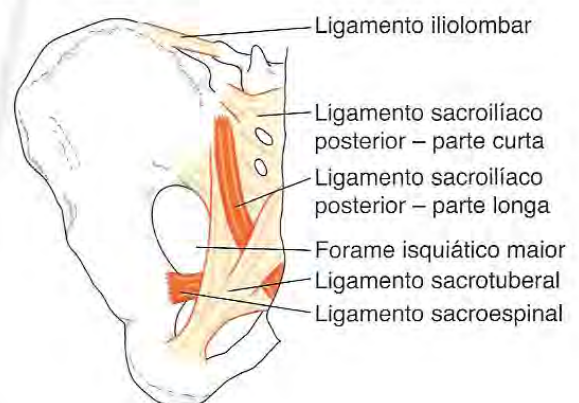


Figura 17.10 Ligamentos da pelve (vista posterior).

* N.R.T.: não há referência na literatura de um ligamento lombossacral. Pela posição no desenho, parece ser uma parte do ligamento iliolumbar.

Três ligamentos acessórios reforçam ainda mais a articulação sacroilíaca e são observados nas Figuras 17.8 e 17.10. O **ligamento sacrotuberal** é um ligamento triangular muito forte que se estende da região entre o EIPS e EIPI (ílio), da superfície posterolateral do sacro inferiormente à face auricular e do cóccix. Essas fibras reúnem-se inferiormente e fixam-se no túber isquiático. É o local de inserção para o músculo glúteo máximo e previne a rotação anterior do sacro. O **ligamento sacroespinal** também é triangular e situa-se profundamente ao ligamento sacrotuberal. Tem inserção ampla na porção lateroinferior do sacro e laterossuperior do cóccix, na superfície posterior (face dorsal). Depois, estreita-se e fixa-se na espinha isquiática. Esses dois ligamentos transformam a incisura isquiática maior em um forame através do qual passa o nervo isquiático. O **ligamento iliolumbar** une o processo transverso de L V ao ílio e às asas do sacro. É descrito com mais detalhes na seção *Articulação lombossacral*, adiante.

▪ Sínfise púbica

A sínfise púbica está localizada na linha mediana do corpo (Figura 17.11). Os ossos púbis direito e esquerdo estão unidos anteriormente e formam a sínfise púbica. Há um disco interpúbico de fibrocartilagem entre os dois ossos. Por ser uma articulação cartilaginosa, há pouco movimento. Entretanto, torna-se muito mais móvel nas mulheres durante o parto.

A união da sínfise púbica deve-se principalmente a dois ligamentos (Figura 17.11). O **ligamento púbico superior** fixa-se no tubérculo púbico de cada lado do corpo do púbis e fortalece as porções superior e anterior da articulação. O **ligamento púbico inferior** fixa-se entre os dois ramos inferiores do púbis, e fortalece a porção inferior da articulação.

Pontos de referência

O **púbis** será descrito com mais detalhes no Capítulo 18. Os pontos de referência relevantes para a sínfise púbica são (Figura 17.7) os descritos a seguir.

Corpo do púbis

Parte principal do púbis, entre as duas projeções denominadas ramos superior e inferior.

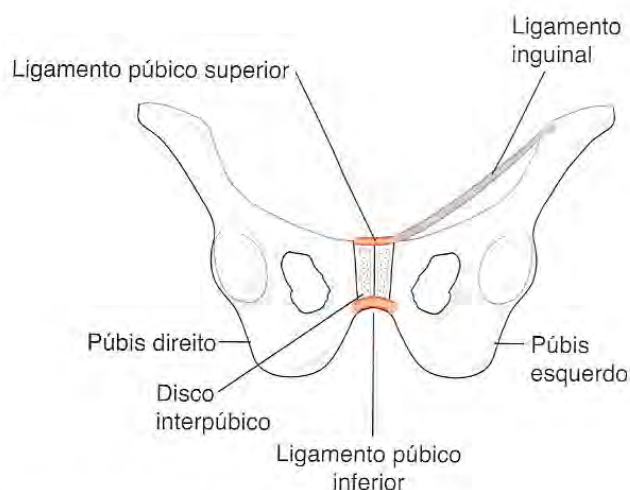


Figura 17.11 Sínfise púbica, vista anterior com os púbis parcialmente seccionados.

Ramo superior do púbis

Projeção superior a partir do corpo do púbis.

Ramo inferior do púbis

Projeção inferior a partir do corpo do púbis e local de fixação do ligamento púbico inferior.

Tubérculo púbico

Projeta-se anteriormente no ramo superior do púbis perto da linha mediana e é local de fixação do ligamento púbico superior.

▪ Articulação lombossacral

Estrutura e ligamentos da articulação

A articulação lombossacral é constituída da quinta vértebra lombar e primeira vértebra sacral. A articulação entre essas vértebras é igual à de todas as outras vértebras. Os corpos vertebrais desses dois ossos estão separados por um disco intervertebral e unidos pelos ligamentos longitudinais anterior e posterior. As vértebras articulam-se nos processos articulares (processo articular inferior de L V e processo articular superior de S I). Os ligamentos que unem essa parte da articulação são os ligamentos supraespinal, interespinal e amarelo. Todos esses ligamentos estão descritos no Capítulo 15.

Dois outros ligamentos unem especificamente a articulação lombossacral (Figura 17.8). O **ligamento iliolumbar** fixa-se no processo transverso de L V e segue lateralmente até o lábio interno da parte posterior da crista ilíaca. Esse ligamento limita a rotação de L V sobre S I e auxilia os processos articulares a impedirem o movimento anterior de L V sobre S I. O **“ligamento lombossacral”** também se fixa no processo transverso de L V. Segue inferolateralmente até se fixar na asa do sacro, onde suas fibras misturam-se às fibras do ligamento sacroilíaco anterior.

Ângulo lombossacral

O ângulo lombossacral (Figura 17.12) é determinado traçando-se uma linha paralela ao solo e outra linha ao longo da base do sacro. Esse ângulo aumenta quando há inclinação anterior da pelve e diminui quando há inclinação posterior. O ângulo lombossacral ideal é de aproximadamente 30°. Quando a lordose lombar aumenta, o ângulo também o faz, o que torna maior a tensão de cisalhamento de L V sobre S I. O movimento anterior de L V sobre S I é impedido pela contenção ligamentar e pelo formato e pelo encaixe do processo articular inferior de L V medial e posteriormente ao processo articular superior de S I. Por outro lado, quando a lordose lombar diminui, o ângulo lombossacral também diminui.

► Movimentos do cingulo do membro inferior

As articulações envolvidas diretamente no movimento do cingulo do membro inferior são as duas articulações do quadril e as articulações das vértebras lombares, sobretudo a articulação lombossacral entre L V e S I. Os movimentos pélvicos ocorrem nos três planos do espaço. Na posição ereta, em pé, a pelve deve estar nivelada; considerando o plano sagital, a espinha ilíaca anterossuperior (EIAS) e a sínfise púbica devem estar rentes ao mesmo plano vertical (Figura 17.13). A **inclina-**

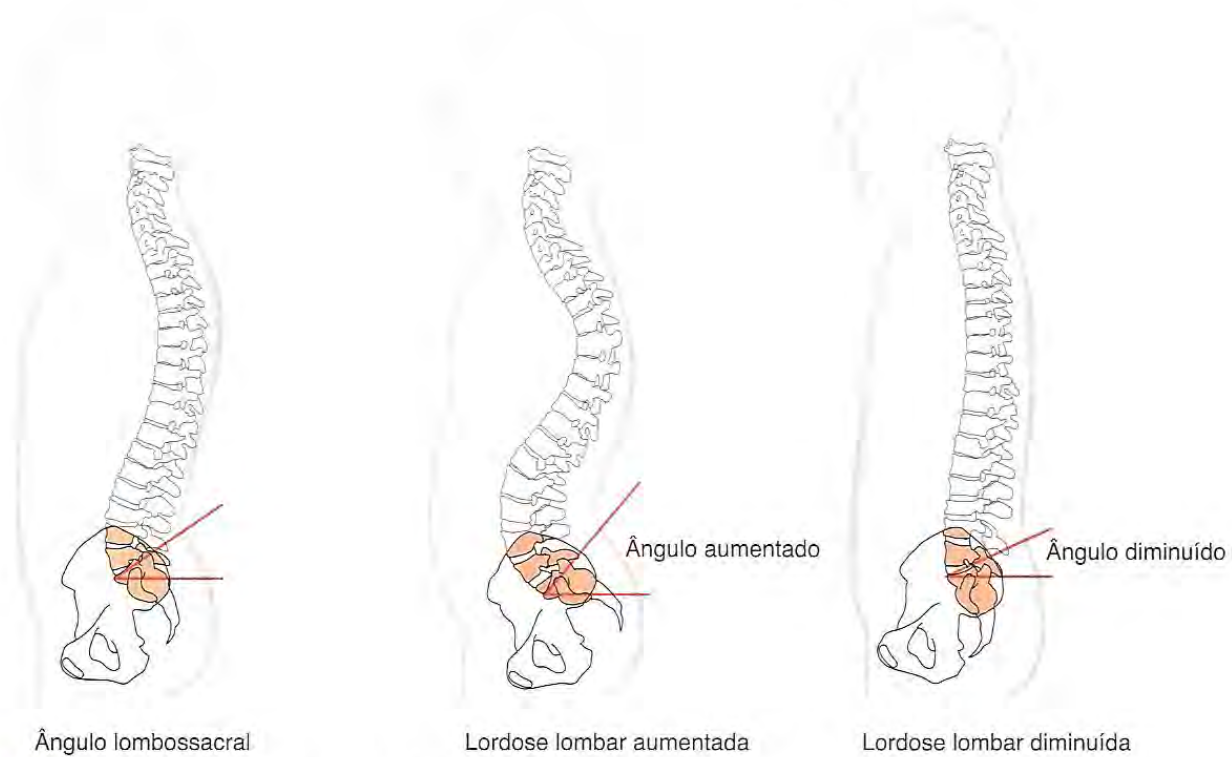


Figura 17.12 O ângulo lombossacral é determinado traçando-se uma linha paralela ao solo e outra linha ao longo da base do sacro. O ângulo aumenta ou diminui à medida que a lordose lombar aumenta ou diminui, respectivamente.

ção anterior ocorre quando a pelve inclina-se anteriormente e desloca a EIAS para uma posição anterior à sínfise púbica. A **inclinação posterior** ocorre quando a pelve inclina-se posteriormente e desloca a EIAS para uma posição posterior à sínfise púbica. A Figura 17.13 mostra esses movimentos.

A manutenção do corpo ereto quando a pelve inclina-se anteriormente exige que as articulações acima e abaixo da pelve movam-se na direção oposta. Portanto, na inclinação anterior da pelve, há hiperextensão da parte lombar da coluna vertebral e flexão das articulações do quadril. Assim, quando

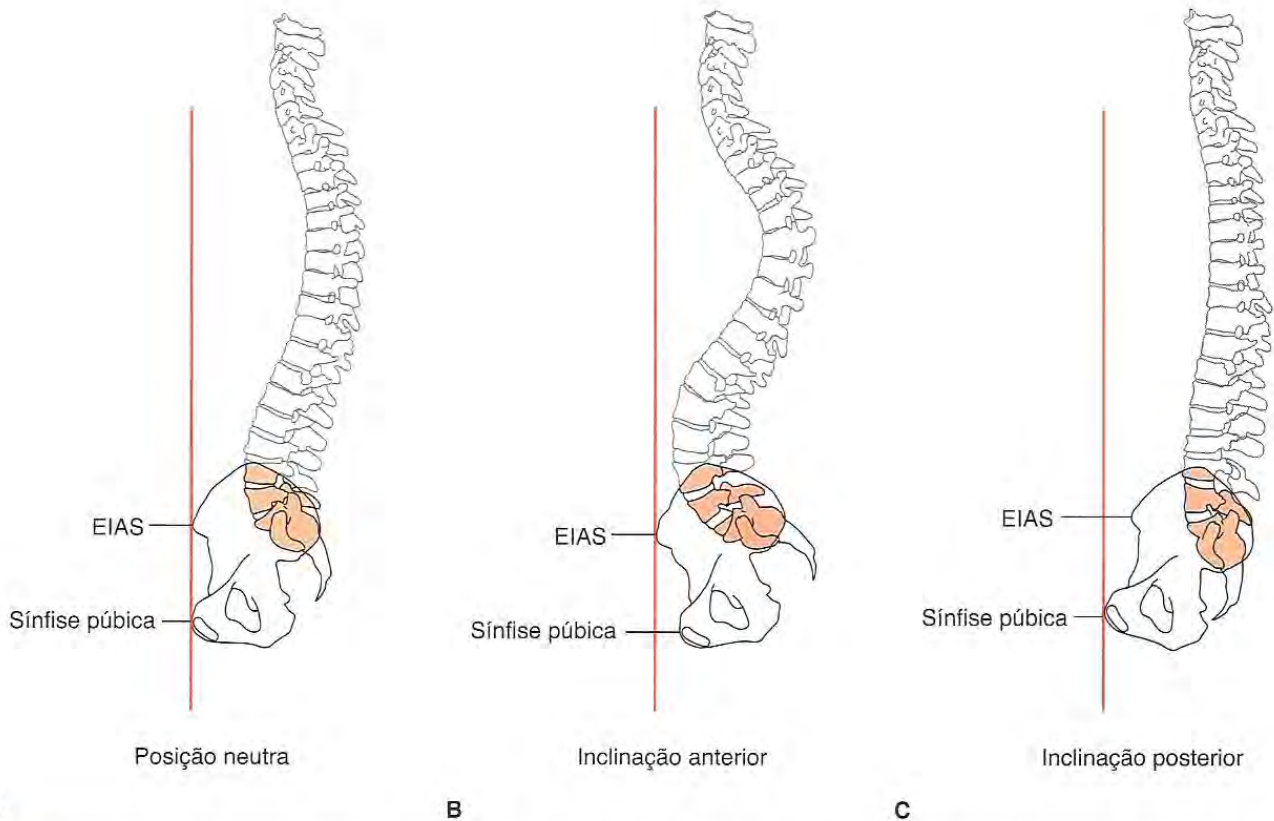


Figura 17.13 Movimentos da pelve no plano sagital. **A.** A espinha ilíaca anterossuperior (EIAS) e a sínfise púbica devem estar no mesmo plano vertical. **B.** A inclinação anterior ocorre quando a pelve inclina-se anteriormente, deslocando a EIAS para uma posição anterior à sínfise púbica. **C.** A inclinação posterior ocorre quando a pelve inclina-se posteriormente, deslocando a EIAS para uma posição posterior à sínfise púbica.

uma pessoa com contratura em flexão do quadril está ereta, em pé, há inclinação anterior da pelve e hiperextensão da região lombar. Ao contrário, uma pessoa com contração dos músculos posteriores da coxa pode ficar em pé com inclinação posterior da pelve e retificação da curvatura lombar.

Ao considerar o plano frontal, as cristas ilíacas devem estar niveladas (Figura 17.14). Para avaliar isso, coloque seus polegares sobre as EIAS e verifique se estão no mesmo nível. A **inclinação lateral** ocorre quando as duas cristas ilíacas não estão niveladas. Como a pelve move-se como uma unidade, um lado move-se superiormente e o outro, inferiormente (Figura 17.15). Portanto, é necessário utilizar um ponto de referência. O *lado sem apoio do membro inferior é o ponto de referência*. Outro modo de identificar o ponto de referência é identificar o lado da pelve *mais distante do eixo articular*. Por exemplo, no apoio unilateral direito, o eixo da articulação é o do quadril direito. Portanto, o lado da pelve mais distante é o esquerdo. Durante a marcha, a pelve está nivelada quando os dois membros inferiores estão em contato com o solo. Em contrapartida, quando um membro se eleva do solo (fase de balanço), perde o apoio, e a pelve se rebaixa um pouco naquele mesmo lado. É impossível abaixar a pelve no lado que está sustentando o peso do corpo. Portanto, o ponto de referência para inclinação lateral é o lado sem apoio (ou com menor apoio) ou o lado mais distante do eixo da articulação que sustenta o peso. A Figura 17.16 mostra uma inclinação lateral esquerda. A pessoa sustenta o peso com o membro inferior direito enquanto levanta o membro esquerdo do solo. O lado esquerdo da pelve perde o apoio e abaixa ou inclina-se lateralmente para o mesmo lado.

Para manter o equilíbrio do corpo, as articulações diretamente acima e abaixo da pelve realizam movimentos na direção oposta. Na Figura 17.17, pode-se observar que, quando a pelve inclina-se (desce) para a direita, a coluna vertebral inclina-se lateralmente para a esquerda. Enquanto há adução da articulação do quadril que sustenta o peso (esquerda), há abdução do quadril sem apoio (direito).

Embora a discussão tenha se concentrado apenas na inclinação de um lado da pelve abaixo do nível do outro lado, é possível elevar a pelve no lado sem apoio. Isso é conhecido

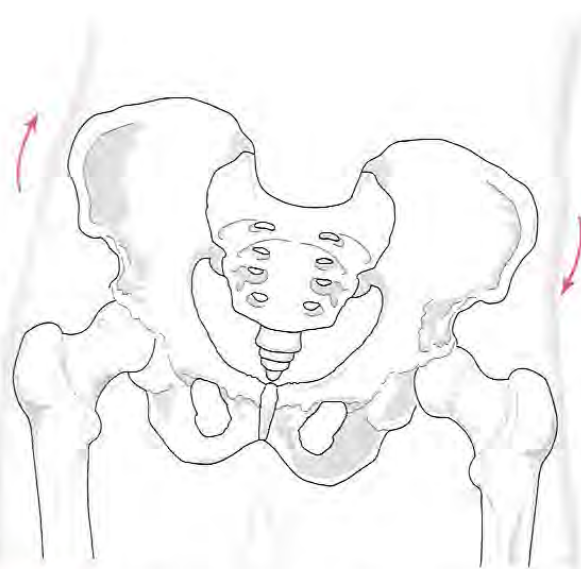


Figura 17.15 Inclinação lateral (vista anterior). Um lado da pelve move-se superiormente e o outro, inferiormente.

como **elevação do quadril**. Quando uma pessoa caminha com uma imobilização ou uma órtese cruropodálica, a elevação do quadril ajuda a retirar o pé do solo durante a fase de balanço. A transferência do peso de um túber isquiático para o outro também causa elevação da pelve de um lado. Esse movimento ajuda a aliviar um pouco a pressão na posição sentada.

A **rotação pélvica** ocorre no plano horizontal (transversal) em torno de um eixo longitudinal quando um lado da pelve move-se anteriormente ou posteriormente em relação ao outro lado. Em vista superior, os pontos de referência importantes na pelve são, mais uma vez, as EIAS. Na posição anatômica (neutra) (Figura 17.18A), as duas EIAS devem estar no mesmo plano. Na rotação anterior da pelve (Figura 17.18B),

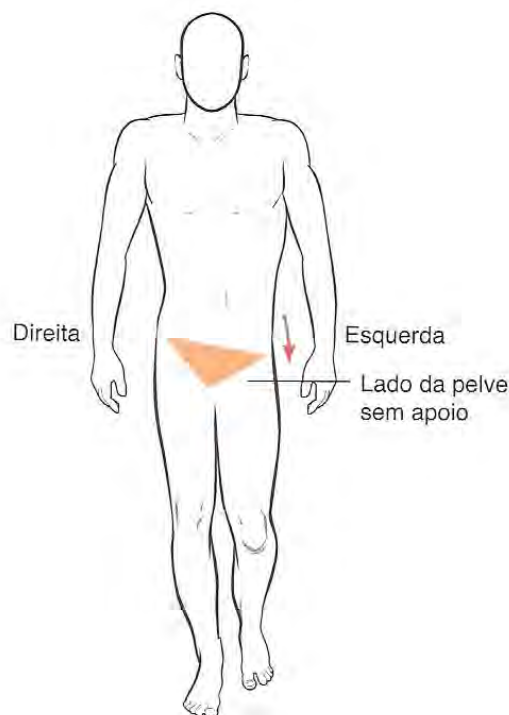


Figura 17.16 Inclinação lateral esquerda (vista anterior). Quando um membro inferior se eleva do solo, a hemipelve do mesmo lado perde o apoio e desce um pouco. Portanto, a inclinação lateral é denominada segundo o lado sem apoio.

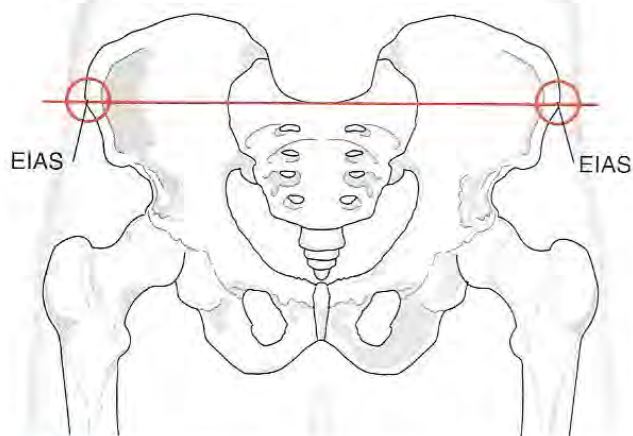


Figura 17.14 Movimentos da pelve no plano frontal. Na posição ereta, em pé, com apoio sobre os dois pés, as cristas ilíacas e as EIAS devem estar no mesmo nível.



Vista posterior

Figura 17.17 Outros movimentos articulares afetados pela inclinação da pelve. Quando a pelve inclina-se para a direita, a coluna vertebral inclina-se lateralmente para a esquerda. Há adução do quadril esquerdo (lado que sustenta o peso) e abdução do quadril direito (lado que não sustenta o peso).

o membro inferior esquerdo está sustentando o peso do corpo e o membro inferior direito está deslocando-se anteriormente. Mais uma vez, o lado sem apoio é o ponto de referência. Esse movimento causa a rotação anterior do lado direito da pelve,

deslocando a EIAS direita anteriormente em relação à EIAS esquerda. Se o membro inferior direito se deslocasse posteriormente (Figura 17.18C), a pelve faria rotação posterior. Em outras palavras, ao sustentar o peso com o membro inferior esquerdo e deslocar o membro inferior direito posteriormente, o lado direito da pelve faz rotação posterior.

Essa rotação pélvica ocorre porque a pelve move-se na articulação do quadril que sustenta o peso. Se há rotação anterior da hemipelve direita, há rotação medial do quadril esquerdo (Figura 17.18B). É preciso lembrar-se de que a rotação medial do quadril ocorre porque a pelve move-se em torno da cabeça do fêmur, e não o contrário, que é o mais comum. Na rotação posterior da hemipelve direita, há rotação lateral do quadril esquerdo (Figura 17.18C). As combinações de movimentos articulares durante a marcha serão descritas com mais detalhes no Capítulo 22; no entanto, a Tabela 17.1 apresenta um resumo dos movimentos articulares associados.

▪ Controle muscular

A pelve é movimentada e controlada por grupos de músculos que agem em um binário de forças. Quando a pelve inclina-se em sentido anterior/posterior, os grupos de músculos oponentes são responsáveis pelo movimento e controle (Figura 17.19). Para fazer a inclinação anterior da pelve, há tração superior pelos músculos extensores da parte lombar da coluna vertebral, principalmente o músculo eretor da espinha, posteriormente, e tração inferior pelos músculos flexores do quadril, anteriormente. Por outro lado, para fazer a inclinação posterior da pelve, há tração superior pelos músculos abdominais, anteriormente, e tração inferior pelos músculos glúteo máximo e posteriores da coxa, posteriormente (Figura 17.20). Nos dois casos, esses grupos musculares agem como um binário de forças por tração em direções opostas e provocam a inclinação da pelve.

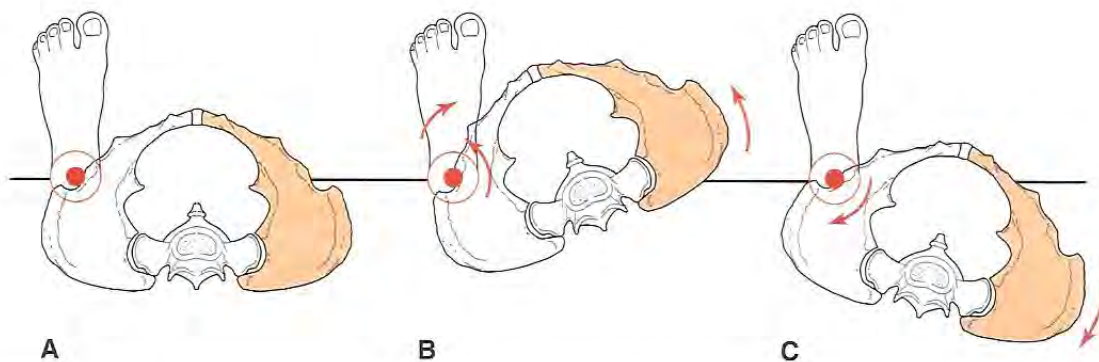


Figura 17.18 Rotação pélvica no plano horizontal (transversal) (vista superior). **A.** Na posição anatômica (neutra), as duas EIAS estão no mesmo plano. **B.** Na rotação anterior, a hemipelve direita move-se anteriormente. Isso causa rotação da hemipelve esquerda em torno da cabeça do fêmur, resultando em rotação medial do quadril. **C.** Na rotação posterior, a hemipelve direita move-se posteriormente. Isso causa rotação da hemipelve esquerda em torno da cabeça do fêmur, resultando em rotação lateral do quadril.

Tabela 17.1 Movimentos associados do cíngulo do membro inferior, da coluna vertebral e das articulações do quadril.

Cíngulo do membro inferior	Coluna vertebral	Quadril
Inclinação anterior	Hiperextensão	Flexão
Inclinação posterior	Flexão	Extensão
Inclinação lateral (lado sem apoio)	Flexão lateral (para o lado com apoio)	Adução: lado que sustenta o peso Abdução: lado que não sustenta o peso
Rotação (anterior)	Rotação: para o lado oposto	Rotação medial: lado que sustenta o peso
Rotação (posterior)	Rotação: para o lado oposto	Rotação lateral: lado que sustenta o peso

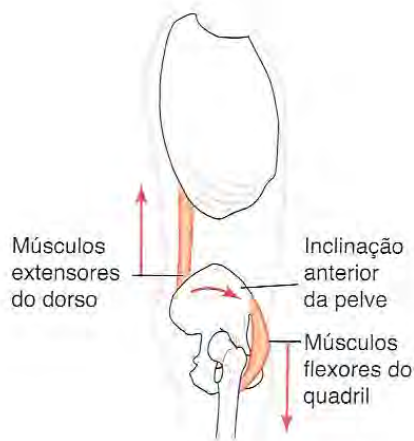


Figura 17.19 Binário de forças causando inclinação anterior da pelve (vista lateral). A tração superior (posteriormente) exercida pelos músculos extensores do tronco e a tração inferior (anteriormente) pelos músculos flexores do quadril provocam a inclinação anterior da pelve.

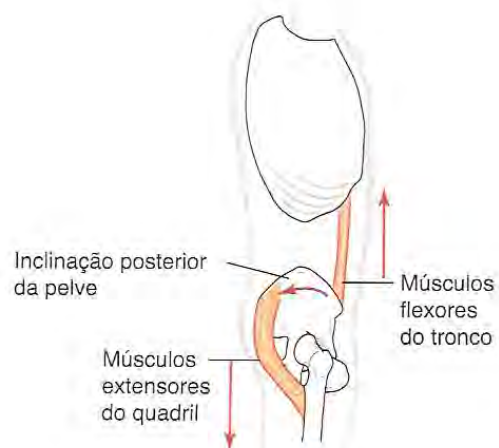
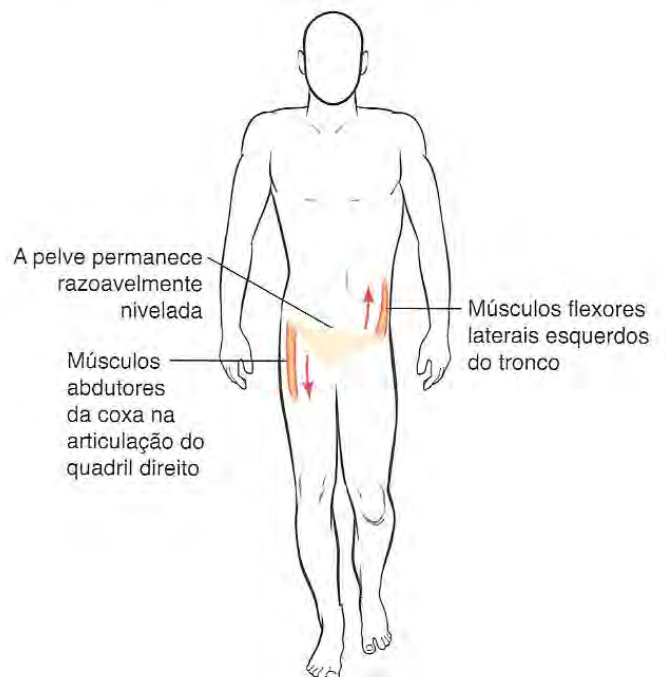


Figura 17.20 Binário de forças causando inclinação posterior da pelve (vista lateral). A tração superior (anteriormente) exercida pelos músculos flexores do tronco e a tração inferior (posteriormente) pelos músculos extensores do quadril causam a inclinação posterior da pelve.

Sem qualquer ação muscular, a força da gravidade pode inclinar a pelve lateralmente quando o membro inferior do mesmo lado está sem apoio. Entretanto, para controlar ou limitar o grau de inclinação lateral, grupos musculares em lados opostos do corpo também atuam como binário de forças. Usando o exemplo apresentado na Figura 17.21, em uma inversão da ação do músculo, os músculos flexores laterais do tronco à esquerda (basicamente os músculos eretor da espinha e quadrado do lombo) tracionam superiormente o lado esquerdo da pelve, enquanto os músculos abdutores da coxa na articulação do quadril à direita (músculos glúteos médio e mínimo) tracionam inferiormente o lado direito a fim de manterem a pelve moderadamente nivelada.

Todos esses mesmos grupos musculares, impedindo o movimento da pelve, agem em conjunto para assegurar a estabilidade. O controle da pelve e do tronco é necessário para garantir a base estável sobre a qual se movem a cabeça e os membros.



Vista anterior

Figura 17.21 O binário de forças mantém a pelve nivelada no plano frontal. Em uma inversão da ação do músculo, os músculos flexores laterais do tronco à esquerda fazem a tração superior, enquanto os músculos abdutores da coxa na articulação do quadril à direita fazem a tração inferior. Isso mantém a pelve razoavelmente nivelada em vez de deixá-la descer no lado sem apoio.

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

- Quais são os movimentos do cíngulo do membro inferior nos planos a seguir?
 - Plano sagital em torno do eixo transversal.
 - Plano frontal em torno do eixo sagital.
 - Plano horizontal (transversal) em torno do eixo longitudinal.
- Para que lado ocorreria a inclinação lateral da pelve causada por contração concêntrica do músculo quadrado do lombo direito?
- Que outra articulação distal, além da articulação lombossacral, movimenta-se durante as inclinações anterior e posterior da pelve?
- Qual movimento associado do quadril ocorre quando há inclinação da pelve em sentido
 - anterior?
 - posterior?
 - lateral?
- Quais movimentos associados do quadril ocorrem quando há rotação do lado esquerdo da pelve em sentido
 - anterior?
 - posterior?
- Que movimento lombar associado ocorre quando há inclinação da pelve em sentido
 - anterior?
 - posterior?
 - lateral?
- Quais grupos musculares devem estar contraídos em uma pessoa cuja pelve está excessivamente inclinada anteriormente?

Questões sobre atividade funcional

Identifique a posição da pelve nas seguintes atividades:

- Em decúbito dorsal, movimente a perna direita em direção ao tórax.
- Apoiado com os joelhos e as mãos no chão, deixe o tronco curvar-se para baixo.
- Apoiado com os joelhos e as mãos no chão, curve as costas para cima.
- Em pé, com o pé esquerdo sobre um livro grosso e o pé direito apoiado no chão, sustentando o peso com os dois pés. Identifique a posição dos quadris direito e esquerdo em relação aos movimentos de abdução ou adução (Figura 17.22).

Questões sobre exercícios clínicos

- Posicione-se em decúbito dorsal com os joelhos fletidos e as plantas dos pés apoiadas no colchonete. Coloque a mão na parte inferior do dorso (curvatura lombar). Empurre o dorso contra a mão. Identifique os principais movimentos do tronco, da pelve e do quadril. Quais músculos contribuem para essa ação por binário de forças?
Movimentos:
Músculos:
- Na posição anatômica, levante o pé esquerdo do solo enquanto mantém o quadril e o joelho estendidos. Identifique os principais movimentos da pelve e do quadril. Quais músculos contribuem para essa ação por binário de forças?
Movimentos:
Músculos:

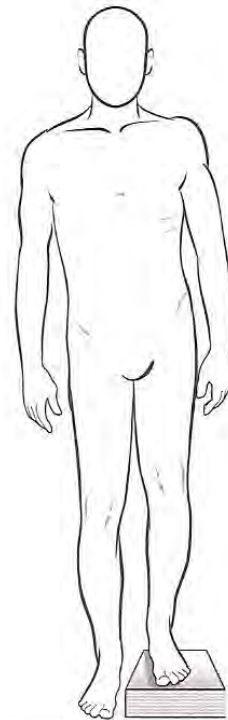
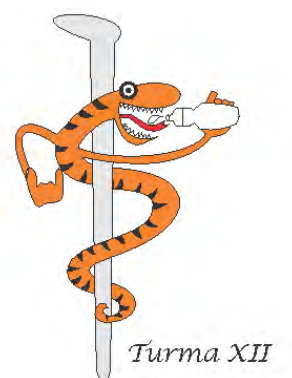


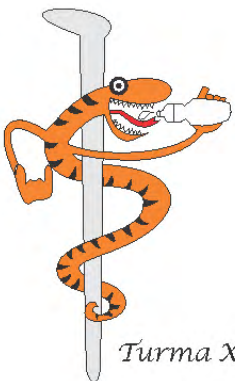
Figura 17.22 Em pé, com um pé sobre um livro grosso e o outro apoiado no chão.



Parte 4

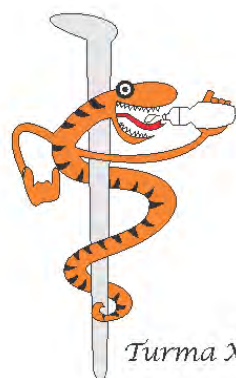
Cinesiologia Clínica e Anatomia dos Membros Inferiores

- 18 Articulação do Quadril, 231
- 19 Articulação do Joelho, 251
- 20 Articulação do Tornozelo e do Pé, 267



Turma XII



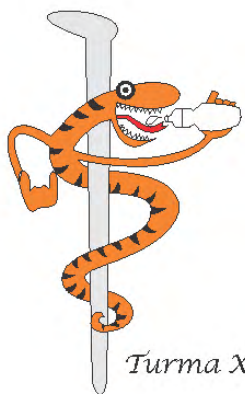


Turma XII

18

Articulação do Quadril

- ▶ Estrutura e movimentos da articulação, 232
- ▶ Ossos e pontos de referência, 233
- ▶ Ligamentos e outras estruturas, 235
- ▶ Músculos do quadril, 236
- ▶ Pontos-chave, 247
- ▶ Autoavaliação, 248



Turma XII



O membro inferior abrange a pelve, a coxa, a perna e o pé (Figura 18.1). Os ossos da pelve são os dois ossos do quadril, o sacro e o cóccix. O osso do quadril é formado pela fusão de três ossos (ílio, ísquio e púbis). A coxa contém o fêmur e a patela. A perna compreende a tíbia e a fíbula, e o pé tem sete ossos tarsais, cinco ossos metatarsais e 14 falanges. A Tabela 18.1 apresenta um resumo dos ossos do membro inferior.

► Estrutura e movimentos da articulação

A articulação do **quadril** é a mais proximal do membro inferior. É muito importante nas atividades com sustentação de peso e na marcha. Assim como a do ombro, é uma articulação do tipo sinovial esferóide. A cabeça do fêmur, arredondada ou convexa, encaixa-se no acetábulo côncavo e articula-se com ele (Figura 18.2). A cabeça do fêmur, convexa, desliza em sentido oposto ao movimento da coxa. Ao contrário do ombro, o quadril é uma articulação muito estável, e, por isso, sua amplitude de movimento é um pouco menor. Já o ombro, cujo movimento é muito amplo, não é tão estável.

Por ser uma articulação triaxial, ela possibilita movimentos da coxa nos três planos do espaço (Figura 18.3). A flexão, a extensão e a hiperextensão ocorrem no plano sagital, com aproximadamente 120° de flexão e 15° de hiperextensão. A

Tabela 18.1 Ossos do membro inferior.

Região	Ossos	Ossos individuais
Pelve	Osso do quadril	Ílio, ísquio, púbis
	Sacro	
	Cóccix	
Coxa	Fêmur	
	Patela	
Perna	Tíbia	
	Fíbula	
Pé	Ossos tarsais (7)	Calcâneo, tálus, cuboide, navicular, cuneiformes medial, intermédio e lateral (3)
	Ossos metatarsais (5)	Primeiro ao quinto
	Falanges (14)	Proximais (5), médias (4), distais (5)

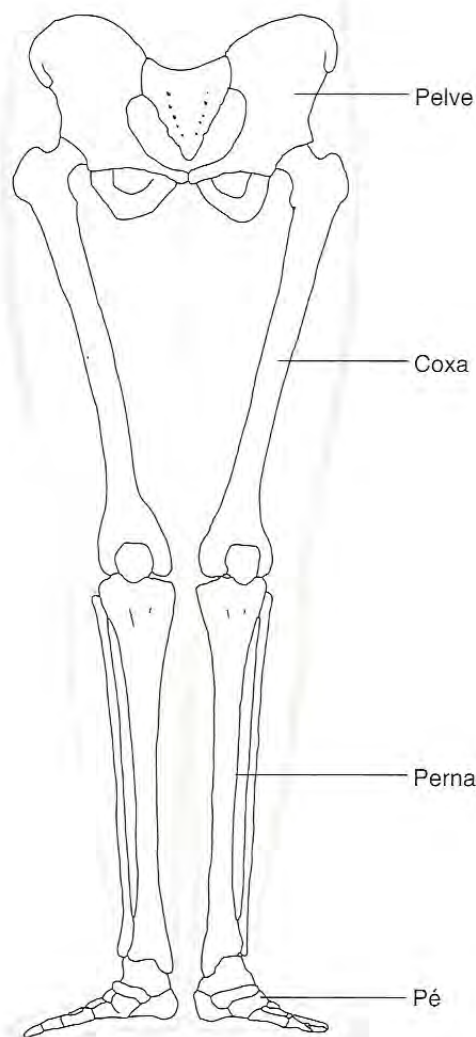


Figura 18.1 Partes do membro inferior e os ossos correspondentes (vista anterior).

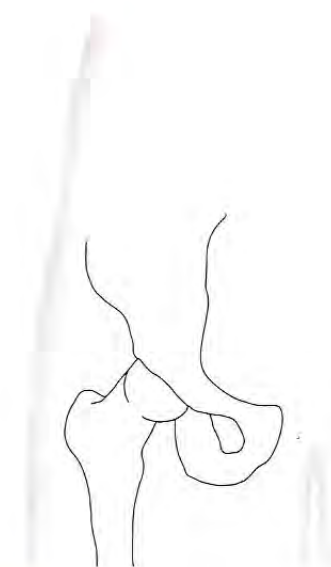


Figura 18.2 Articulação do quadril (vista anterior).



Figura 18.3 Movimentos da coxa na articulação do quadril.

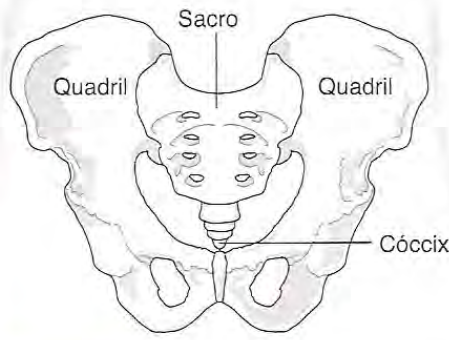


Figura 18.4 Ossos da pelve (vista anterior).

extensão é o retorno da flexão. A abdução e a adução ocorrem no plano frontal, com abdução aproximada de 45°. Em geral, a adução é considerada o retorno à posição anatômica, embora seja possível mover aproximadamente mais 25° além da posição anatômica. No plano horizontal (transversal), as rotações medial e lateral, às vezes, são denominadas *rotação interna* e *rotação externa*, respectivamente. A partir da posição anatômica é possível obter aproximadamente 45° de rotação em cada direção.

Os dois ossos do quadril articulam-se um ao outro anteriormente e ao sacro posteriormente. A porção distal do sacro também está articulada ao cóccix. Esses quatro ossos (dois ossos do quadril, sacro e cóccix) são conhecidos, em conjunto, como **pelve**, que é o **cíngulo do membro inferior** (Figura 18.4). Observe que a pelve não inclui o fêmur.

► Ossos e pontos de referência

Como mencionado anteriormente, a articulação do quadril é constituída pelo osso do quadril e fêmur. O osso do quadril tem formato irregular e, na verdade, é composto de três ossos – ílio, ísquio e púbis (Figura 18.5) – que se fundem na vida adulta.

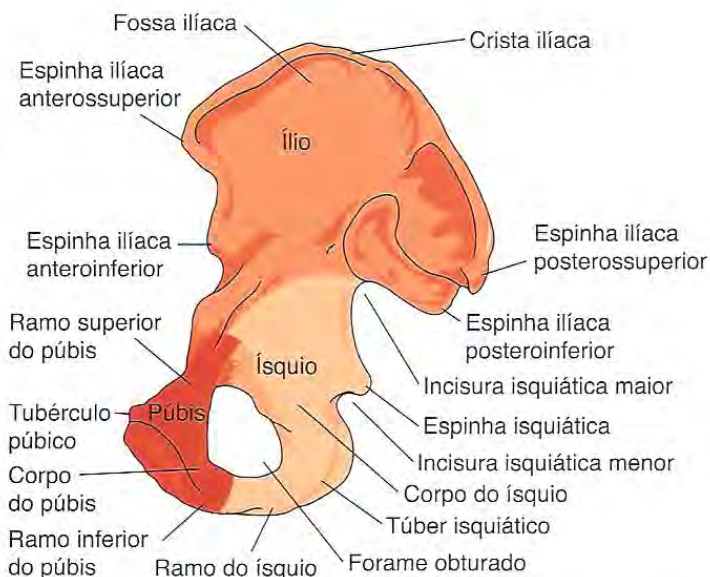


Figura 18.5 O osso do quadril direito (vista medial) é formado pelo ílio, ísquio e púbis. A incisura isquiática maior, o acetábulo e o forame obturado são constituídos pelas combinações desses ossos.

O **ílio**, que tem formato de leque, é a parte superior do osso do quadril. Os pontos de referência importantes são (Figuras 18.5 e 18.6) os descritos a seguir.

Fossa ilíaca

Área grande, lisa e côncava da face sacropélvica (interna) na qual se insere o músculo ilíaco do músculo iliopsoas.

Crista ilíaca

Parte óssea na qual a mão se apoia quando posta no quadril direito ou esquerdo. Suas margens se estendem desde a espinha ilíaca anterossuperior (EIAS) até a espinha ilíaca posterossuperior (EIPS).

Espinha ilíaca anterossuperior

Abreviada como EIAS. Projeção na extremidade anterior da crista ilíaca; nela se inserem os músculos tensor da fáscia lata e sartório, bem como se fixa o ligamento inguinal.

Espinha ilíaca anteroinferior

Abreviada como EIAI. Projeção localizada imediatamente inferior à EIAS; nela se insere o músculo reto femoral.

Espinha ilíaca posterossuperior

Abreviada como EIPS. É a projeção na extremidade posterior da crista ilíaca.

Espinha ilíaca posteroinferior

Abreviada como EIPI. É a projeção localizada imediatamente inferior à EIPS.

O **ísquio** é a porção posteroinferior do osso do quadril. Os pontos de referência importantes são (Figura 18.6) os descritos a seguir.

Corpo do ísquio

Constitui aproximadamente dois quintos do acetábulo.

Ramo do ísquio

Estende-se medialmente a partir do corpo e une-se ao ramo inferior do púbis. Nele se inserem os músculos adutor magno, obturador externo e obturador interno.



Figura 18.6 Osso do quadril direito (vista lateral).

Túber isquiático

Projeção áspera e rombuda na parte inferior do corpo do ísquio, que sustenta o peso do corpo na posição sentada. É o local de inserção dos músculos posteriores da coxa ("isquiotibiais") e adutor magno.

Espinha isquiática

Localizada na parte posterior do corpo do ísquio entre as incisuras isquiáticas maior e menor. É o local de fixação do ligamento sacroespinal.

O **púbis** forma a parte anteroinferior do osso do quadril. É dividido em três partes – corpo e dois ramos (Figuras 18.5 e 18.6).

Corpo do púbis

Externamente, forma um quinto do acetábulo; internamente é o local de inserção do músculo obturador interno.

Ramo superior do púbis

Localizado superiormente entre o acetábulo e o corpo do púbis, é o local de inserção do músculo pectíneo.

Ramo inferior do púbis

Localizado em posição inferior, dirige-se posterolateralmente a partir do corpo do púbis. É o local de inserção dos músculos adutores magno e curto, e grácil.

Sínfise púbica

Articulação cartilaginosa que une os corpos dos dois ossos púbis na linha mediana anterior.

Tubérculo púbico

Projeta-se anteriormente do ramo superior próximo à sínfise púbica, sendo o local de fixação do ligamento inguinal.

As estruturas a seguir são formadas pelas combinações dos três ossos do osso do quadril (Figura 18.5).

Acetábulo

Cavidade caliciforme profunda que se articula com o fêmur. É constituído por partes quase iguais do ílio, ísquio e púbis.

Forame obturado

Grande abertura, circundada pelos corpos e ramos do ísquio e do púbis, através da qual passam vasos sanguíneos e nervos.

Incisura isquiática maior

Incisura grande inferiormente à EIPI que é, na verdade, transformada em forame isquiático maior pelos ligamentos sacroespinal e sacrotuberal (ver Figura 17.8). O nervo isquiático, o músculo piriforme e outras estruturas atravessam essa abertura.

O **fêmur** é o osso mais longo, mais forte e mais pesado do corpo. Pode-se estimar que meça um quarto da altura da pessoa (Moore, 1985). Articula-se com o osso do quadril para formar a articulação do quadril e seus pontos de referência importantes (Figura 18.7) são os descritos a seguir.

Cabeça do fêmur

Extremidade superior arredondada revestida por cartilagem articular e que se articula com o acetábulo.

Colo do fêmur

A parte mais estreita entre a cabeça e os trocânteres.

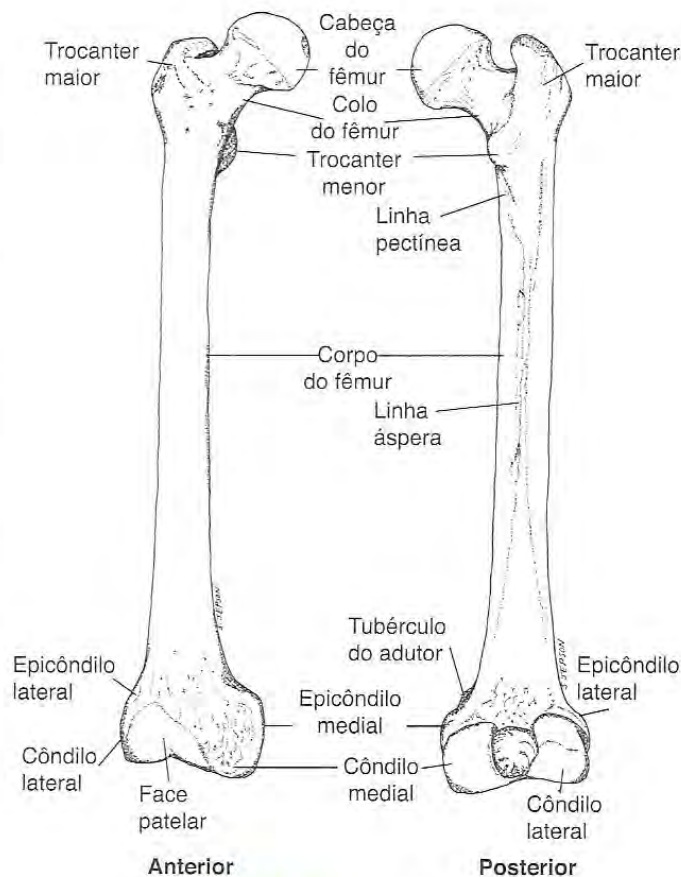


Figura 18.7 Fêmur direito.

Trocânter maior

Grande projeção localizada lateralmente entre o colo e o corpo do fêmur; é o local de inserção dos músculos glúteos médio e mínimo e da maioria dos músculos rotadores profundos da coxa.

Trocânter menor

Projeção menor localizada posteromedialmente, imediatamente distal ao trocânter maior; é o local de inserção do músculo iliopsoas.

Corpo do fêmur

A parte cilíndrica longa entre as extremidades proximal e distal do osso; também conhecida como *diáfise*. Apresenta suave curvatura convexa anterior.

Côndilo medial

Saliência medial na extremidade distal do fêmur.

Côndilo lateral

Saliência lateral na extremidade distal do fêmur.

Epicôndilo lateral

Projeção imediatamente superior ao côndilo lateral.

Epicôndilo medial

Projeção imediatamente superior ao côndilo medial.

Tubérculo do adutor

Pequena projeção imediatamente superior ao epicôndilo medial, na qual está inserida uma parte do músculo adutor magno.

Linha áspera

Crista longitudinal proeminente ao longo da maior parte da superfície posterior do corpo do fêmur.

Linha pectínea

Segue em sentido diagonal, a partir da região inferior ao trocanter menor em direção à linha áspera. É o local de fixação do músculo adutor curto.

Face patelar

Localizada anteriormente entre os côndilos medial e lateral. Articula-se com a face articular da patela, que é posterior.

A **tíbia** será apresentada com mais detalhes no Capítulo 19, mas é importante identificar um ponto de referência agora (Figura 18.8):

Tuberosidade da tíbia

Grande projeção anterior na extremidade proximal da tíbia. É o local de fixação do ligamento da patela.

► Ligamentos e outras estruturas

Como todas as articulações sinoviais, a articulação do quadril tem uma **cápsula articular** fibrosa. É forte, espessa e forma um cilindro que recobre toda a articulação. A sua fixação proximal ocorre ao redor do lábio do acetábulo e a fixação distal, no colo do fêmur (Figura 18.9). Constitui uma bainha cilíndrica que envolve a articulação e a maior parte do colo do fêmur.

Três ligamentos reforçam a cápsula: os ligamentos iliofemoral, pubofemoral e isquiofemoral (Figura 18.10). O mais

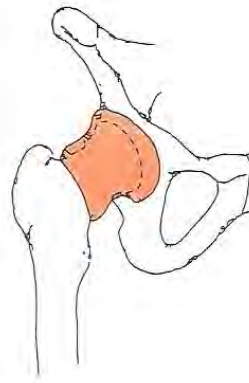


Figura 18.9 Cápsula articular do quadril (vista anterior).

importante deles é o **ligamento iliofemoral**. Ele reforça a parte anterior da cápsula articular porque tem fixação proximal até a espinha íliaca anteroinferior e cruza a articulação, reforçando-a anterolateralmente. A porção distal divide-se em duas partes e se fixa na linha intertrocanterica do fêmur. Por se assemelhar a uma letra Y invertida, costuma ser denominado **ligamento Y**. Também é conhecido como **ligamento de Bigelow**. Sua principal função é limitar a hiperextensão da coxa.

O **ligamento pubofemoral** cruza a região da articulação do quadril, reforçando-a inferomedialmente. Fixa-se na parte medial do limbo do acetábulo e no ramo superior do púbis,

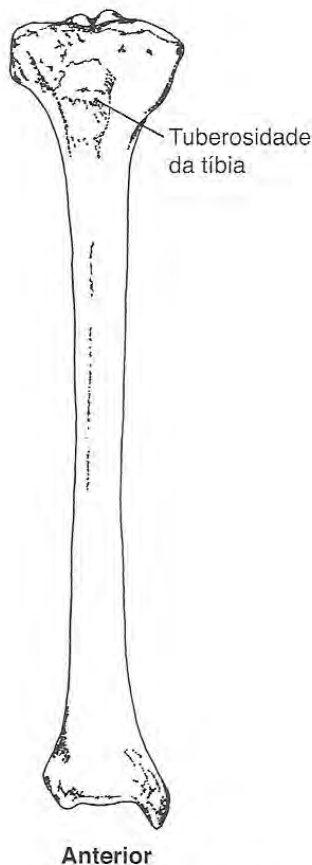
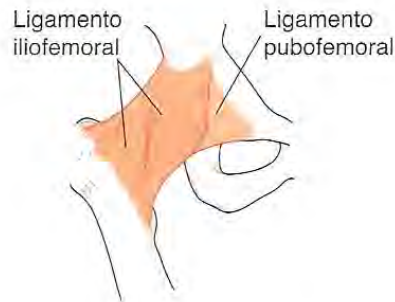


Figura 18.8 Tíbia direita (vista anterior).



Anterior



Posterior

Figura 18.10 A cápsula articular do quadril é reforçada por três ligamentos: iliofemoral, pubofemoral e isquiofemoral.

segue posteroinferiormente até se fixar no colo do fêmur. Assim como o ligamento iliofemoral, limita a hiperextensão, além de limitar a abdução da coxa.

O **ligamento isquiofemoral** reforça a cápsula articular posteriormente. Fixa-se na porção isquiática do acetábulo, cruza a articulação em sentido lateral e superior e fixa-se no colo do fêmur. Suas fibras limitam a hiperextensão e a rotação medial da coxa.

Todos os três ligamentos fixam-se ao longo da margem do acetábulo, cruzam a articulação do quadril em trajeto espiral e fixam-se no colo do fêmur. O efeito combinado dessa fixação espiral é limitar o movimento em um sentido (hiperextensão), mas possibilitar o movimento completo (flexão) no outro sentido. Portanto, esses ligamentos estão frouxos na flexão e são tensionados quando há hiperextensão da coxa na articulação do quadril. Ao empurrar os quadris para frente de maneira que fiquem anteriores aos ombros e aos joelhos, é possível permanecer em pé sem usar qualquer músculo, sustentado basicamente pelos ligamentos iliofemorais direito e esquerdo. Essa é a base da postura em pé de uma pessoa com paralisia após lesão da medula espinal (Figura 18.11).

O **ligamento da cabeça do fêmur** é um pequeno ligamento intracapsular cuja importância é controversa (Figura 18.12). A fixação proximal é no acetábulo e a fixação distal na fôvea da cabeça do fêmur. Alguns autores indicam que é tensionado durante a adução ou a rotação lateral da coxa, quando a articulação do quadril está semifletida. No entanto, sua contribuição significativa para a força da articulação é questionável, tendo em vista seu tamanho. Outra característica é que contém o trajeto de um vaso sanguíneo que irriga a cabeça do fêmur; entretanto, sozinho, esse vaso não oferece sangue suficiente para nutrir a cabeça do fêmur.

A profundidade do acetábulo é aumentada pelo **lábio do acetábulo**, anel de fibrocartilagem que está fixo no limbo (margem) do acetábulo. A margem livre do lábio circunda a cabeça do fêmur e ajuda a mantê-la no acetábulo.

Embora não tenha função na articulação do quadril, o **ligamento inguinal** deve ser identificado em razão de sua localiza-

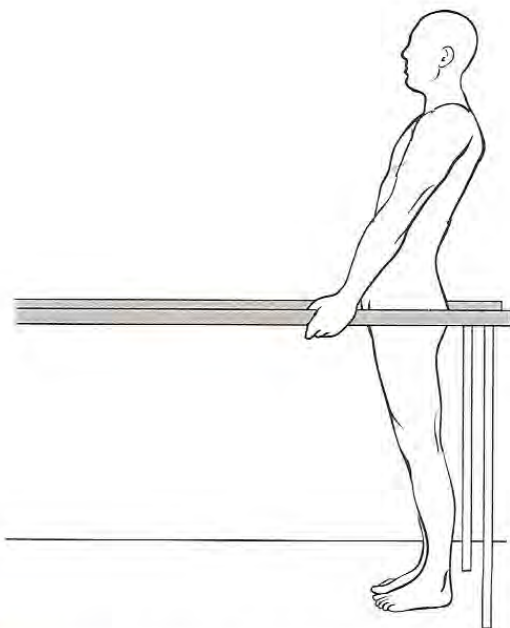


Figura 18.11 A fixação espiral dos ligamentos da articulação do quadril tende a limitar a hiperextensão da coxa. Portanto, um indivíduo paraplégico consegue ficar em pé empurrando os quadris à frente dos ombros e joelhos.

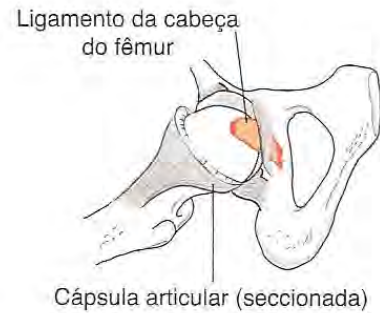


Figura 18.12 Ligamento da cabeça do fêmur. Vista oblíqua com rotação lateral do fêmur e a cápsula articular seccionada.

ção. Dirige-se da espinha ilíaca anterossuperior até o tubérculo púbico e é uma estrutura de referência utilizada como limite entre a parede anterior do abdome e a coxa (Figura 18.13). Quando a artéria e a veia ilíacas externas passam sob o ligamento inguinal, passam a se chamar *artéria e veia femorais*.

O **trato iliotibial** é a porção tendínea do músculo tensor da fáscia lata (Figura 18.26). Insere-se na porção anterior da crista ilíaca e desce superficialmente ao longo da região lateral da coxa até se inserir na tíbia. Tanto o músculo glúteo máximo quanto o tensor da fáscia lata têm fibras que se inserem no trato iliotibial.

A sensação final de todos os movimentos na articulação do quadril, exceto a flexão, é firme (estiramento dos tecidos moles) devido à tensão na cápsula articular, nos ligamentos e nos músculos. Na flexão da coxa na articulação do quadril, a sensação final resultante é suave (aproximação dos tecidos moles) em decorrência do contato entre a região anterior da coxa e o abdome.

► Músculos do quadril

Há muitas semelhanças entre as articulações do ombro e as do quadril. Assim como o ombro, o quadril tem um grupo de músculos monoarticulares responsáveis pela maior parte do controle, e tem um grupo de músculos biarticulares, mais longos, responsáveis pela amplitude de movimento. Esses músculos também podem ser agrupados de acordo com a localização e, em parte, segundo a função. Por exemplo, os músculos ante-



Figura 18.13 Ligamento inguinal (vista anterior).

Tabela 18.2 Músculos do quadril.

Grupo muscular	Músculos monoarticulares	Músculos biarticulares
Anterior	Iliopsoas	Reto femoral Sartório
Medial	Pectíneo Adutor magno Adutor longo Adutor curto	Grácil
Posterior	Glúteo máximo Rotadores profundos (6)	Semimembrâneo Semitendíneo Bíceps femoral (cabeça longa)
Lateral	Glúteo médio Glúteo mínimo	Tensor da fâscia lata

riores tendem a ser flexores; os músculos laterais, abdutores; os músculos posteriores, extensores; e os músculos mediais, adutores. A Tabela 18.2 classifica os músculos do quadril por localização e função.

O **músculo iliopsoas** é, na verdade, formado por dois músculos com inserções proximais diferentes e uma inserção distal comum (Figura 18.14).^{*} O músculo ilíaco insere-se proximalmente na fossa ilíaca e o músculo psoas maior, nos processos transversos, corpos vertebrais e discos intervertebrais das vértebras T XII-L V. Depois de se unirem, esses músculos se inserem no trocater menor do fêmur. O músculo iliopsoas é um agonista primário na flexão da coxa na articulação do quadril. Graças à inserção nas vértebras, o músculo psoas contribui para a flexão do tronco quando o fêmur está estabilizado.

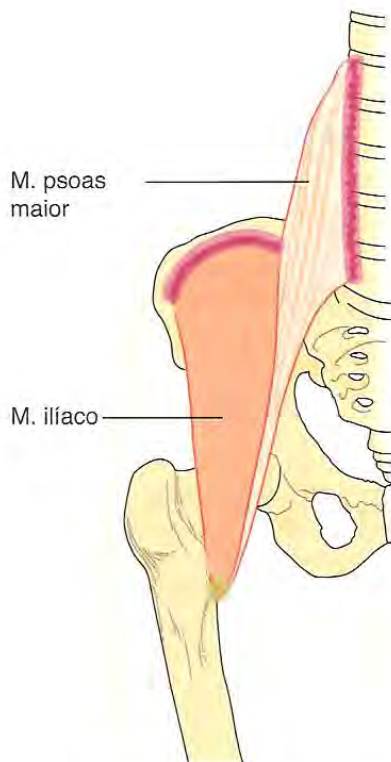


Figura 18.14 O músculo iliopsoas é formado pelos músculos psoas maior e ilíaco (vista anterior).

^{*} N.R.T.: podemos encontrar em diversas pessoas um terceiro músculo denominado psoas menor, constituindo o iliopsoas.

Músculo iliopsoas

- O** Fossa ilíaca, superfícies anterior e lateral de T XII-L V
- I** Trocater menor
- A** Flexão do quadril
- N** Ilíaco: nervo femoral (L2, L3)
Psoas maior: L2, L3

O **músculo reto femoral** faz parte do grupo do músculo quadríceps femoral e é o único músculo desse grupo a cruzar a articulação do quadril (Figura 18.15). Sua inserção proximal é na EIAI. Desce quase em linha reta ao longo da coxa e se une aos três músculos vastos, e todos se unem no tendão do músculo quadríceps femoral (também conhecido como *tendão patelar*[†]). Esse tendão recobre a patela, cruza o joelho e insere-se na tuberosidade da tíbia. O músculo reto femoral é um agonista primário na flexão da coxa na articulação do quadril e na extensão da perna na articulação do joelho.

Músculo reto femoral

- O** Espinha ilíaca anteroinferior
- I** Tuberosidade da tíbia
- A** Flexão da coxa na articulação do quadril, extensão da perna na articulação do joelho
- N** Nervo femoral (L2, L3, L4)

O **músculo sartório** é o músculo mais longo do corpo (Figura 18.16). Esse músculo semelhante a uma faixa insere-se proximalmente na espinha ilíaca anterossuperior. Segue um trajeto diagonal na coxa desde a região lateral até a medial, e



Figura 18.15 Músculo reto femoral (vista anterior).

[†] N.R.T.: a continuação do tendão do músculo quadríceps femoral é o ligamento da patela, que se fixa na tuberosidade da tíbia.

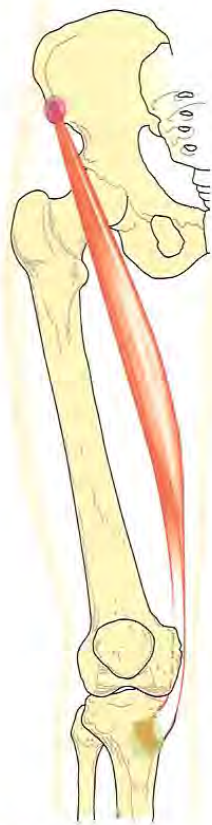


Figura 18.16 Músculo sartório (vista anterior).

da parte proximal para a distal, cruzando o joelho posteromedialmente. Graças à sua linha de tração, é capaz de realizar flexão, abdução e rotação lateral da coxa na articulação do quadril, e flexão da perna na articulação do joelho. No entanto, não é considerado um agonista primário em nenhum desses movimentos. É mais eficiente quando há execução simultânea dos quatro movimentos. Um exemplo desse movimento é o cruzamento dos membros inferiores com a colocação de um pé sobre o joelho oposto.

Músculo sartório

- O** Espinha ilíaca anterossuperior
- I** Face medial da extremidade proximal da tíbia
- A** Combinação de flexão, abdução, rotação lateral da coxa na articulação do quadril e flexão da perna na articulação do joelho
- N** Nervo femoral (L2, L3)

Medial ao músculo iliopsoas e lateral ao músculo adutor longo está o **músculo pectíneo**. Sua inserção proximal é no ramo superior do púbis, e sua inserção distal é na linha pectínea do fêmur (Figura 18.17). Como cruza a articulação do quadril anteromedialmente, realiza flexão e adução da coxa na articulação do quadril.

Músculo pectíneo

- O** Ramo superior do púbis
- I** Linha pectínea do fêmur
- A** Flexão e adução da coxa na articulação do quadril
- N** Nervo femoral (L2, L3, L4)

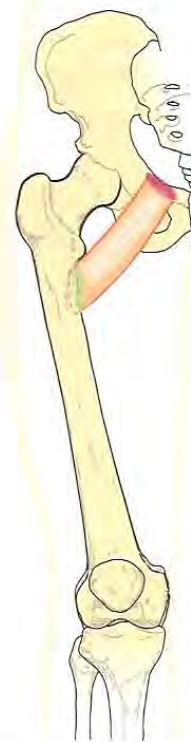


Figura 18.17 Músculo pectíneo (vista anterior). Observe que sua inserção distal ocorre na face posterior do fêmur.

Existem três outros músculos adutores monoarticulares da coxa na articulação do quadril, todos com o mesmo primeiro nome (Figura 18.18). O **músculo adutor longo**, o mais superficial dos três, insere-se proximalmente na superfície anterior do corpo do púbis próximo ao tubérculo púbico, e distalmente no terço médio da linha áspera do fêmur. Por ser mais superficial, é possível palpar com facilidade o seu tendão na região inguinal, anteromedialmente. É importante ser capaz de palpar esse tendão ao verificar a adaptação correta do encaixe quadrilátero de uma prótese transfemoral. É um agonista primário na adução da coxa na articulação do quadril.

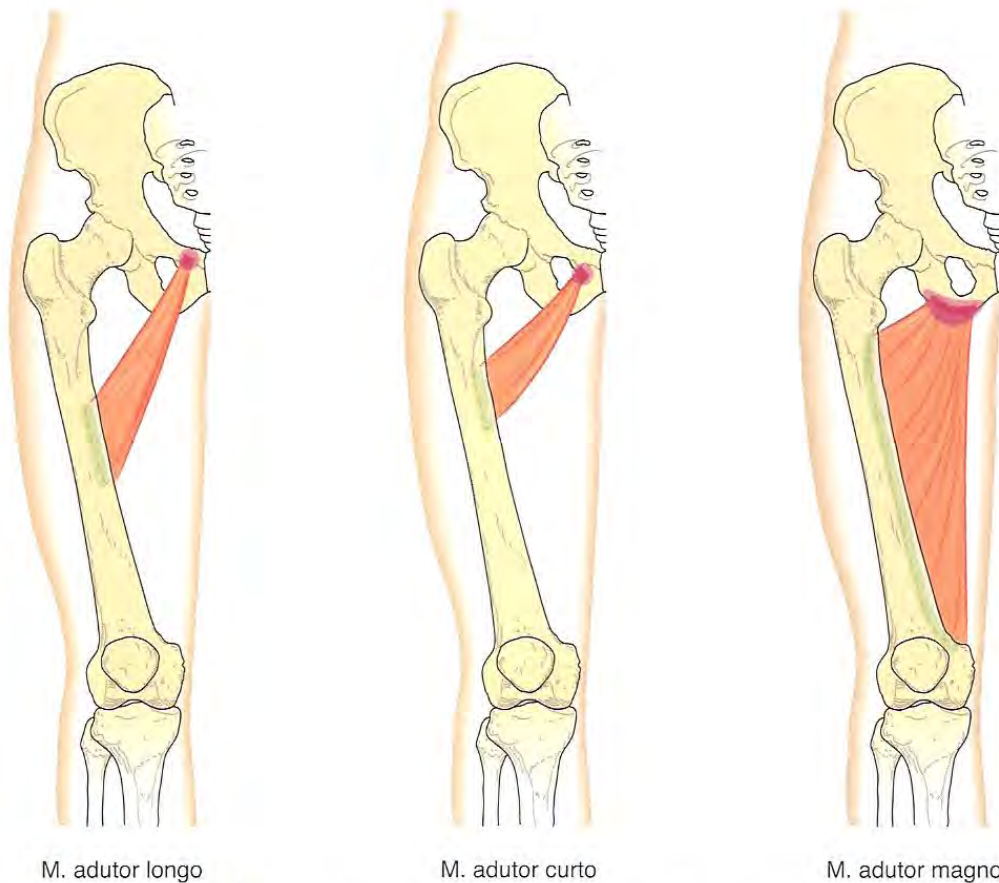
Músculo adutor longo

- O** Púbis
- I** Terço médio da linha áspera
- A** Adução da coxa na articulação do quadril
- N** Nervo obturatório (L3, L4)

O nome do **músculo adutor curto** indica que é mais curto que os outros músculos adutores. Situa-se profundamente ao músculo adutor longo, mas é mais superficial em relação ao músculo adutor magno. Insere-se proximalmente no ramo inferior do púbis e distalmente na linha pectínea e do terço proximal da linha áspera superiormente ao músculo adutor longo. É um agonista primário na adução da coxa na articulação do quadril.

Músculo adutor curto

- O** Púbis
- I** Linha pectínea e terço proximal da linha áspera
- A** Adução da coxa na articulação do quadril
- N** Nervo obturatório (L3, L4)



M. adutor longo

M. adutor curto

M. adutor magno

Figura 18.18 Os três músculos adutores (vista anterior). Observe que as inserções distais estão na face posterior do fêmur.

O maior e mais profundo dos músculos adutores é o **músculo adutor magno**. Insere-se proximalmente no túber isquiático, no ramo do ísquio e no ramo inferior do púbis. Constitui a maior parte da região medial e saliente da coxa. Insere-se distalmente ao longo de toda a linha áspera e no tubérculo do adutor. Há uma interrupção na inserção distal entre a linha áspera e o tubérculo do adutor, denominada hiato dos adutores. A artéria e veia femorais atravessam essa abertura. Depois que essas estruturas chegam à região posterior, passam a ser denominadas *artéria e veia poplíteas*, respectivamente. Em virtude de seu tamanho, o músculo adutor magno é um adutor muito forte da coxa na articulação do quadril.

Músculo adutor magno

- O** Ísquio e púbis
- I** Toda a linha áspera e tubérculo do adutor
- A** Adução da coxa na articulação do quadril
- N** Nervos obturatório e isquiático (L3, L4)

O único músculo adutor da coxa na articulação do quadril biarticular é o **músculo grácil** (Figura 18.19). Insere-se proximalmente na sínfise púbica e no ramo inferior do púbis e desce em posição medial e superficial ao longo da coxa. Cruza a articulação do joelho posteriormente e curva-se ao redor do côndilo medial da tíbia até sua inserção distal na superfície anteromedial da extremidade proximal da tíbia. Auxilia a flexão da perna na articulação do joelho.

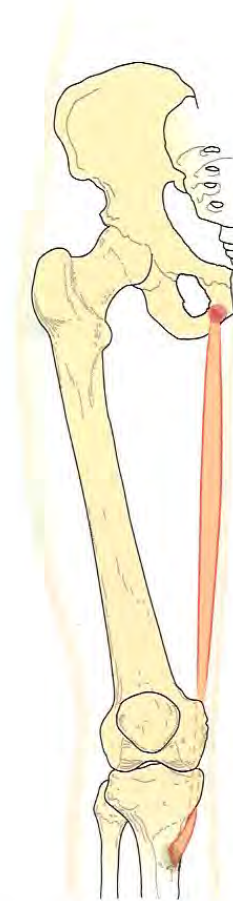


Figura 18.19 Músculo grácil (vista anterior). Observe que o músculo passa posteriormente à articulação do joelho, mas se insere anteriormente.

Músculo grácil**O** Púbis

Superfície anteromedial da extremidade proximal da tíbia

A Adução da coxa na articulação do quadril

N Nervo obturatório (L2, L3)

O **músculo glúteo máximo** é um músculo grande, espesso, monoarticular e quadrilátero, localizado superficial e posteriormente na nádega (Figura 18.20). Tem uma inserção proximal ampla na face dorsal do sacro, cóccix e na face glútea do ílio; depois segue em trajeto diagonal no sentido distal e lateral para se inserir na superfície posterior do fêmur, inferiormente ao trocanter maior. Algumas de suas fibras também se inserem no trato iliotibial. Por cruzar a articulação do quadril posteriormente nesse trajeto diagonal, tem ação muito forte na extensão, hiperextensão e rotação lateral na articulação do quadril.

Músculo glúteo máximo**O** Face dorsal do sacro e face glútea do ílio

Superfície posterior do fêmur distal ao trocanter maior; trato iliotibial

A Extensão, hiperextensão e rotação lateral da coxa na articulação do quadril

N Nervo glúteo inferior (L5, S1, S2)

Existem seis pequenos músculos profundos, principalmente posteriores, que cruzam a articulação do quadril em direção horizontal, e todos realizam a rotação lateral da coxa na articulação do quadril. Como eles atuam em conjunto para realizar o mesmo movimento, suas inserções individuais não são importantes do ponto de vista funcional; então, podem ser agrupados como **músculos rotadores profundos** (Figura 18.21). O músculo piriforme, entretanto, é o mais conhecido desse grupo, talvez por causa de sua íntima relação com o nervo isquiático. A Tabela 18.3 resume suas inserções e inervação.

Músculos rotadores profundos**O** Face dorsal do sacro, ísquio, púbis

Área do trocanter maior

A Rotação lateral da coxa na articulação do quadril

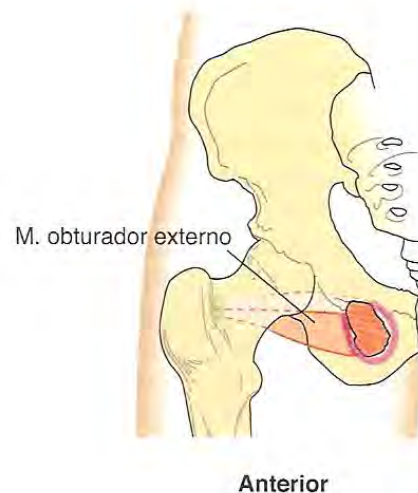
N Diversos (Tabela 18.3)

Três músculos conhecidos em conjunto como “**músculos isquiotibiais**” situam-se na região posterior da coxa. Eles são o semimembrâneo, o semitendíneo e o bíceps femoral (Figura 18.22) e têm uma inserção proximal comum no túber isquiático.

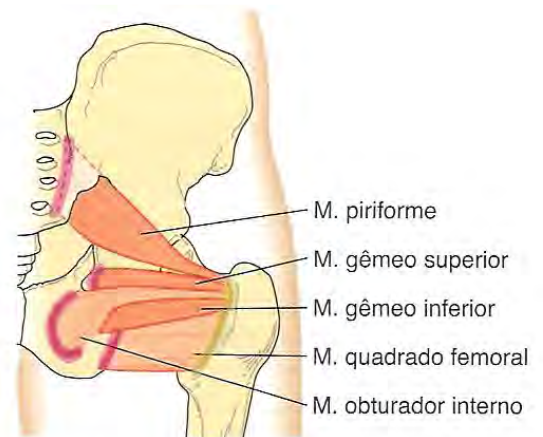
O **músculo semimembrâneo** segue ao longo da região medial da coxa, profundamente ao músculo semitendíneo, e se insere distalmente na superfície posterior do côndilo medial da tíbia. O **músculo semitendíneo** tem um tendão distal muito mais longo e estreito que cruza a articulação do joelho poste-



Figura 18.20 Músculo glúteo máximo (vista posterior).



Anterior

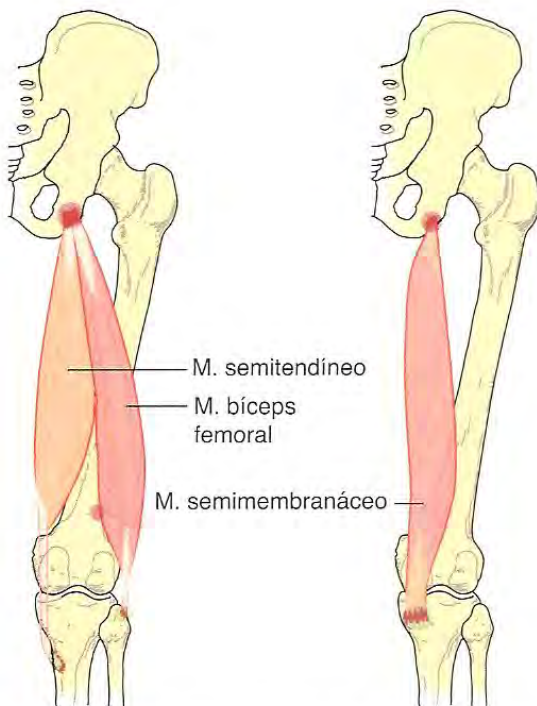


Posterior

Figura 18.21 Músculos rotadores profundos.

Tabela 18.3 Músculos rotadores profundos.

Músculo	Inserção medial	Inserção lateral	Inervação
Obturador externo	Ramos do púbis e do ísquio	Fossa trocantérica	Nervo obturatório
Obturador interno	Ramos do púbis e do ísquio	Trocanter maior	Nervo para o músculo obturador interno
Quadrado femoral	Túber isquiático	Crista intertrocantérica	Nervo para o músculo quadrado femoral
Piriforme	Sacro	Trocanter maior	Ramo dos nervos espinais S1, S2
Gêmeo superior	Espinha isquiática	Trocanter maior	Nervo para o músculo obturador interno
Gêmeo inferior	Túber isquiático	Trocanter maior	Nervo para o músculo quadrado femoral

**Figura 18.22** Músculos posteriores da coxa (vista posterior).

riormente e, depois, curva-se anteriormente até se inserir na superfície anteromedial da tíbia junto com os músculos grácil e sartório. O **músculo bíceps femoral** tem duas cabeças e faz trajeto na região posterior da coxa lateralmente ao músculo semitendíneo. A cabeça longa insere-se proximalmente no túber isquiático com os dois outros músculos. Entretanto, a cabeça curta insere-se no lábio lateral da linha áspera. As duas cabeças se unem, e seu tendão cruza a articulação do joelho posteriormente, faz uma curva e insere-se lateralmente na cabeça da fíbula; por meio de uma pequena fita tendínea, insere-se no côndilo lateral da tíbia. Por cruzarem o joelho posteriormente, eles fletam a perna na articulação do joelho. A cabeça longa do músculo bíceps femoral, como cruza a articulação do quadril posteriormente, também age na extensão da coxa nessa articulação.

Músculo semimembranoso

- O** Túber isquiático
- I** Superfície posterior do côndilo medial da tíbia
- A** Extensão da coxa na articulação do quadril e flexão da perna na articulação do joelho
- N** Nervo isquiático (L5, S1, S2)

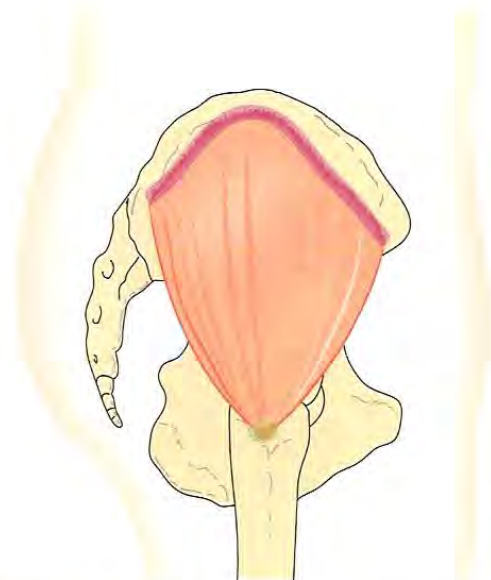
Músculo semitendíneo

- O** Túber isquiático
- I** Superfície anteromedial da extremidade proximal da tíbia
- A** Extensão da coxa na articulação do quadril e flexão da perna na articulação do joelho
- N** Nervo isquiático (L5, S1, S2)

Músculo bíceps femoral

- O** Cabeça longa: túber isquiático
Cabeça curta: lábio lateral da linha áspera
- I** Cabeça da fíbula
- A** Cabeça longa: extensão da coxa na articulação do quadril e flexão da perna na articulação do joelho
Cabeça curta: flexão da perna na articulação do joelho
- N** Cabeça longa: nervo isquiático (S1, S2, S3)
Cabeça curta: nervo fibular comum (L5, S1, S2)

Os outros dois músculos glúteos ocupam posição mais lateral em relação ao músculo glúteo máximo. O **músculo glúteo médio** é triangular, muito semelhante ao músculo deltoide no ombro (Figura 18.23). Sua inserção proximal está na face glútea do ílio e sua inserção distal na superfície lateral do trocanter maior. Por cruzar a articulação do quadril lateralmente, o músculo glúteo médio é capaz de abduzir a coxa na articulação do quadril. Suas fibras mais anteriores são capazes de auxi-

**Figura 18.23** Músculo glúteo médio (vista lateral).

liar o músculo glúteo mínimo na rotação medial da coxa na articulação do quadril.

Músculo glúteo médio

- Face glútea do ílio
- | Superfície lateral do trocanter maior
- A Abdução da coxa na articulação do quadril
- N Nervo glúteo superior (L4, L5, S1)

O **músculo glúteo mínimo** ocupa posição profunda ao músculo glúteo médio e insere-se na face glútea do ílio inferiormente à inserção do músculo glúteo médio (Figura 18.24). Sua inserção distal é na superfície anterior do trocanter maior. Por esse motivo, o músculo glúteo mínimo tem uma linha de tração um tanto diagonal e é capaz de realizar a rotação medial da coxa na articulação do quadril. Por cruzar a articulação do quadril lateralmente, também abduz a coxa nessa articulação.

Músculo glúteo mínimo

- Face glútea do ílio
- | Superfície anterior do trocanter maior
- A Abdução e rotação medial da coxa na articulação do quadril
- N Nervo glúteo superior (L4, L5, S1)

Esses dois músculos glúteos, que se inserem no ílio e no fêmur e cruzam a articulação do quadril lateralmente, têm outra função muito importante. Quando se fica em pé apoiado em um membro inferior, o segmento distal (fêmur) torna-se mais estável que o segmento proximal (pelve); portanto, a inserção proximal (ponto fixo) se move em direção à inserção distal (ponto móvel). Essa modificação é a **inversão da ação do músculo**. Se esses músculos não se contraíssem na posição em pé com apoio em um só membro, o lado oposto da pelve desceria (Figura 18.25). Portanto, os músculos glúteos médio e mínimo contraem-se para manter a pelve nivelada e evitar a queda excessiva do lado oposto da pelve quando se está em pé apoiado em um só membro inferior. Isso ocorre toda vez que se eleva um membro, como ao caminhar. A fra-



Figura 18.24 Músculo glúteo mínimo (vista lateral).

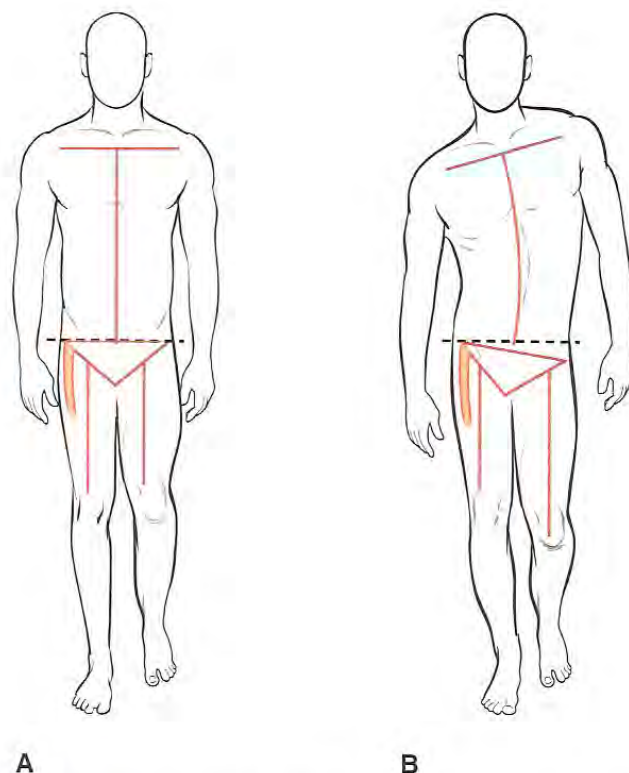


Figura 18.25 Vista anterior. **A.** Na inversão da ação do músculo, os músculos abdutores da coxa na articulação do quadril direito contraem-se para manter a pelve estável quando o membro inferior esquerdo é levantado. **B.** Quando os músculos abdutores da coxa na articulação do quadril direito estão fracos, o lado esquerdo da pelve desce.

queza ou a perda de força desses músculos resulta na “marcha de Trendelenburg”. Por exemplo, se os músculos abdutores da coxa na articulação do quadril direito estiverem fracos, o lado esquerdo da pelve descenderá bastante ao ficar em pé apoiado no membro inferior direito e elevar o membro inferior esquerdo do solo.

O **músculo tensor da fáscia lata** é um músculo muito curto com inserção tendínea muito longa (Figura 18.26). Insere-se proximalmente na EIAS, cruza a articulação do quadril lateralmente e um pouco anterior, para se inserir distalmente na longa faixa de fáscia denominada *trato iliotibial*, que desce pela região lateral da coxa e se insere no côndilo lateral da tibia. É um músculo abductor da coxa na articulação do quadril, mas, em razão da sua posição levemente anterior, talvez seja mais forte ao executar uma combinação de flexão e abdução da coxa. Em outras palavras, é mais eficiente na abdução em sentido ligeiramente anterior.

Músculo tensor da fáscia lata

- Espinha ilíaca anterossuperior
- | Côndilo lateral da tibia
- A Flexão e abdução combinadas da coxa na articulação do quadril
- N Nervo glúteo superior (L4, L5)

Relações anatômicas

A Tabela 18.2 organiza os músculos da coxa que agem no quadril em quatro grupos de acordo com a localização. Ao utilizar esse agrupamento, é possível discutir com facilidade as

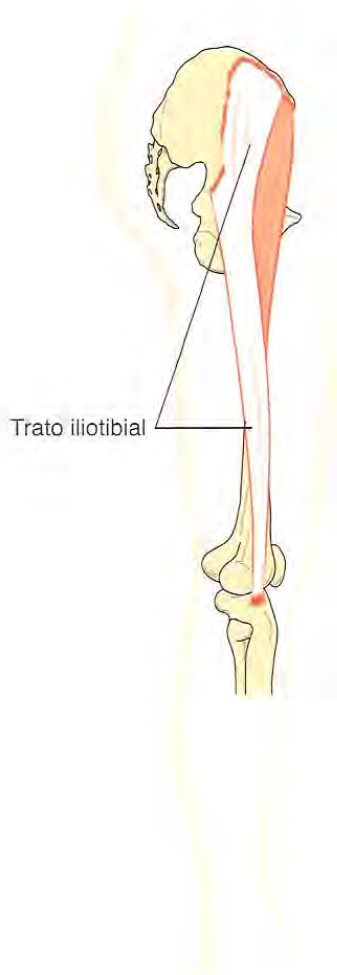


Figura 18.26 Músculo tensor da fáscia lata (vista lateral). A porção tendínea muito longa desse músculo é conhecida como *trato iliotibial*.

relações anatómicas dos músculos do quadril pelo acréscimo de outro fator: músculos superficiais ou profundos.

Ao iniciar pela região anterior da coxa, há dois músculos superficiais: o tensor da fáscia lata e o sartório, que se inserem proximalmente na espinha ilíaca anterossuperior (Figura 18.27). Eles formam uma letra V invertida a partir dessa inserção comum. O músculo tensor da fáscia lata desce em direção ao joelho ligeiramente lateral, enquanto o músculo sartório desce de lateral para medial, cruzando a região anterior da coxa. Entre esses dois músculos está o músculo reto femoral, que segue um trajeto mais retilíneo em direção ao joelho. Em sentido medial, a partir do músculo sartório, estão os músculos iliopsoas, pectíneo, adutor longo e grácil. Na região profunda ao músculo adutor longo, próximo à articulação do quadril, está o músculo adutor curto, e na região mais profunda ao músculo adutor curto está o grande e largo músculo adutor magno. Na parte distal da coxa, o músculo adutor magno ocupa posição profunda em relação ao músculo adutor longo (Figura 18.28).

Na vista medial da coxa, na região mais superficial, é possível ver o músculo sartório, a porção superior dos músculos adutor longo, grácil e adutor magno em sentido anteroposterior, seguidos pelos músculos posterior da coxa (“isquiotibiais”) mais mediais (Figura 18.29). Nessa vista medial, pode-se perceber que a maior parte do músculo adutor longo e grande parte dos músculos adutor curto e adutor magno ocupam posição mais profunda.

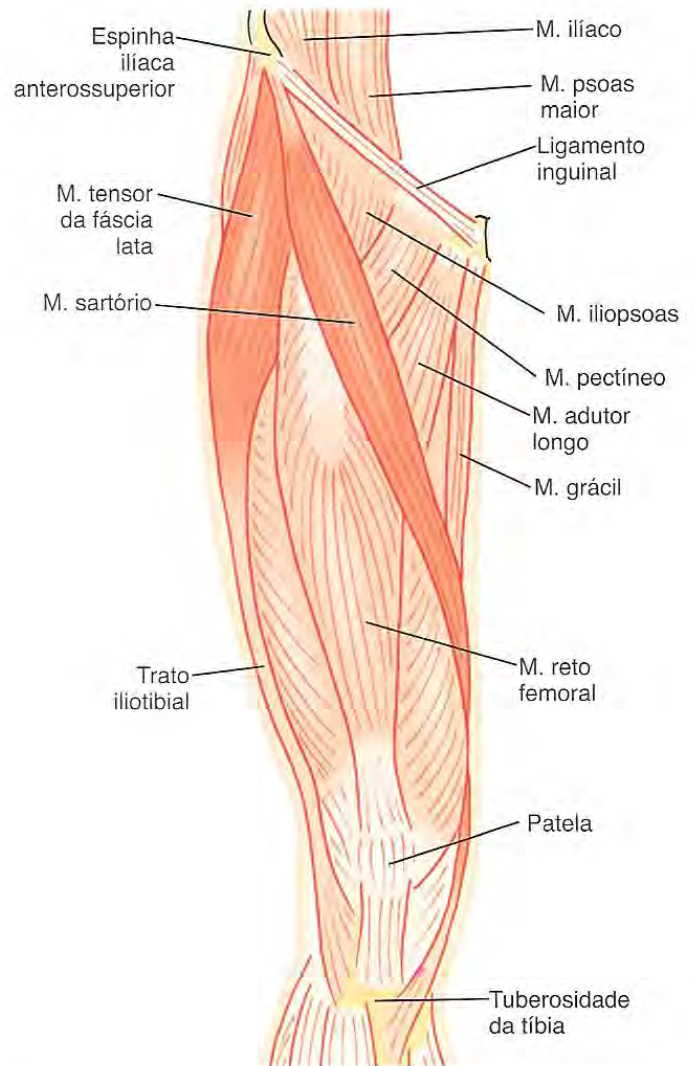


Figura 18.27 Músculos superficiais anteriores (coxa direita).

Na vista posterior da coxa, o músculo glúteo máximo é percebido cobrindo a região proximal e posterior do quadril (Figura 18.30). Os músculos posteriores da coxa (“isquiotibiais”) são distais ao músculo glúteo máximo e ocupam a maior parte do compartimento posterior da coxa. Em posição profunda ao músculo glúteo máximo, um pouco mais lateral, está o músculo glúteo médio, e mais profundamente ainda está o músculo glúteo mínimo (Figura 18.31). Os músculos rotadores profundos são os mais profundos; na Figura 18.31, podem-se ver cinco dos seis músculos rotadores profundos. Os músculos posteriores da coxa ocupam posição profunda em relação ao músculo glúteo máximo em suas inserções proximais no túber isquiático.

A vista lateral da porção proximal da coxa na Figura 18.32 mostra o músculo glúteo máximo posteriormente, o trato iliotibial lateralmente e o músculo tensor da fáscia lata anteriormente. O músculo glúteo médio situa-se profundamente a essas estruturas, e o músculo glúteo mínimo situa-se profundamente ao músculo glúteo médio.

▪ Doenças comuns do quadril

A articulação do quadril é um local em que ocorrem muitas doenças ortopédicas durante toda a vida e que podem afetar o alinhamento do membro inferior. A **luxação congênita do quadril**, ou **displasia**, ocorre quando um acetábulo muito raso ocasiona o deslizamento superior da cabeça do fêmur.

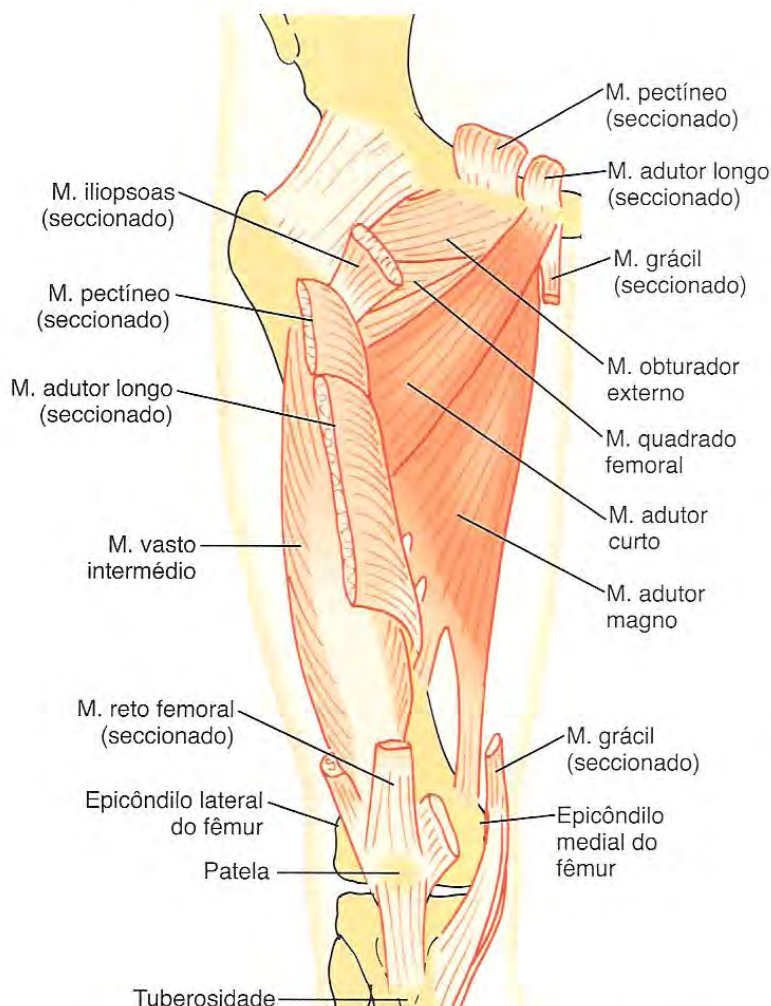


Figura 18.28 Músculos profundos anteriores (coxa direita).

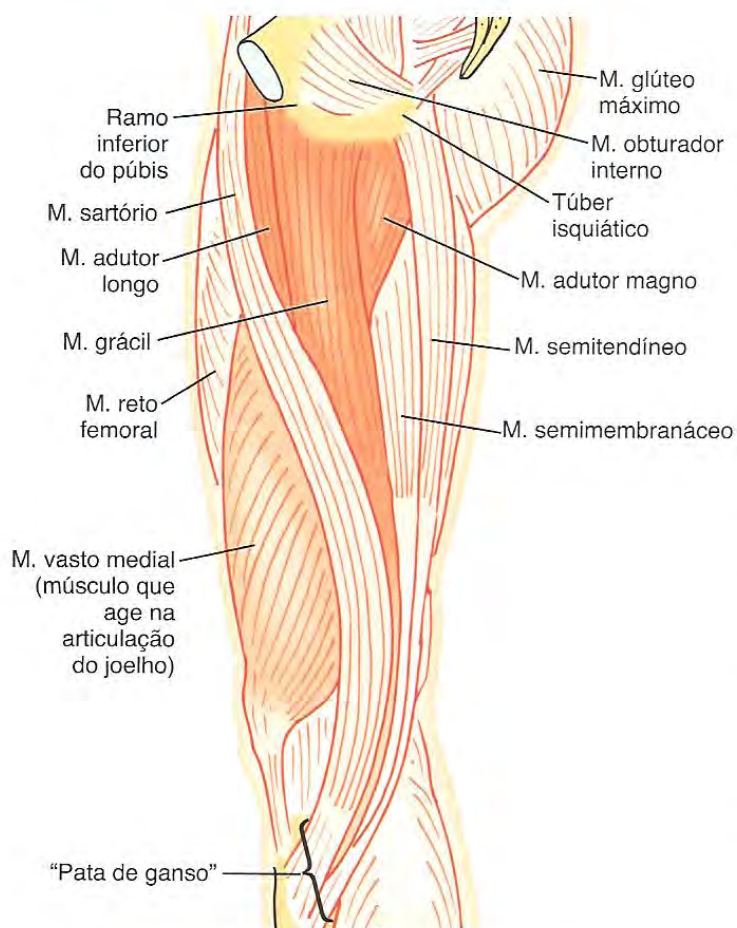


Figura 18.29 Músculos mediais (coxa direita).

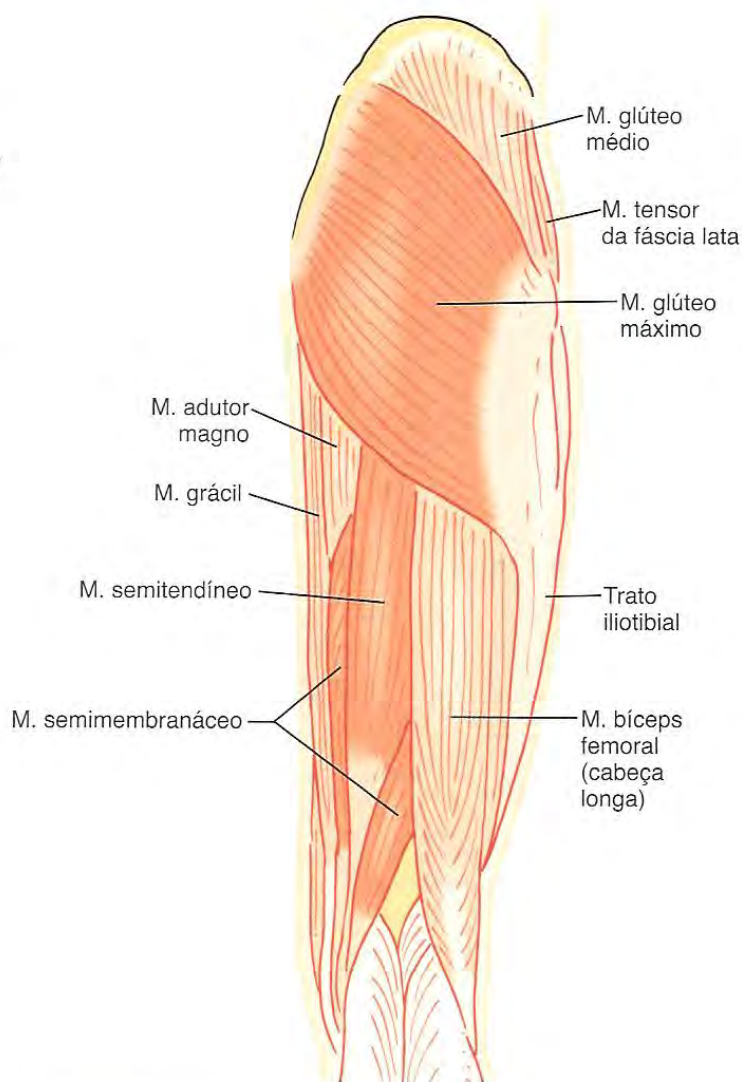


Figura 18.30 Músculos superficiais posteriores (coxa direita).

A cápsula articular permanece intacta, embora distendida. A **doença de Legg-Calvé-Perthes**, ou **coxa plana**, é uma doença em que há necrose da cabeça do fêmur. Geralmente é observada em crianças entre 5 e 10 anos de idade. Durante a evolução da doença, podem ser necessários 2 a 4 anos para que haja necrose, revascularização e finalmente remodelagem da cabeça do fêmur. O **deslizamento da epífise femoral** é observado nas crianças durante o "estirão" do crescimento. A epífise proximal desliza da sua posição normal na cabeça do fêmur.

O ângulo entre o corpo e o colo do fêmur no *plano frontal* é o **ângulo de inclinação**, que normalmente é de 125°. Esse ângulo varia desde o nascimento até a vida adulta. Ao nascimento, o ângulo pode ser de até 170°, mas diminui bastante na vida adulta. Entretanto, pode ser afetado por fatores como deformidades congênitas, traumatismo ou doença. A **coxa valga** é caracterizada pelo ângulo colo-corpo maior que 125° (Figura 18.33). Como esse ângulo é "mais aberto", tende a tornar o membro mais longo e, assim, coloca o quadril em posição aduzida durante a sustentação de peso. A **coxa vara** é uma deformidade na qual o ângulo colo-corpo é menor que os 125° normais. Como o ângulo é "mais fechado", tende a tornar o membro mais curto, com queda da pelve ipsilateral durante a sustentação de peso.

O ângulo entre o corpo e o colo do fêmur no *plano horizontal* (transversal) é o **ângulo de torção**, que normalmente apresenta rotação lateral aproximada de 15° a 25° da cabeça e do

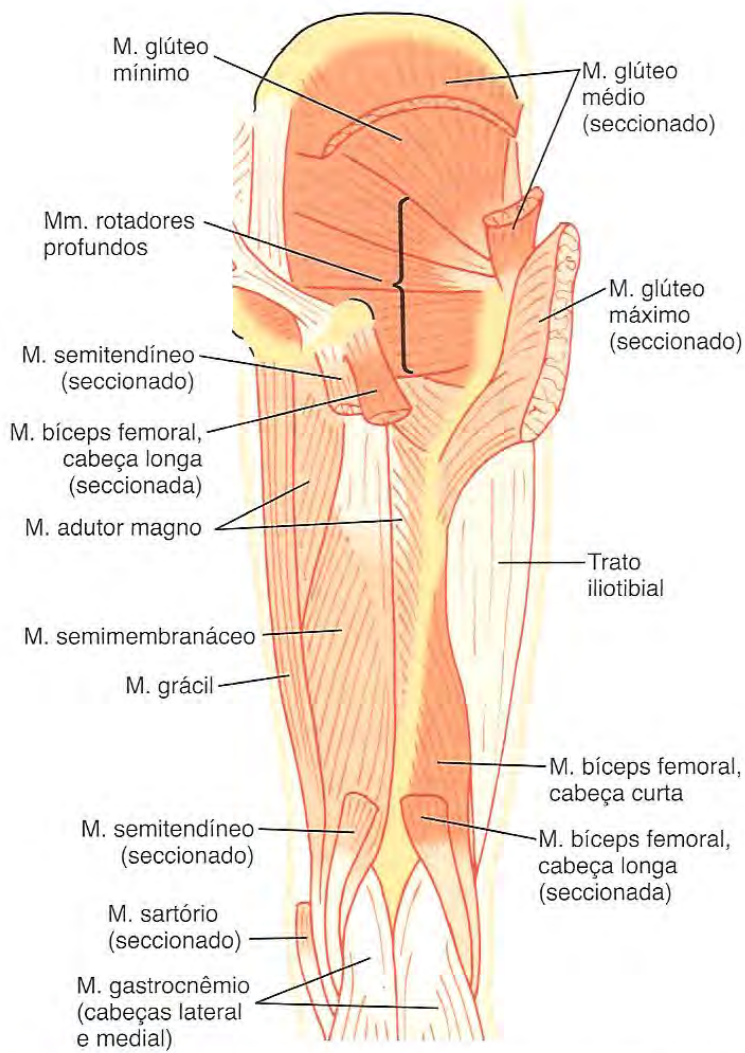


Figura 18.31 Músculos profundos posteriores (coxa direita).

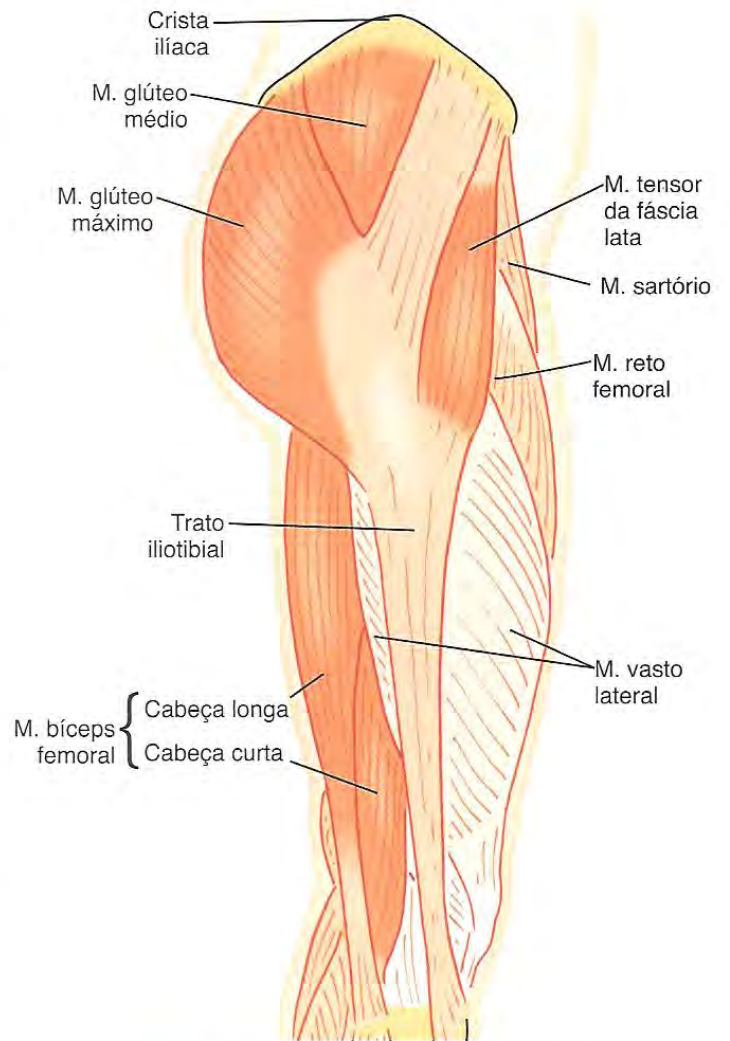


Figura 18.32 Músculos laterais (coxa direita).

colo em relação ao corpo do fêmur. Na vista superior do fêmur (Figura 18.34A), observa-se a cabeça e o colo do fêmur superpostos ao corpo. Uma linha através dos côndilos do fêmur, que estão na extremidade distal do corpo do fêmur, mostra melhor esse corpo. Os côndilos rodam junto com o corpo. O aumento desse ângulo é conhecido como **anteversão**, que força uma posição de maior rotação medial da coxa na articulação do quadril (Figura 18.34B) e faz com que a pessoa caminhe com os “pés voltados para dentro”. A diminuição do ângulo de torção é a **retroversão**. Na articulação do quadril a coxa é forçada a uma posição de maior rotação lateral e a pessoa caminha com os “pés voltados para fora” (Figura 18.34C).

Osteoartrite é a degeneração da cartilagem articular. Pode ser consequência de traumatismo ou desgaste, e geralmente é observada em idosos. O tratamento habitual é a substituição total da articulação do quadril. As **fraturas do quadril** tendem a ser de dois tipos: intertrocanterica e do colo do fêmur. São muito comuns em idosos, geralmente em consequência de quedas. O traumatismo de alto impacto como em acidentes automobilísticos pode causar fraturas do quadril em indivíduos jovens.

A **síndrome do trato iliotibial** é uma lesão por uso excessivo que causa dor na parte lateral do joelho; é comum em corredores e ciclistas. Acredita-se que seja consequência do atrito repetido pelo deslizamento do referido trato sobre o epicôndilo lateral do fêmur durante o movimento do joelho. É causada por fatores como contratura muscular, desgaste dos calçados e corrida em superfícies irregulares. Como muitos músculos inserem-se no trocanter maior, há muitas bolsas que reduzem

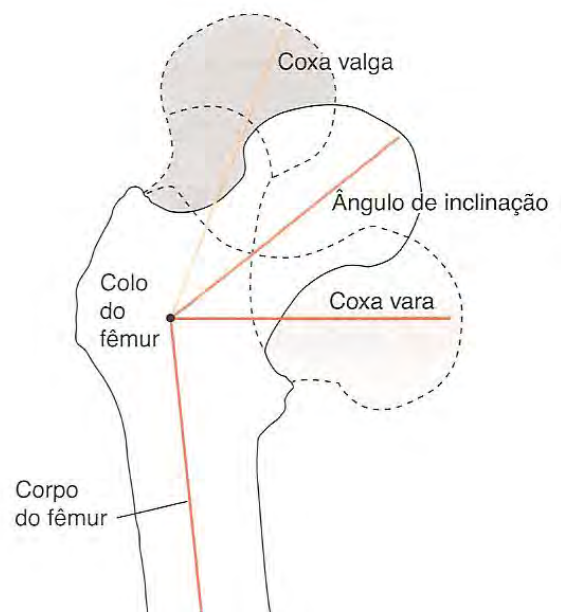
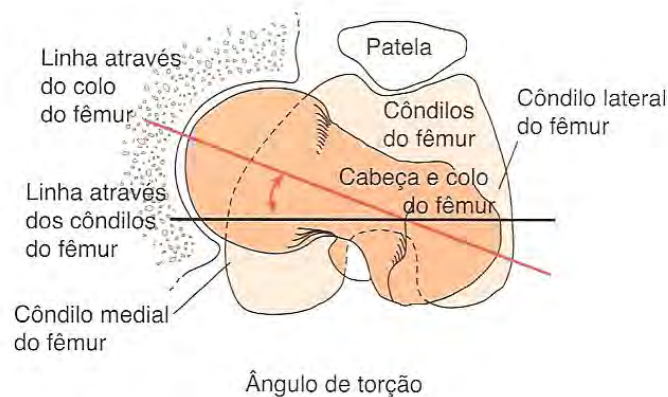
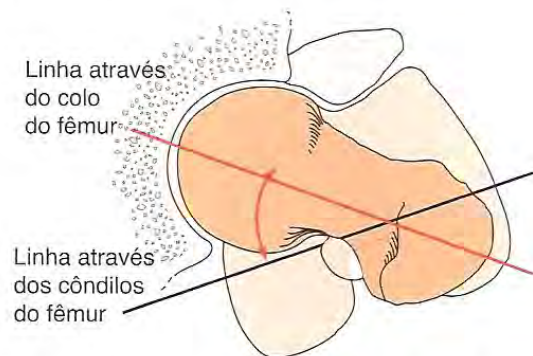


Figura 18.33 O ângulo de inclinação normal é de aproximadamente 125°. A coxa valga corresponde ao ângulo maior que 125°, e a coxa vara ao ângulo menor que 125°.

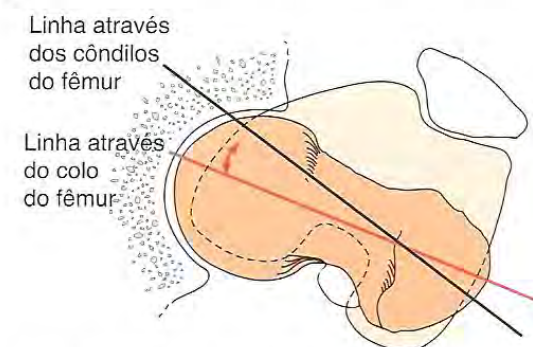


A



Anteversão é o aumento do ângulo, cuja consequência é a marcha com rotação medial da coxa ("pés para dentro")

B



Retroversão é a diminuição do ângulo, cuja consequência é a marcha com rotação lateral da coxa ("pés para fora")

C

Figura 18.34 Vista superior. **A.** O ângulo de torção normal apresenta rotação lateral aproximada entre 15° a 25° da cabeça e do colo em relação ao corpo do fêmur. O aumento desse ângulo é chamado *anteversão* (**B**) e a diminuição, *retroversão* (**C**).

o atrito entre os músculos e o osso. A **bursite trocantérica** é consequência de traumatismo agudo ou uso excessivo. É observada em corredores, ciclistas ou pessoas com discrepância do comprimento dos membros inferiores; pode ser provocada ainda por outros fatores que causam estresse repetido sobre o trocanter maior. A **distensão dos músculos posteriores da coxa ("isquiotibiais")** provavelmente é o problema muscular mais comum do corpo. Infelizmente, costuma ser recorrente. Pode ser causada por sobrecarga muscular ou tentativa de movimento muito rápido por esses músculos. Portanto, essa é uma lesão comum em velocistas e em praticantes de esportes que exigem picos de velocidade ou aceleração rápida, como futebol, atletismo, futebol americano e *rugby*. A distensão dos músculos posteriores da coxa pode ocorrer em um dos locais de inserção ou em qualquer ponto ao longo do músculo.

A **contusão da crista ilíaca** é uma lesão aguda causada por traumatismo direto da crista ilíaca. Na maioria das vezes está associada ao futebol americano, mas pode ocorrer em quase todos os esportes de contato. A causa mais comum pode ser um golpe no quadril com o capacete quando o jogador é interceptado e derrubado.

▪ Resumo da ação dos músculos

A Tabela 18.4 resume as ações dos músculos agonistas primários da articulação do quadril, que movimentam a coxa.

▪ Resumo da inervação dos músculos

Em linhas gerais, o nervo femoral inerva os músculos na região anterior do quadril e da coxa (músculos flexores da coxa na articulação do quadril). O nervo obturatório inerva os músculos adutores na região medial da coxa (músculos adutores da coxa na articulação do quadril). O nervo glúteo superior inerva os músculos na região lateral da coxa (músculos abdutores da coxa na articulação do quadril). Os músculos posteriores da coxa, que são extensores da coxa na articulação do quadril, são inervados pelo nervo isquiático.

Evidentemente, há exceções a todas as generalizações. O músculo glúteo máximo, que é um músculo posterior, é inervado pelo nervo glúteo inferior. Os músculos rotadores profundos não se encaixam bem em nenhum tipo de categoria; portanto, são incluídos individualmente, e não como grupo, no resumo da inervação dos músculos da articulação do quadril nas Tabelas 18.3 e 18.5. A Tabela 18.6 resume a inervação segmentar. Como já foi explicado nos capítulos anteriores, há divergências entre os autores sobre a inervação segmentar. Os músculos rotadores profundos são incluídos aqui como grupo.

Tabela 18.4 Ações dos músculos agonistas primários da articulação do quadril.

Ação	Músculo
Combinação de flexão e abdução	Tensor da fáscia lata
Combinação de flexão, abdução e rotação lateral	Sartório
Flexão	Reto femoral, iliopsoas, pectíneo
Extensão	Glúteo máximo, semitendíneo, semimembranáceo, bíceps femoral (cabeça longa)
Hiperextensão	Glúteo máximo
Abdução	Glúteo médio, glúteo mínimo
Adução	Pectíneo, adutor longo, adutor curto, adutor magno, grácil
Rotação medial	Glúteo mínimo
Rotação lateral	Glúteo máximo, rotadores profundos

Tabela 18.5 Inervação dos músculos da articulação do quadril.

Músculo	Nervo	Segmento da medula espinal
Iliopsoas		
Psoas maior	Ramos anteriores	L2, L3
Íliaco maior	Femoral	L2, L3
Reto femoral	Femoral	L2, L3, L4
Sartório	Femoral	L2, L3
Pectíneo	Femoral	L2, L3, L4
Grácil	Obturatório	L2, L3
Adutor longo	Obturatório	L3, L4
Adutor curto	Obturatório	L3, L4
Adutor magno	Obturatório	L3, L4
Glúteo máximo	Glúteo inferior	L5, S1, S2
Glúteo médio	Glúteo superior	L4, L5, S1
Glúteo mínimo	Glúteo superior	L4, L5, S1
Tensor da fáscia lata	Glúteo superior	L4, L5
Semitendíneo	Isquiático	L5, S1, S2
Semimembranáceo	Isquiático	L5, S1, S2
Bíceps femoral (cabeça longa)	Isquiático	S1, S2, S3
Obturador externo	Obturatório	L3, L4
Obturador interno	Nervo para o músculo obturador interno	L5, S1
Gêmeo superior	Nervo para o músculo obturador interno	L5, S1
Quadrado femoral	Nervo para o músculo quadrado femoral	L5, S1
Gêmeo inferior	Nervo para o músculo quadrado femoral	L5, S1
Piriforme	Ramos anteriores	S1, S2

Tabela 18.6 Inervação segmentar dos músculos da articulação do quadril.

Segmento da medula espinal	L2	L3	L4	L5	S1	S2	S3
Iliopsoas	X	X					
Sartório	X	X					
Grácil	X	X					
Reto femoral	X	X	X				
Pectíneo	X	X	X				
Adutor longo		X	X				
Adutor curto		X	X				
Adutor magno		X	X				
Tensor da fáscia lata			X	X			
Glúteo médio			X	X	X		
Glúteo mínimo			X	X	X		
Semitendíneo				X	X	X	
Semimembranáceo				X	X	X	
Bíceps femoral (cabeça longa)					X	X	X
Rotadores profundos		X	X	X	X	X	

Pontos-chave

- O ponto de inserção do músculo ao osso é utilizado para determinar o tipo de alavanca
- Na alavanca de segunda classe, a resistência está entre o eixo e a força (potência). Na alavanca de terceira classe, a força está no meio
- A sensação final é a qualidade da sensação quando se aplica suave pressão no fim da amplitude de movimento passivo da articulação
- A cadeia cinética fechada requer fixação do segmento distal e movimento do(s) segmento(s) proximal(is)
- Para alongar um músculo monoarticular, é necessário relaxar quaisquer músculos biarticulares sobre a articulação não cruzada pelo músculo monoarticular
- A contração mais eficaz de um músculo biarticular começa com seu alongamento sobre as duas articulações
- Ao determinar se uma contração é concêntrica ou excêntrica, verifique
 - se a atividade está acelerando contra a gravidade ou desacelerando pela ação da gravidade, ou
 - se um peso maior que a força da gravidade está afetando a atividade.

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

1. Cite os ossos que constituem
 - a. a pelve.
 - b. o osso do quadril.
 - c. a articulação do quadril.
 - d. o acetábulo.
 - e. o forame obturado.
 - f. a incisura isquiática maior.
2. Diante de um osso do quadril isolado, que pontos de referência usaria para identificar se o osso é direito ou esquerdo?
3. Como você identificaria se um fêmur isolado é direito ou esquerdo?
4. Descreva a articulação do quadril:
 - a. Número de eixos:
 - b. Formato da articulação:
 - c. Tipos de movimento possíveis:
5. Quais são os movimentos da coxa na articulação do quadril que ocorrem
 - a. no plano horizontal (transversal) em torno do eixo longitudinal?
 - b. no plano sagital em torno do eixo transversal?
 - c. no plano frontal em torno do eixo sagital?
6. O que é o “ligamento Y”? Por que ele tem esse nome?
7. Por que a articulação do quadril não é propensa à luxação?
8. Qual é a orientação da linha de fixação dos ligamentos do quadril – vertical, horizontal ou espiral? O que essa linha de fixação torna possível?
9. Quais são os músculos biarticulares inseridos inferiormente ao joelho?
10. Quais músculos da articulação do quadril não são agonistas primários em nenhuma ação isolada, mas são eficazes em uma combinação de movimentos? Cite os movimentos.
11. Qual(is) músculo(s) impede(m) a descida unilateral da pelve ao retirar um pé do solo? Descreva o que acontece.
12. A superfície da cabeça do fêmur desliza na mesma direção que a coxa ou em direção oposta durante a flexão/ extensão da coxa na articulação do quadril?
13. Qual é a sensação final na flexão da coxa na articulação do quadril? E na extensão da coxa na articulação do quadril?

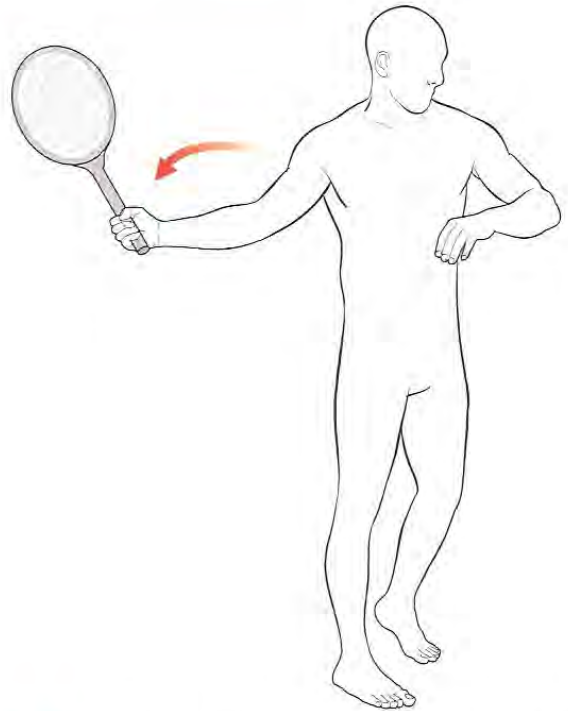


Figura 18.35 Posição do tenista ao bater a bola em um *forehand swing*.



Figura 18.36 Posição dos quadris e membros inferiores ao começar a se levantar.

Questões sobre atividade funcional

1. Um tenista destro bate a bola com a palma da mão virada para frente (*forehand swing*). Quais movimentos ocorrem na articulação do quadril esquerdo (Figura 18.35)?
2.
 - a. Como a flexão da coxa na articulação do quadril é afetada quando uma pessoa se senta em uma superfície baixa e em outra alta (p. ex., um vaso sanitário de altura regular e outro elevado)?
 - b. Quais movimentos ou posições do quadril associados podem ocorrer se uma pessoa que está com os pés afastados, os joelhos unidos e as mãos sobre os joelhos empurra as mãos para baixo para ficar em pé (Figura 18.36)?
3. Em pé, em posição anatômica e mantendo a pelve razoavelmente nivelada, transfira o peso para o pé direito.
 - a. Qual movimento ocorreu na articulação do quadril direita?
 - b. Qual grupo muscular inicia essa ação?
 - c. Essa é uma atividade em cadeia cinética aberta ou fechada?
4. Ao sustentar peso sobre o membro inferior esquerdo, observe os movimentos na articulação do quadril direito ao movimentar o membro inferior direito nas seguintes atividades:
 - a. Caminhar
 - b. Subir no meio-fio
 - c. Entrar em um carro
 - d. Subir em uma bicicleta (com barra entre o guidom e o selim)

5. Em decúbito dorsal sobre uma mesa, flexione os joelhos e apoie as plantas dos pés na mesa. Observe a posição da pelve e verifique se consegue colocar a mão na parte inferior do seu dorso.
 - a. Se não conseguir, qual é a posição da pelve?
 - b. Se conseguir, qual é a posição da pelve e da região lombar da coluna vertebral?
6. A partir da posição descrita na questão 5, deslize os pés devagar ao longo da mesa até estender os membros inferiores. De novo, observe a posição da pelve e verifique se consegue colocar a mão na parte inferior do seu dorso. Repita mais uma vez, mantendo agora joelho e quadril direitos fletidos, com a planta do pé apoiada na mesa, enquanto desliza o pé esquerdo até estender o membro inferior esquerdo.
 - a. O que ocorre na pelve quando se mantém o quadril e o joelho direitos fletidos?
 - b. O que se pode dizer sobre o comprimento do músculo do quadril esquerdo se não for possível apoiar totalmente a coxa esquerda sobre a mesa? Em outras palavras, por que seria impossível estender a coxa na articulação do quadril esquerdo?
 - c. Qual é o músculo monoarticular do quadril inserido na pelve e na região lombar da coluna vertebral que pode ser responsável por essa limitação?
 - d. Qual é a influência da posição da pelve sobre o comprimento do músculo anterior da articulação do quadril?
7. Faça de conta que você não consegue estender totalmente a coxa na articulação do quadril em razão da contratura dos músculos flexores da coxa nessa articulação. Como você compensaria isso ao ficar em pé?
8. Sentado em uma mesa, levante-se e, ao mesmo tempo, gire o corpo para a direita. Interrompa o movimento no meio (antes de mover os pés).
 - a. Qual movimento ocorre na articulação do quadril direito? (1) flexão/extensão, (2) abdução/adução ou (3) rotação medial/rotação lateral
 - b. Qual movimento ocorre na articulação do quadril esquerdo? (1) flexão/extensão, (2) abdução/adução ou (3) rotação medial/rotação lateral
9. Quando um tenista bate a bola (Figura 18.35), que tipo de cadeia cinética ocorre no quadril? E no ombro?



Figura 18.37 Posição inicial.

3. Caso se modificasse a posição mostrada na Figura 18.37, flexionando ainda mais a perna esquerda (uma posição que dificilmente seria confortável, mas apenas imagine), essa seria uma boa posição para alongar o músculo reto femoral? Por quê?
4. Em decúbito lateral direito com extensão na articulação do quadril e do joelho esquerdos, levante o membro inferior esquerdo, que está estendido, cerca de 60 cm em direção ao teto. Descreva o que aconteceu em termos de
 - a. movimento da articulação.
 - b. se há alongamento ou fortalecimento.
 - c. músculo(s) participante(s).
5. Repita o exercício da questão 4 com a coxa esquerda em aproximadamente 30° de flexão na articulação do quadril. Descreva o que aconteceu em termos de
 - a. movimento da articulação.
 - b. se há alongamento ou fortalecimento.
 - c. músculo(s) participante(s).
6. Deite-se em decúbito dorsal com os membros inferiores estendidos. Levante o membro inferior direito em direção ao teto.
 - a. A contração dos músculos na articulação do quadril é concêntrica ou excêntrica?
 - b. Que classe de alavanca estão demonstrando os músculos flexores do quadril?
7. Em posição de decúbito ventral, com a perna esquerda fletida na articulação do joelho, eleve-a em linha reta, mantendo a pelve apoiada sobre a mesa.
 - a. A contração dos músculos posteriores da coxa é máxima?
 - b. Por quê?
8. Sentado no chão com os membros inferiores bem afastados, incline o corpo para frente dos quadris enquanto mantém o dorso reto. Descreva o que aconteceu em termos de
 - a. movimento da articulação do quadril.
 - b. se há alongamento ou fortalecimento.
 - c. músculo(s) participante(s).
9. A Figura 18.38 mostra uma pessoa que realiza dois tipos diferentes de exercícios de flexão da coxa na articulação do quadril. A posição inicial de ambos os exercícios é de extensão da coxa na articulação do quadril e da perna na articulação do joelho. No exercício A, a pessoa flexiona as coxas com as pernas fletidas. No exercício B, faz o mesmo movimento de flexão das coxas, porém com as pernas estendidas.

Questões sobre exercícios clínicos

1. Em posição de decúbito ventral, com a perna direita fletida na articulação do joelho, eleve-a em linha reta, mantendo a pelve apoiada sobre a mesa. Descreva o que aconteceu em termos de
 - a. movimento na articulação do quadril.
 - b. se há alongamento ou fortalecimento.
 - c. músculo(s) participante(s).
2. Na posição mostrada na Figura 18.37, mova a perna direita para frente até que o joelho direito esteja em linha com o “tornozelo” direito. A coxa esquerda está hiperestendida e a perna esquerda está fletida na articulação do joelho, que está apoiado no chão. Jogue o peso do corpo para frente sobre a perna que está à frente (direita) sem movimentar o pé direito. Descreva o que aconteceu no quadril esquerdo em termos de
 - a. movimento da articulação.
 - b. se há alongamento ou fortalecimento.
 - c. músculo(s) participante(s).

Autoavaliação (continuação)

- a. Qual é o exercício mais difícil?
 - b. Por quê?
10. A partir da posição de decúbito dorsal com as pernas flexadas, coloque-se na posição mostrada na Figura 18.39.
- a. Que tipo de cadeia cinética é essa?
 - b. Qual é o movimento na articulação do quadril?
 - c. Qual é o tipo de contração?
 - d. Qual grupo muscular é o agonista?
 - e. Se a insuficiência passiva de um músculo impedisse esse movimento, que músculo seria esse?

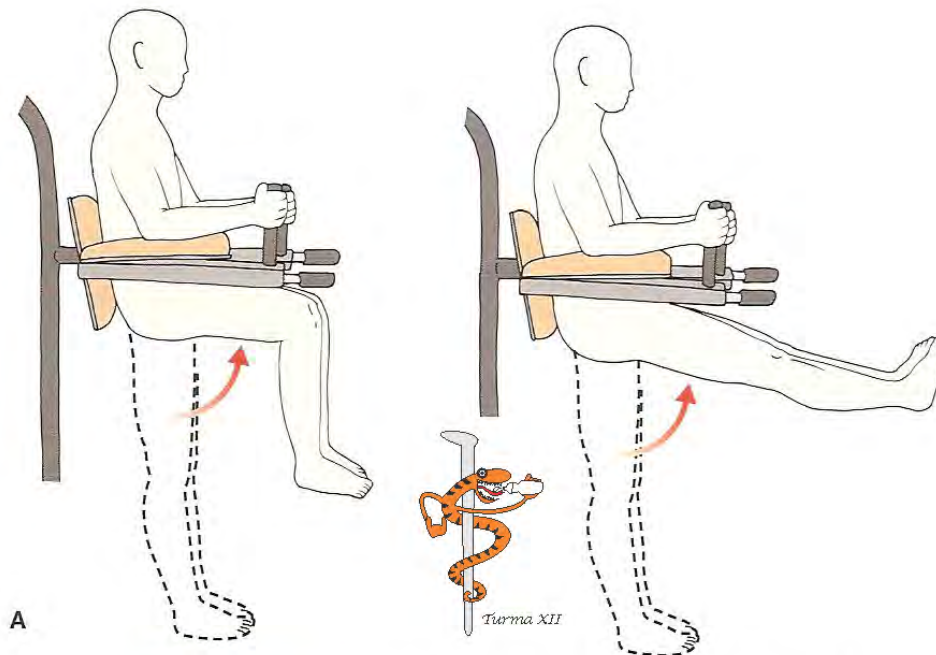


Figura 18.38 Exercício de flexão da coxa na articulação do quadril.

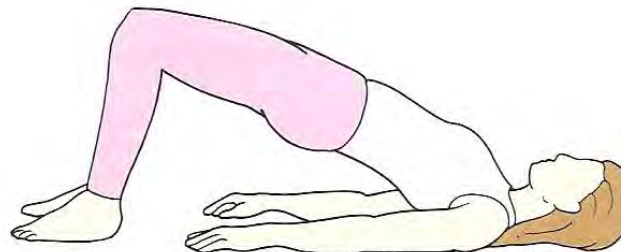
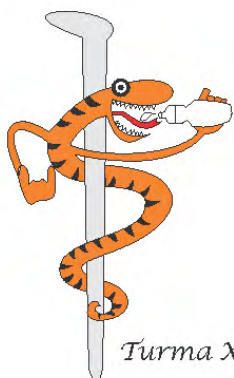


Figura 18.39 Posição final.

19

Articulação do Joelho

- ▶ Estrutura e movimentos da articulação, 252
- ▶ Ossos e pontos de referência, 253
- ▶ Ligamentos e outras estruturas, 255
- ▶ Músculos do joelho, 257
- ▶ Pontos-chave, 263
- ▶ Autoavaliação, 263



Turma XII



► Estrutura e movimentos da articulação

À primeira vista, a articulação do joelho parece ser relativamente simples. Entretanto, é uma das articulações mais complexas do corpo. O joelho é totalmente sustentado e mantido por músculos e ligamentos, sem estabilidade óssea, e muitas vezes está exposto a estresses e distensões graves. Assim, não causa surpresa o fato de ser uma das articulações que é lesionada com maior frequência.

A articulação do joelho, classificada como articulação do tipo sinovial gínglimo (Figura 19.1), é a maior do corpo. Os movimentos possíveis no joelho são flexão e extensão da perna (Figura 19.2). A partir de 0° de extensão, há aproximadamente 120° a 135° de flexão. Em razão de certa frouxidão ligamentar, pode haver alguns graus de hiperextensão além de 0°; a hiperextensão além de 5° é considerada joelho recurvado. Ao contrário do cotovelo, a articulação do joelho não é do tipo gínglimo verdadeiro, porque tem um componente de rotação. Essa discreta rotação não é um movimento livre, mas acessório, que acompanha a flexão e a extensão da perna na articulação do joelho.

Os três tipos de movimento artrocinemático são utilizados durante a flexão e a extensão no joelho. Os côndilos do fêmur, convexos, movem-se sobre os côndilos da tibia, côncavos, ou vice-versa, dependendo se a atividade é em cadeia aberta ou fechada. A face articular dos côndilos do fêmur é muito maior que a dos côndilos da tibia. Se o fêmur rolasse sobre a tibia da posição de flexão para a extensão, rolaria para fora (para frente) da tibia antes da conclusão do movimento (Figura 19.3A). Portanto, o fêmur tem de **deslizar** posteriormente sobre a tibia ao mesmo tempo que **rola** durante o movimento de extensão (Figura 19.3B). Deve-se notar ainda que a face articular do côndilo medial do fêmur é mais longa que a do côndilo lateral (Figura 19.4A). Durante o movimento de extensão da perna, a face articular do côndilo lateral do fêmur é totalmente usada enquanto ainda resta uma parte da face articular no côndilo medial (Figura 19.4B). Por isso, o côndilo medial do fêmur tem de deslizar um pouco mais posteriormente para usar toda a sua face articular (Figura 19.4C). É esse deslizamento posterior extra do côndilo medial durante os últimos graus de extensão com sustentação de peso (ação de cadeia fechada)

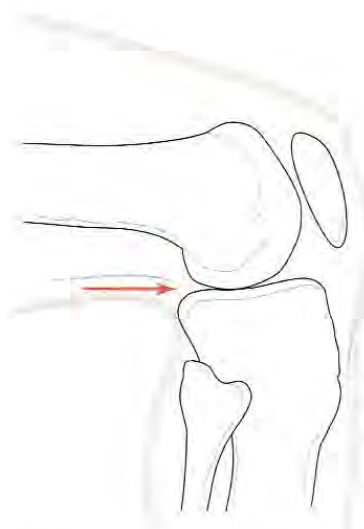


Figura 19.1 Articulação do joelho (vista lateral).

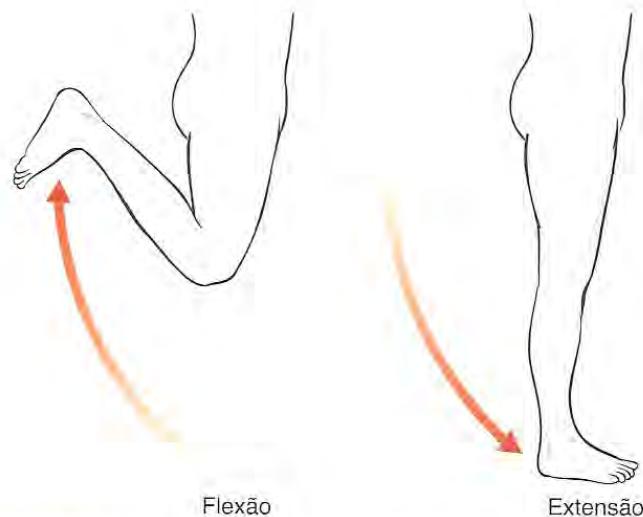


Figura 19.2 Movimentos da perna na articulação do joelho (vista lateral).

que causa a **rotação** do fêmur (rotação medial) em relação à tibia (Figura 19.3B).

Observando o mesmo movimento de rotação durante a extensão sem sustentação de peso (ação em cadeia cinética aberta), note que há rotação lateral da tibia em relação ao fêmur (Figura 19.4). Os últimos poucos graus de movimento travam o joelho em extensão; às vezes, esse mecanismo é denominado *rotação automática (trava mecânica) (screw-home mechanism)* do joelho. Com o joelho em extensão total é possível permanecer em pé durante um longo período sem utilizar os músculos. Para que haja flexão, é preciso “destravar” o joelho por rotação lateral do fêmur em relação à tibia. Esse pequeno grau de rotação do fêmur em relação à tibia, ou vice-versa, impede que a articulação do joelho seja classificada como uma articulação do tipo sinovial gínglimo verdadeira. Como não é um movimento independente de outro, essa rotação não será considerada um movimento isolado que ocorre no joelho.



Figura 19.3 Movimentos artrocinemáticos das faces articulares do joelho em atividade de cadeia fechada durante a extensão da perna na articulação do joelho, na qual o fêmur move-se em relação à tibia (vista medial). **A.** O rolamento puro e simples do fêmur faria com que ele rolasse para fora (para frente) da tibia durante o movimento de extensão no joelho. **B.** O movimento normal da articulação do joelho mostra uma combinação de rolamento, deslizamento (posterior) e rotação (medial) nos últimos 20° de extensão.

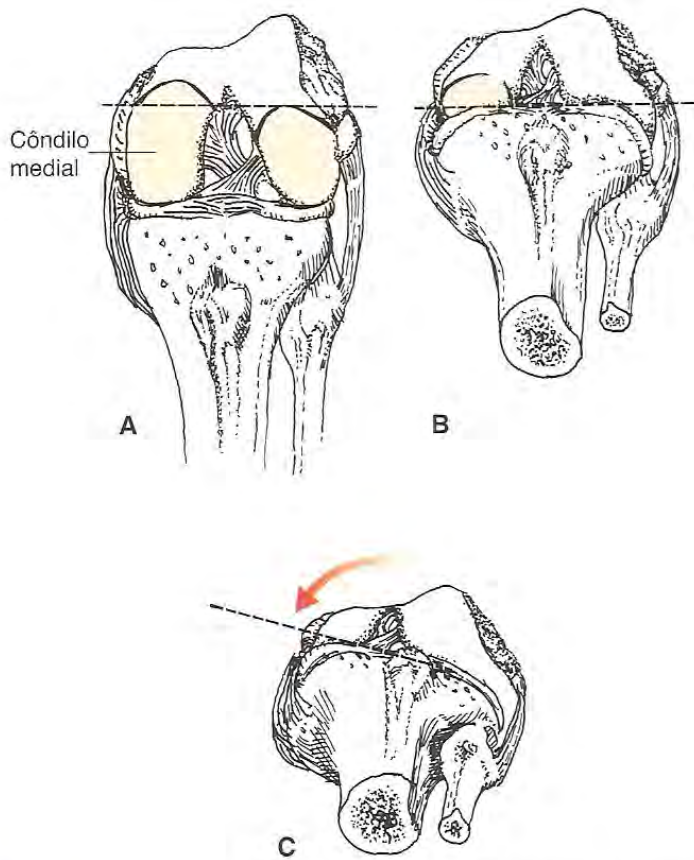


Figura 19.4 Movimento de rotação automática e natural do joelho esquerdo. Na posição de sustentação de peso (atividade de cadeia fechada), há rotação medial do fêmur em relação à tibia nos últimos poucos graus do movimento de extensão na articulação do joelho.

A articulação entre o fêmur e a patela é a **articulação patelofemoral** (Figura 19.5). A face articular da patela é lisa e posterior, e desliza sobre a face patelar do fêmur. As principais funções da patela são aumentar a vantagem mecânica do músculo quadríceps femoral e proteger a articulação do joelho. O aumento da vantagem mecânica é obtido por um alongamento do braço de momento do referido músculo. Como discutido no Capítulo 8 (na seção “Torque”), o braço de momento é a distância perpendicular entre a linha de ação do músculo e o centro da articulação (eixo). Ao se colocar a patela entre o músculo quadríceps femoral, especificamente o ligamento

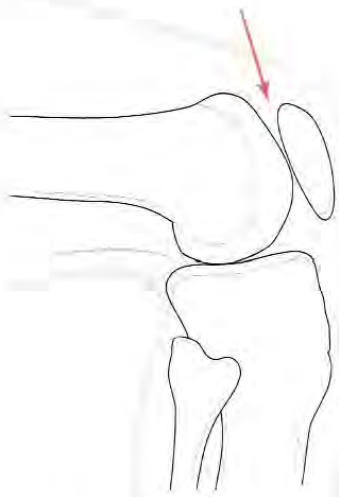


Figura 19.5 Articulação patelofemoral (vista lateral).

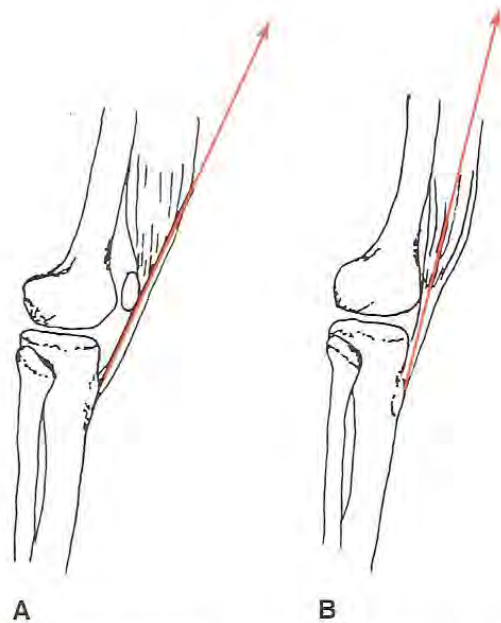


Figura 19.6 O braço de momento do músculo quadríceps femoral é maior com a patela (A) do que sem a patela (B) (vista lateral).

da patela, e o fêmur, a linha de ação do músculo quadríceps femoral se afasta (Figura 19.6). Assim, há aumento do braço de momento, possibilitando que o músculo tenha maior força angular. Sem a patela, o braço de momento seria mais curto e grande parte da força muscular seria uma força estabilizadora direcionada para a parte posterior da articulação.

O **ângulo Q**, ou **ângulo patelofemoral**, é o ângulo formado entre o músculo quadríceps femoral (principalmente o músculo reto femoral) e o ligamento da patela, que representa o tendão desse músculo. É determinado traçando-se uma linha que se estende da espinha ilíaca anterossuperior (EIAS) até o ponto médio da patela, e outra da tuberosidade da tibia até o ponto médio da patela. Embora o músculo reto femoral insira-se na espinha ilíaca anteroinferior (EIAI), a EIAS situa-se logo acima da EIAI e a sua palpação é mais fácil. O ângulo formado pela interseção dessas linhas é o ângulo Q (Figura 19.7). Na extensão da perna na articulação do joelho, esse ângulo varia de 13° a 19° em indivíduos normais. O ângulo tende a ser maior em mulheres, porque a pelve geralmente é mais larga. Diversos problemas do joelho e da patela, como a síndrome de dor patelofemoral, estão associados ao ângulo Q maior ou menor do que essa amplitude.

► Ossos e pontos de referência

O joelho é composto pela articulação da extremidade distal do fêmur com a extremidade proximal da tibia. Os pontos de referência do fêmur relevantes para o joelho são os descritos a seguir (ver Figuras 18.7 e 19.8).

Cabeça do fêmur

Extremidade superior arredondada revestida por cartilagem articular e que se articula com o acetábulo.

Colo do fêmur

A parte mais estreita entre a cabeça e os trocânteres.

Trocânter maior

Grande projeção localizada lateralmente entre o colo e o corpo do fêmur; é o local de inserção dos músculos glúteos

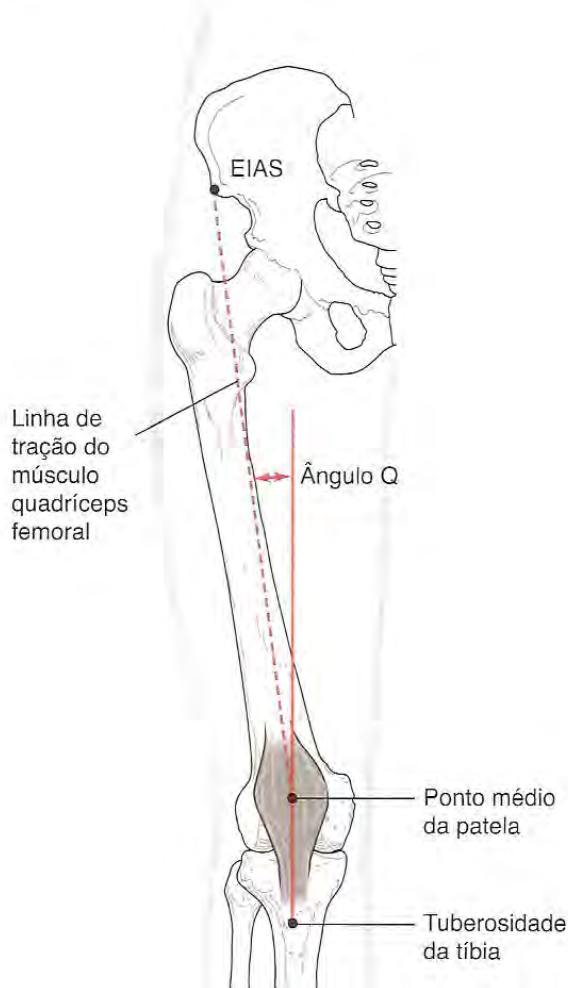


Figura 19.7 O ângulo Q do joelho (vista anterior).

médio e mínimo e da maioria dos músculos rotadores profundos da coxa.

Trocanter menor

Projeção menor localizada posteromedialmente, imediatamente distal ao trocanter maior; é o local de inserção do músculo iliopsoas.

Corpo do fêmur

A parte cilíndrica longa entre as extremidades (epífises proximal e distal) do osso; também conhecida como *diáfise*. Apresenta suave curvatura convexa anterior.

Côndilo medial

Saliência medial na extremidade distal.

Côndilo lateral

Saliência lateral na extremidade distal.

Epicôndilo lateral

Projeção imediatamente superior ao côndilo lateral.

Epicôndilo medial

Projeção imediatamente superior ao côndilo medial.

Tubérculo do adutor

Pequena projeção imediatamente superior ao epicôndilo medial, na qual será inserida uma parte do músculo adutor magno.

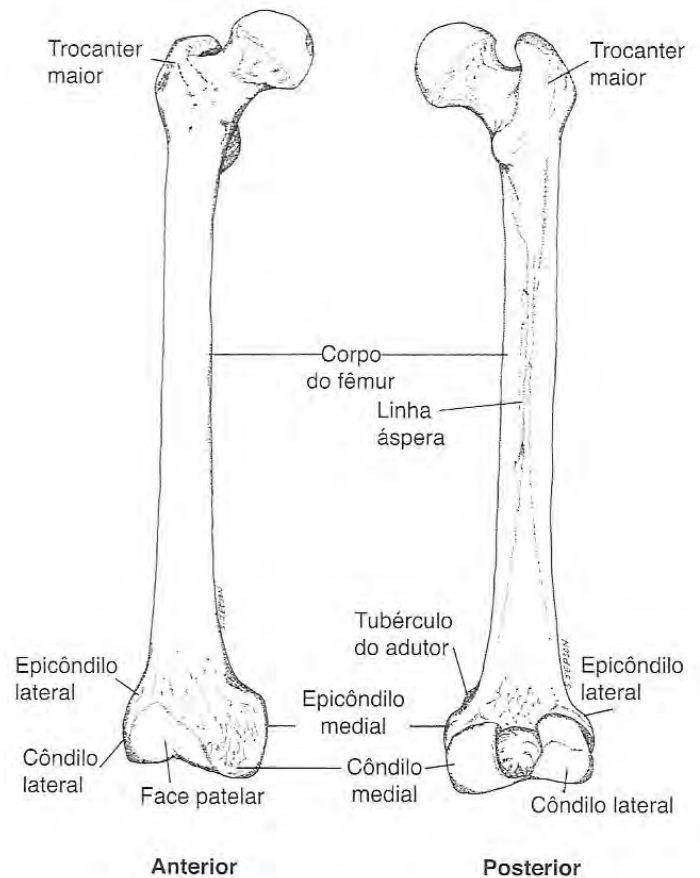


Figura 19.8 Fêmur direito.

Linha áspera

Crista longitudinal proeminente ao longo da maior parte da superfície posterior do corpo do fêmur.

Linha pectínea

Segue em sentido diagonal, a partir da região inferior ao trocanter menor em direção à linha áspera. É o local de inserção do músculo adutor curto.

Face patelar

Localizada anteriormente entre os côndilos medial e lateral. Articula-se com a face articular da patela, que é posterior.

Os pontos de referência da tíbia relevantes para o joelho são os descritos a seguir (Figura 19.9).

Eminência intercondilar

Proeminência com duas pontas (tubérculos intercondilares lateral e medial), aproximadamente no meio da face articular superior, e que se projeta em direção à fossa intercondilar do fêmur.

Côndilo medial

Saliência medial na extremidade proximal.

Côndilo lateral

Saliência lateral na extremidade proximal.

Face articular superior ("platô")

Superfície expandida na extremidade proximal, que inclui as facetas articulares nos côndilos medial e lateral, e a eminência intercondilar.

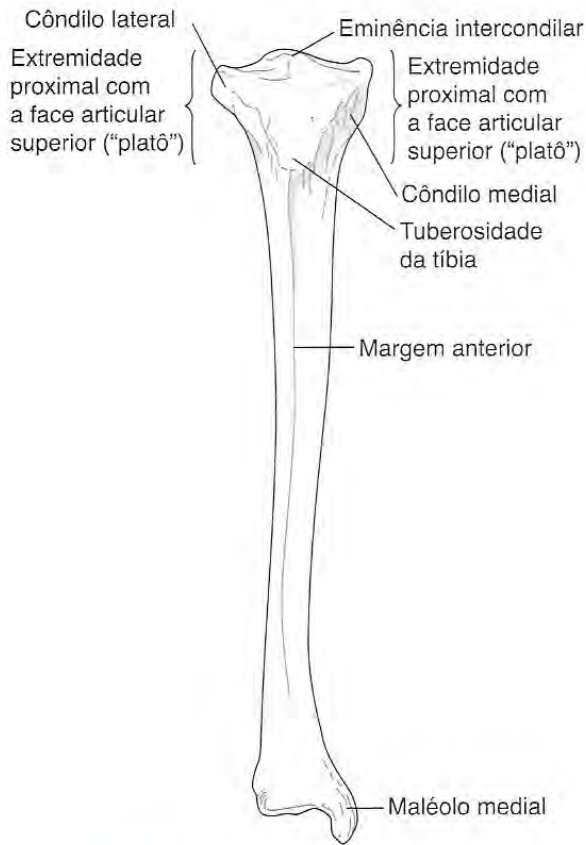


Figura 19.9 Tíbia direita (vista anterior).

Tuberosidade da tíbia

Grande projeção na extremidade proximal da margem anterior.

A **fibula** está situada lateralmente à tíbia e é menor que ela. Está localizada posteriormente à margem anterior da tíbia, o que proporciona um espaço maior para inserção de músculos (Figura 19.10). Essa característica é responsável pela circun-

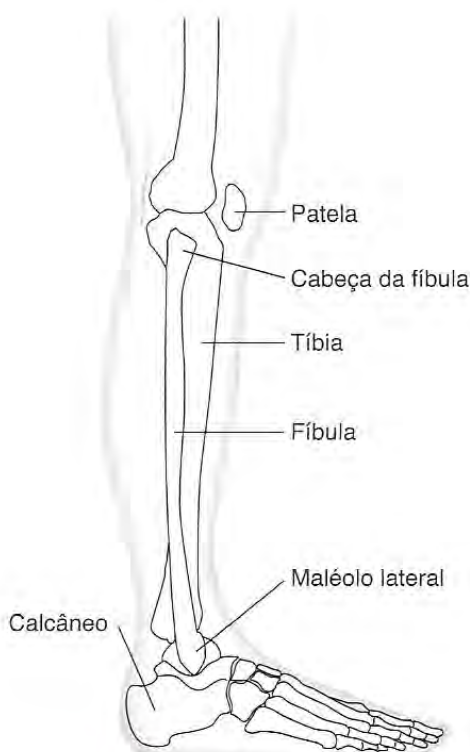


Figura 19.10 Perna direita (vista lateral).

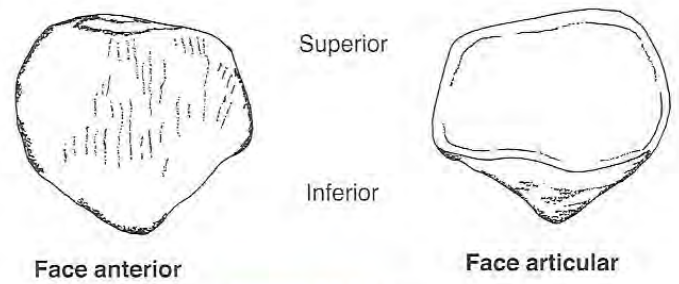


Figura 19.11 Patela.

ferência arredondada da perna abaixo do joelho. A fibula não faz parte da articulação do joelho porque não se articula com o fêmur. Embora atue como região de inserção de algumas estruturas do joelho, tem função mais importante na articulação talocrural ("tornozelo").

A **patela** é um osso sesamoide triangular fixo ao tendão do músculo quadríceps (Figura 19.11). Tem uma margem superior larga (base da patela) e uma parte distal um tanto pontiaguda (ápice da patela).

O **calcâneo** (Figura 19.10) é o osso tarsal posterior, que forma o **calcanhar** no pé. É identificado aqui porque é o local de inserção para o músculo gastrocnêmio.

► Ligamentos e outras estruturas

Como mencionado anteriormente, a articulação do joelho é mantida não por sua estrutura óssea, mas por ligamentos e músculos. Os ligamentos cruzados e colaterais são os dois principais grupos de ligamentos responsáveis por essa tarefa (Figura 19.12). Os ligamentos cruzados estão localizados dentro da cavidade articular e, portanto, são conhecidos como *ligamentos intracapsulares*. Localizados entre os côndilos medial e lateral, esses ligamentos cruzam-se obliquamente.



Figura 19.12 Joelho direito em flexão (vista anterior).



Figura 19.13 Os ligamentos cruzados são nomeados de acordo com a fixação na tibia (vista lateral).

Seus nomes estão de acordo com a fixação de cada um na **tibia** (Figura 19.13). O **ligamento cruzado anterior** fixa-se na área intercondilar anterior da tibia, medialmente ao menisco medial. Atravessa a cavidade articular do joelho em direção lateral, passa junto ao ligamento cruzado posterior e segue em direção posterossuperior até sua fixação na região postero-medial do côndilo lateral do fêmur. O **ligamento cruzado posterior** fixa-se na área intercondilar posterior da tibia, segue obliquamente em direção anterossuperior e passa posteriormente ao ligamento cruzado anterior, junto à margem medial desse ligamento. Fixa-se na superfície anterolateral do côndilo medial do fêmur. Em resumo, o ligamento cruzado anterior estende-se da parte anterior da tibia até a parte posterior do fêmur, e o ligamento cruzado posterior estende-se da parte posterior da tibia até a parte anterior do fêmur.

Os ligamentos cruzados asseguram a estabilidade no plano sagital. O ligamento cruzado anterior impede o deslocamento posterior do fêmur em relação à tibia. Inversamente, impede o deslocamento anterior da tibia em relação ao fêmur. É tensionado durante a extensão e impede a hiperextensão excessiva da perna na articulação do joelho. Na flexão parcial da perna na articulação do joelho, o ligamento cruzado anterior impede o movimento anterior da tibia. Já o ligamento cruzado posterior impede o deslocamento anterior do fêmur em relação à tibia ou o deslocamento posterior da tibia em relação ao fêmur. É tensionado durante a flexão da perna, e sua lesão é muito menos frequente que a do ligamento cruzado anterior.

Os ligamentos colaterais estão localizados nos lados do joelho (Figura 19.12). O **ligamento colateral tibial**, ou ligamento colateral medial, é um ligamento largo e plano que se fixa nos côndilos mediais do fêmur e da tibia. Fibras do menisco medial fixam-se nesse ligamento, o que contribui para a frequente ruptura do menisco medial durante o estresse excessivo do ligamento colateral tibial. Na região lateral está o **ligamento colateral fibular**, ou ligamento colateral lateral. Esse ligamento redondo, semelhante a um cordão, fixa-se no côndilo lateral do fêmur e desce até a cabeça da fíbula, independentemente de qualquer fixação no menisco lateral. Protege a articulação contra forças aplicadas na região medial do joelho. É bastante forte, e lesioná-lo não é comum.

Os ligamentos colaterais proporcionam estabilidade no plano frontal. O ligamento colateral tibial assegura estabilidade medial e impede o movimento excessivo em caso de um

golpe na região lateral do joelho. O ligamento colateral fibular garante a estabilidade da região lateral do joelho. Como suas fixações estão deslocadas posterior e superiormente em relação ao eixo do movimento de flexão, os ligamentos colaterais são tensionados durante a extensão da perna, contribuindo para a estabilidade do joelho, e afrouxados durante a flexão da perna.

Localizados na face articular superior da tibia, os **meniscos medial e lateral** são dois hemidiscos de fibrocartilagem cuneiformes, semilunares. Eles são projetados para absorver choques (Figura 19.14). Como a parte lateral é mais espessa do que a medial e as superfícies superiores são côncavas, os meniscos aprofundam a face articular superior relativamente plana da tibia. Talvez em virtude de sua fixação no ligamento colateral tibial, a ruptura do menisco medial seja mais frequente.

Há dois tipos de sensação final na articulação do joelho. Na flexão da perna na articulação do joelho, a sensação final é suave (aproximação dos tecidos moles) em decorrência do contato entre os ventres musculares da coxa e da perna. Na extensão da perna na articulação do joelho, a sensação final é firme (estiramento dos tecidos moles) por causa da tensão da cápsula articular e dos ligamentos.

O objetivo de uma bolsa é reduzir o atrito, e existem cerca de 13 bolsas na região da articulação do joelho. Elas são necessárias porque os muitos tendões localizados ao redor do joelho têm uma linha de tração relativamente vertical contra áreas ósseas ou outros tendões. A Figura 19.15 mostra muitas bolsas ao redor do joelho em vista medial. A Tabela 19.1 apresenta um resumo das bolsas citadas com maior frequência.

A **fossa poplíteia** é a região posterior ao joelho e contém importantes nervos (tibial e fibular comum) e vasos sanguíneos (artéria e veia poplíteas). Essa fossa, com formato de losango, tem como limite superomedial os músculos semitendíneo e semimembranáceo; como limite superolateral o músculo bíceps femoral (Figura 19.16). Os limites inferiores são as cabeças medial e lateral do músculo gastrocnêmio.

O **grupo de músculos que forma a pata de ganso** (do latim, *pes anserinus*) compreende os músculos sartório, grácil e semitendíneo (Figura 19.17). Cada músculo tem uma inserção proximal diferente. O músculo sartório insere-se mais anteriormente na espinha ilíaca anterossuperior; o músculo grácil, mais medialmente no ramo inferior do púbis; e o músculo semitendíneo, mais posteriormente no túber isquiático. Todos eles cruzam a articulação do joelho em direção posterior e medial, aproximam-se e inserem-se distalmente na superfície anteromedial da extremidade proximal da tibia. Essa organização também é observada na Figura 18.29. Às vezes, os cirur-

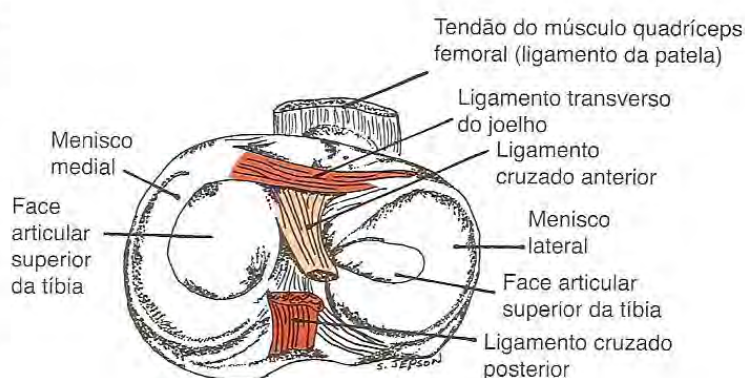


Figura 19.14 Joelho direito (vista superior).

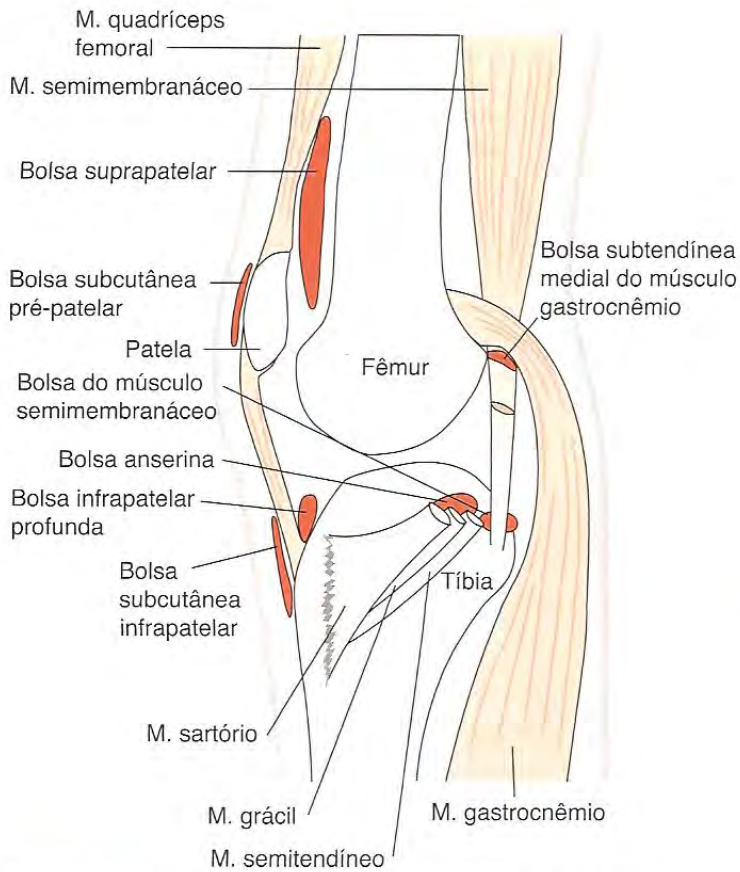


Figura 19.15 Bolsas ao redor da articulação do joelho (vista medial).

giões ortopédicos modificam essa inserção bem próximo dos três tendões para aumentar a estabilidade medial do joelho.

► Músculos do joelho

Muitos músculos biarticulares que agem no joelho foram apresentados juntamente com a articulação do quadril. É preciso, porém, explicar melhor esses músculos. A Tabela 19.2 mostra os músculos que cruzam a articulação do joelho, embora nem todos tenham ação importante.

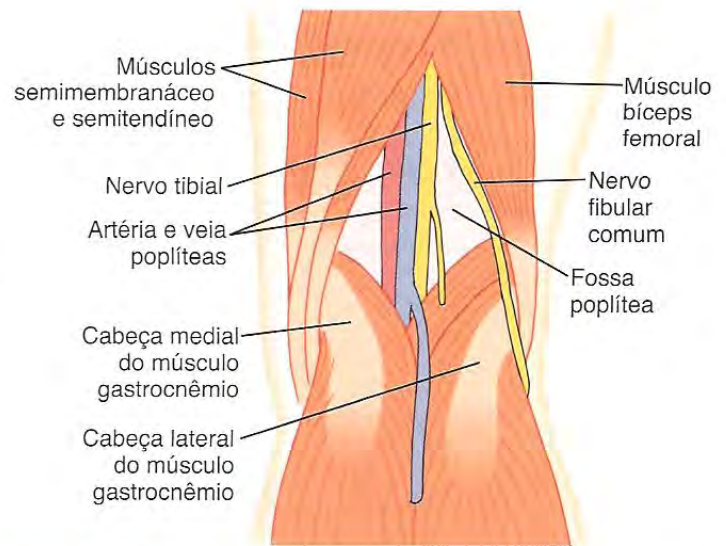


Figura 19.16 Limites musculares da fossa poplíteia direita (vista posterior).

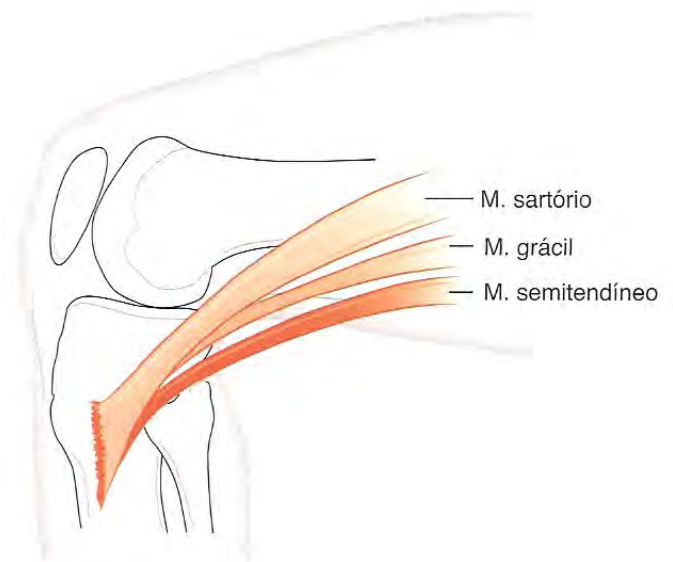


Figura 19.17 As três inserções distais dos músculos da "pata de ganso" (vista medial).

Tabela 19.1 Bolsas do joelho.

Nome	Localização
Anterior	
Subcutânea pré-patelar	Entre a patela e a pele
Infrapatelar profunda	Entre a extremidade proximal da tíbia e o ligamento da patela
Subcutânea infrapatelar	Entre a tuberosidade da tíbia e a pele
Suprapatelar*	Entre a extremidade distal do fêmur e o tendão do músculo quadríceps femoral
Posterior	
Subtendínea lateral do músculo gastrocnêmio*	Entre a cabeça lateral do músculo gastrocnêmio e a cápsula articular
Subtendínea inferior do músculo bíceps femoral	Entre o ligamento colateral fibular e o tendão do músculo bíceps femoral
Recesso poplíteo*	Entre o tendão do músculo poplíteo e o côndilo lateral do fêmur
Subtendínea medial do músculo gastrocnêmio*	Entre a cabeça medial do músculo gastrocnêmio e a cápsula articular
Do músculo semimembrâneo	Entre o tendão do músculo semimembrâneo e a tíbia
Lateral	
"Do trato iliotibial"	Profundamente à fixação distal do trato iliotibial
"Do ligamento colateral fibular"	Profundamente ao ligamento colateral fibular, perto do osso
Medial	
Anserina	Profundamente aos tendões dos músculos sartório, grácil e semitendíneo

*Comunica-se com a cavidade articular do joelho.

Tabela 19.2 Músculos que agem na articulação do joelho.

Região	Músculo monoarticular	Músculo biarticular
Anterior	Vasto lateral	Reto femoral
	Vasto medial	
	Vasto intermédio	
Posterior	Bíceps femoral (cabeça curta)	Bíceps femoral (cabeça longa)
	Poplíteo	Semimembranáceo
		Semitendíneo
		Sartório
		Grácil
		Gastrocnêmio
Lateral		Tensor da fâscia lata

▪ Músculos anteriores

O músculo quadríceps femoral é constituído de quatro músculos que cruzam a região anterior do joelho (Figura 19.18). O **músculo reto femoral** é o único desse grupo a cruzar a articulação do quadril, e sua inserção proximal é na EIAI. Desce quase em linha reta ao longo da coxa, onde se une aos três músculos vastos, e todos se unem no tendão do músculo quadríceps femoral. Esse tendão se fixa na patela, cruza o joelho e insere-se na tuberosidade da tibia. A própria continuação desse tendão é o ligamento patelar. O músculo reto femoral é um agonista primário na flexão da coxa na articulação do quadril e na extensão da perna na articulação do joelho.

O **músculo vasto lateral** ocupa posição lateral ao músculo reto femoral. Insere-se na linha áspera do fêmur, segue na região lateral da coxa e une-se inferiormente aos outros músculos do grupo do músculo quadríceps femoral, até a fixação na patela. O **músculo vasto medial** também se insere na linha áspera, mas atravessa a região medial da coxa. O **músculo vasto intermédio** está situado profundamente ao músculo reto femoral. Insere-se proximalmente na superfície anterolateral do fêmur e segue na região anterior da coxa. Une-se aos outros músculos vastos ao longo de sua extensão. Os quatro músculos que formam o quadríceps femoral inserem-se na base da patela e na tuberosidade da tibia por meio do ligamento da patela. Como os quatro músculos cruzam a região anterior da articulação do joelho, todos estendem a perna na articulação do joelho. O músculo reto femoral também cruza a região anterior da articulação do quadril e, por isso, flexiona a coxa na articulação do quadril.

Músculo reto femoral

O EIAI

I Tuberosidade da tibia por meio do tendão do músculo quadríceps femoral*

A Flexão da coxa na articulação do quadril, extensão da perna na articulação do joelho

N Nervo femoral (L2, L3, L4)

Músculo vasto lateral

O Linha áspera

I Tuberosidade da tibia por meio do tendão do músculo quadríceps femoral*

A Extensão da perna na articulação do joelho

N Nervo femoral (L2, L3, L4)

Músculo vasto medial

O Linha áspera

I Tuberosidade da tibia por meio do tendão do músculo quadríceps femoral*

A Extensão da perna na articulação do joelho

N Nervo femoral (L2, L3, L4)

Músculo vasto intermédio

O Superfície anterolateral do fêmur

I Tuberosidade da tibia por meio do tendão do músculo quadríceps femoral¹

A Extensão da perna na articulação do joelho

N Nervo femoral (L2, L3, L4)

▪ Músculos posteriores

Três músculos conhecidos, em conjunto, como *músculos posteriores da coxa* (“isquiotibiais”) situam-se na região posterior da coxa: semimembranáceo, semitendíneo e bíceps

* N.R.T.: A extensão do tendão do músculo quadríceps femoral até a tuberosidade da tibia é o ligamento da patela.

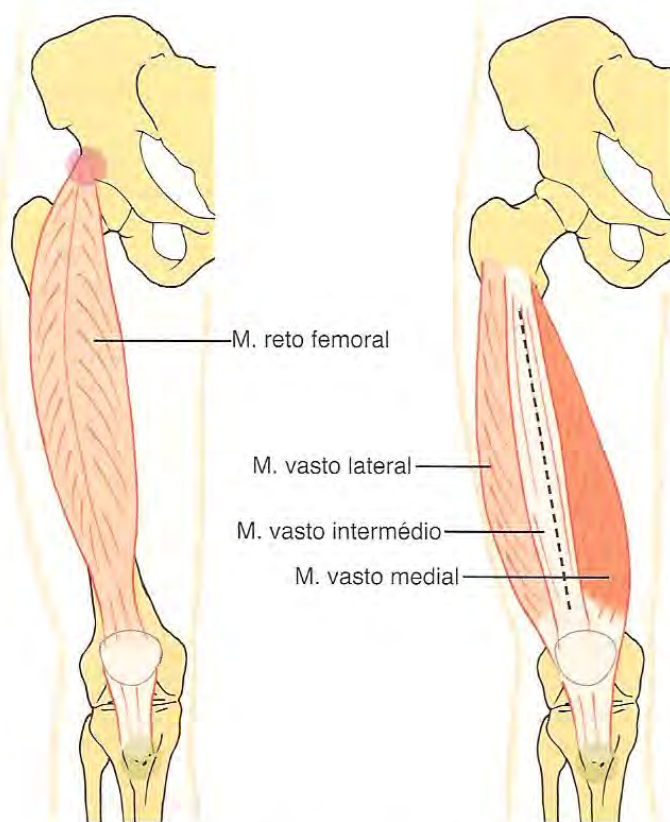


Figura 19.18 Grupo do músculo quadríceps femoral (vista anterior). Os três músculos vastos situam-se profundamente ao músculo reto femoral. Os músculos vastos medial e lateral têm inserção proximal na superfície posterior do fêmur, mas se unem aos outros dois músculos e cruzam a articulação do joelho anteriormente.

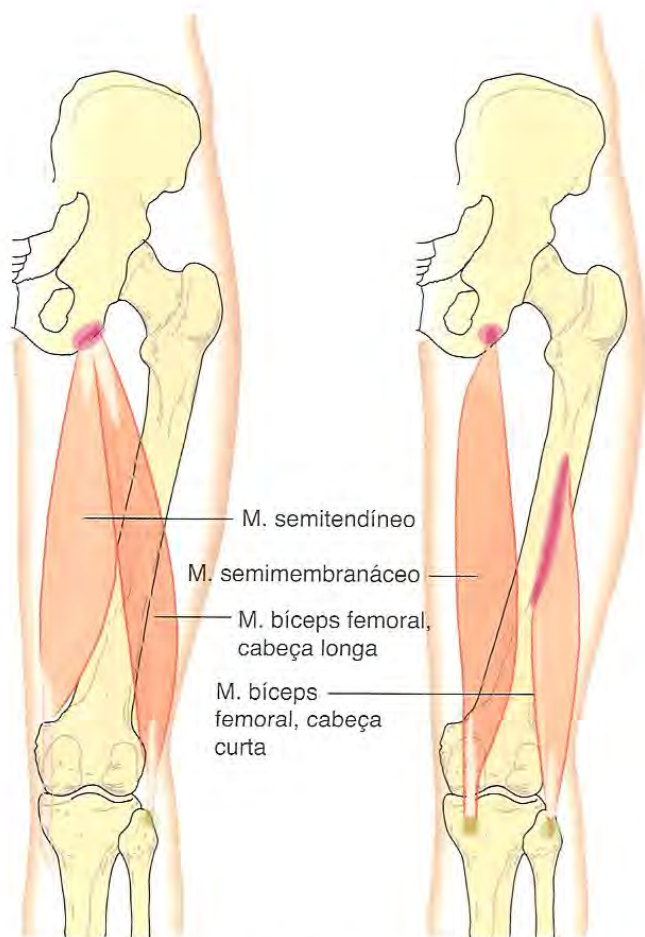


Figura 19.19 Grupo dos músculos posteriores da coxa (vista posterior).

femoral (Figura 19.19). Eles têm um local comum de inserção proximal no túber isquiático.

O **músculo semimembranoso** desce ao longo da região medial da coxa, profundamente ao músculo semitendíneo, e se insere distalmente na superfície posterior do côndilo medial da tibia. O **músculo semitendíneo** tem um tendão distal muito mais longo e estreito que cruza a articulação do joelho posteriormente e, depois, curva-se anteriormente até se inserir na superfície anteromedial da tibia junto com os músculos grácil e sartório. O **músculo bíceps femoral** tem duas cabeças e faz trajeto na região posterior da coxa lateralmente ao músculo semitendíneo. A cabeça longa insere-se proximalmente no túber isquiático com os dois outros músculos, e a cabeça curta insere-se no lábio lateral da linha áspera. As duas cabeças se unem, e seu tendão cruza a articulação do joelho posteriormente, faz uma curva, e insere-se lateralmente na cabeça da fíbula; por meio de uma pequena fita tendínea, insere-se no côndilo lateral da tibia. A cabeça curta do músculo bíceps femoral é a única parte do grupo dos músculos posteriores da coxa com ação apenas na articulação do joelho. As outras partes têm ação tanto na articulação do quadril quanto na do joelho.

Músculo semimembranoso

- O** Túber isquiático
- I** Superfície posterior do côndilo medial da tibia
- A** Extensão da coxa na articulação do quadril e flexão da perna na articulação do joelho
- N** Nervo isquiático (L5, S1, S2)

Músculo semitendíneo

- O** Túber isquiático
- I** Superfície anteromedial da extremidade proximal da tibia
- A** Extensão da coxa na articulação do quadril e flexão da perna na articulação do joelho
- N** Nervo isquiático (L5, S1, S2)

Músculo bíceps femoral

- O** Cabeça longa: túber isquiático
Cabeça curta: lábio lateral da linha áspera
- I** Cabeça da fíbula
- A** Cabeça longa: extensão da coxa na articulação do quadril e flexão da perna na articulação do joelho
Cabeça curta: flexão da perna na articulação do joelho
- N** Cabeça longa: nervo isquiático (S1, S2, S3)
Cabeça curta: nervo fibular comum (L5, S1, S2)

O **músculo poplíteo** é um músculo monoarticular localizado posteriormente no joelho, na fossa poplíteia, profundamente às duas cabeças do músculo gastrocnêmio (Figura 19.20). Insere-se proximalmente na superfície lateral do côndilo lateral do fêmur e cruza o joelho posteriormente, em ângulo oblíquo, até sua inserção distal medialmente na superfície posterior da extremidade proximal da tibia. Por cruzar a articulação do joelho posteriormente, flete a perna nessa articulação. A ele é atribuída a ação de “destravar” o joelho no início da flexão da perna.

Músculo poplíteo

- O** Côndilo lateral do fêmur
- I** Superfície posteromedial da extremidade proximal da tibia
- A** Inicia a flexão da perna na articulação do joelho
- N** Nervo tibial (L4, L5, S1)

O **músculo gastrocnêmio** é um músculo biarticular que cruza as articulações do joelho e do “tornozelo” (Figura 19.21).



Figura 19.20 Músculo poplíteo (vista posterior).

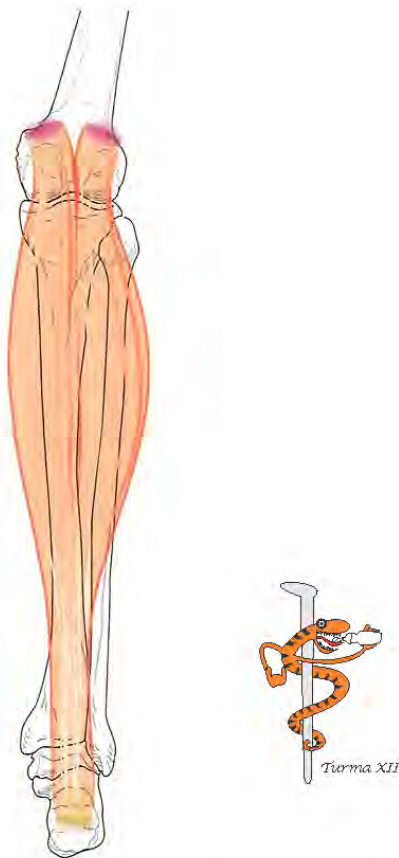


Figura 19.21 Músculo gastrocnêmio (vista posterior).

É um fortíssimo flexor plantar na articulação do “tornozelo”, mas também tem ação importante no joelho. Insere-se por meio de duas cabeças na superfície posterior dos condílos medial e lateral do fêmur. Desce mais superficial na região posterior da perna e forma o *tendão do calcâneo* (conhecido como “tendão de Aquiles”), junto com o músculo sóleo. Insere-se na superfície posterior do calcâneo. Embora sua principal ação seja na articulação talocrural, o músculo gastrocnêmio cruza a articulação do joelho posteriormente, tem um bom ângulo de tração e é um músculo grande. Assim, não se pode ignorar sua contribuição como flexor da perna na articulação do joelho. Além disso, sua contribuição incomum para a *extensão* da perna na articulação do joelho foi demonstrada em indivíduos sem ação do músculo quadríceps femoral (Figura 19.22). Em uma ação de cadeia cinética fechada, com a planta do pé no solo, de modo que o segmento distal (perna) fique estacionário, o segmento proximal (coxa) torna-se a parte móvel. Isso é também uma inversão da ação do músculo na qual o fêmur é tracionado posteriormente, ou em extensão da perna na articulação do joelho. Essa característica do músculo gastrocnêmio torna possível que uma pessoa fique em pé sem usar o músculo quadríceps femoral.

Músculo gastrocnêmio

○ Condílos medial e lateral do fêmur

└ Superfície posterior do calcâneo

A Flexão da perna na articulação do joelho, flexão plantar na articulação talocrural (do “tornozelo”)

N Nervo tibial (S1, S2)

Os músculos grácil, sartório e tensor da fáscia lata cruzam a articulação do joelho posteriormente, mas em razão de seu

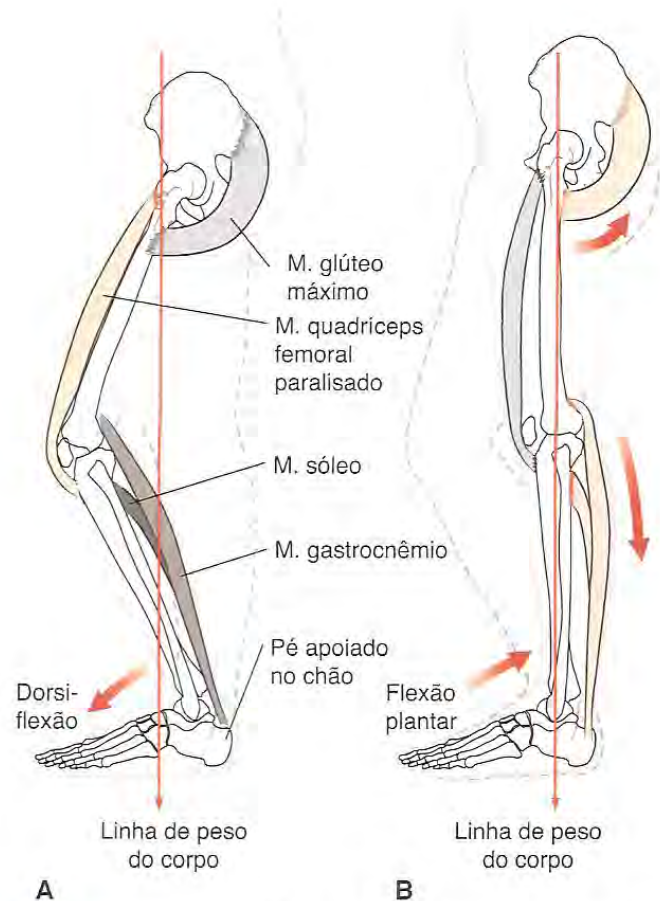


Figura 19.22 Vista lateral. **A.** Quando o músculo quadríceps femoral está paralisado e não consegue estender a perna na articulação do joelho, a linha de peso do corpo desloca-se para trás do joelho, causando flexão da perna. No entanto, em uma inversão combinada da ação dos músculos glúteo máximo e gastrocnêmio, é possível estender a perna na articulação do joelho durante a fase de apoio. **B.** Na posição de cadeia cinética fechada, eles estendem a perna na articulação do joelho. O músculo sóleo auxilia mediante flexão plantar na articulação do “tornozelo” dorsifletido para a posição neutra dessa articulação. Assim, a linha de peso do corpo é deslocada para diante do eixo do joelho e do “tornozelo”, o que possibilita que a articulação do joelho continue em extensão.

ângulo de tração, de seu tamanho em relação a outros músculos e de outros fatores, eles não têm ação de agonistas primários; entretanto, proporcionam estabilidade para a articulação.

O **músculo tensor da fáscia lata** cruza a articulação do joelho lateralmente, em especial no meio do eixo articular para flexão e extensão. Contribui muito para a estabilidade lateral. Os **músculos grácil e sartório** cruzam a articulação do joelho medialmente, contribuindo muito para a estabilidade medial. Os músculos gastrocnêmio e posteriores da coxa proporcionam estabilidade posterior tanto medialmente quanto lateralmente, e o músculo quadríceps femoral assegura a estabilidade anterior.

Relações anatômicas

Os músculos cruzam a articulação do joelho anteriormente ou posteriormente. O músculo reto femoral é o mais superficial do grupo anterior. Nas partes média e inferior da coxa, os músculos vasto lateral e vasto medial estão em posição mais superficial, de cada lado do músculo reto femoral (Figura 19.23). O músculo vasto intermédio está situado profundamente ao músculo reto femoral e entre os outros dois músculos vastos (Figura 19.24).

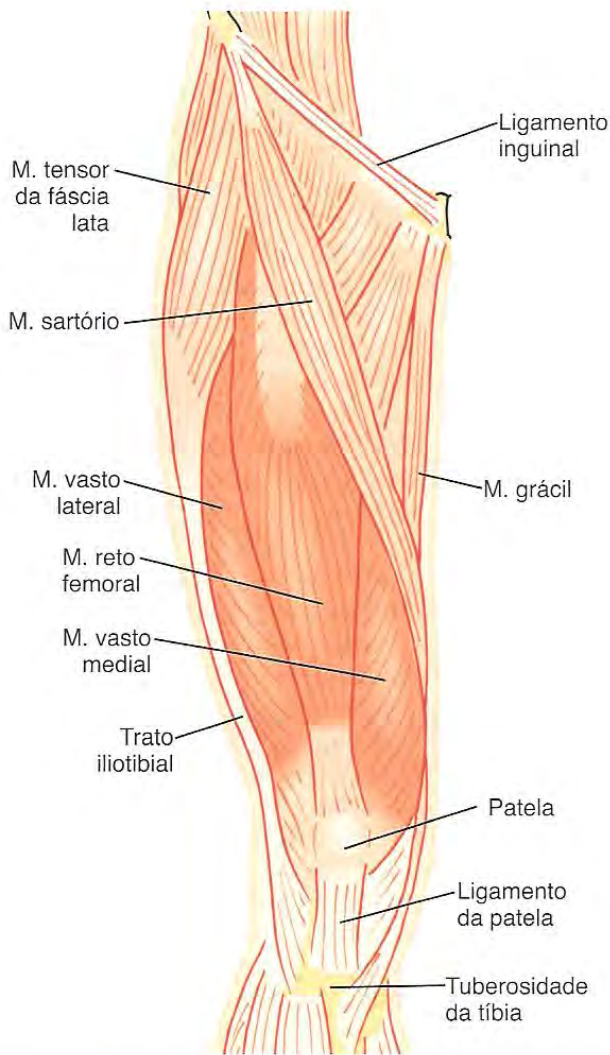


Figura 19.23 Músculos anteriores que cruzam a articulação do joelho (vista superficial).

Os músculos posteriores da coxa ocupam a região posterior da coxa. Mais superficialmente, o músculo bíceps femoral (cabeça longa) ocupa posição lateral e o músculo semitendíneo, a posição medial. A cabeça curta do músculo bíceps femoral (na região lateral) e o músculo semimembranoso (na região medial) estão situados profundamente aos dois músculos citados. O músculo mais profundo na extremidade distal da coxa é uma parte do músculo poplíteo. Situa-se profundamente às partes proximais das cabeças do músculo gastrocnêmio.

O músculo sartório cruza a articulação do joelho na região medial, anteriormente ao músculo grácil, seguido mais posteriormente pelo músculo semitendíneo ("pata de ganso"; ver Figura 18.29). O músculo tensor da fáscia lata cruza a articulação do joelho lateralmente por meio do trato iliotibial.

▪ Resumo da ação dos músculos

A Tabela 19.3 resume as ações dos músculos agonistas primários que agem na articulação do joelho.

▪ Resumo da inervação dos músculos

Os nervos femoral e isquiático são importantes na inervação da articulação do joelho. O nervo femoral inerva o grupo do músculo quadríceps femoral, e o nervo isquiático, o grupo dos músculos posteriores da coxa.

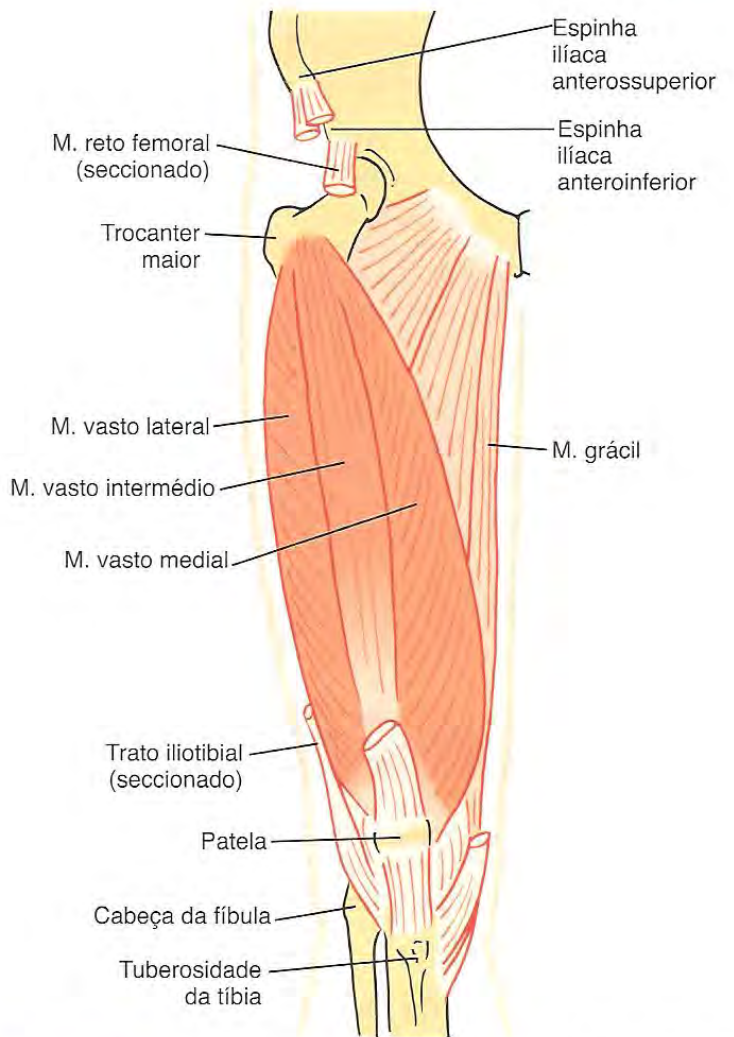


Figura 19.24 Músculos anteriores que cruzam a articulação do joelho (vista profunda).

Os outros dois músculos flexores da perna na articulação do joelho, poplíteo e gastrocnêmio, são inervados pelo nervo tibial. (Não estão incluídos nesta discussão nem na Tabela 19.4 os músculos biarticulares da articulação do quadril que cruzam a articulação do joelho, mas não agem como agonistas primários no joelho – músculos sartório, grácil e tensor da fáscia lata.) Os músculos extensores da perna na articulação do joelho são inervados pelo nervo femoral, originado da medula

Tabela 19.3 Músculos agonistas primários do joelho.

Ação	Músculo
Extensão	Grupo do músculo quadríceps femoral
	Reto femoral
	Vasto medial
	Vasto intermédio
	Vasto lateral
Flexão	Grupo dos músculos posteriores da coxa ("isquiotibiais")
	Semimembranoso
	Semitendíneo
	Bíceps femoral
	Poplíteo
	Gastrocnêmio

Tabela 19.4 Inervação dos músculos que agem na articulação do joelho.

Músculo	Nervo	Segmento medular
Quadríceps femoral		
Reto femoral	Femoral	L2, L3, L4
Vasto lateral	Femoral	L2, L3, L4
Vasto intermédio	Femoral	L2, L3, L4
Vasto medial	Femoral	L2, L3, L4
Posteriores da coxa		
Semimembranáceo	Isquiático	L5, S1, S2
Semitendíneo	Isquiático	L5, S1, S2
Bíceps femoral – cabeça longa	Isquiático	L5, S1, S2
Bíceps femoral – cabeça curta	Fibular comum	L5, S1, S2
Outros		
Poplíteo	Tibial	L4, L5, S1
Gastrocnêmio	Tibial	S1, S2

espinal em nível mais alto do que a inervação dos músculos flexores da perna na articulação do joelho. Isso é importante ao atender indivíduos com lesões da medula espinal. As Tabelas 19.4 e 19.5 resumem a inervação dos músculos que agem na articulação do joelho. Vale notar que há alguma discrepância entre vários autores em relação ao segmento medular da inervação.

▪ Doenças comuns do joelho

O **joelho valgo** (“joelhos em tesoura”) é o alinhamento do membro inferior no qual os segmentos distais (“tornozelos”) estão em posição mais lateral que o normal. Os joelhos tendem a se tocar, enquanto os “tornozelos” estão afastados. O **joelho varo** (“pernas arqueadas”) é o alinhamento oposto no qual os segmentos distais estão em posição mais medial que o normal. Os “tornozelos” tendem a se tocar, enquanto os joelhos estão afastados. O desalinhamento de uma articulação costuma afetar o alinhamento de uma articulação adjacente.

Portanto, a coxa vara é observada em associação com o joelho valgo, enquanto a coxa valga pode estar associada ao joelho varo. O **joelho recurvado (hiperestendido)** é a posição da articulação do joelho na qual a amplitude de movimento ultrapassa 0° de extensão.

A **tendinite patelar** (joelho de saltador) é caracterizada por dor à palpação do ligamento da patela e é consequência do estresse por uso excessivo ou de sobrecarga por impacto súbito associado ao salto. É comum em jogadores de basquete, atletas de salto em altura e de corrida com obstáculos. A **doença de Osgood-Schlatter** é comum por uso excessivo em adolescentes. Acomete a epífise de tração na tuberosidade da tíbia do osso em crescimento, onde se insere o ligamento da patela, que é a própria continuação do tendão do músculo quadríceps femoral. O **cisto poplíteo** (cisto de Baker) é erroneamente denominado “cisto”. Esse termo geral refere-se a qualquer hérnia sinovial ou bursite na região posterior do joelho.

Embora não haja consenso universal acerca da terminologia e da causa, a **síndrome de dor patelofemoral** geralmente se refere a um problema comum que causa dor difusa na região anterior do joelho. Geralmente é considerada consequência de diversos fatores relacionados com o alinhamento, como aumento do ângulo Q, patela alta, fraqueza ou contratura do músculo quadríceps femoral, fraqueza dos músculos rotadores laterais da coxa e “pronação” excessiva do pé. A **condromalacia patelar** é o amolecimento e a degeneração da cartilagem na face articular da patela, que causa dor na região anterior do joelho. O deslocamento anormal da patela na face patelar do fêmur causa inflamação da cartilagem articular da patela, com consequente degeneração. A **bursite pré-patelar** (joelho de faxineira) ocorre quando há pressão constante entre a pele e a patela. É comum em assentadores de carpete e é consequência de repetidos golpes diretos ou da aplicação de forças perpendiculares ao joelho.

A **triade maldita** é uma lesão do joelho causada por um único golpe no joelho, com ruptura do ligamento cruzado anterior, ligamento colateral tibial e menisco medial. A **síndrome do desalinhamento miserável** é um problema do alinhamento do membro inferior em que há aumento da anteverção da cabeça do fêmur e está associada ao joelho valgo, aumento da torção tibial e pé plano e pronado.

Tabela 19.5 Inervação segmentar dos músculos que agem na articulação do joelho.

Nível da medula espinal	L2	L3	L4	L5	S1	S2
Extensores da perna na articulação do joelho						
Reto femoral	X	X	X			
Vasto lateral	X	X	X			
Vasto intermédio	X	X	X			
Vasto medial	X	X	X			
Flexores da perna na articulação do joelho						
Poplíteo			X	X	X	
Semitendíneo				X	X	X
Semimembranáceo				X	X	X
Bíceps femoral				X	X	X
Gastrocnêmio					X	X

Pontos-chave

- O corpo costuma ser submetido a forças como tração, compressão, cisalhamento, flexão e rotação. Essas forças também têm outros nomes
- O ponto de inserção do músculo no osso é utilizado para determinar o tipo de alavanca. Na alavanca de segunda classe, a resistência está entre o eixo e a força (potência). Na alavanca de terceira classe, a força está no meio
- Quanto mais longo é o braço de força, mais fácil é mover a parte. Por outro lado, quanto mais longo é o braço de resistência, mais difícil é mover a parte
- A sensação final é o tipo de sensação percebida quando se aplica leve pressão no fim da amplitude de movimento passivo da articulação
- A cadeia cinética aberta requer que o segmento distal esteja livre para se mover e o(s) segmento(s) proximal(is) permaneça(m) imóvel(eis)
- Para alongar um músculo monoarticular, é necessário relaxar quaisquer músculos biarticulares em relação à articulação não cruzada pelo músculo monoarticular
- A contração mais eficaz de um músculo biarticular começa com seu alongamento em relação às duas articulações
- A insuficiência ativa de um músculo ocorre quando ele se contrai em relação a todas as suas articulações ao mesmo tempo
- Ao determinar se uma contração é concêntrica ou excêntrica, verifique:
 - se a atividade está acelerando contra a gravidade ou desacelerando pela ação da gravidade, ou
 - se um peso maior que a força da gravidade está afetando a atividade
- A inversão da ação do músculo ocorre quando a inserção que normalmente é o ponto fixo move-se em direção à inserção que normalmente é o ponto móvel.

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

1. Descreva as articulações do joelho de acordo com:
 - a. Número de eixos:
Joelho _____
Patelofemoral _____
 - b. Formato da articulação:
Joelho _____
Patelofemoral _____
 - c. Tipo de movimento possível:
Joelho _____
Patelofemoral _____
2. Descreva o movimento na articulação do joelho em termos de planos e eixos.
3. O que é o “ângulo Q”? Qual é sua importância?
4. Quais ossos constituem a articulação do joelho?
5. Por que a ação do músculo poplíteo geralmente é descrita como “destravamento” da articulação?
6. O que é “pata de ganso”?
7. Qual movimento do joelho seria esperado em uma pessoa com lesão da medula espinal no nível L3?
8. Na Figura 19.22:
 - a. Qual é o tipo de cadeia cinética da atividade?
 - b. É possível que os músculos executem essa ação tanto em cadeia cinética aberta quanto fechada?
 - c. O músculo gastrocnêmio ou o músculo glúteo máximo está atuando em inversão da ação do músculo?
9. A margem da prancha de *snowboard* se prende na neve e o atleta cai. A prancha gira em uma direção e o corpo do atleta gira na direção oposta. Qual é o tipo mais provável de força a que é submetido o joelho?
10. Ao avaliar os ligamentos colaterais do joelho, o profissional puxa o “tornozelo” lateralmente ao mesmo tempo que empurra o joelho medialmente.
 - a. Qual é o tipo de carga aplicado ao membro inferior?
 - b. Qual lado do joelho é submetido a uma força de tensão?
 - c. Qual lado do joelho é submetido a uma força de compressão?

Questões sobre atividade funcional

1. Analise a posição da pessoa deitada nas duas mesas mostradas na Figura 19.25 e indique se uma delas é melhor que a outra para fortalecer os músculos posteriores da coxa no exercício de flexão da perna. Observe que as pernas estão estendidas nas duas posições.
 - a. Qual é a ação dos músculos posteriores da coxa nas articulações do quadril e do joelho?
 - b. Qual é a posição dos quadris na Figura 19.25A?
 - c. Qual é a posição dos quadris na Figura 19.25B?

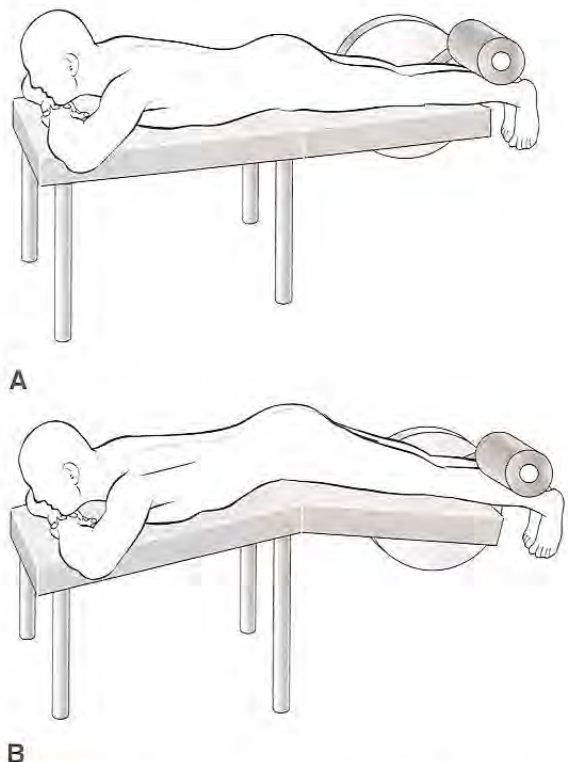


Figura 19.25 Posições na mesa para exercício dos músculos posteriores da coxa.

Autoavaliação (continuação)

- d. Em que posição há insuficiência ativa dos músculos posteriores da coxa?
 - e. Qual posição sobre a mesa é mais eficaz para exercitar os músculos posteriores da coxa?
 - f. Por quê?
2. Analise as posições da pessoa sentada na Figura 19.26 e indique se uma delas é mais vantajosa do que a outra para fortalecer os músculos extensores da perna na articulação do joelho. O movimento realizado é de extensão da perna na articulação do joelho.
- a. Quais são as posições do quadril nas Figuras 19.26A e 19.26B?
 - b. Quais são os nomes dos músculos monoarticulares que fazem a extensão da perna na articulação do joelho?
 - c. Qual é o nome do músculo biarticular e quais movimentos ele executa nas articulações do quadril e do joelho?
 - d. Descreva o efeito de comprimento-tensão sobre esses músculos em cada posição.
 - e. Qual posição da pessoa é mais eficaz para exercitar o músculo reto femoral?
 - f. Qual posição da pessoa é mais eficaz para exercitar os músculos vastos?

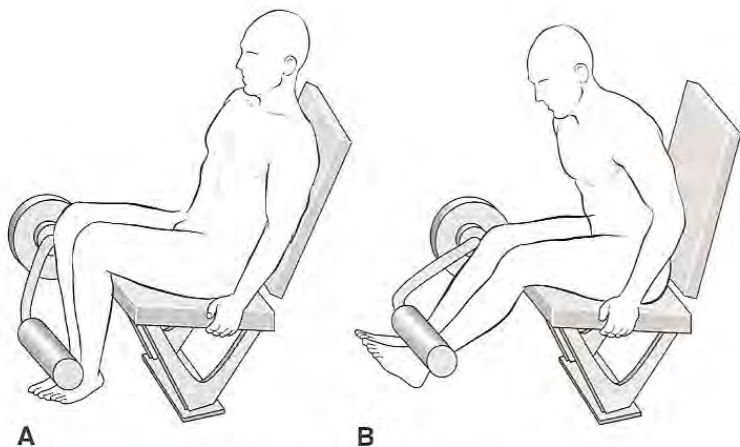


Figura 19.26 Posições iniciais para exercício de extensão da perna na articulação do joelho.

3. Qual é a sequência de movimentos na articulação do joelho direito ao subir no meio-fio com o pé direito, começando com a perna direita estendida?
 - a. Colocar o pé direito sobre o meio-fio:
 - b. Colocar o pé esquerdo sobre o meio-fio:
4. Identifique a sequência de movimentos na articulação do joelho (a partir da extensão da perna) para chutar uma bola e identifique a atividade do músculo reto femoral durante cada fase.
 - a. Qual é o movimento na articulação do joelho ao se preparar para chutar?
 - b. O músculo reto femoral é alongado em relação a quais articulações?
 - c. Qual é o movimento na articulação do joelho ao encostar na bola?
 - d. O que acontece com o músculo reto femoral na articulação do joelho durante o contato com a bola?
 - e. Qual é o movimento na articulação do joelho logo depois do chute?

- f. O que acontece com o músculo reto femoral logo depois do chute?
5. Quais movimentos compensatórios podem ocorrer ao subir no meio-fio com uma imobilização cruropodálica à direita?
- a. Qual seria a perna condutora?
 - b. Qual movimento pélvico ajudaria a colocar a perna direita sobre o meio-fio?

Questões sobre exercícios clínicos

1. Quais tipos de exercício são executados durante o “agachamento encostado em uma parede”? Encoste a cabeça, os ombros e o dorso na parede com os pés afastados na direção dos ombros, agache devagar até que as coxas estejam quase paralelas ao chão. Mantenha a posição e conte até cinco. Volte à posição inicial.
Durante a fase de agachamento:
 - a. Qual é o movimento na articulação do joelho?
 - b. Qual é o tipo de contração que ocorre (isométrica, concêntrica ou excêntrica)?
 - c. Quais músculos participam dessa ação?
 - d. Essa é uma atividade em cadeia cinética aberta ou fechada?
 Durante a fase de espera agachada:
 - a. Qual é o tipo de contração que ocorre (isométrica, concêntrica ou excêntrica)?
 - b. Quais músculos participam dessa ação?
 Durante a fase de retorno:
 - a. Qual é o movimento na articulação do joelho?
 - b. Qual é o tipo de contração que ocorre (isométrica, concêntrica ou excêntrica)?
 - c. Quais músculos participam dessa ação?
2. Sente-se à beira de uma mesa com o membro inferior direito apoiado sobre a mesa e o esquerdo ao lado da mesa com o pé esquerdo apoiado no chão. Mantenha o dorso e a perna direita estendidos e incline-se para frente, flexionando o quadril direito. Veja a posição inicial na Figura 19.27.
 - a. Quais são os movimentos nas articulações do quadril e do joelho direitos?

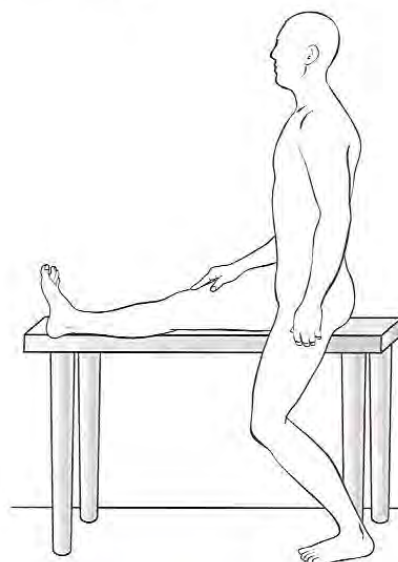


Figura 19.27 Posição inicial.

- b. Há alongamento ou fortalecimento?
- c. Quais músculos participam dessa ação?
3. Em decúbito dorsal, levante o membro inferior direito cerca de 60 cm em direção ao teto, mantendo a perna direita estendida na articulação do joelho.
 - a. Quais são os movimentos nas articulações do quadril e do joelho direitos?
 - b. Há alongamento ou fortalecimento?
 - c. Quais músculos participam dessa ação?
 - d. Essa é uma atividade em cadeia cinética aberta ou fechada?
4. Em pé sobre o membro inferior esquerdo e apoiado em algum objeto para manter o equilíbrio, flexione a perna direita e segure o pé direito. Puxe lentamente o calcanhar direito em direção à nádega direita.
 - a. Quais são os movimentos nas articulações do quadril e do joelho direitos?
 - b. Há alongamento ou fortalecimento?
 - c. Quais músculos participam dessa ação?
5. Ao avaliar a amplitude de movimento passivo na articulação do joelho de uma pessoa, a sensação final deve ser ___ na flexão e ___ na extensão.
6. Sente-se à beira de uma mesa usando uma tornazeleira de 4,5 kg. Mantenha cada uma das posições a seguir por 30 segundos:
 - Extensão total da perna na articulação do joelho (posição A)
 - Flexão da perna na articulação do joelho a 30° (posição B)
 - Flexão da perna na articulação do joelho a 60° (posição C)
 - a. Qual é a posição mais fácil de se manter? Qual é a mais difícil?
 - b. Identifique a força, a resistência, o eixo e a classe de alavanca.
 - c. Como o comprimento do braço de resistência se modifica ao passar da posição A para a posição C?
 - d. Como o comprimento do braço de força se modifica ao mudar de posição?
7. Em pé, passe uma faixa elástica por trás do joelho e fixe a outra extremidade ao redor da “perna” de uma mesa pesada ou ao batente de uma porta. Você pode proteger a região posterior do joelho com uma toalha pequena. Fique de frente para o ponto de ancoragem e distante o suficiente para produzir certa tensão na faixa (Figura 19.28). A par-

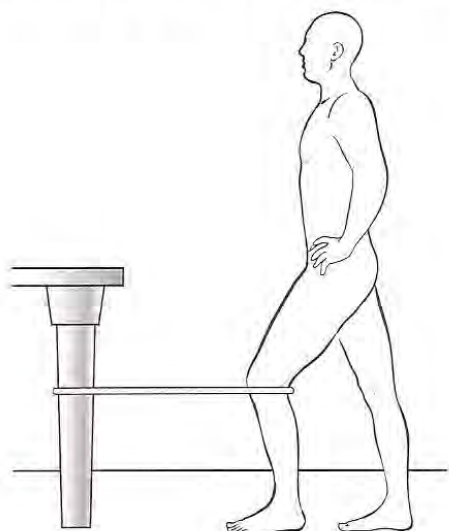


Figura 19.28 Posição inicial.

tir de uma posição de flexão parcial, estenda devagar a perna da articulação do joelho e mantenha o pé no chão. Mantenha a posição e conte até cinco, depois flexione a perna na articulação do joelho (voltando à posição inicial).

Fase de extensão:

- a. Qual é o movimento na articulação do joelho?
- b. Qual é o tipo de contração?
- c. Quais músculos participam dessa ação?
- d. Essa é uma atividade em cadeia cinética aberta ou fechada?

Fase de sustentação:

- a. Qual é a posição do joelho?
- b. Qual é o tipo de contração?
- c. Quais músculos participam dessa ação?

Fase de flexão:

- a. Qual é o movimento na articulação do joelho?
- b. Qual é o tipo de contração?
- c. Quais músculos participam dessa ação?

8. Um profissional da área da saúde empurra a perna de um paciente que está tentando estendê-la (Figura 19.29). O profissional consegue aplicar maior força à perna do paciente quando empurra logo abaixo do joelho (A) ou logo acima do “tornozelo” (B)? Por quê?

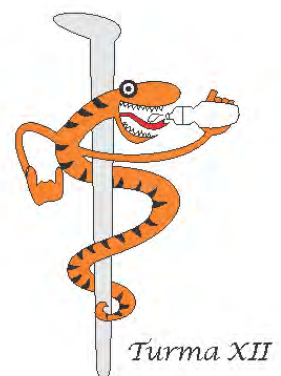


A



B

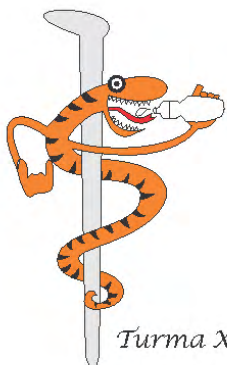
Figura 19.29 Ponto de aplicação da força.



20

Articulações do “Tornozelo” e do Pé

- ▶ Ossos e pontos de referência, 268
- ▶ Articulações e movimentos, 270
- ▶ Ligamentos e outras estruturas, 273
- ▶ Músculos do “tornozelo” e do pé, 276
- ▶ Pontos-chave, 287
- ▶ Autoavaliação, 287



Turma XII



A perna (a parte do membro inferior que se estende do joelho até o “tornozelo”) é formada por dois ossos: tibia e fíbula. Uma forte membrana interóssea une os dois ossos e aumenta a superfície para inserções musculares (Figura 20.1).

► Ossos e pontos de referência

A tibia, o maior dos dois ossos, é o único da perna que realmente sustenta peso. Tem um formato triangular, e sua margem saliente é anterior, como uma crista. A fíbula, longa e delgada, ocupa a posição lateral e mais posterior, alinhada com a face posterior da tibia (Figura 20.2). Portanto, esses ossos formam um canal, cujo assoalho é a membrana interóssea, o que possibilita a inserção de vários músculos sem distorcer o formato da perna. Os pontos de referência da **tibia** relacionados com o “tornozelo” são os descritos a seguir (Figura 20.1).

Côndilo medial

Saliência medial na extremidade proximal.

Côndilo lateral

Saliência lateral na extremidade proximal.

Margem anterior

A mais proeminente das três margens, semelhante a uma crista.

Maléolo medial

Projeção medial expandida na extremidade distal.

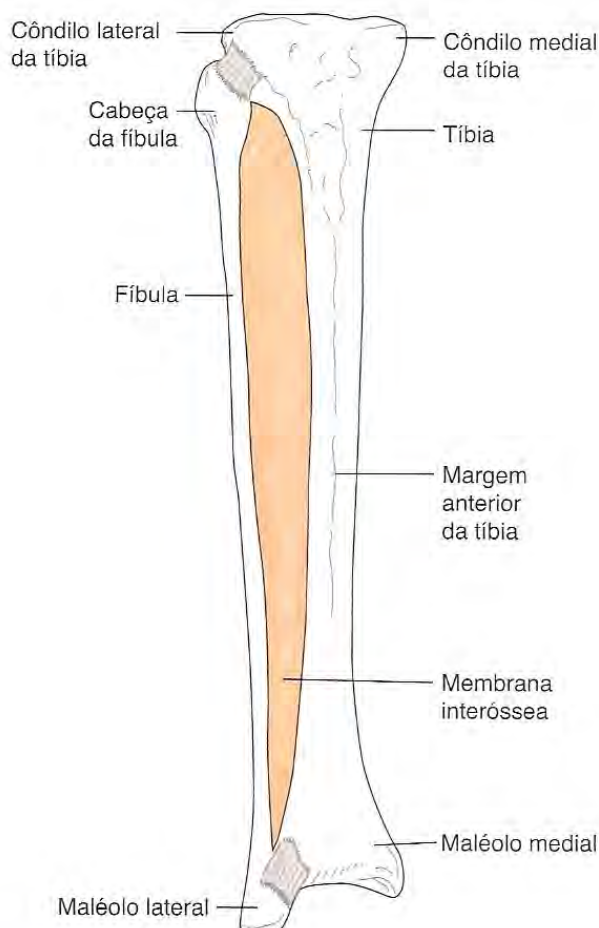


Figura 20.1 Ossos da perna e membrana interóssea (vista anterior).

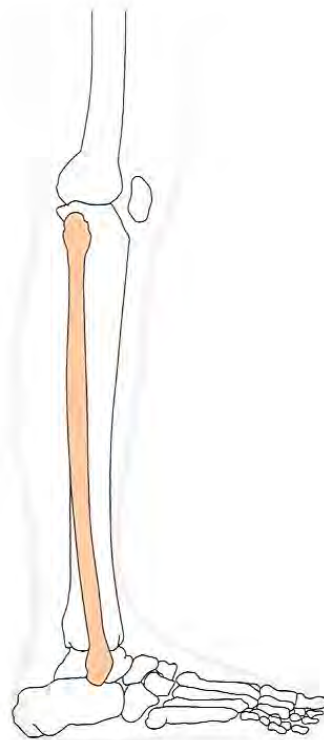


Figura 20.2 Perna direita (vista lateral). Observe a posição posterior da fíbula.

Os pontos de referência da **fíbula** são os apresentados a seguir.

Cabeça

Extremidade proximal expandida.

Maléolo lateral

Projeção lateral expandida na extremidade distal.

Os ossos do pé são os tarsais, os metatarsais e as falanges. Os sete **ossos tarsais** e seus pontos de referência são (Figura 20.3):

Calcâneo

Maior osso tarsal e mais posterior.

Tuberosidade do calcâneo

Projeção na superfície posteroinferior do calcâneo.

Sustentáculo do tálus

Parte superomedial que se projeta do restante do calcâneo e sustenta a parte medial do tálus. Três tendões passam ao redor dessa projeção, modificando suas direções da região posterior da perna para a região plantar do pé.

Tálus

Está em posição superior ao calcâneo e articulado com ele; é o segundo maior osso tarsal.

Navicular

Na região medial, anterior ao tálus e proximal (posterior) aos três ossos cuneiformes.

Tuberosidade do navicular

Projeção na parte inferomedial do navicular; observada facilmente na margem medial do pé.

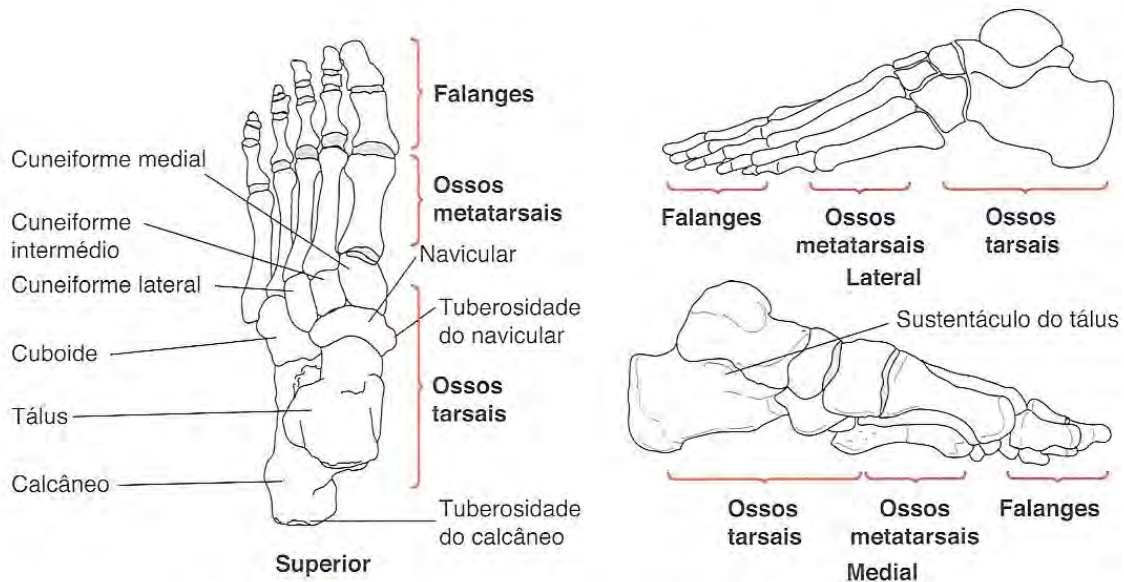


Figura 20.3 Ossos do pé esquerdo (vistas superior, lateral e medial).

Cuboide

Na margem lateral do pé, proximal (posterior) ao quarto e quinto ossos metatarsais e distal (anterior) ao calcâneo.

Cuneiformes

Em número de três e nomeados medial, intermédio e lateral, são alinhados com os ossos metatarsais I, II e III. O cuneiforme medial é o maior deles.

Os **ossos metatarsais** são numerados de um a cinco (I-V) a partir da região medial (Figura 20.3). Normalmente, o primeiro e o quinto metatarsais são ossos de sustentação de peso, porém o segundo, o terceiro e o quarto, não. Nós tendemos a ficar em pé sobre um triângulo. O peso é sustentado pela tuberosidade do calcâneo, como base, e pelas cabeças do primeiro e quinto ossos metatarsais. As características relevantes e os pontos de referência dos ossos metatarsais são descritas a seguir.

Base

Extremidade proximal de cada osso metatarsal.

Cabeça

Extremidade distal de cada osso metatarsal.

Primeiro osso metatarsal (I)

É o mais espesso e mais curto; localizado na região medial do pé. Articula-se com o cuneiforme medial.

Segundo osso metatarsal (II)

É o mais longo; articula-se com o cuneiforme intermédio.

Terceiro osso metatarsal (III)

Articula-se com o cuneiforme lateral.

Quarto osso metatarsal (IV)

Junto com o quinto osso metatarsal, articula-se com o osso cuboide.

Quinto osso metatarsal (V)

Apresenta uma tuberosidade proeminente localizada na margem lateral de sua base.

As **falanges** do pé têm composição igual às da mão (Figura 20.3). O primeiro dedo, o **hálux**, tem apenas as falanges proximal e distal, sem a falange média. Os demais (do segundo ao quinto dedo) têm falanges proximal, média e distal.

- Aspectos funcionais do pé

O pé pode ser dividido em três partes (Figura 20.4). O “retropé” é formado pelo tálus e calcâneo. Durante a marcha, é a primeira parte do pé a fazer contato com o solo (fase de apoio), influenciando, assim, a função e o movimento

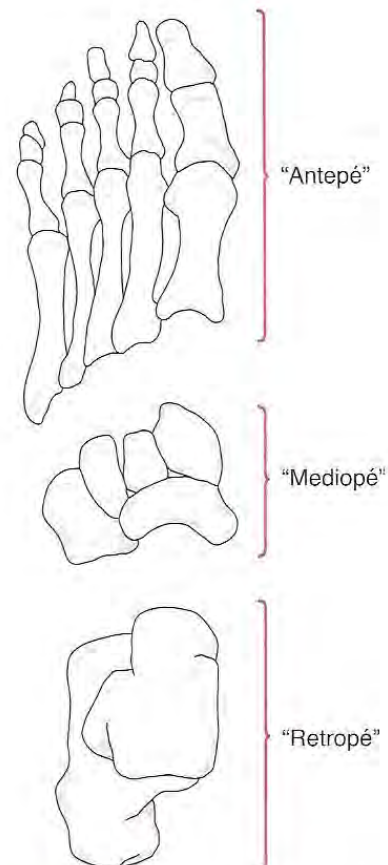


Figura 20.4 Partes funcionais do pé (vista superior).

das outras duas partes. O “mediopé” é formado pelos ossos navicular, cuboide e os três ossos cuneiformes. A mecânica dessa parte do pé assegura a estabilidade e a mobilidade quando transmite o movimento do “retropé” para o “antepé”. O “antepé” é constituído pelos cinco ossos metatarsais e por todas as falanges. Essa parte do pé adapta-se ao nível do solo. Também é a última parte do pé a fazer contato com o solo durante a fase de apoio.

A articulação talocrural e o pé têm três funções principais: absorver o choque quando o calcanhar toca o solo no início da fase de apoio, adaptar-se ao nível (ou à irregularidade) do solo e proporcionar uma base estável de sustentação para impulsionar o corpo para frente.

► Articulações e movimentos

▪ Movimentos do “tornozelo”

É preciso definir os movimentos da articulação talocrural e do pé porque não há consenso uniforme entre os autores (Figura 20.5). A **flexão plantar** é o movimento em direção à planta do pé, enquanto a **dorsiflexão** ocorre quando o dorso do pé move-se em direção à região anterior da perna. Esses movimentos ocorrem no *plano sagital em torno do eixo trans-*

versal. Os termos **flexão** e **extensão** não devem ser usados em razão das definições conflitantes. No caso em análise, do ponto de vista funcional, a flexão plantar é igual à extensão porque é parte do movimento geral de extensão nas articulações do quadril, joelho e “tornozelo”. No entanto, do ponto de vista anômico, a flexão plantar não é uma flexão verdadeira porque não há aproximação de dois segmentos.

O movimento no *plano frontal em torno do eixo sagital* é denominado *inversão* e *eversão*. A **inversão** é a elevação da margem medial do pé, rodando o “antepé” medialmente. A **eversão**, o movimento oposto, é a elevação da margem lateral do pé, rodando o “antepé” lateralmente. O movimento no plano horizontal (transversal) é conhecido como **adução** e **abdução**. Esses movimentos ocorrem principalmente no “antepé” e acompanham a inversão e a eversão, respectivamente.

Nos últimos anos, os profissionais de saúde começaram a usar os termos *supinação* e *pronação* para descrever o movimento das articulações talocrural e do pé. **Supinação** é uma combinação de flexão plantar, inversão e adução, e **pronação** é uma combinação de dorsiflexão, eversão e abdução. Para evitar maior confusão dos termos, é preciso definir *valgo* e *varo*. Esses termos são utilizados principalmente para descrever uma *posição*, em geral anormal. **Valgo** refere-se à posição na qual o segmento distal está afastado da linha mediana. Já **varo** refere-se à posição na qual o segmento distal aproxima-se da linha mediana. Portanto, calcâneo valgo é uma posição na qual a parte distal (posterior) do calcâneo afasta-se da linha mediana (Figura 20.6). Esses termos não serão usados aqui porque o foco é o *movimento*, não a *posição*.

Em resumo, a terminologia habitual usada por clínicos para descrever os movimentos do “tornozelo” e do pé são *dorsiflexão*, *flexão plantar*, *supinação* (combinação de flexão plantar, inversão e adução do “antepé”) e *pronação* (combinação de dorsiflexão, eversão e abdução do “antepé”). A Figura 20.5 mostra esses movimentos. Ao se descrever a ação do músculo, entretanto, utilizam-se os termos *inversão* e *eversão* em vez de *supinação* e *pronação*, respectivamente.

Duas articulações com pequeno movimento que não fazem parte da articulação talocrural, mas que têm pequeno papel na função propriamente dita do “tornozelo”, são a articulação tibiofibular (proximal) e a sindesmose tibiofibular (distal) (Figura 20.7). A **articulação tibiofibular** é a articulação entre a cabeça da fíbula e a face articular fibular no côndilo lateral da tíbia. É uma articulação sinovial plana que possibilita um grau relativamente pequeno de deslizamento e rotação da fíbula em relação à tíbia. Por ser uma articulação sinovial, tem cápsula articular. Ligamentos reforçam a cápsula, e a articulação dissipa as forças de torção aplicadas à articulação talocrural. A **sindesmose tibiofibular** é uma união fibrosa entre a incisura fibular na extremidade distal côncava da tíbia e a superfície medial convexa da extremidade distal da fíbula. Como não é uma articulação sinovial, não tem cápsula articular. No entanto, os ossos e vários ligamentos que mantêm a articulação unida são separados por tecido fibroso. Grande parte da força da articulação talocrural depende da forte união nessa articulação do tipo fibrosa. Os ligamentos que unem a sindesmose tibiofibular possibilitam pequeno movimento para acomodar o movimento do tálus.

▪ Articulações do “tornozelo”

A **articulação talocrural** (articulação verdadeira do “tornozelo”) é formada pela face articular inferior na extremidade



Figura 20.5 Movimentos das articulações do “tornozelo” e do pé.

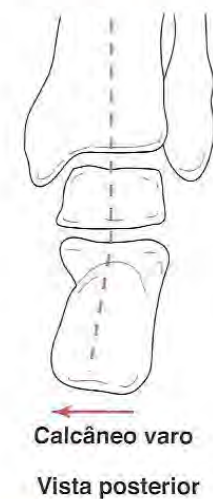
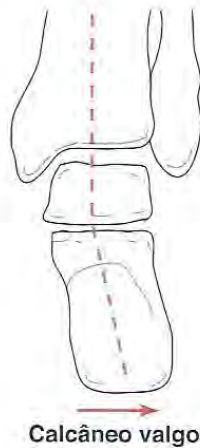
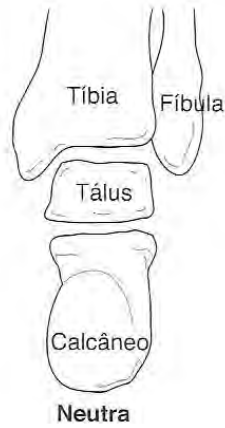


Figura 20.6 Posições do calcâneo.

distal da tibia, que se articula com a tróclea do tálus, sendo que o maléolo medial ajusta-se ao redor da região medial do tálus, e o maléolo lateral, que se ajusta ao redor da região lateral. Esse tipo de articulação costuma ser descrito por um termo de carpintaria: *sambladura de caixa e espiga*. A caixa é uma cavidade aberta em um pedaço de madeira para receber uma projeção (espiga) talhada para se encaixar nela. Portanto, os maléolos medial e lateral seriam a caixa, e o tálus seria a espiga (Figura 20.8). Essa articulação une a perna ao pé e é responsável pelo controle da maior parte do movimento do pé em relação à perna.

Em resumo, a articulação talocrural é uma articulação do tipo sinovial gínglimo, uniaxial, constituída pela articulação entre a extremidade distal da tibia e seu maléolo medial, o maléolo lateral e o tálus. A articulação talocrural possibilita

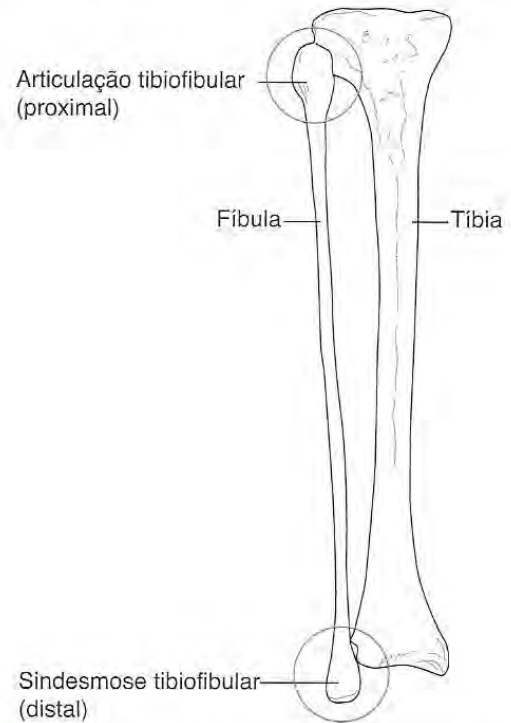


Figura 20.7 Articulação tibiofibular e sindesmose tibiofibular (vista anterior).

aproximadamente 30° a 50° de flexão plantar e 20° de dorsiflexão. A posição anatômica do “tornozelo” é a neutra. Como o eixo do movimento é oblíquo, é considerado “**triplanar**”, termo usado para descrever movimentos ao redor de um eixo orientado obliquamente que atravessa os três planos no espaço.

Nesse eixo, o maléolo lateral estende-se mais distalmente e situa-se posterior ao maléolo medial. Para visualizar essa posição, coloque as pontas dos dedos indicadores nas pontas dos maléolos do “tornozelo” esquerdo (Figura 20.9). Observe que, em vista superior, o dedo no maléolo lateral está em posição posterior. Quando em vista anterior, o mesmo dedo está em posição inferior. Imagine que os dedos sejam uma haste reta que atravessa a articulação. Note que não há alinhamento laterolateral perfeito dos dedos. O dedo esquerdo está em posição ligeiramente posterior e inferior, enquanto o dedo direito está um pouco anterior e superior. Esse é basicamente o eixo de movimento da articulação talocrural. Ele forma um ângulo aproximado de 8° com o plano horizontal (transversal), 82° com o plano sagital e 20° a 30° com o plano frontal. Durante

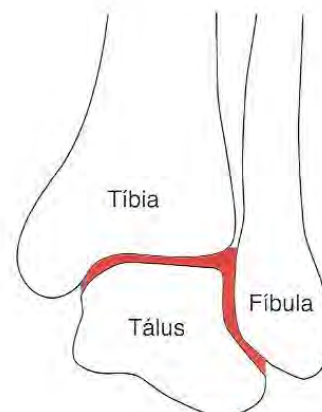


Figura 20.8 Articulação talocrural (vista posterior).

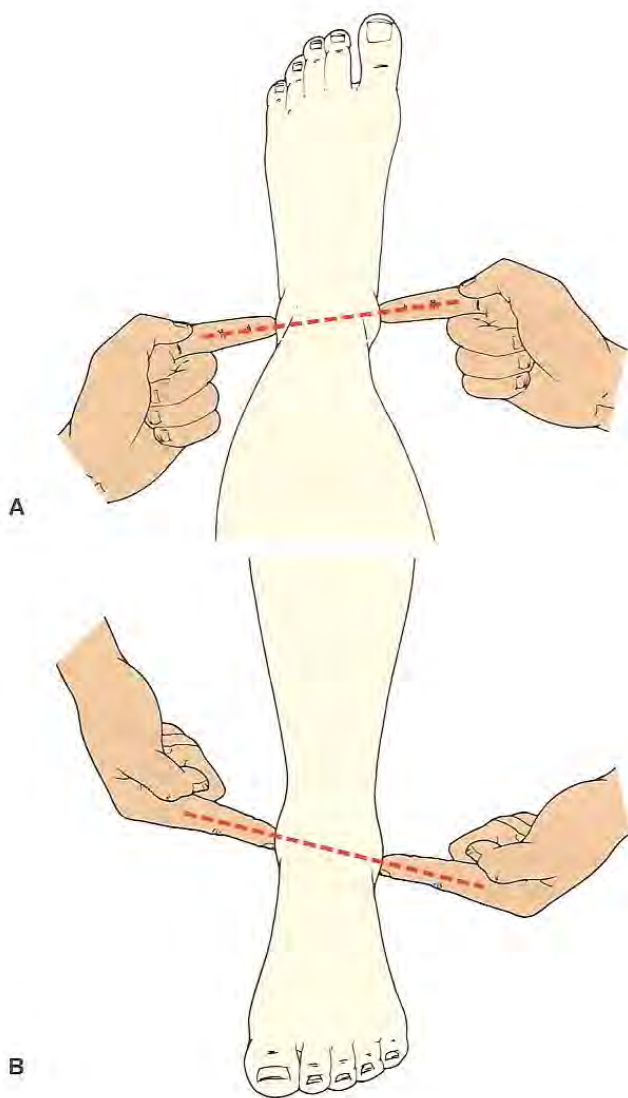


Figura 20.9 Eixo de movimento da articulação talocrural. **A.** Vista superior. **B.** Vista anterior.

a dorsiflexão, o pé não só se eleva, mas também move-se um pouco lateralmente (abdução). Durante a flexão plantar, o pé move-se inferior e medialmente (adução).

Movimento nas articulações do “tornozelo”

Na cadeia cinética aberta, com fixação da perna e movimento livre do pé, o ângulo do eixo articular causa abdução do pé durante a dorsiflexão e adução durante a flexão plantar. Na cadeia cinética fechada ocorre o inverso: o pé está fixo no chão, e a perna move-se sobre ele. Durante a dorsiflexão a perna roda medialmente sobre o pé. Com o pé fixo e a perna movendo-se sobre ele, o ângulo do eixo articular causa rotação medial da perna sobre o pé. Durante a flexão plantar, há rotação lateral da perna sobre o pé. Essa rotação ocorre por causa do discreto movimento possível nas articulações tibiofibulares. É um movimento acessório, muito semelhante à rotação na articulação CMC do polegar. É impossível fazer esse movimento em cadeia cinética aberta. A Tabela 20.1 resume os movimentos nas articulações do “tornozelo” e do pé.

Em termos de artrocinemática, há deslizamento posterior da tróclea do tálus, convexa, em relação à face articular inferior da tibia, côncava, durante a dorsiflexão e deslizamento anterior durante a flexão plantar do pé na articulação talo-

Tabela 20.1 Movimentos nas articulações do “tornozelo” e do pé.

	Dorsiflexão do tornozelo	Flexão plantar do tornozelo
Cadeia cinética aberta		
Perna fixa		
Pé livre	Abdução do pé	Adução do pé
Cadeia cinética fechada		
Pé fixo		
Perna livre	Rotação medial da perna	Rotação lateral da perna

crural. A sensação final tanto na dorsiflexão quanto na flexão plantar é firme e classificada como estiramento dos tecidos moles. Isso se deve à tensão da cápsula articular, dos ligamentos e dos tendões.

A **articulação talocalcânea (subtalar)** é formada pela face articular calcânea do tálus e a face articular talar do calcâneo (Figura 20.10). É uma articulação sinovial plana com um grau de liberdade. Os movimentos de inversão e eversão ocorrem em torno de um eixo oblíquo.

A **articulação transversa do tarso** (Figura 20.11) é formada pelas faces articulares anteriores do tálus e do calcâneo e as faces articulares posteriores do navicular e cuboide, respectivamente (articulações talocalcaneonavicular e calcaneocubóidea). Embora estejam próximos um do outro, o movimento entre o navicular e o cuboide é muito pequeno. Os movimentos na articulação transversa do tarso juntam o “retropé” ao “antepé” na inversão e eversão.

Como os movimentos nessas duas articulações ocorrem em um eixo oblíquo (“triplanar”), eles são combinações de movimentos. Do ponto de vista funcional, não é possível separar as articulações talocalcânea e transversa do tarso. Para simplificar, os movimentos ocorridos tanto na articulação talocalcânea quanto transversa do tarso serão denominados *inversão/eversão*. A **inversão** é uma associação de adução, supinação e flexão plantar, enquanto a **eversão** é uma combinação de abdução, pronação e dorsiflexão. Portanto, os movimentos de flexão plantar e dorsiflexão do pé na articulação do “tornozelo” ocorrem principalmente na articulação talocrural. Os movimentos de inversão e eversão do pé na articulação do “tornozelo” ocorrem principalmente nas articulações talocalcânea e transversa do tarso. Os movimentos combinados de todas essas articulações possibilitam que o pé assuma praticamente qualquer posição no espaço. Isso ajuda bastante a adaptação do pé a superfícies irregulares, como ao caminhar sobre uma superfície acidentada. Pense, por exemplo, nas muitas posições do pé necessárias para subir em pedras quando se caminha em praias ou montanhas.

Articulações do pé

As **articulações metatarsofalângicas (MTF)** são formadas pelas faces articulares das cabeças dos ossos metatarsais com

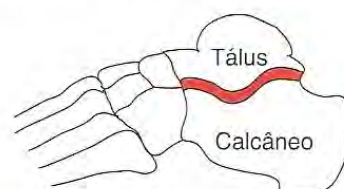


Figura 20.10 Articulação talocalcânea (subtalar) (vista lateral).

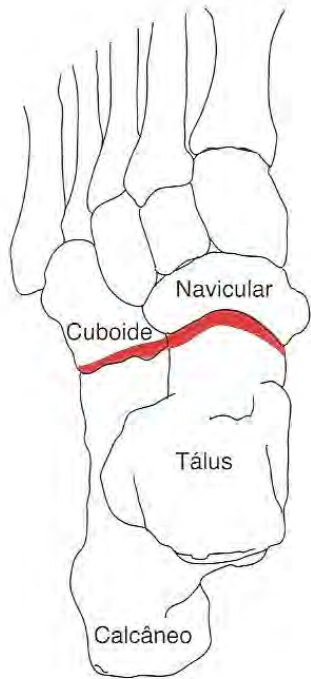


Figura 20.11 Articulação transversa do tarso (vista superior).

as bases das falanges proximais (Figura 20.12). Assim como as articulações metacarpofalângicas da mão, existem cinco articulações que possibilitam flexão, extensão, hiperextensão, abdução e adução (Figura 20.13). A primeira articulação MTF é a mais móvel. Possibilita cerca de 45° de flexão e extensão e 90° de hiperextensão. As demais articulações MTF (segunda à quinta) possibilitam cerca de 40° de flexão e extensão e 45° de hiperextensão. A hiperextensão é muito importante durante

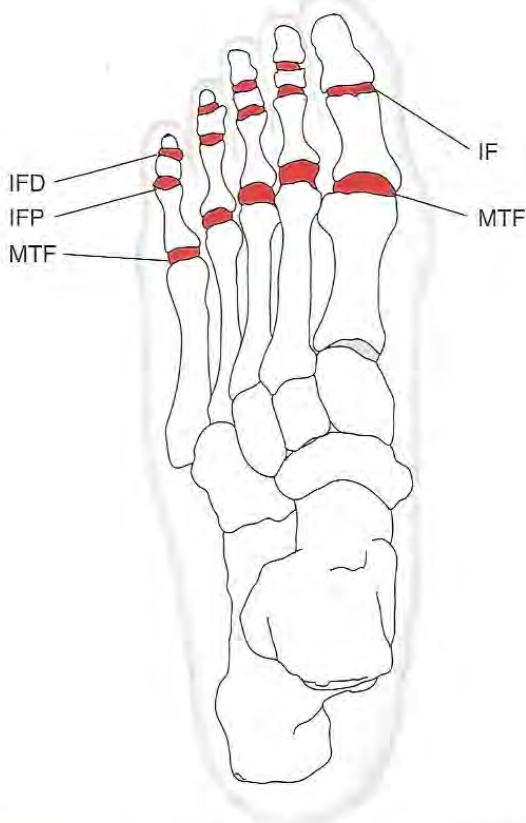


Figura 20.12 Articulações das falanges do pé (vista superior). Observe que o hálux só tem duas articulações, enquanto os outros quatro dedos têm três.



Flexão



Extensão

Hiperextensão



Abdução

Adução

Figura 20.13 Movimentos dos dedos.

a fase de desprendimento dos dedos ao caminhar. O segundo dedo é o ponto de referência para abdução e adução. Assim como o dedo médio da mão, o segundo dedo do pé é abduzido nos dois sentidos, mas a adução é apenas o movimento de retorno da abdução.

Do mesmo modo que na mão, cada um do segundo ao quinto dedo dos pés tem uma **articulação interfalângica proximal (IFP)** e uma **articulação interfalângica distal (IFD)**. A importância individual dessas articulações não é tão relevante quanto na mão porque o pé exige menor habilidade. O hálux tem uma falange proximal e outra distal, sem falange média. Portanto, assim como o polegar, tem apenas uma articulação da falange, a **articulação interfalângica (IF)** (Figura 20.12).

► Ligamentos e outras estruturas

A articulação talocrural, uma articulação sinovial, tem cápsula articular. Essa **cápsula** é bastante delgada nas partes anterior e posterior, mas é reforçada de cada lado por ligamentos colaterais. Esses ligamentos colaterais são, na verdade, grupos de vários ligamentos. O ligamento colateral medial é o **ligamento deltoídeo**, de formato triangular cujo ápice está localizado ao longo do maléolo medial. Sua base larga expande-se e fixa-se no tálus, no navicular e no calcâneo em quatro partes (Figura 20.14). As fibras anteriores fixam-se no navicular (parte tibionavicular). As fibras médias (parte tibiocalcânea) descem diretamente até o sustentáculo do tálus, no calcâneo. As fibras posteriores (parte tibiotalar posterior) seguem pos-

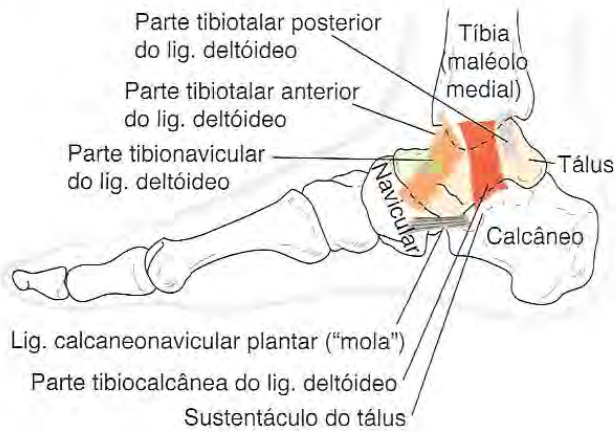


Figura 20.14 Ligamentos da região medial da articulação talocrural direita. As quatro partes do ligamento colateral medial (deltóideo). Observe que as linhas tracejadas mostram o contorno do tálus sob os ligamentos.

teriormente até o tálus. As fibras mais profundas (parte tibiotalar anterior) quase não são vistas medialmente, porque estão situadas profundamente à parte tibionavicular. O ligamento deltóideo reforça a região medial da articulação talocrural, fixa o calcâneo e o navicular de encontro ao tálus e ajuda a manter a parte medial do arco longitudinal do pé.

Na região lateral da articulação talocrural há um grupo de três ligamentos comumente e coletivamente referidos como **ligamento colateral lateral** (Figura 20.15). As três partes desse ligamento unem o maléolo lateral ao tálus e ao calcâneo. O ligamento talofibular anterior, um tanto fraco, fixa o maléolo lateral ao tálus. Posteriormente, o ligamento talofibular posterior, bastante forte, segue em sentido quase horizontal para fixar o maléolo lateral ao tálus. Entre eles, está o ligamento calcaneofibular, longo e quase vertical, que fixa o maléolo lateral ao calcâneo. Muitos outros ligamentos fixam os vários ossos tarsais uns aos outros, aos ossos metatarsais e assim por diante. Eles tendem a ser denominados de acordo com os ossos em que se fixam. Não serão comentados aqui os nomes e as localizações de cada um.

▪ Arcos

Como o pé habitualmente é a parte de impacto do corpo com o solo, ele deve ser capaz de absorver bem o choque, de se adaptar às variações de terreno e de impulsionar o corpo para frente. Para possibilitar essas ações, os ossos do pé estão organizados em arcos. Nós ficamos em pé sobre um triângulo que

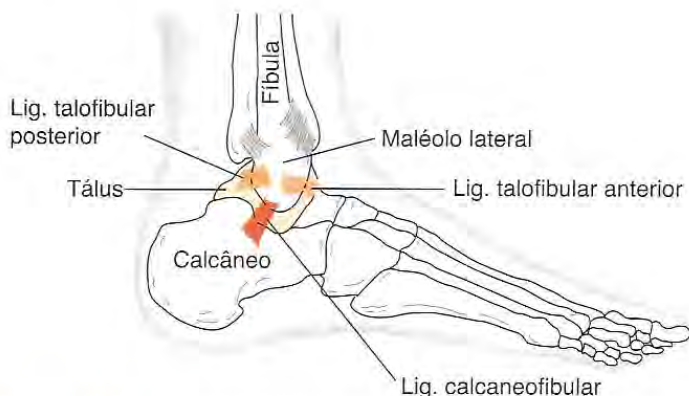


Figura 20.15 Ligamentos da região lateral da articulação talocrural direita. As três partes do ligamento colateral lateral.

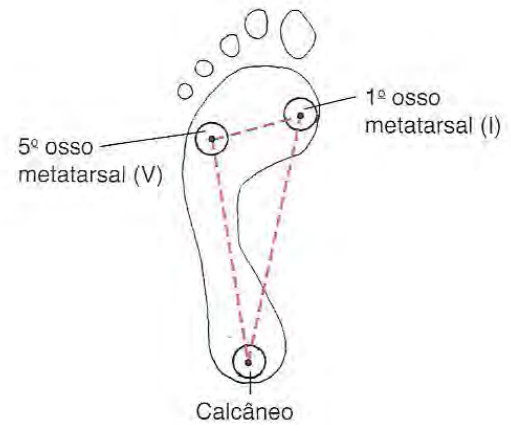


Figura 20.16 As principais superfícies de sustentação de peso do pé direito (vista plantar).

distribui o peso da tuberosidade do calcâneo para as cabeças do primeiro e do quinto osso metatarsal (Figura 20.16). Entre esses três pontos há dois arcos (partes medial e lateral do arco longitudinal do pé; Figura 20.17) perpendiculares ao terceiro (arco transversal do pé) (Figura 20.18).*

A **parte medial do arco longitudinal** constitui a margem medial do pé e estende-se do calcâneo, em direção anterior, passando pelo tálus, navicular e os três cuneiformes, até os três primeiros ossos metatarsais (Figura 20.17A). O tálus está no topo do arco; muitas vezes é denominado “*chave de abóbada*”, porque recebe o peso do corpo. Parte essencial de um arco, a “*chave de abóbada*” geralmente é a parte central ou mais alta. Há algum abaixamento do arco durante a sustentação de

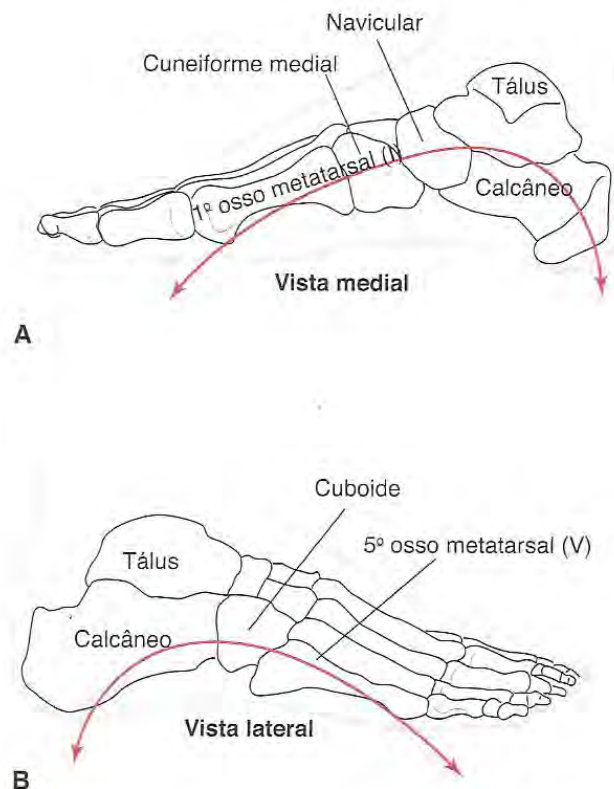


Figura 20.17 Os dois arcos longitudinais do pé direito. **A.** Parte medial do arco longitudinal. **B.** Parte lateral do arco longitudinal.

* N.R.T.: a Terminologia Anatômica (2001) refere dois arcos transversais do pé, um proximal e outro distal.

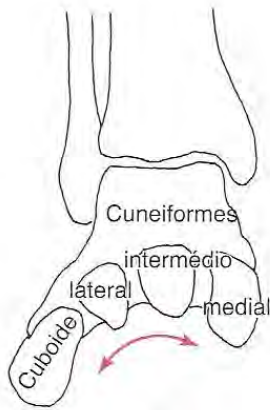


Figura 20.18 Arco transversal do pé (vista anterior).

peso, com retorno ao normal depois que o peso é removido. Normalmente, nunca se achata nem toca o solo.

A **parte lateral do arco longitudinal** estende-se do calcâneo, em direção anterior, passando pelo cuboide, até o quarto e quinto ossos metatarsais (Figura 20.17B). Normalmente, apoia-se no solo durante a sustentação de peso.

O **arco transversal** (Figura 20.18) estende-se de um lado a outro através dos três cuneiformes até o cuboide. O cuneiforme intermédio é a “chave de abóbada” desse arco.

Os elementos que mantêm esses três arcos são: (1) o formato dos ossos e a relação entre eles, (2) os ligamentos plantares e a aponeurose plantar (Figuras 20.19 e 20.20) e (3) os músculos. Os ligamentos e a aponeurose plantar talvez sejam os fatores mais importantes. O **ligamento calcaneonavicular plantar** (“mola”) fixa-se no calcâneo e no navicular. É curto, largo e é muito importante porque sustenta a parte medial do arco longitudinal do pé.

O **ligamento plantar longo**, o mais longo dos ligamentos tarsais, é mais superficial que o ligamento calcaneonavicular plantar. Fixa-se posteriormente no calcâneo e segue anteriormente até se fixar no cuboide e nas bases do terceiro, quarto e quinto ossos metatarsais. É a principal sustentação da parte lateral do arco longitudinal. O ligamento plantar longo é auxiliado pelo **ligamento calcaneocubóideo plantar** (“plantar curto”), que também une o calcâneo ao cuboide. Localiza-se, em sua maior parte, profundamente ao ligamento plantar longo. As duas partes do arco longitudinal (medial e lateral)

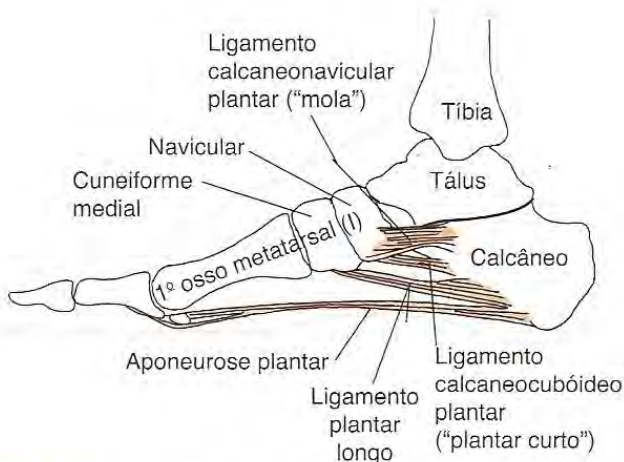


Figura 20.19 Estruturas de sustentação do pé direito e arcos (vista medial).

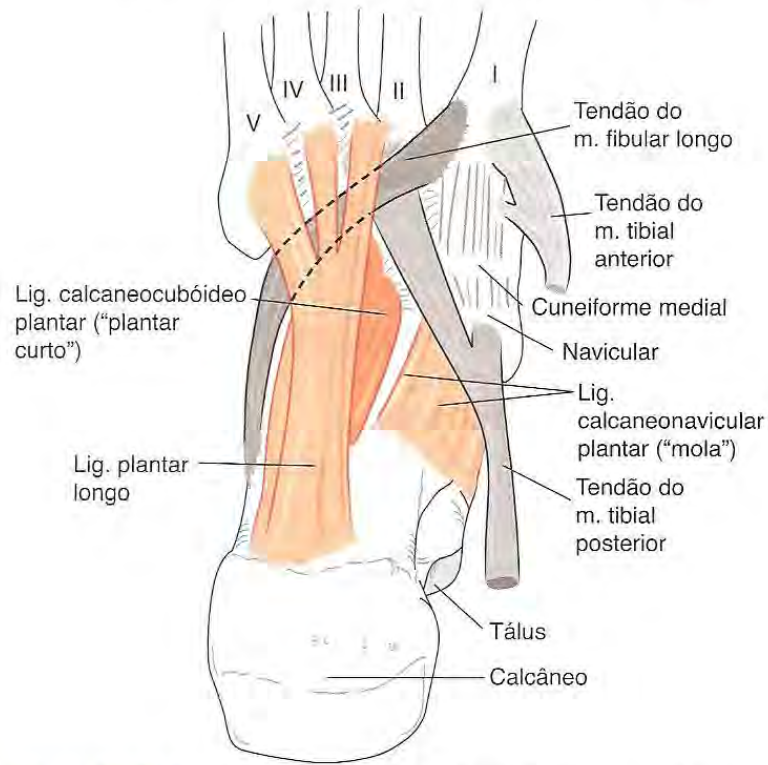


Figura 20.20 Estruturas de sustentação do pé direito e arcos (vista inferior).

são sustentadas pela **aponeurose plantar**, que se estende desde o calcâneo em direção anterior, até as falanges proximais. Atua como um tirante, impedindo a separação dos segmentos posteriores (calcâneo e talus) da porção anterior (ossos tarsais anteriores e cabeças dos ossos metatarsais). Essa aponeurose plantar aumenta a estabilidade do pé e dos arcos durante a sustentação de peso e a marcha (Figura 20.21).

Os arcos também são sustentados por músculos, principalmente os inversores e eversores do pé. Os músculos tibial posterior, flexor longo do hálux e flexor longo dos dedos cruzam a articulação talocrural posteromedialmente, passando sob o sustentáculo do talus no calcâneo. Assim, eles proporcionam alguma sustentação à região medial do pé. Os músculos flexor longo do hálux e flexor longo dos dedos cruzam a parte medial



Figura 20.21 Aponeurose plantar (vista plantar).

do arco longitudinal e ajudam a sustentá-lo. O músculo fibular longo cruza a planta do pé da região lateral para a região medial, dando sustentação ao arco transversal e à parte lateral do arco longitudinal. Os músculos intrínsecos garantem maior sustentação que os músculos extrínsecos, porque participam de todos os movimentos. Entretanto, estima-se que a sustentação muscular total dos arcos suporte apenas cerca de 15 a 20% de toda a carga a que esses arcos são submetidos.

► Músculos do “tornozelo” e do pé

▪ Músculos extrínsecos

Assim como no “punho” e na mão, existem músculos extrínsecos e intrínsecos no “tornozelo” e no pé. Os músculos extrínsecos têm suas inserções proximais na perna, e os músculos intrínsecos têm suas inserções proximais nos ossos tarsais. Os músculos extrínsecos da perna são encontrados em grupos ou em combinações de três e estão localizados em quatro regiões anatômicas. Essas quatro regiões anatômicas também representam os quatro compartimentos da perna, separados por uma fásia muscular densa. Cada compartimento tem um grupo de músculos com uma ação comum. Eles são: (1) parte superficial do compartimento posterior, (2) parte profunda do compartimento posterior, (3) compartimento anterior e (4) compartimento lateral (Figuras 20.33 a 20.37). Todos eles têm inserção proximal no fêmur, na tíbia ou na fíbula, e todos cruzam a articulação talocrural. A Tabela 20.2 apresenta um resumo desses músculos. Os músculos agonistas secundários (auxiliares) são os músculos indicados entre parênteses. Todos os outros músculos citados são agonistas primários.

Parte superficial do compartimento posterior da perna

A parte superficial do compartimento posterior da perna inclui os músculos gastrocnêmio, sóleo e plantar. O **músculo gastrocnêmio** é um músculo biarticular que cruza as articulações do joelho e talocrural (Figura 20.22). É um fortíssimo flexor plantar do pé. Insere-se proximalmente por duas cabeças na superfície posterior dos côndilos medial e lateral do fêmur. Depois de descer na parte superficial do compartimento posterior da perna, forma o *tendão do calcâneo* (conhecido como tendão de Aquiles) com o músculo sóleo e insere-se distalmente na superfície posterior do calcâneo. Embora sua principal ação seja na articulação talocrural, ele cruza o joelho posteriormente e tem papel importante nessa articulação.

Músculo gastrocnêmio

○ Côndilos medial e lateral do fêmur

I Superfície posterior do calcâneo

A Flexão da perna na articulação do joelho; flexão plantar do pé na articulação talocrural

N Nervo tibial (S1, S2)

O **músculo sóleo** é um músculo grande e monoarticular, localizado profundamente ao músculo gastrocnêmio (Figura 20.23). Tem sua inserção proximal na face posterior da tíbia e da fíbula, desce pela região posterior da perna e une-se ao músculo gastrocnêmio para formar o tendão do calcâneo, grande e forte, que se insere na superfície posterior do calcâneo. Como o músculo sóleo cruza a articulação talo-

Tabela 20.2 Músculos extrínsecos do “tornozelo” e do pé.

Músculo	Região de cruzamento da articulação	Ações possíveis
Compartimento posterior		
<i>Parte superficial</i>		
Gastrocnêmio	Posterior	Flexão plantar
Sóleo	Posterior	Flexão plantar
(Plantar)	Posterior	Flexão plantar
<i>Parte profunda</i>		
Tibial posterior	Posteromedial	Flexão plantar, inversão
Flexor longo dos dedos	Posteromedial	Flexão plantar, inversão, flexão do 2º ao 5º dedos
Flexor longo do hálux	Posteromedial	Flexão plantar, inversão, flexão do hálux
Compartimento anterior		
Tibial anterior	Anteromedial	Dorsiflexão, inversão
Extensor longo do hálux	Anteromedial	Dorsiflexão, inversão, extensão do hálux
Extensor longo dos dedos	Anterior	Dorsiflexão, extensão do 2º ao 5º dedos
Compartimento lateral		
Fibular longo	Posterolateral	Eversão, flexão plantar
Fibular curto	Posterolateral	Eversão, flexão plantar
(Fibular terceiro)	Anterior	Eversão, dorsiflexão

crural na linha mediana da perna, sua única ação é a flexão plantar do pé. As duas cabeças do músculo gastrocnêmio e o músculo sóleo constituem o que é denominado **músculo tríceps sural**, que significa músculo “de três cabeças da sura (panturrilha)”.



Figura 20.22 Músculo gastrocnêmio (vista posterior).

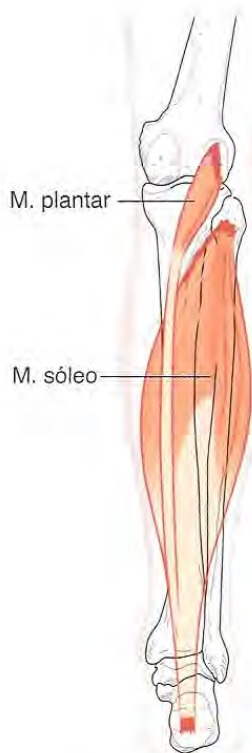


Figura 20.23 Os músculos sóleo e plantar (vista posterior).

Músculo sóleo

- O** Face posterior da tíbia e da fíbula
- I** Superfície posterior do calcâneo
- A** Flexão plantar do pé
- N** Nervo tibial (S1, S2)

O **músculo plantar** é um músculo delgado biarticular com um longo tendão e sem ação relevante (Figura 20.23). Tem sua inserção proximal na superfície posterior do fêmur junto ao epicôndilo lateral, desce medialmente pela região posterior da perna e une-se aos músculos gastrocnêmio e sóleo no tendão do calcâneo. Teoricamente, deve realizar a flexão da perna na articulação do joelho e a flexão plantar do pé na articulação talocrural. No entanto, em razão de seu tamanho em relação aos músculos agonistas primários dessas ações é, no máximo, auxiliar.

Músculo plantar

- O** Superfície posterior do côndilo lateral do fêmur, junto ao epicôndilo lateral
- I** Superfície posterior do calcâneo
- A** Auxiliar muito fraco da flexão da perna e flexão plantar do pé
- N** Nervo tibial (L4, L5, S1)

Parte profunda do compartimento posterior da perna

A parte profunda do compartimento posterior da perna inclui os músculos tibial posterior, flexor longo do hálux e flexor longo dos dedos. Todos eles se inserem na face posterior da tíbia e/ou fíbula e todos se inserem no pé. Como todos cruzam posteriormente a articulação talocrural, eles podem realizar a flexão plantar do pé. Entretanto, em razão de seu tamanho em relação aos músculos sóleo e gastrocnêmio, o papel desses músculos profundos é apenas auxiliar na flexão plantar.

O **músculo tibial posterior** é o músculo posterior mais profundo. Sua inserção proximal é na membrana interóssea e em regiões adjacentes da face posterior da tíbia e da fíbula (Figura 20.24). Desce pela região posterior da perna, faz uma curva junto ao maléolo medial para se inserir no navicular com expansões fibrosas tendíneas para o cuboide, os três cuneiformes, o sustentáculo do tálus no calcâneo e as bases do segundo ao quarto ossos metatarsais. Como o músculo tibial posterior cruza as regiões posterior e medial da articulação talocrural, pode agir na inversão e na flexão plantar do pé. Como já foi explicado, em razão de seu tamanho em relação aos outros músculos flexores plantares, é apenas auxiliar nesse movimento.

Músculo tibial posterior

- O** Membrana interóssea, regiões adjacentes da face posterior da tíbia e da fíbula
- I** Navicular e a maioria dos ossos tarsais e metatarsais
- A** Inversão do pé; auxiliar na flexão plantar do pé
- N** Nervo tibial (L5, S1)

Situado mais lateralmente na perna, o **músculo flexor longo do hálux** tem sua inserção proximal na face posterior da fíbula e na membrana interóssea. Desce de lateral para medial ao longo da região posterior da perna, faz uma curva junto ao maléolo medial e passa em um sulco sob o sustentáculo do tálus no calcâneo. O tendão desse músculo atravessa a planta do pé, entre as duas cabeças do músculo flexor curto do hálux, e se insere na falange distal do hálux (Figura 20.25). Essa inserção distal é semelhante à dos músculos flexores profundo e superficial dos dedos na mão. O músculo flexor longo do hálux flete o hálux e auxilia a inversão e, em menor grau, a flexão plantar do pé.



Figura 20.24 Músculo tibial posterior (vista posterior). Observe que o pé está em posição de flexão plantar extrema.



Figura 20.25 Músculo flexor longo do hálux (vista posterior). Observe que o pé está em posição de flexão plantar extrema.

Músculo flexor longo do hálux

- O** Face posterior da fíbula e membrana interóssea
- I** Falange distal do hálux
- A** Flexão do hálux; auxiliar na inversão e na flexão plantar do pé
- N** Nervo tibial (L5, S1, S2)

Situado mais medialmente na perna, o **músculo flexor longo dos dedos** tem sua inserção proximal na face posterior da tíbia (Figura 20.26). Desce pela região posterior da perna, curva-se junto ao maléolo medial e atravessa a planta do pé, dividindo-se em quatro tendões que se inserem na falange distal do segundo ao quinto dedos. Esses tendões passam entre os ramos de divisão dos tendões do músculo flexor curto dos dedos de maneira semelhante ao músculo flexor profundo dos dedos, cujos tendões passam entre os ramos de divisão dos tendões do músculo flexor superficial dos dedos na mão. Flete o 2º ao 5º dedos e auxilia a inversão e a flexão plantar do pé.

Músculo flexor longo dos dedos

- O** Face posterior da tíbia
- I** Falange distal do 2º ao 5º dedos
- A** Flexão do 2º ao 5º dedos; auxiliar na inversão e na flexão plantar do pé
- N** Nervo tibial (L5, S1)

As relações entre os músculos posteriores profundos são interessantes, já que eles se cruzam e entrelaçam desde a inserção proximal até a inserção distal (Figura 20.27). A Tabela 20.3 apresenta um resumo dessa relação variável. Observe que ao



Figura 20.26 Músculo flexor longo dos dedos (vista posterior). Observe que o pé está em posição de flexão plantar extrema.

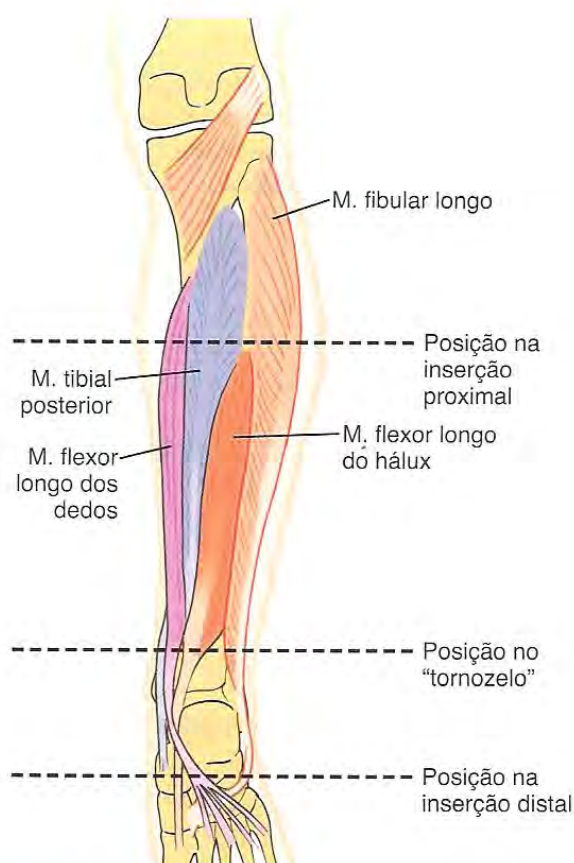


Figura 20.27 Entre a inserção proximal e a inserção distal, as mudanças de posições dos músculos flexor longo dos dedos (D), tibial posterior (T) e flexor longo do hálux (H) aumentam sua força (vistas posterior da perna e plantar do pé).

Tabela 20.3 Parte profunda do compartimento posterior.

Localização	Relação		
Inserção proximal (medial para lateral)	FLD	TP	FLH
Maléolo medial (superior para inferior)	TP	FLD	FLH
Inserção distal (medial para lateral)	TP	FLH	FLD

verificar suas inserções proximais, o músculo tibial posterior é o que está mais no meio dentre os três músculos. Já ao redor do maléolo medial, o músculo flexor longo dos dedos está no meio. Nas inserções distais, o músculo flexor longo do hálux está no meio. O músculo flexor longo dos dedos está no lado oposto ao que estava na inserção proximal. O resultado dessa relação variável é o fortalecimento, de maneira muito semelhante a uma corda torcida, que é mais forte que uma corda cujas fibras sejam paralelas.

Compartimento anterior

O grupo muscular do compartimento anterior é formado pelos músculos tibial anterior, extensor longo do hálux e extensor longo dos dedos. Todos eles têm inserção proximal na região anterolateral da perna e cruzam anteriormente a articulação talocrural.

O **músculo tibial anterior** tem sua inserção proximal na face lateral da tibia e na membrana interóssea, desce ao longo da perna e insere-se distalmente no cuneiforme medial e na base do primeiro osso metatarsal (Figura 20.28). Constitui a

maior parte da saliência anterolateral na superfície da perna. Como o músculo tibial anterior cruza as regiões anterior e medial da articulação talocrural, realiza a dorsiflexão e a inversão do pé.

Músculo tibial anterior

O Face lateral da tibia e membrana interóssea

I Cuneiforme medial e primeiro osso metatarsal

A Inversão e dorsiflexão do pé

N Nervo fibular profundo (L4, L5, S1)

O **músculo extensor longo do hálux**, um músculo delgado que ocupa posição profunda aos músculos tibial anterior e extensor longo dos dedos e está localizado entre eles, insere-se proximalmente na face medial da fíbula e na membrana interóssea e insere-se distalmente na base da falange distal do hálux (Figura 20.29). Sua principal ação é estender o hálux, mas esse músculo também auxilia a dorsiflexão e a inversão do pé.

Músculo extensor longo do hálux

O Fíbula e membrana interóssea

I Falange distal do hálux

A Extensão do hálux; auxiliar na inversão e dorsiflexão do pé

N Nervo fibular profundo (L4, L5, S1)

O **músculo extensor longo dos dedos** é o mais lateral dos músculos anteriores. Sua inserção proximal, em sua maior

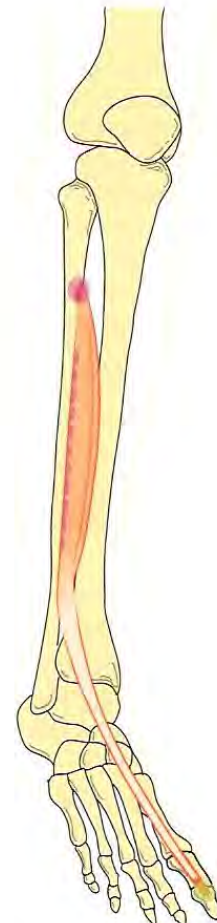
**Figura 20.28** Músculo tibial anterior (vista anterolateral).**Figura 20.29** Músculo extensor longo do hálux (vista anterolateral).



Figura 20.30 Músculo extensor longo dos dedos (vista anterolateral).

parte, ocorre na superfície anteromedial da fíbula, na membrana interóssea e no côndilo lateral da tíbia. Desce ao longo da perna e insere-se distalmente na falange distal do 2º ao 5º dedos (Figura 20.30). A ação principal do músculo extensor longo dos dedos é estender o segundo ao quinto dedos do pé, mas também auxilia a dorsiflexão do pé. Não tem papel na inversão/eversão, porque cruza a articulação talocrural no meio do eixo articular.

Músculo extensor longo dos dedos

- O** Fíbula, membrana interóssea, tíbia
- I** Falange distal do 2º ao 5º dedos
- A** Extensão do 2º ao 5º dedos; auxiliar na dorsiflexão do pé
- N** Nervo fibular profundo (L4, L5, S1)

Compartimento lateral da perna

O compartimento lateral compreende os músculos fibular longo, fibular curto e fibular terceiro. Todos eles têm inserção proximal na face lateral da fíbula e seguem distalmente até o pé. Dois deles cruzam a região posterior da articulação talocrural, e um cruza essa articulação anteriormente.

O **músculo fibular longo** é o mais superficial dos músculos fibulares. Tem sua inserção proximal na cabeça e face lateral da fíbula e membrana interóssea,* desce pela região lateral da

perna e curva-se atrás do maléolo lateral junto com o músculo fibular curto. A partir desse ponto, o tendão do músculo fibular longo torna-se profundo, cruzando obliquamente a planta do pé, de lateral da região lateral para medial, até se inserir distalmente na base do primeiro osso metatarsal e no cuneiforme medial (Figura 20.31). Essa inserção distal está muito próxima da inserção distal do músculo tibial anterior. Juntos, os músculos fibular longo e tibial anterior às vezes são considerados “**estribo do pé**”, porque o músculo fibular longo desce lateralmente na perna, seu tendão cruza a planta do pé em direção medial e se aproxima do tendão do músculo tibial anterior. O músculo tibial anterior desce ao longo da região anterior da perna e seu tendão curva-se medialmente, até se inserir próximo ao tendão do músculo fibular longo, formando a letra U, como um estribo (Figura 20.20). Ao cruzar a planta do pé, o músculo fibular longo proporciona alguma sustentação para a parte lateral do arco longitudinal e para o arco transversal do pé. Sua principal ação é everter o pé, embora esse músculo possa auxiliar um pouco a flexão plantar do pé.

Músculo fibular longo

- O** Cabeça e face lateral da fíbula e membrana interóssea
- I** Superfície plantar do cuneiforme medial e primeiro osso metatarsal
- A** Eversão do pé; auxiliar na flexão plantar do pé
- N** Nervo fibular superficial (L4, L5, S1)

O **músculo fibular curto**, menor e com tendão mais curto, situa-se profundamente ao fibular longo. Tem sua inserção



Figura 20.31 Músculo fibular longo (vista anterolateral). As linhas tracejadas indicam o trajeto do tendão na planta do pé.

* N.R.T.: normalmente não é referida uma inserção desse músculo na membrana interóssea.

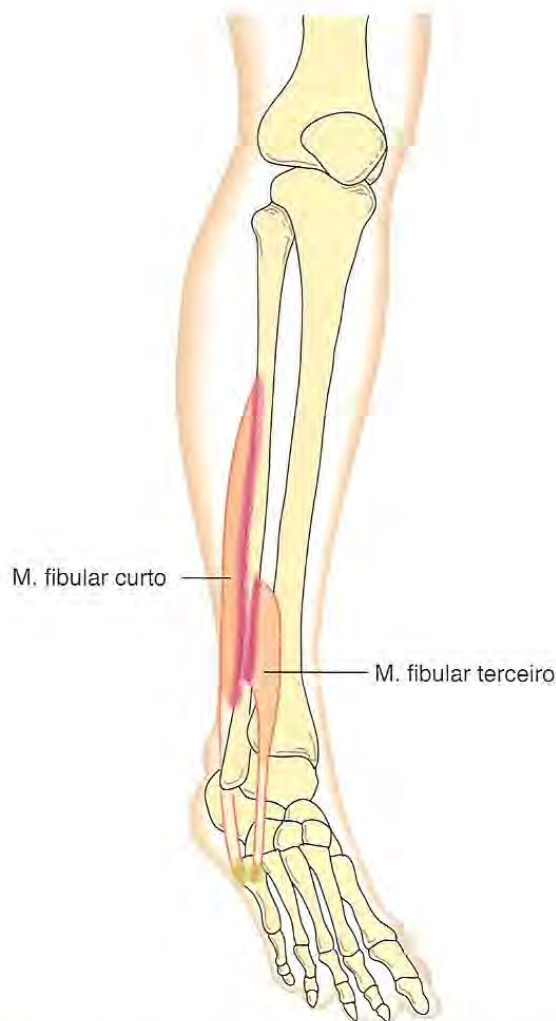


Figura 20.32 Músculos fibular curto e fibular terceiro (vista anterolateral).

proximal na parte inferior da face lateral da fíbula, desce ao longo da perna e seu tendão curva-se atrás do maléolo lateral, segue em direção anterior e insere-se na base do quinto osso metatarsal (tuberosidade) (Figura 20.32). O tendão do músculo fibular curto é mais superficial a partir do maléolo lateral em diante. Assim como o músculo fibular longo, a principal ação desse músculo é everter o pé, embora possa auxiliar um pouco a flexão plantar do pé.

Músculo fibular curto

- O** Parte inferior da face lateral da fíbula
- I** Base do quinto osso metatarsal (tuberosidade)
- A** Eversão do pé; auxiliar na flexão plantar do pé
- N** Nervo fibular superficial (L4, L5, S1)

Nem todas as pessoas têm o **músculo fibular terceiro**, que é difícil de ser identificado e, não raramente, é confundido com parte do músculo extensor longo dos dedos. Esse músculo insere-se proximalmente na parte inferior da face medial da fíbula e na membrana interóssea. Cruza a região anterior da articulação talocrural e insere-se na face dorsal da base do quinto osso metatarsal, perto da inserção distal do músculo fibular curto (Figura 20.32). Teoricamente, esse músculo realiza a dorsiflexão e a eversão do pé na articulação talocrural, mas, em razão de seu tamanho, é, no máximo, um auxiliar.

Músculo fibular terceiro

- O** Parte inferior da face medial da fíbula
- I** Base do quinto osso metatarsal
- A** Auxilia um pouco a eversão e a dorsiflexão do pé
- N** Nervo fibular profundo (L4, L5, S1)

A Tabela 20.4 resume as ações dos músculos agonistas primários do pé na articulação do “tornozelo” (talocrural).

Músculos intrínsecos

Os músculos intrínsecos têm ambas as inserções distalmente à articulação talocrural. Como não utilizamos esses músculos do pé para executar ações complexas, eles tendem a ser menos desenvolvidos que os músculos correspondentes da mão. Os nomes dizem muito sobre sua localização e ação. Todos os músculos intrínsecos do pé estão localizados na planta do pé, basicamente em camadas; as exceções são os músculos extensor curto dos dedos, extensor curto do hálux e interósseos dorsais, que estão entre os ossos metatarsais e em posição dorsal aos músculos interósseos plantares. A Tabela 20.5 apresenta um resumo dos músculos intrínsecos de acordo com sua localização superficial ou profunda, ação e comparação com os músculos da mão. A Tabela 20.6 resume a inervação dos músculos intrínsecos do pé.

Relações anatômicas

A análise das relações entre os músculos do “tornozelo” e do pé requer a divisão da perna em compartimentos anterior, lateral e posterior, com camadas superficial e profunda. O compartimento posterior tem seis músculos organizados em três camadas. O músculo gastrocnêmio é o único músculo superficial posterior (Figura 20.33). Profundamente ao músculo gastrocnêmio estão o músculo plantar, delgado e muito longo, e o músculo sóleo, grande e monoarticular (Figura 20.34). A camada mais profunda tem os músculos flexor longo dos dedos, tibial posterior e flexor longo do hálux da região medial para a lateral da perna (Figura 20.35). Como já foi citado, a inter-relação desses músculos quanto à posição modifica-se mais duas vezes antes que eles atinjam as suas inserções distais (Tabela 20.3).

No compartimento lateral, o músculo fibular longo é superficial e o músculo fibular curto é profundo. Logo acima do maléolo lateral é possível palpar o músculo fibular curto ime-

Tabela 20.4 Ações dos músculos agonistas primários do pé.

Ação	Músculo
Flexão plantar	Gastrocnêmio, sóleo
Dorsiflexão	Tibial anterior
Inversão	Tibial anterior, tibial posterior
Eversão	Fibular longo, fibular curto
Flexão do segundo ao quinto dedos	Flexor longo dos dedos
Flexão do hálux	Flexor longo do hálux
Extensão do segundo ao quinto dedos	Extensor longo dos dedos
Extensão do hálux	Extensor longo do hálux
Não tem ação agonista primária	Plantar, fibular terceiro

Tabela 20.5 Músculos intrínsecos do pé.

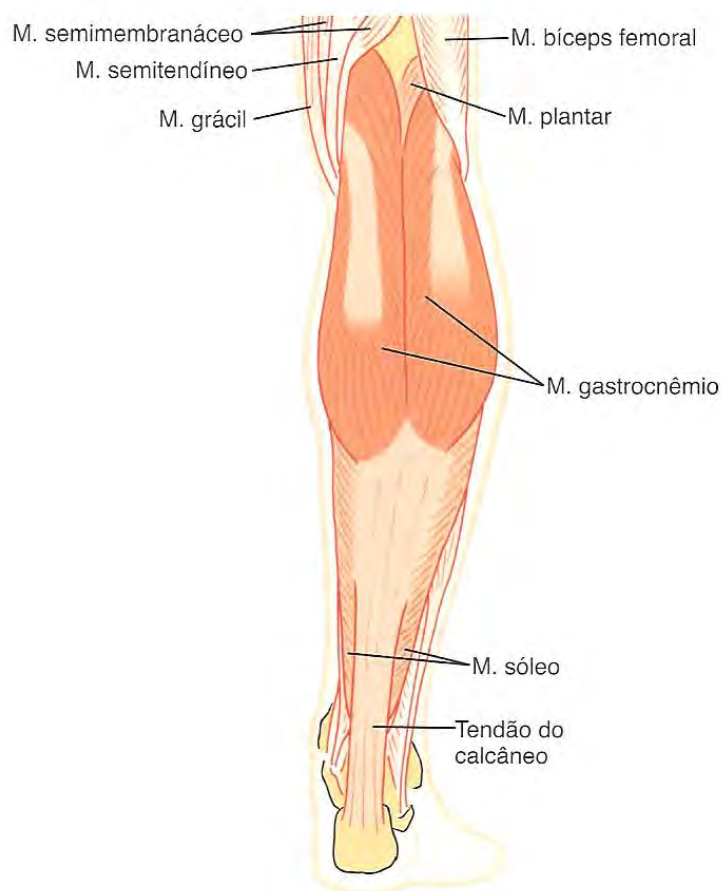
Músculo	Ação	Músculo correspondente na mão
Face dorsal		
Extensor curto dos dedos	Extensão nas articulações IFP do 2º ao 4º dedos	Nenhum
Extensor curto do hálux	Extensão na articulação IFP do hálux	Nenhum
Face plantar		
<i>Primeira camada (mais superficial)</i>		
Abdutor do hálux	Abdução; flexão na articulação IF do hálux	Abdutor curto do polegar
Flexor curto dos dedos	Flexão nas articulações IFP do 2º ao 5º dedos	Flexor superficial dos dedos
Abdutor do dedo mínimo	Flexão; abdução do quinto dedo	Mesmo nome
<i>Segunda camada</i>		
Quadrado plantar	Retifica a linha de tração diagonal do músculo flexor longo dos dedos	Nenhum
Lumbricais	Flexão nas articulações MF; extensão nas articulações IFP e IFD	Mesmo nome
<i>Terceira camada</i>		
Flexor curto do hálux	Flexão na articulação MF do hálux	Flexor curto do polegar
Adutor do hálux	Adução; flexão do hálux	Adutor do polegar
Flexor curto do dedo mínimo	Flexão na articulação IFP do 5º dedo	Mesmo nome
Face dorsal		
<i>Quarta camada (mais profunda)</i>		
Interósseos dorsais	Abdução do segundo ao quarto dedos	Mesmo nome
Interósseos plantares	Adução do segundo ao quarto dedos	Interósseos palmares

Tabela 20.6 Inervação dos músculos intrínsecos do pé.

Músculo	Nervo
Face dorsal	
Extensor curto dos dedos	Fibular profundo
Extensor curto do hálux	Fibular profundo
Face plantar	
Abdutor do hálux	Tibial
Flexor curto dos dedos	Tibial
Abdutor do dedo mínimo	Tibial
Quadrado plantar	Tibial
Lumbricais	Tibial
Flexor curto do hálux	Tibial
Adutor do hálux	Tibial
Flexor curto do dedo mínimo	Tibial
Interósseos dorsais	Tibial
Interósseos plantares	Tibial

diatamente anterior ao músculo fibular longo (Figura 20.36). Abaixo do maléolo lateral não é possível ver nem palpar o músculo fibular longo porque ele segue em posição profunda para seu tendão cruzar a planta do pé. Entretanto, antes de atingir a base do quinto osso metatarsal, deve-se ver o tendão do músculo fibular curto passando posteriormente ao maléolo lateral e o tendão do músculo fibular terceiro passando anteriormente a esse maléolo. Esse último tendão não deve ser confundido como sendo um tendão do músculo extensor longo dos dedos pelo fato de não estar inserido na falange do quinto dedo.

O músculo tibial anterior tem sua inserção proximal na face lateral da tíbia e membrana interóssea; ocupa posição mais superficial em toda a extensão do trajeto até a região

**Figura 20.33** Músculos do compartimento posterior da perna, camada superficial (vista posterior, perna direita).

medial do “tornozelo”. Logo acima do “tornozelo”, é possível ver os tendões dos músculos tibial anterior, extensor longo do hálux e extensor longo dos dedos em sentido medial para lateral (Figura 20.37). Observe que o músculo extensor longo dos



Figura 20.34 Camada média do compartimento posterior da perna. A parte média do músculo gastrocnêmio foi removida.

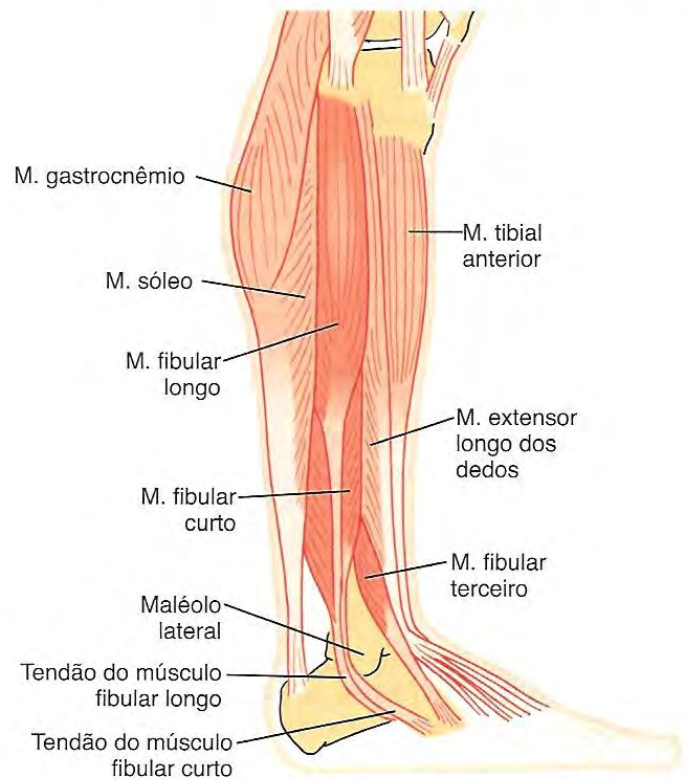


Figura 20.36 Músculos do compartimento lateral da perna direita (vista lateral).

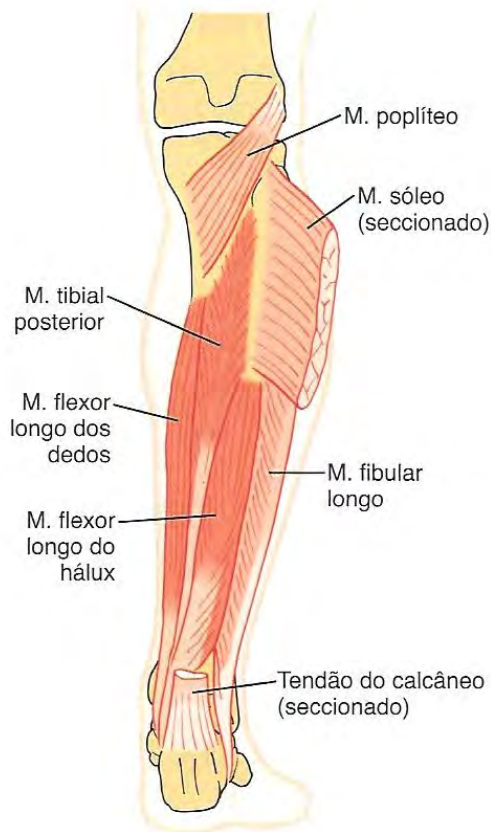


Figura 20.35 Camada profunda do compartimento posterior da perna.

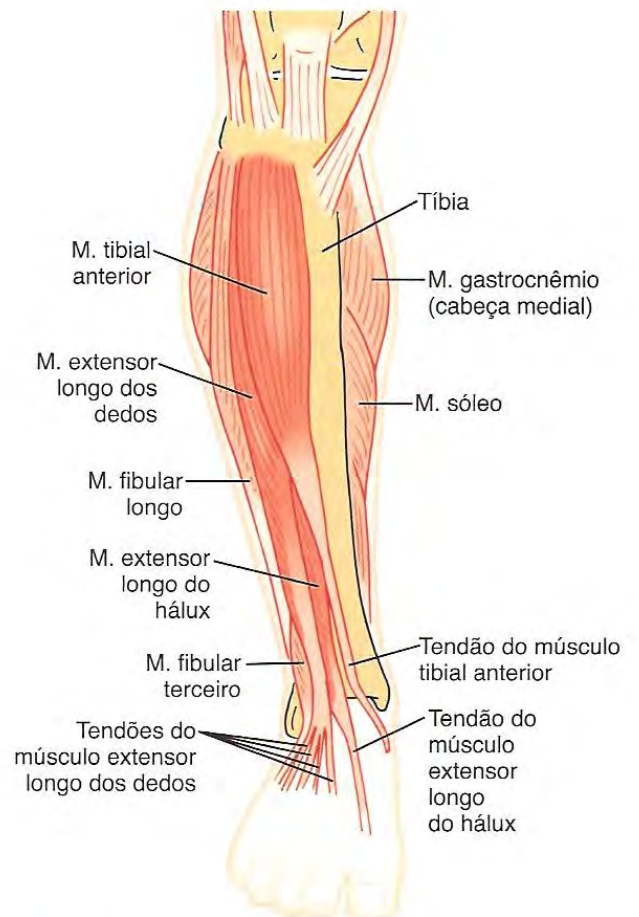


Figura 20.37 Músculos do compartimento anterior da perna direita (vista anterior).

dedos tem tendões que seguem até o segundo, terceiro, quarto e quinto dedos. Note também a diferença entre o tendão do músculo extensor longo dos dedos que vai até o quinto dedo e o tendão do músculo fibular terceiro que só vai até a base do quinto osso metatarsal, e não chega até falange.

Os músculos intrínsecos do pé estão organizados basicamente em quatro camadas na planta do pé. A primeira camada muscular está em posição profunda em relação à aponeurose plantar (Figura 20.21). O músculo flexor curto dos dedos está no meio da planta do pé, com tendões que seguem até o segundo ao quinto dedos. Na região medial está o músculo abductor do hálux, e na região lateral está o músculo abductor do dedo mínimo (Figura 20.38). A segunda camada tem dois músculos intrínsecos e tendões de dois músculos extrínsecos (flexor longo dos dedos e flexor longo do hálux) (Figura 20.39). O músculo quadrado plantar segue do calcâneo em direção ao tendão comum do músculo flexor longo dos dedos, onde se insere imediatamente antes da divisão desse tendão comum em quatro tendões que seguem até o segundo ao quinto dedos. Ao se contrair, o músculo quadrado plantar retifica a linha de tração do músculo flexor longo dos dedos. O tendão do músculo flexor longo do hálux também é observado nessa camada. Os músculos lumbricais são quatro músculos intrínsecos que se inserem nos tendões do músculo flexor longo dos dedos, seguem em direção anterior pela região medial do segundo ao quinto dedos e inserem-se nos tendões do músculo extensor longo dos dedos no dorso do pé. A terceira camada tem as duas cabeças do músculo flexor curto do hálux medialmente, as duas cabeças do músculo adutor do hálux no meio e o músculo flexor curto do dedo mínimo lateralmente (Figura 20.40). A quarta camada, e mais profunda, contém os músculos interósseos dorsais e plantares. Como indicam seus nomes, situam-se entre os ossos (metatarsais) nas regiões plantar e dorsal do pé (Figura 20.41). Eles têm a mesma ação que os músculos correspondentes na mão e têm inserções muito semelhantes (ver comparação nas Figuras 13.25 e 13.26). Ao contrário de seu correspondente na mão, o segundo dedo é aquele em relação ao qual os demais dedos se encontram abduzidos ou aduzidos.



Figura 20.39 Músculos da planta do pé; segunda camada (vista plantar).

Os músculos intrínsecos no dorso do pé estão localizados sob os músculos extrínsecos correspondentes ou perto deles (Figura 20.42). O músculo extensor curto do hálux está situado imediatamente lateral ao tendão do músculo extensor longo do hálux. Os três tendões do músculo extensor curto dos dedos ocupam posição profunda em relação aos tendões do músculo extensor longo dos dedos e neles se inserem lateral e distalmente. Essa inserção é no segundo, terceiro e quarto dedos.

• Resumo da inervação dos músculos

Os músculos do “tornozelo” e do pé são agrupados em compartimentos da perna e estão relativamente organizados de acordo com a inervação. Os músculos localizados no com-



Figura 20.38 Músculos da planta do pé; primeira camada (superficial) (vista plantar).



Figura 20.40 Músculos da planta do pé; terceira camada (vista plantar).

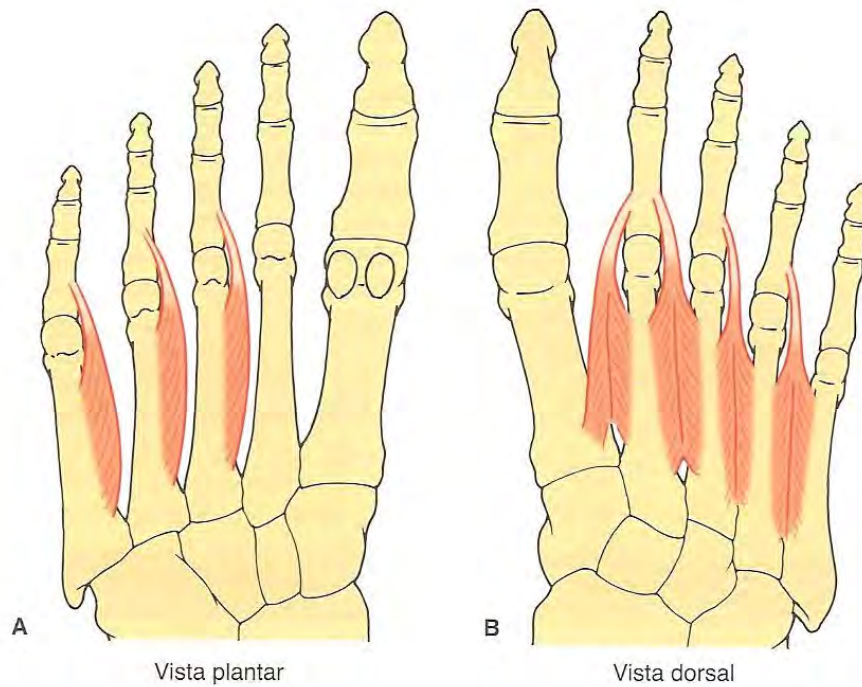


Figura 20.41 Músculos da planta do pé direito; quarta camada (profunda). **A.** Interósseos plantares. **B.** Interósseos dorsais.

partimento posterior da perna e na planta do pé são innervados pelo **nervo tibial**. De maneira semelhante à mão, os músculos da planta do pé são divididos em dois grupos. O nervo plantar lateral, ramo do nervo tibial, innerva os músculos localizados na região lateral, e o nervo plantar medial innerva os músculos localizados na região medial.

O **nervo fibular superficial** innerva os músculos do compartimento lateral da perna (fibulares). O músculo fibular terceiro é a exceção, porque cruza o “tornozelo” anteriormente e é innervado, com os outros músculos anteriores, pelo **nervo fibular profundo**.

As Tabelas 20.6, 20.7 e 20.8 apresentam o resumo da innervação dos músculos do “tornozelo” e do pé de acordo com o nervo e o segmento medular. Como foi explicado nos capítulos anteriores, há alguma variação entre os autores referente ao

nível medular. Nos casos de divergência, a fonte de referência utilizada é a obra *Gray’s Anatomy*.

Tabela 20.7 Innervação dos músculos da perna e do pé.

Músculo	Nervo	Segmento medular
Gastrocnêmio	Tibial	S1, S2
Sóleo	Tibial	S1, S2
Plantar	Tibial	L4, L5, S1
Tibial posterior	Tibial	L5, S1
Flexor longo dos dedos	Tibial	L5, S1
Flexor longo do hálux	Tibial	L5, S1, S2
Fibular longo	Fibular superficial	L4, L5, S1
Fibular curto	Fibular superficial	L4, L5, S1
Fibular terceiro	Fibular profundo	L4, L5, S1
Extensor longo dos dedos	Fibular profundo	L4, L5, S1
Extensor curto dos dedos	Fibular profundo	L5, S1
Extensor longo do hálux	Fibular profundo	L4, L5, S1
Tibial anterior	Fibular profundo	L4, L5, S1
Abdutor do hálux	Plantar medial (tibial)	L4, L5
Flexor curto do hálux	Plantar medial (tibial)	L4, L5, S1
Flexor curto dos dedos	Plantar medial (tibial)	L4, L5
Lumbricais (medial 1)	Plantar medial (tibial)	L4, L5
Lumbricais (lateral 3)	Plantar lateral (tibial)	S1, S2
Abdutor do dedo mínimo	Plantar lateral (tibial)	S1, S2
Quadrado plantar	Plantar lateral (tibial)	S1, S2
Adutor do hálux	Plantar lateral (tibial)	S1, S2
Flexor curto do dedo mínimo	Plantar lateral (tibial)	S1, S2
Interósseos dorsais	Plantar lateral (tibial)	S1, S2
Interósseos plantares	Plantar lateral (tibial)	S1, S2

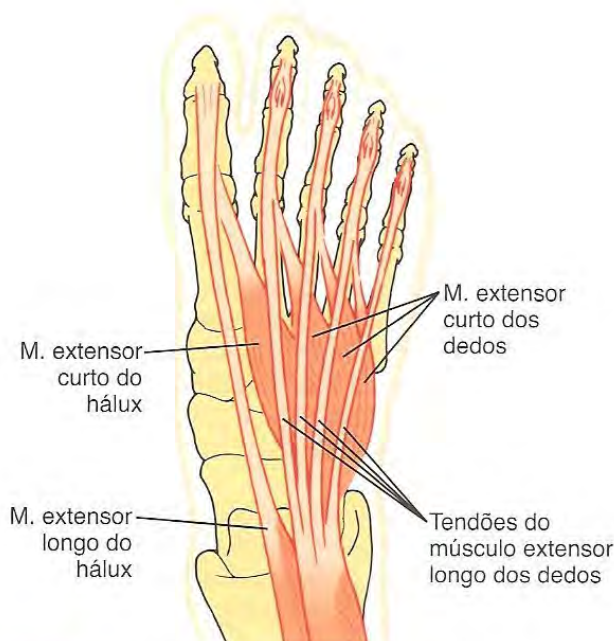


Figura 20.42 Músculos intrínsecos do dorso do pé direito (vista dorsal).

Tabela 20.8 Inervação segmentar dos músculos que movimentam as articulações talocrural e do pé.

Nível da medula espinal	L4	L5	S1	S2
Gastrocnêmio			X	X
Sóleo			X	X
Plantar	X	X	X	
Tibial posterior		X	X	
Flexor longo dos dedos		X	X	
Flexor longo do hálux		X	X	X
Fibular longo	X	X	X	
Fibular curto	X	X	X	
Fibular terceiro	X	X	X	
Extensor longo dos dedos	X	X	X	
Extensor curto dos dedos		X	X	
Extensor longo do hálux	X	X	X	
Tibial anterior	X	X	X	
Abdutor do hálux	X	X		
Flexor curto do hálux	X	X	X	
Flexor curto dos dedos	X	X		
Lumbricais	X	X	X	X
Abdutor do dedo mínimo			X	X
Quadrado plantar			X	X
Adutor do hálux			X	X
Flexor curto do dedo mínimo			X	X
Interósseos dorsais			X	X
Interósseos plantares			X	X

• Doenças comuns do “tornozelo”

“Canelite” é o nome vulgar dado à dor na região anteromedial da perna (“canela”) induzida por exercício, geralmente localizada de alguns centímetros acima do “tornozelo” até a metade da perna. Na maioria das vezes, a dor é causada pela inflamação do periósteo. A síndrome de estresse tibial é uma lesão por uso excessivo que pode ser causada por corrida em superfícies rígidas, corrida na ponta dos pés e prática de esportes que exigem muitos saltos. **Síndrome de estresse tibial medial** é um termo mais específico que inclui dor na região anterior da perna não associada a fraturas por estresse.

As deformidades do pé e dos dedos frequentemente afetam outras articulações do membro inferior e do tronco, principalmente durante a caminhada ou a corrida. O pé normal é definido como **plantígrado** quando a sua planta está perpendicular à perna na posição em pé. O **pé equino** é a situação em que o “retropé” está fixo em flexão plantar. O **pé calcâneo** é o pé fixo em dorsiflexão. O **pé cavo** refere-se a um arco anormalmente alto, enquanto o **pé plano** (pé chato) é a perda da parte medial do arco longitudinal. O **hálux valgo** é causado por alterações anormais nas quais o hálux desenvolve uma deformidade em valgo (desvio lateral da falange distal). O **hálux**

rígido é uma doença degenerativa da primeira articulação MTF associada a dor e diminuição da amplitude de movimento. Nas deformidades do 2º ao 5º dedos ocorre hiperextensão em todas as articulações MTF. No **dedo em martelo**, há flexão na articulação IFP e extensão na IFD. O **dedo em taco de golfe** é exatamente o oposto; há extensão na articulação IFP e flexão na articulação IFD. O **dedo em garra** apresenta flexão nas articulações IFP e IFD.

Metatarsalgia é um termo geral que designa a dor em torno das cabeças dos ossos metatarsais. Muitas vezes o indivíduo descreve a dor como uma contusão ou como se “estivesse andando sobre pedrinhas”. A dor costuma se agravar com o aumento da atividade. O **neuroma de Morton** é causado por pressão anormal sobre os nervos digitais plantares, geralmente no espaço interdigital entre o terceiro e o quarto ossos metatarsais. Essa pressão pode causar dor e parestesia na região dos dedos, que se agrava com atividades como a corrida. O **dedo de jockey** é a alteração causada por hiperextensão forçada do hálux na articulação MTF. É comum em jogadores de futebol, beisebol ou futebol americano.

A articulação talocrural é considerada a articulação do corpo lesionada com maior frequência. **Entorses do tornozelo** provavelmente são as lesões mais comuns em atletas recreativos e competitivos, e o ligamento colateral lateral é o ligamento lesionado com maior frequência nesses grupos. Entorses laterais ou por inversão ocorrem quando o pé aterrissa em posição de flexão plantar e inversão. Pode haver estiramento ou ruptura de uma ou mais das três partes do ligamento colateral lateral.

A **fratura do tornozelo** costuma ocorrer quando uma pessoa tropeça em um obstáculo inesperado ou cai de certa altura, e geralmente há torção do tornozelo. É mais comum no maléolo lateral. A **fratura bimaléolar** abrange os dois maléolos, e a **fratura trimaleolar** abrange os dois maléolos e o “lábio” posterior da tíbia.

A **fascite plantar** é uma lesão comum por esforço excessivo que causa dor no calcanhar. A aponeurose plantar ajuda a manter a parte medial do arco longitudinal e absorve choques durante a sustentação de peso. A dor geralmente ocorre na região de fixação da aponeurose no calcâneo, na planta do pé. A **tendinite do calcâneo**, a inflamação do tendão dos músculos gastrocnêmio e sóleo, às vezes é precursora da **ruptura do tendão do calcâneo**. Na ruptura completa há perda da capacidade de flexão plantar do pé. Para avaliar a integridade do tendão, instrua a pessoa a se posicionar em decúbito ventral com os pés para fora da margem da mesa de exame. Comprima o ventre do músculo gastrocnêmio. Há leve flexão plantar quando o tendão está intacto, mas não há movimento em caso de ruptura do tendão.

A **artrodese tripla** é um procedimento cirúrgico de fusão das articulações talocalcânea, calcaneocubóidea e talocalcaneonavicular. Proporciona estabilidade medial-lateral do pé e alivia a dor na articulação talocalcânea (subtalar), mas acarreta perda dos movimentos de inversão e eversão do pé. A dorsiflexão e a flexão plantar do pé são preservadas porque não há fusão da articulação talocrural.

Pontos-chave

- O alongamento é feito em músculos relaxados, e o fortalecimento ocorre quando os músculos se contraem
- O alongamento de um músculo biarticular deve ser feito nas duas articulações ao mesmo tempo, respeitando os limites de dor desse músculo
- Para alongar um músculo monoarticular quando a articulação também é cruzada por um músculo biarticular, escolha uma posição articular que alongue o músculo biarticular em relação a uma só articulação
- A excursão de um músculo monoarticular que está sendo alongado é maior que a amplitude permitida pela articulação
- A excursão de um músculo biarticular é menor que a amplitude combinada permitida pelas duas articulações
- A contração muscular é mais forte quando o músculo é alongado antes da contração
- O músculo perde a força rapidamente à medida que encurta
- Os músculos biarticulares mantêm a força de contração por um período maior que um músculo monoarticular. Isso ocorre porque eles são capazes de se alongar em relação a uma articulação e se encurtar em relação a outra.

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

1. Descreva a articulação talocrural:
 - a. Número de eixos:
 - b. Formato da articulação:
 - c. Tipo de movimento possível:
 - d. Ossos que a constituem:
2. Quais ossos formam a articulação talocalcânea? Quais ossos formam a articulação transversa do tarso?
3. Quais são as funções da membrana interóssea?
4. Quais ligamentos garantem estabilidade medial ao “tornozelo”? Qual é o nome coletivo dado a eles?
5. Quais ligamentos garantem estabilidade lateral ao “tornozelo”? Qual é o nome dado a eles em conjunto?
6. Quais os nomes das duas partes do arco longitudinal do pé?
7. Quais ossos formam cada parte do arco longitudinal do pé?
8. Quais ossos formam o arco transversal do pé?
9. Qual é a função dos arcos do pé?
10. Quais músculos passam atrás do maléolo medial?
11. Quais músculos extrínsecos se inserem na região medial do pé?
12. Quais músculos passam atrás do maléolo lateral?
13. Quais músculos extrínsecos se inserem na região lateral do pé?
14. Quais músculos formam o “estribo” do pé? Descreva como é formado esse estribo.
15. Uma pessoa com lesão da medula espinal no segmento L4 seria capaz de executar a flexão plantar ativa do pé?

6. Caminhar apoiado nos calcanhares.
7. Sair do chão ao saltar ou pular.

Questões sobre exercícios clínicos

1. Responda às seguintes perguntas sobre cada músculo:
 - Músculo gastrocnêmio
 - a. Número de articulações que cruza?
 - b. Movimento no joelho?
 - c. Movimento no “tornozelo”?
 - Músculo sóleo
 - a. Número de articulações que cruza?
 - b. Movimento no joelho?
 - c. Movimento no “tornozelo”?
2. Apoie as mãos na parede na altura do ombro. Fique em pé, com o pé esquerdo a 60 cm da parede e o pé direito a 30 cm da parede (Figura 20.43). Mantenha a perna esquerda estendida e o pé direito totalmente apoiado no solo, incline-se em direção à parede, levando a pelve

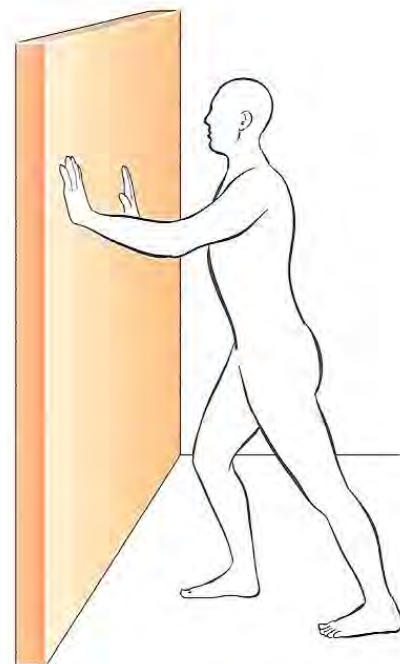


Figura 20.43 Posição inicial.

Questões sobre atividade funcional

Identifique a principal ação ou posição da articulação nas seguintes atividades:

1. Empurrar o pedal do acelerador com o pé ao dirigir.
2. Ficar em pé calçando sapato de salto alto.
3. Subir uma ladeira íngreme.
4. Descer uma ladeira íngreme.
5. Com o pé apoiado no solo, tendo o calcanhar como eixo de rotação, fazer um movimento de “limpador de para-brisas” com o pé.

Autoavaliação (*continuação*)

- anteriormente e fletindo o joelho direito. Em termos do que ocorre no joelho esquerdo e “tornozelo”, responda às seguintes perguntas:
- Quais são as posições ou movimentos articulares que ocorrem no joelho esquerdo? _____
no “tornozelo” esquerdo? _____
 - Na posição descrita, há contração ou alongamento do músculo gastrocnêmio esquerdo?
 - Na posição descrita, há contração ou alongamento do músculo sóleo esquerdo?
 - Qual desses dois músculos é mais alongado?
 - Por quê?
- Repita a posição do exercício da questão 2, mas dessa vez flexione o joelho esquerdo enquanto se inclina em direção à parede.
 - Quais são as posições ou os movimentos articulares que ocorrem no joelho esquerdo? _____
no “tornozelo” esquerdo? _____
 - Nessa nova posição, o músculo gastrocnêmio esquerdo é alongado ou relaxado no joelho?
 - Nessa nova posição, o músculo gastrocnêmio esquerdo é alongado ou relaxado no “tornozelo”?
 - Nessa nova posição, o músculo sóleo esquerdo é alongado no joelho?
 - Nessa nova posição, o músculo sóleo esquerdo é alongado no “tornozelo”?
 - Qual desses dois músculos é mais alongado? Por quê?
 - Em pé, ereto e se apoiando nas “costas” de uma cadeira para manter o equilíbrio, eleve-se o mais alto possível nas pontas dos pés.
 - Quais são as posições ou os movimentos articulares que ocorrem no joelho? _____
no “tornozelo”? _____
 - Há encurtamento ou alongamento do músculo gastrocnêmio no joelho?
 - Há encurtamento ou alongamento do músculo gastrocnêmio no “tornozelo”?
 - O músculo sóleo tem ação no joelho?
 - Há encurtamento ou alongamento do músculo sóleo no “tornozelo”?
 - Por que o músculo gastrocnêmio é mais forte que o músculo sóleo nessa posição?
 - Sentado com os joelhos fletidos, encoste as plantas dos pés uma na outra (Figura 20.44).
 - O movimento (ou tentativa de movimento) articular no “tornozelo” é inversão ou eversão do pé?
 - Qual é o tipo de contração muscular que ocorre (isométrica, concêntrica ou excêntrica)?
 - Quais são os músculos agonistas primários dessa ação?
 - Sentado no chão com o joelho em extensão, passe uma faixa elástica em torno do “mediopé” com flexão plantar do pé e fixe a outra extremidade ao redor da “perna” de uma mesa pesada. Fique distante o suficiente para tensionar a faixa elástica. Levante os dedos do pé em direção aos joelhos ao máximo possível. Mantenha a posição e conte até cinco. Volte à posição inicial.
 - Que movimento está ocorrendo em cada uma das três fases?
 - Qual é o tipo de contração em cada fase?
 - Quais músculos são os agonistas primários?
 - O exercício é em cadeia cinética aberta ou fechada?

**Figura 20.44** Posição inicial.

Parte 5

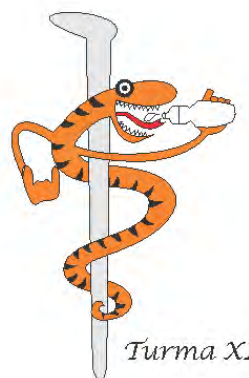
Cinesiologia Clínica e Anatomia do Corpo

- 21 Postura, 291
- 22 Marcha, 301



Turma XII

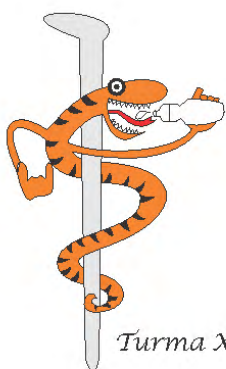




Turma XII

21 Postura

- ▶ Alinhamento vertebral, 292
- ▶ Postura em pé, 294
- ▶ Postura sentada, 296
- ▶ Postura em decúbito dorsal, 297
- ▶ Desvios posturais comuns, 298
- ▶ Autoavaliação, 298



Turma XII



Em geral, postura é a posição das partes do corpo em relação umas às outras em determinado momento. A postura pode ser estática, como na posição estacionária em pé, sentada ou deitada, e pode ser dinâmica, quando o corpo se move de uma posição para outra. A postura diz respeito ao alinhamento dos vários segmentos do corpo. Esses segmentos do corpo podem ser comparados a blocos. Quando se começa a empilhar blocos, um exatamente sobre o outro, há estabilidade relativa da coluna. No entanto, se os blocos forem empilhados de modo descentralizado, a coluna só continuará “em pé” se os blocos de cima forem contrabalançados com os de baixo e todos permanecerem dentro da base de sustentação. No corpo humano, cada articulação participante da sustentação de peso pode ser considerada um segmento postural.

► Alinhamento vertebral

A coluna vertebral pode ser comparada à coluna de blocos. Não é totalmente reta, mas tem uma série de curvaturas anteroposteriores de contrabalanço. Essas curvaturas, que têm de ser mantidas durante o repouso e a atividade, absorvem os choques e reduzem o grau de lesão. As curvaturas torácica e sacral opõem-se às curvaturas cervical e lombar (Figura 21.1) e têm concavidade anterior e convexidade posterior; elas são observadas no plano sagital. Já as curvaturas cervical e lombar são exatamente inversas, com a convexidade anterior e a

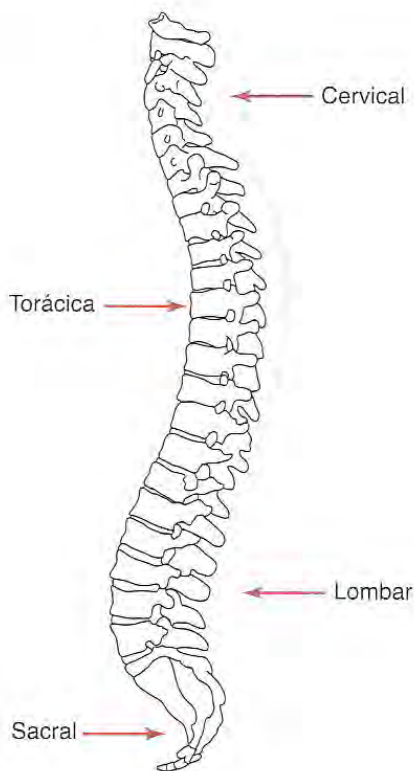


Figura 21.1 As quatro principais curvaturas da coluna vertebral (vista lateral).

concavidade posterior. Lembre-se de que uma curva tem dois lados: um côncavo e outro convexo. Dessa maneira, a designação de uma curva como côncava ou convexa depende do lado a que você está se referindo.

Quando uma ou mais dessas curvaturas da coluna vertebral aumenta ou diminui muito em relação ao que se considera uma postura adequada, o resultado é a má postura. Por exemplo, a lordose é a acentuação da curvatura lombar, enquanto o dorso plano é a retificação da curvatura torácica. Na maioria dos casos, se houver acentuação da curvatura lombar, também haverá acentuação da curvatura torácica. Não deve haver curvaturas laterais. Toda curvatura lateral da coluna vertebral é uma deformidade denominada *escoliose*.

▪ Desenvolvimento das curvaturas posturais

Ao nascimento, toda a coluna vertebral está fletida. Quando vista da posição lateral, é côncava anteriormente. Essa concavidade é denominada **curvatura primária** (Figura 21.2). As curvaturas torácica e sacral são consideradas primárias por esse motivo. Em posição de decúbito ventral, o lactente de 2 a 4 meses começa a levantar a cabeça; com cerca de 5 a 6 meses, começa a levantar os membros inferiores bilateralmente. Essas duas ações antigravitacionais criam as **curvaturas secundárias**, as curvaturas de convexidade anterior nas regiões cervical e lombar.

Pense na pelve em posição ortostática como uma tigela de água. Se estiver na horizontal, a tigela contém a água. Se for inclinada para frente ou para trás, a água é derramada. Do mesmo modo, a posição da pelve tem grande influência sobre a coluna vertebral, sobretudo a região lombar. A pelve deve estar em posição neutra. Uma posição é neutra quando: (1) a espinha ilíaca anterossuperior (EIAS) e a espinha ilíaca posterossuperior (EIPS) estão no mesmo nível no plano horizontal (transversal) e (2) a EIAS e a sínfise púbica estão rentes ao mesmo plano vertical. Quando a pelve está em posição neutra, a curvatura lombar tem o grau de curvatura desejada. A incli-



Figura 21.2 A curvatura primária de um recém-nascido (vista lateral).

nação anterior da pelve acentua a curvatura lombar (**lordose**). A inclinação posterior da pelve diminui a curvatura lombar (dorso plano). A Figura 17.3 ilustra essas posições.

Com a distribuição uniforme do peso nos dois membros inferiores, a pelve deve estar nivelada de um lado ao outro, com as duas EIAS no mesmo nível. Durante a marcha, porém, a pelve inclina-se de um lado para outro quando o peso passa da fase de apoio para a fase de balanço. Essa **inclinação lateral da pelve** é controlada pelos músculos abdutores da coxa na articulação do quadril, principalmente os músculos glúteo médio e glúteo mínimo, e pelos músculos flexores laterais do tronco, principalmente os músculos eretor da espinha e quadrado do lombo. Ao flexionar o joelho esquerdo e levantar o pé do chão, a pelve do lado esquerdo perde o apoio e desce. A ação em binário de forças dos músculos abdutores do quadril e flexores laterais do tronco mantém a pelve nivelada. Os músculos abdutores do quadril no lado oposto contraem-se para puxar a pelve para baixo no lado direito enquanto os músculos flexores laterais do tronco à esquerda (mesmo lado) contraem-se para elevar a pelve no lado esquerdo. A Figura 17.21 ilustra esses movimentos. Também pode haver inclinação lateral anormal da pelve se os dois membros inferiores tiverem comprimentos diferentes, o que acarreta curvatura lateral (escoliose).

As contrações musculares são as principais responsáveis por manter o corpo na posição em pé tanto na postura estática quanto dinâmica. Os músculos com maior participação são denominados **músculos antigravitacionais** (Figura 21.3). Esses são os músculos extensores do quadril e do joelho e os músculos extensores do tronco e do pescoço. Outros músculos participantes (talvez em menor escala, mas também importantes para manter a posição em pé) são os músculos flexores do tronco e do pescoço, os flexores laterais do tronco e do pescoço, os abdutores e adutores do quadril e os inversores e eversores do “tornozelo”. O relaxamento de todos esses músculos causaria a queda do corpo.

Os músculos flexores plantares e dorsiflexores na articulação do “tornozelo” são importantes no controle da oscilação postural (Figura 21.4). A **oscilação postural** é o movimento antero-posterior da parte superior do corpo causado por movimento

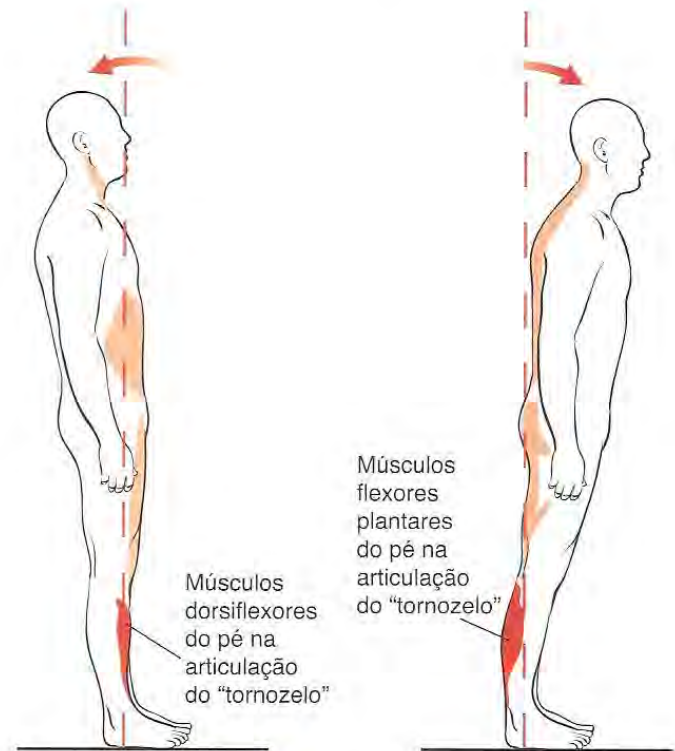


Figura 21.4 Oscilação postural.

que ocorre principalmente nos “tornozelos”. Essa oscilação é resultado do deslocamento e da correção constantes do centro de gravidade na base de sustentação.

Para demonstrar isso, fique em pé com os pés um pouco afastados. Flexione os “tornozelos” e incline o corpo devagar para frente. Você chegará a um ponto em que precisará corrigir a inclinação para frente para não perder o equilíbrio. Observe que os músculos flexores plantares do “tornozelo” se contraem para trazer o corpo de volta à posição ereta. Em seguida, incline-se para trás e observe o que acontece. Novamente, você chegará a um ponto em que precisará corrigir a inclinação para não perder o equilíbrio. Note que os músculos dorsiflexores do “tornozelo” se contraem para trazer o corpo de volta à posição ereta.

Um centro de gravidade alto e uma pequena base de sustentação tendem a aumentar a oscilação postural. Para demonstrar isso mais uma vez, fique em pé com os pés um pouco afastados. Observe a tendência de movimento do corpo para trás e para frente. Em seguida, observe o grau de oscilação ao ficar na ponta dos pés com eles juntos. O movimento deverá ser muito maior nessa última posição porque houve elevação do centro de gravidade e diminuição da base de sustentação.

A boa postura, que significa um bom alinhamento, é importante porque diminui a carga sobre ossos, ligamentos, músculos e tendões. O bom alinhamento também melhora a função e diminui a energia muscular necessária para manter a postura ereta do corpo. Por exemplo, se houver extensão total do joelho, a contração muscular necessária para evitar o encurvamento do joelho é pequena. Em contrapartida, quando há flexão parcial do joelho, é necessária a contração dos músculos dessa articulação (extensores do joelho) para evitar o colapso do joelho. Como ficar em pé é uma atividade em cadeia fechada, os músculos no quadril e no “tornozelo” também precisam se contrair para manter o centro de gravidade do corpo sobre sua base de sustentação.



Figura 21.3 Músculos antigravitacionais (vista lateral).

O movimento de um bailarino é uma boa postura em movimento. A aspiração do balé é mostrar o movimento de um modo esteticamente belo. O que é mais bonito é também mais funcional. A manutenção do bom alinhamento postural e do centro de gravidade dentro da base de sustentação diminui o estresse das partes do corpo e melhora o equilíbrio. Os bailarinos aprendem os elementos básicos da boa postura desde o início do treinamento. Recebem instrução sobre vários recursos para ficarem mais altos, como contrair os músculos do joelho, contrair os músculos abdominais para aplanar o abdome “como uma panqueca” e contrair as nádegas “como uma pedra”. Em outras palavras, os bailarinos assumem e mantêm um bom alinhamento. A Figura 21.5 mostra uma que mantém o bom alinhamento do corpo enquanto se equilibra sobre uma base de sustentação muito pequena. Ela conserva essa postura dinamicamente enquanto executa giros (piruetas) na ponta do pé (dedos estendidos e “tornozelo” em flexão plantar extrema).

► Postura em pé

É mais fácil descrever a postura na posição em pé estática porque, exceto por um pequeno grau de oscilação postural, o corpo não se move. Entretanto, muitas das orientações sobre a postura estática podem ser aplicadas à postura dinâmica. A avaliação da postura é mais precisa quando se utiliza como ponto de referência um fio de prumo preso no teto ou uma grade de postura atrás da pessoa. O fio de prumo é uma linha ou um cordão que tem um peso na extremidade inferior. Por ter um peso na ponta, o fio forma uma linha de gravidade perfeitamente vertical.

▪ Vista lateral

Na posição em pé e visto em **posição lateral**, o fio de prumo deve estar alinhado de modo a passar ligeiramente na frente do



Figura 21.5 Os bailarinos precisam manter boa postura durante o movimento.

maléolo lateral (Figura 21.6). Na postura ideal, os segmentos do corpo devem estar alinhados de modo que o fio de prumo atravesse os pontos de referência na ordem descrita a seguir.

Cabeça

Através do lóbulo da orelha.

Ombro

Através da extremidade do acrômio.

Região torácica da coluna vertebral

Anterior aos corpos vertebrais.

Região lombar da coluna vertebral

Através dos corpos vertebrais.

Pelve

Horizontal, nivelada.

Quadril

Através do trocanter maior (ligeiramente posterior ao eixo da articulação do quadril).

Joelho

Ligeiramente posterior à patela (um pouco anterior ao eixo da articulação do joelho) com os joelhos em extensão.

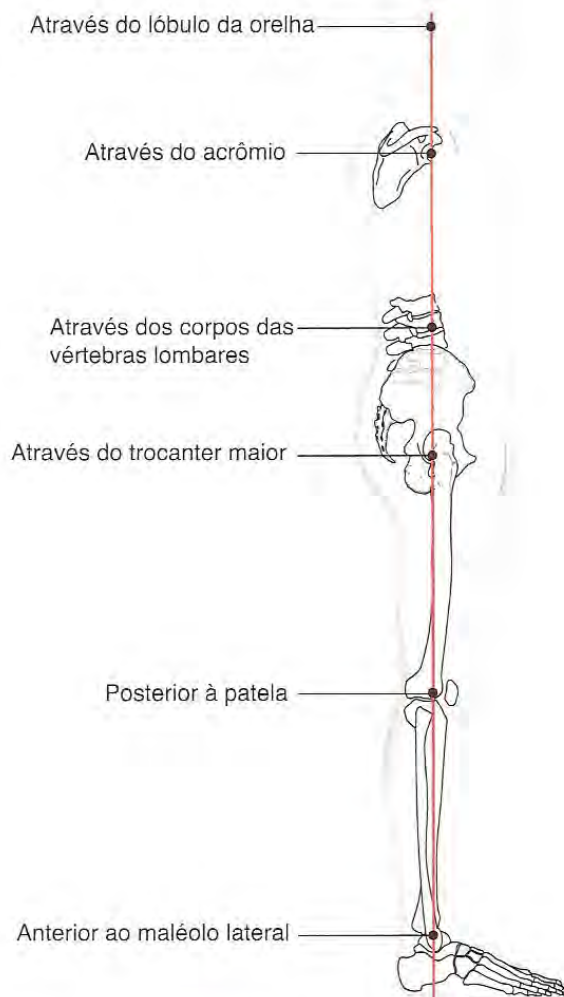


Figura 21.6 Postura (vista lateral).

"Tornozelo"

Ligeiramente anterior ao maléolo lateral, com a articulação talocrural em posição neutra entre a dorsiflexão e a flexão plantar do pé.

A Tabela 21.1 resume os desvios posturais comuns que podem ser detectados em vista lateral. Como a postura em pé é uma atividade em cadeia cinética fechada, a posição ou o movimento de uma articulação afeta a posição ou os movimentos de outras articulações.

- Vista anterior

Na posição em pé e visto em **posição anterior**, o fio de prumo deve estar alinhado de modo a atravessar o plano sagital mediano do corpo, assim dividindo-o em duas partes iguais (Figura 21.7). Os segmentos do corpo citados adiante devem ser alinhados na ordem descrita a seguir.

Cabeça

Estendida e nivelada, sem flexão nem hiperextensão (posição neutra).

Ombros

Nivelados, não elevados nem abaixados.

Esterno

Centralizado na linha mediana.

Quadril

Nivelados, com as duas EIAS no mesmo plano.

Membros inferiores

Ligeiramente afastados.

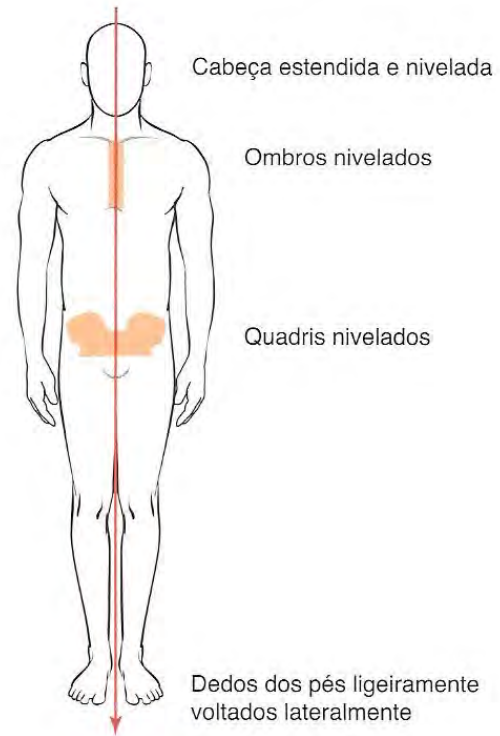


Figura 21.7 Postura (vista anterior).

Joelhos

Nivelados, sem desvio em varo nem em valgo.

"Tornozelos"

Arco normal nos pés.

Pés

Dedos levemente voltados lateralmente.

Tabela 21.1 Resumo dos desvios posturais comuns.

	Vista lateral	Vista posterior	Vista anterior
Cabeça	Para frente	Inclinada Rodada	Inclinada Rodada Assimetria da mandíbula
Região cervical da coluna vertebral	Curvatura exagerada Curvatura retificada		
Ombros	Arredondados	Elevados Abaixados	Elevados Abaixados
Escápulas		Abduzidas Aduzidas Aladas	
Região torácica da coluna vertebral	Curvatura exagerada	Desvio lateral	
Região lombar da coluna vertebral	Curvatura exagerada Curvatura retificada	Desvio lateral	
Pelve	Inclinação anterior da pelve Inclinação posterior da pelve	Inclinação lateral da pelve Rotação da pelve	
Quadril			Medialmente rodado Lateralmente rodado
Joelho	Joelho recurvado Joelho fletido	Joelho varo Joelho valgo	Torção tibial lateral Torção tibial medial
"Tornozelo"/pé	Postura inclinada para frente Arco longitudinal retificado Arco longitudinal exagerado	Pé plano Pé cavo	Hálux valgo Dedo em garra Dedo em martelo Dedo em taco de golfe

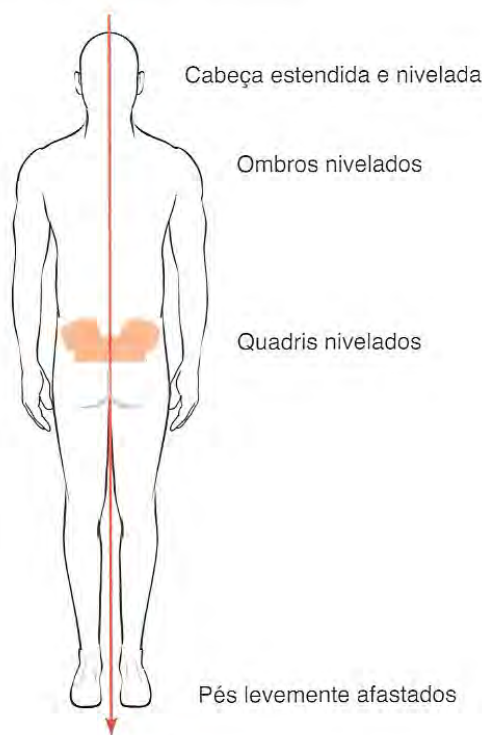


Figura 21.8 Postura (vista posterior).

▪ Vista posterior

Na posição em pé e visto em **posição posterior**, o fio de prumo deve estar alinhado de modo a atravessar o plano sagital mediano do corpo, assim dividindo-o em duas partes iguais (Figura 21.8). Os segmentos do corpo citados adiante devem ser alinhados na ordem descrita a seguir.

Cabeça

Estendida, sem flexão nem hiperextensão (posição neutra).

Ombros

Nivelados, não elevados nem abaixados.

Processos espinhosos das vértebras

Centralizados na linha mediana.

Quadris

Nivelados, com as duas EIPS no mesmo plano.

Membros inferiores

Ligeiramente afastados.

Joelhos

Nivelados, sem desvio em varo nem em valgo.

"Tornozelos"

O calcâneo deve estar em posição reta.

► Postura sentada

O bom alinhamento postural na posição sentada é importante, já que pode haver grande pressão sobre os discos intervertebrais. Estudos mostraram que a pressão sobre os discos na posição sentada é quase 50% maior que na posição em pé. Evidentemente, a transferência do peso para a parte anterior das vértebras aumenta a pressão sobre os discos intervertebrais. Quando uma pessoa inclina-se para frente, a pressão sobre o disco aumenta. Quando uma pessoa curva-se para frente ou levanta um objeto pesado, a pressão sobre os discos intervertebrais é diretamente proporcional ao peso ou ao comprimento do braço de alavanca. A Figura 21.9 ilustra a pressão sobre o disco intervertebral em várias posições. A menor pressão sobre os discos é em decúbito dorsal. Aumenta na posição em pé e ainda mais na posição sentada. O encurvamento para frente nessas posições aumenta a pressão sobre os discos, e é claro que a inclinação para frente segurando um objeto na mão aumenta ainda mais a pressão.

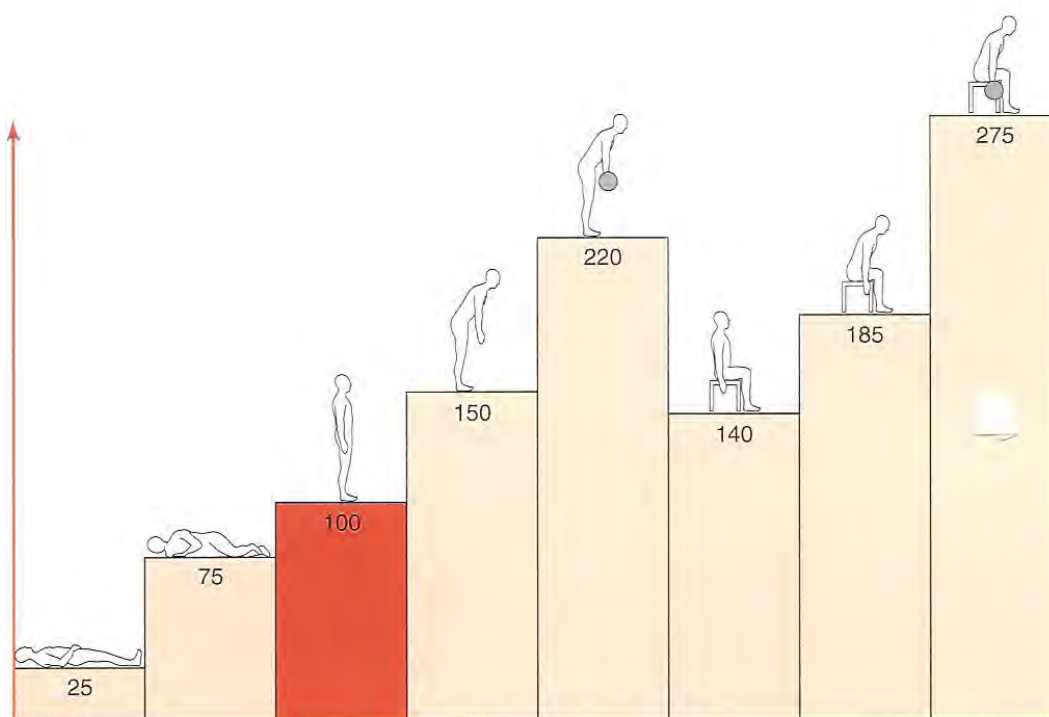


Figura 21.9 Pressão sobre os discos intervertebrais em várias posições.

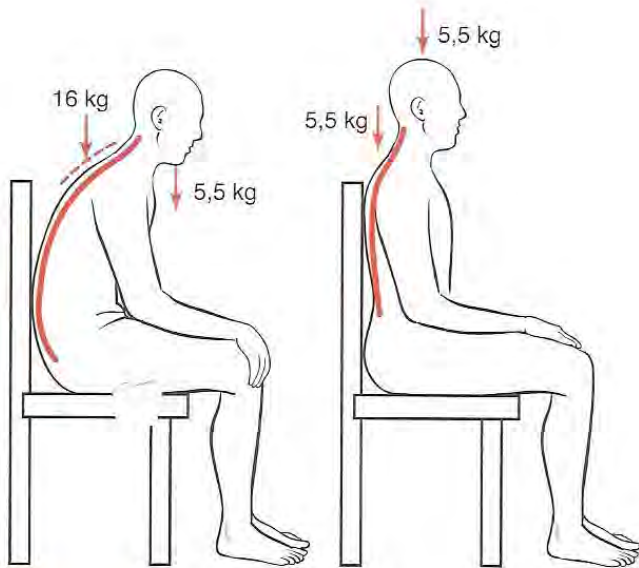


Figura 21.10 A postura desleixada aumenta a pressão sobre os discos intervertebrais.

Se a curvatura lombar diminui, o que é comum na posição sentada sem apoio do dorso (Figura 21.10), a pressão sobre os discos intervertebrais e as estruturas posteriores aumenta. Uma cadeira com inclinação anterior do assento, como um banco com apoio para joelhos (Figura 21.11), inclina levemente a pelve para frente e reduz a pressão sobre os discos. Isso ajuda a manter a curvatura lombar. No entanto, como não há apoio do dorso, é necessária contração muscular aumentada e contínua para manter o corpo ereto.

A transferência do peso para a parte anterior das vértebras nem sempre é um problema. Embora haja maior pressão sobre os discos nessa posição, é menor o estresse sobre a parte posterior das vértebras (as articulações dos processos articulares). Portanto, se uma pessoa tem problema na articulação dos processos articulares, a posição fletida geralmente é a mais recomendável. Por outro lado, se há problemas de disco intervertebral, geralmente a posição estendida é a mais aconselhável.

Nas posturas sentadas, uma cadeira com apoio lombar que mantenha a lordose lombar garante a posição de menor pressão sobre os discos. A preservação das curvaturas da coluna vertebral, os pés totalmente apoiados no chão, o apoio da região lombar e o bom alinhamento do tronco são elementos essen-



Figura 21.11 A postura no banco com apoio para joelhos reduz a pressão sobre os discos intervertebrais.



Figura 21.12 Postura sentada em frente ao computador.

ciais da boa postura sentada. A Figura 21.12 mostra a melhor postura para se trabalhar em um computador. O pescoço e o tronco estão eretos, o tronco está sustentado e há apoio para a coluna lombar. A parte superior do monitor está no nível dos olhos. Nunca se deve hiperestender a cabeça para ver a tela. Os ombros estão relaxados. Os cotovelos estão fletidos e próximos ao corpo. As mãos, os “punhos” e os antebraços estão retos e paralelos ao chão. A cadeira deve possibilitar a flexão dos quadris e dos joelhos. As coxas estão paralelas ao chão e as pernas em posição vertical, de modo que os pés fiquem totalmente apoiados no chão ou sobre um descanso apropriado.

► Postura em decúbito dorsal

A posição deitada é considerada uma posição de repouso (Figura 21.13). A menor pressão sobre os discos intervertebrais ocorre em decúbito dorsal (Figura 21.9). Se fosse possível estender um fio de prumo na horizontal, ela cruzaria muitos dos mesmos pontos de referência cruzados na posição em pé. O bom alinhamento nessa posição também é importante. Uma boa superfície de descanso deve ser firme o suficiente para evitar a perda da curvatura lombar, mas macia o suficiente para se moldar às curvaturas normais do corpo e sustentá-las. Em decúbito lateral, o membro inferior que está por baixo é estendido, e o outro, que está por cima, é fletido. Colocar um travesseiro entre os dois membros inferiores mantém o bom alinhamento dos quadris e proporciona mais conforto. A posição em decúbito ventral geralmente não é recomendada porque há maior pressão sobre o pescoço. Nessa posição, o travesseiro só aumenta a tensão do pescoço.

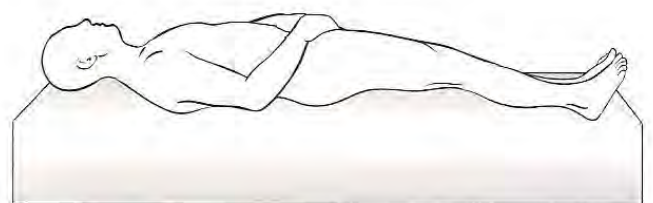


Figura 21.13 Postura deitada.

Durante a movimentação ativa e a mudança de posição, como ao aspirar um tapete, levantar uma caixa do chão ou varrer o quintal, é importante manter o bom alinhamento postural do corpo (principalmente do tronco). A maioria dos princípios da boa mecânica corporal inclui o alívio do estresse do tronco e a manutenção das curvaturas da coluna vertebral, o que exige uma boa postura.

► Desvios posturais comuns

A Tabela 21.1 apresenta um resumo dos desvios posturais comuns observados na avaliação da postura. A descrição de causas e efeitos de problemas posturais específicos foge ao âmbito deste livro; no entanto, cabe fazer algumas afirmações gerais acerca de causa e efeito.

O desvio da “boa” postura é considerado “má” postura. As causas da má postura podem ser problemas estruturais, às vezes decorrentes de malformações congênitas, como uma hemivértebra. O desvio pode ser uma deformidade adquirida causada por traumatismo, como uma fratura por compressão. Os desvios posturais também são consequência de doenças neurológicas que causam paralisia ou espasticidade. Além

disso, os problemas posturais podem ser de natureza funcional (não estrutural). Uma pessoa que permanece sentada ou em pé durante longos períodos tende a assumir uma postura desleixada, o que pode causar desequilíbrio muscular.

De modo geral, ao se manter uma postura com uma curvatura exagerada, há tendência à contratura dos músculos no lado côncavo e enfraquecimento dos músculos no lado convexo. Por exemplo, uma pessoa que tem lordose lombar provavelmente vai apresentar contratura dos músculos extensores do dorso e fraqueza dos músculos abdominais. Além disso, as posturas que tendem a acentuar as curvaturas lordóticas (cervical e lombar) aumentam a pressão sobre as articulações dos processos articulares, posteriormente, e diminuem a pressão sobre os discos intervertebrais, anteriormente. Ao contrário, a acentuação das curvaturas cifóticas (torácica e sacral) aumenta a pressão sobre os discos intervertebrais e reduz a pressão sobre as articulações dos processos articulares.

Deve-se notar que os termos *cifótico* e *lordótico* podem causar confusão. Eles são usados tanto para descrever a curvatura normal quanto a anormal ou excessiva. *Escoliose* é a curvatura lateral; no entanto, qualquer grau de escoliose é considerado anormal.

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

1. Em uma pessoa com lordose cervical excessiva você esperaria observar contratura dos músculos extensores ou flexores cervicais?
2. Qual seria a melhor posição – lateral, anterior ou posterior – para avaliar a situação descrita na questão 1?
3. Em uma pessoa com inclinação anterior da pelve, você esperaria observar contratura dos músculos flexores ou extensores do quadril?
4. Qual seria a melhor posição – lateral, anterior ou posterior – para avaliar a situação descrita na questão 3?
5. Qual deve ser a posição dos ombros em relação um ao outro?
6. Qual seria a melhor posição – lateral, anterior ou posterior – para avaliar a posição dos ombros em relação um ao outro?
7. Ao utilizar um fio de prumo para avaliar em vista lateral a postura de uma pessoa na posição em pé, é recomendável alinhá-lo primeiro com qual estrutura do corpo?
8. Na postura ideal (em vista lateral), onde o fio de prumo deve passar sobre as seguintes estruturas:
 - a. Joelho
 - b. Quadril
 - c. Ombro
 - d. Cabeça

Questões sobre atividade funcional

1. Sentado em uma cadeira com encosto e apoio para braços, coloque as mãos juntas entre as coxas, perto dos joelhos. Em que posição está o cingulo do membro superior?
2. Sentado na mesma posição descrita na questão 1, passe dessa posição para outra com os antebraços apoiados

sobre os “braços” da cadeira. Qual é a diferença entre a posição do cingulo do membro superior nessa situação e a posição descrita na questão 1?

3. Sentado em posição desleixada, mantenha o dorso em contato com o encosto da cadeira e deslize as nádegas para frente. Qual posição sua cabeça assume?
4. Carregue uma bolsa de livros pesados no ombro direito. Que mudança postural você faz para evitar que a alça escorregue do ombro?

Durante a gravidez:

5. Em que direção se desvia o centro de gravidade da mulher?
6. Em que direção a pelve tende a se inclinar no plano sagital?
7. Qual tipo de modificação ocorreria na região lombar da coluna vertebral?
8. Essas modificações das posições pélvica e lombar poderiam causar
 - a. contratura de qual grupo muscular do tronco?
 - b. alongamento de qual grupo muscular do tronco?
9. A postura compensatória esperada seria a contração dos músculos flexores ou dos músculos extensores do quadril?

Questões sobre exercícios clínicos

1. Sente-se em frente a um computador. Finja (se necessário) que está usando óculos bifocais e que precisa olhar através da parte inferior das lentes para executar trabalhos de perto. Para simular essa situação, pode-se cobrir com filme plástico a metade superior das lentes de óculos de grau ou de sol. Qual é a posição assumida pela cabeça e pelo pescoço para enxergar a tela?
2. Se a posição descrita na questão 1 se tornasse crônica,

Autoavaliação (continuação)

- a. haveria contração dos grupos musculares de que lado do pescoço?
 - b. haveria alongamento dos grupos musculares de que lado do pescoço?
3. Fique em pé, ereto, com pesos iguais nos dois pés e um bloco de 2,5 a 7,5 cm sob o pé esquerdo (dependendo de sua altura). A pelve continua nivelada horizontalmente? Em caso negativo, qual é o lado da pelve que está mais alto?
- Se a postura descrita na questão 3 se tornasse permanente,
- a. haveria contração dos grupos musculares de que lado do tronco?
 - b. haveria alongamento dos grupos musculares de que lado do tronco?
5. Continuando o exercício da questão 3:
- a. De que lado haveria compressão do disco intervertebral?
 - b. De que lado haveria distração do disco intervertebral?
 - c. De que lado haveria maior abertura do forame intervertebral?
 - d. De que lado haveria diminuição do forame intervertebral?
6. Em posição de decúbito dorsal, abrace os joelhos perto do tórax e aproxime os joelhos e a cabeça (Figura 21.14).
- a. Que grupo muscular está sendo alongado?
 - b. Que parte do disco intervertebral está sendo comprimida?

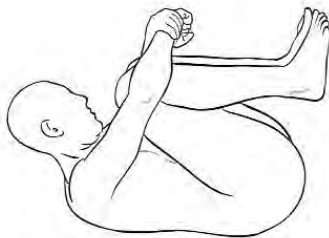


Figura 21.14 Posição de exercício. Em decúbito dorsal, abrace os joelhos aproximando-os do tórax.

7. Em posição de decúbito ventral com os quadris e joelhos estendidos, eleve o tronco e apoie-se nos cotovelos (Figura 21.15).
- a. Quais músculos do tronco estão sendo alongados?
 - b. Que parte do disco intervertebral está sendo comprimida?

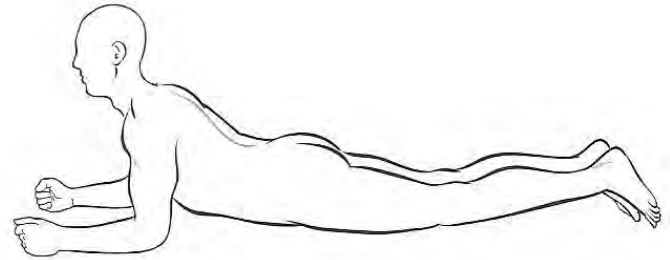
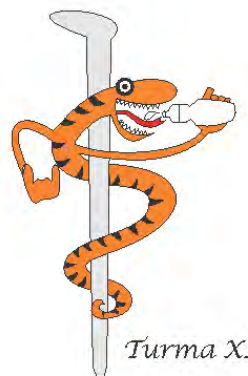


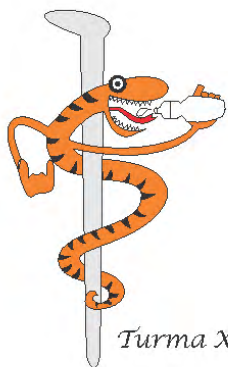
Figura 21.15 Posição de exercício. Em decúbito ventral, apoiado sobre os cotovelos.



Turma XII

22 Marcha

- ▶ Definições, 302
- ▶ Análise da fase de apoio, 305
- ▶ Análise da fase de balanço, 306
- ▶ Outros determinantes da marcha, 307
- ▶ Padrões de marcha relacionados com a idade, 309
- ▶ Marcha anormal (atípica), 309
- ▶ Pontos-chave, 314
- ▶ Autoavaliação, 314



Turma XII



O *caminhar* é a maneira utilizada para se locomover com os pés. A *marcha* é o processo da caminhada. Cada pessoa tem um estilo individual, que pode variar um pouco de acordo com o humor. Quando se está feliz, os passos são mais leves e pode haver mais “vitalidade” ao caminhar; ao contrário, quando se está triste ou deprimido, os passos podem ser “arrastados”. O padrão de caminhada de algumas pessoas é tão singular que é possível identificá-las de longe, mesmo sem ver seu rosto nitidamente. Embora haja muitos estilos diferentes, os da marcha normal são iguais.

A caminhada requer equilíbrio sobre um membro inferior enquanto o outro se move para frente. É necessário o movimento não só dos membros inferiores, mas também do tronco e dos membros superiores. Para analisar a marcha, é necessário, primeiro, determinar quais são os movimentos que ocorrem na articulação. Depois, com base nessas informações, identificam-se os músculos ou grupos musculares atuantes.

► Definições

Algumas definições são necessárias para descrever a marcha. O **ciclo da marcha**, também chamado de **passada**, é a atividade ocorrida entre o momento em que um pé toca o solo e o momento em que esse mesmo pé toca o solo novamente (Figura 22.1). O **comprimento da passada** é a distância percorrida durante o ciclo da marcha.

O **passo** é metade de uma passada. Dois passos (um direito e outro esquerdo) equivalem a uma passada ou um ciclo da marcha; esses passos devem ser iguais. O **comprimento do passo** é a distância entre o toque do calcanhar de um pé no solo e o toque do calcanhar do outro pé no solo (Figura 22.1). O aumento ou a diminuição da velocidade de caminhada aumenta ou diminui o comprimento do passo, respectivamente. Qualquer que seja a velocidade, os comprimentos dos passos devem ser iguais nos dois membros inferiores.

A velocidade da caminhada, ou **cadência**, é o número de passos por minuto e varia muito. A caminhada lenta pode ser de apenas 70 passos por minuto; no entanto, registraram-se velocidades muito mais baixas em estudantes a caminho de uma prova. Uma caminhada rápida pode alcançar até 130 passos por minuto, embora os praticantes de marcha atlética sejam muito mais rápidos. Independentemente da velocidade,

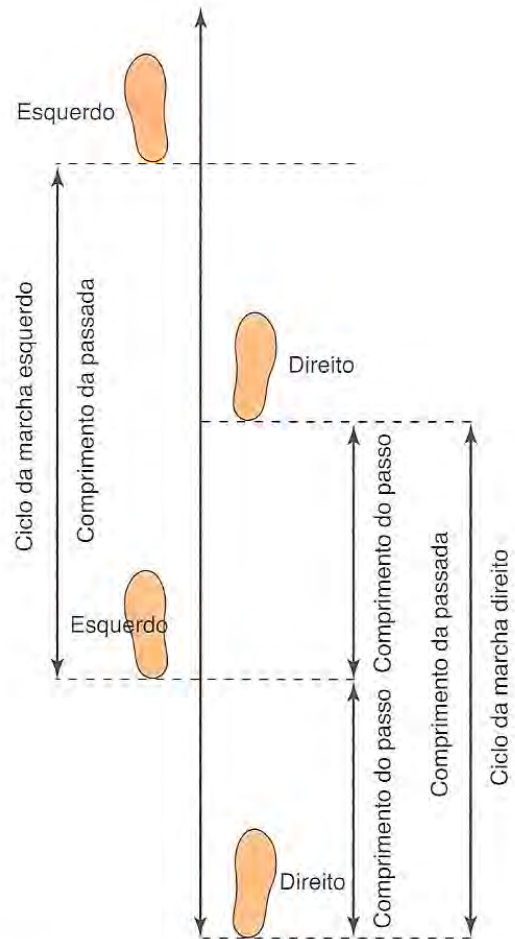


Figura 22.1 Terminologia do ciclo da marcha. Dois passos, um direito e um esquerdo, compõem um ciclo da marcha (também conhecido como *passada*).

o ciclo da marcha é igual; todas as partes ocorrem no local e no momento apropriado.

O ciclo da marcha tem duas fases (Figura 22.2): a fase de apoio e a de balanço. A **fase de apoio** é a atividade que ocorre quando o pé está em contato com o solo; começa quando o calcanhar de um pé toca o solo e termina quando esse pé sai (eleva-se) do solo. Essa fase constitui cerca de 60% do ciclo da marcha. A **fase de balanço** ocorre quando o pé não está em contato com o solo. Começa assim que o pé sai do solo e

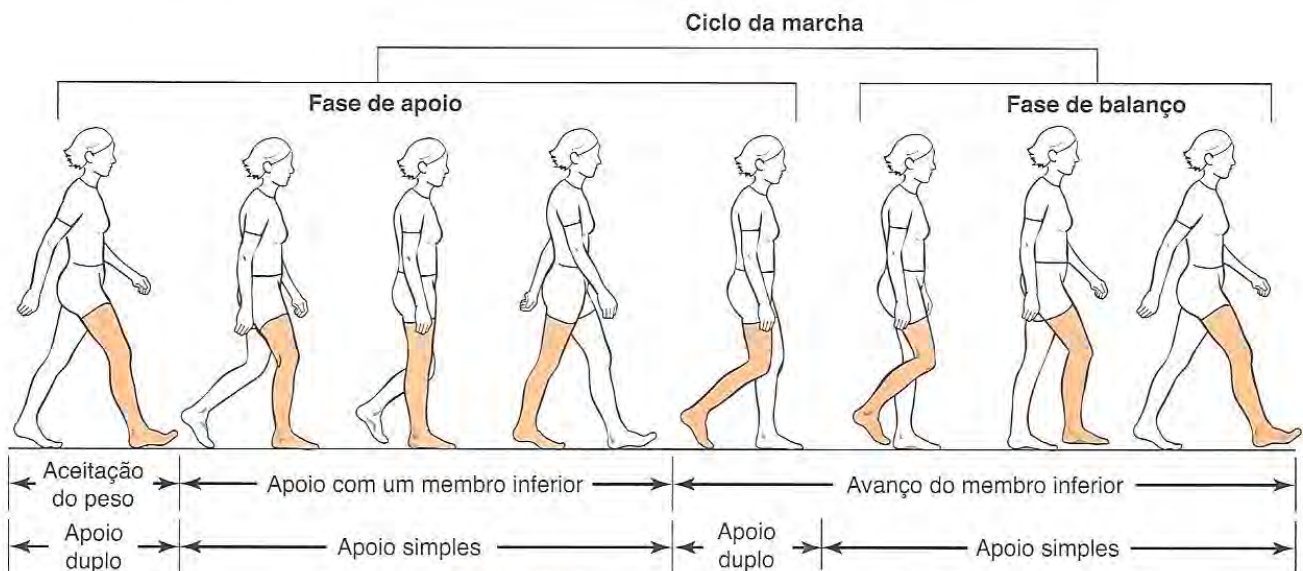


Figura 22.2 Fases do ciclo da marcha.

termina quando o calcanhar do mesmo pé toca o solo novamente. Essa fase constitui cerca de 40% do ciclo da marcha.

Perry (1992) identifica três atividades que devem ocorrer durante essas fases do ciclo da marcha: (1) aceitação do peso, (2) apoio em um membro inferior e (3) avanço do membro inferior. A Figura 22.2 mostra as fases do ciclo da marcha. A **aceitação do peso** ocorre bem no início da fase de apoio, quando o pé toca o solo e o peso do corpo começa a ser transferido para esse membro inferior. Em seguida, há o **apoio em um membro inferior**, quando o peso do corpo é totalmente transferido para o membro inferior de apoio para que o outro membro possa se deslocar para frente. O **avanço do membro inferior** ocorre durante a fase de balanço.

O ciclo da marcha tem dois períodos de apoio duplo e dois períodos de apoio simples (Figura 22.2). Denomina-se **apoio duplo** quando os dois pés estão em contato com o solo ao mesmo tempo. Isso ocorre quando está se iniciando a fase de apoio de um membro inferior e terminando a fase de balanço do outro. Por exemplo, o primeiro período de apoio duplo ocorre quando se está começando a fase de apoio do membro inferior direito e terminando a fase de apoio do membro inferior esquerdo. O segundo período de apoio duplo ocorre quando está terminando a fase de apoio do membro inferior direito e começando a fase de apoio do membro inferior esquerdo. Cada período de apoio duplo corresponde a aproximadamente 10% do ciclo da marcha em velocidade média de caminhada. À medida que a velocidade de caminhada aumenta, o tempo em que ambos os pés tocam o solo diminui. Quando se caminha devagar, o tempo despendido no apoio duplo é maior.

Durante a caminhada não há período **sem apoio**, isto é, em que não há contato dos pés com o solo. Entretanto, isso ocorre

durante a corrida. Além da velocidade, essa pode ser a maior diferença entre a corrida e a caminhada. Outras atividades, como saltar e pular, têm um período sem apoio, mas perdem a ordem de progresso que têm a caminhada e a corrida. Em outras palavras, essas atividades não incluem todas as partes das fases de apoio e balanço observadas na caminhada e na corrida.

O período de **apoio simples** ocorre quando apenas um pé está em contato com o solo (Figura 22.2). Assim, há dois períodos de apoio simples em um ciclo da marcha: uma vez quando o pé direito está no solo e o membro inferior esquerdo movimenta-se para frente; depois, de novo, quando o pé esquerdo sustenta o peso e o membro inferior direito movimenta-se para frente. Cada período de apoio simples corresponde a cerca de 40% do ciclo da marcha.

Muitos termos foram desenvolvidos a partir da terminologia original, ou tradicional, para descrever as fases da caminhada. Em muitos casos, embora possa ser precisa, a terminologia é inconveniente. Entretanto, a terminologia desenvolvida pelo Gait Laboratory do Rancho Los Amigos (RLA) Medical Center vem ganhando adeptos. Talvez a maior diferença entre as duas terminologias seja que os termos tradicionais referem-se a *momentos*, enquanto a terminologia do RLA refere-se a *períodos*. A terminologia tradicional reflete com precisão os principais pontos do ciclo da marcha, enquanto os períodos do RLA refletem com precisão a natureza móvel ou dinâmica da marcha. É melhor conhecer bem as duas terminologias, porque ambas são encontradas na literatura. A Tabela 22.1 compara a terminologia tradicional com a terminologia do RLA. Pode-se notar a semelhança, com algumas exceções. A Tabela 22.2 descreve as atividades de cada fase e os pontos essenciais a observar. A tabela reitera as pequenas

Tabela 22.1 Comparação da terminologia da marcha.

Tradicional		Rancho Los Amigos	
Termo	Definição	Termo	Definição
<i>Fase de apoio</i>			
Toque do calcanhar	O calcanhar toca o solo	Contato inicial	Idêntica
Apoio completo do pé	A planta do pé em contato com o solo	Resposta à carga	Início: logo após o contato inicial quando o peso do corpo está sendo transferido para o membro inferior e todo o pé está em contato com o solo Término: o pé oposto sai do solo
Apoio médio	Ponto em que o corpo passa sobre o membro inferior que sustenta o peso	Apoio médio	Início: o pé oposto sai do solo Término: o corpo está diretamente sobre o membro inferior que sustenta o peso
Saída do calcanhar	O calcanhar sai do solo, enquanto a região plantar sob as cabeças do 1º e 2º ossos metatarsais e os dedos continuam em contato com o solo	Apoio terminal	Início: Elevação do calcanhar do membro inferior que sustenta o peso Término: contato inicial do pé oposto; o corpo moveu-se na frente do membro inferior que sustenta o peso
Saída dos dedos	Os dedos saem do solo, terminando a fase de apoio	Pré-balanço	Início: contato inicial e transferência do peso para o membro inferior oposto Término: logo antes da saída dos dedos do membro inferior que sustenta o peso
<i>Fase de balanço</i>			
Aceleração	O membro inferior em fase de balanço começa a se mover para frente	Balanço inicial	Início: os dedos saem do solo Término: o pé de balanço é oposto ao pé que sustenta o peso, e há flexão máxima no joelho
Balanço médio	O membro inferior de balanço (que não sustenta o peso) está diretamente embaixo do corpo	Balanço médio	Início: o pé de balanço é oposto ao pé que sustenta o peso. Término: o membro inferior de balanço moveu-se para frente do corpo e a perna está em posição vertical
Desaceleração	O membro inferior está desacelerando em preparação para o toque do calcanhar	Balanço terminal	Início: a perna está em posição vertical. Término: logo antes do contato inicial

Tabela 22.2 Principais eventos do ciclo da marcha normal.

Terminologia tradicional	Terminologia do RLA	Atividade	Pontos essenciais a observar
Fase de apoio			
Toque do calcanhar* O pé toca o solo	<i>Contato inicial</i> O pé toca o solo	Início da fase de apoio Início da aceitação do peso Início do apoio duplo Corpo no ponto mais baixo do ciclo	A cabeça e o tronco estão eretos durante todo o ciclo De dorsiflexão para posição neutra do pé Extensão da perna Flexão da coxa Membro inferior na frente do corpo Pelve rodada para frente – ipsilateral Membro superior ipsilateral para trás, membro superior contralateral para frente
Apoio completo do pé Todo o pé está em contato com o solo	<i>Resposta à carga</i> Início do contato do pé com o solo, continua até o pé oposto sair do solo.	A transferência do peso para o membro inferior de apoio continua Fim do apoio duplo	Flexão plantar do pé e colocação do pé no solo Flexão parcial da perna, com absorção do choque Movimento de extensão da coxa O corpo alcança o membro inferior Balanço do membro superior ipsilateral para frente
Apoio médio O corpo passa sobre o membro inferior de apoio	<i>Apoio médio</i> Começa com a saída do outro membro inferior do solo, continua até que o corpo esteja sobre o membro inferior de apoio	Corpo no ponto mais alto do ciclo Início do apoio simples	Leve dorsiflexão do pé Continua a extensão da perna e da coxa O corpo passa sobre o pé direito Pelve em posição neutra Os dois membros estão paralelos ao corpo
Saída do calcanhar O calcanhar sai do solo, início do impulso	<i>Apoio terminal</i> Começa com a elevação do calcanhar, continua até o outro pé tocar o solo	O corpo move-se à frente do pé Fim do apoio simples	Leve dorsiflexão do pé, seguida por início da flexão plantar do pé Extensão da perna, seguida por início de leve flexão Hiperextensão da coxa Corpo à frente do membro inferior de apoio Rotação posterior da pelve – ipsilateral Balanço do membro inferior ipsilateral para frente
Saída dos dedos Os dedos saem do solo	<i>Pré-balanço</i> Começa com o contato do outro pé com o solo, continua até que os dedos saiam do solo	Início do avanço do membro inferior Início e término do apoio duplo	Flexão plantar do pé Flexão da perna e da coxa Inclinação lateral da pelve à direita Membro superior ipsilateral para frente
Fase de balanço			
Aceleração O membro inferior está atrás do corpo, movendo-se para frente para alcançá-lo	<i>Balanço inicial</i> Começa com a saída do pé do solo, termina com o balanço do pé oposto ao pé de apoio	Início da fase de balanço (sem sustentação de peso) Início do apoio simples contralateral	Início da dorsiflexão do pé Continua a flexão da perna e da coxa O membro inferior está atrás do corpo, mas movendo-se para frente A pelve começa a rodar para frente Balanço do membro superior ipsilateral para trás
Balanço médio O pé balança sob o corpo e ultrapassa o corpo	<i>Balanço médio</i> Começa com o pé oposto ao pé de apoio, termina com a perna em posição vertical	Encurtamento do membro inferior para sair do solo Continuação do apoio simples contralateral	Dorsiflexão do pé A perna em flexão máxima começa a se estender Flexão máxima da coxa O membro inferior passa sob o corpo e move-se na frente do corpo Pelve em posição neutra Membros superiores paralelos ao corpo e movendo-se em sentidos opostos
Desaceleração Desaceleração do membro inferior, preparando-se para tocar o solo	<i>Balanço terminal</i> Começa com a perna em posição vertical e termina quando o pé toca o solo	Fim do avanço do membro inferior Fim do apoio simples	O tornozelo continua em dorsiflexão Extensão da perna Flexão da coxa O membro inferior na frente do corpo Pelve rodada para frente – ipsilateral Membro superior ipsilateral para trás, membro superior contralateral para frente

*A terminologia em **negrito** é a tradicional. A terminologia em *italico* é do Rancho Los Amigos (RLA).

diferenças entre as duas terminologias. Os pontos essenciais, entretanto, estão na mesma sequência do ciclo da marcha, independentemente da terminologia utilizada.

► Análise da fase de apoio

Como definido antes, a fase de *apoio* é o período de contato do pé com o solo. É tradicionalmente dividida em cinco fases: (1) toque do calcanhar, (2) apoio completo do pé, (3) apoio médio, (4) saída (elevação) do calcanhar e (5) saída (elevação) dos dedos (Figura 22.3). Alguns autores dividem a fase de apoio em quatro fases, juntando a saída do calcanhar e a saída dos dedos em um componente, denominado *impulso*. Como as atividades nesses dois períodos são bastante diferentes, é melhor mantê-los separados.

O **toque do calcanhar** sinaliza o início da fase de apoio, o momento em que o calcanhar faz contato com o solo (Figura 22.4). Nesse ponto, o “tornozelo” está em posição neutra entre a dorsiflexão e a flexão plantar do pé, e inicia-se a flexão da perna na articulação do joelho. Essa leve flexão da perna absorve parcialmente o choque quando o pé toca o solo. A coxa está em flexão de cerca de 25°. O tronco está ereto e assim permanece durante todo o ciclo da marcha. O tronco roda para o lado oposto (contralateral), o membro superior oposto está para frente, e o membro superior do mesmo lado (ipsilateral) está para trás em hiperextensão do braço na articulação do ombro. Nesse momento, o peso do corpo começa a ser transferido para o membro inferior de apoio. Na terminologia do RLA, esse é o período de *contato inicial*.

Os músculos dorsiflexores do pé estão ativos e colocam o “tornozelo” em posição neutra. O músculo quadríceps femoral, que apresentava contração concêntrica, passa a se contrair de maneira excêntrica para minimizar o grau de flexão no joelho. Os músculos flexores da articulação do quadril estavam ativos. No entanto, os músculos extensores da articulação do quadril começam a se contrair, impedindo a flexão adicional da coxa nessa articulação. Os músculos eretores da espinha estão ativos e impedem a flexão do tronco. A força do pé ao tocar o solo é transmitida ao tronco pelo “tornozelo”, joelho e quadril. Isso causaria rotação anterior da pelve, com alguma flexão do tronco, se os músculos eretores da espinha não estivessem neutralizando essa força.

O **apoio completo do pé**, quando todo o pé está em contato com o solo, ocorre logo após o toque do calcanhar

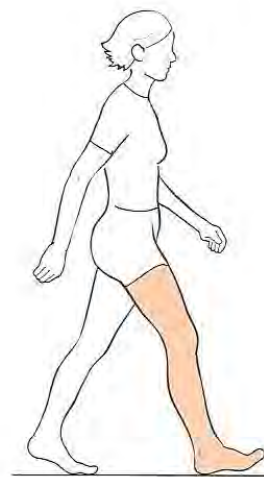


Figura 22.4 Toque do calcanhar no solo (*contato inicial* – RLA).

(Figura 22.5). Há aproximadamente 15° de flexão plantar do pé na articulação talocrural, com contração excêntrica dos músculos dorsiflexores para evitar que o pé “bata” com força no solo. Há cerca de 20° de flexão da perna. A coxa se estende, possibilitando que o restante do corpo comece a alcançar o membro inferior. A transferência do peso para o membro inferior de apoio continua. O apoio do pé é aproximadamente equivalente ao período de *resposta à carga* na terminologia do RLA, que é o período entre o fim do toque do calcanhar e o fim do apoio do pé.

O ponto em que o corpo passa sobre o membro inferior que sustenta o peso é o **apoio médio** (Figura 22.6). Há leve dorsiflexão do pé nessa fase; entretanto, os músculos dorsiflexores tornam-se inativos. Os músculos flexores plantares começam a se contrair, controlando a velocidade de movimento da perna sobre o “tornozelo”. A perna e a coxa continuam a se estender; há extensão dos membros superiores bilateralmente, e eles ficam quase paralelos ao corpo; o tronco está em posição neutra de rotação. Na terminologia do RLA, o *apoio médio* é o período entre o fim do apoio completo do pé e o fim do apoio médio.

Depois do apoio médio, ocorre a **saída (elevação) do calcanhar**, na qual o calcanhar sai do solo (Figura 22.7). Há leve dorsiflexão do pé (aproximadamente 15°) e, em seguida, início da flexão plantar do pé. Esse é o início da fase de **impulso**, às vezes denominada *fase de propulsão*, porque os músculos flexores plantares do pé empurram o corpo ativamente para

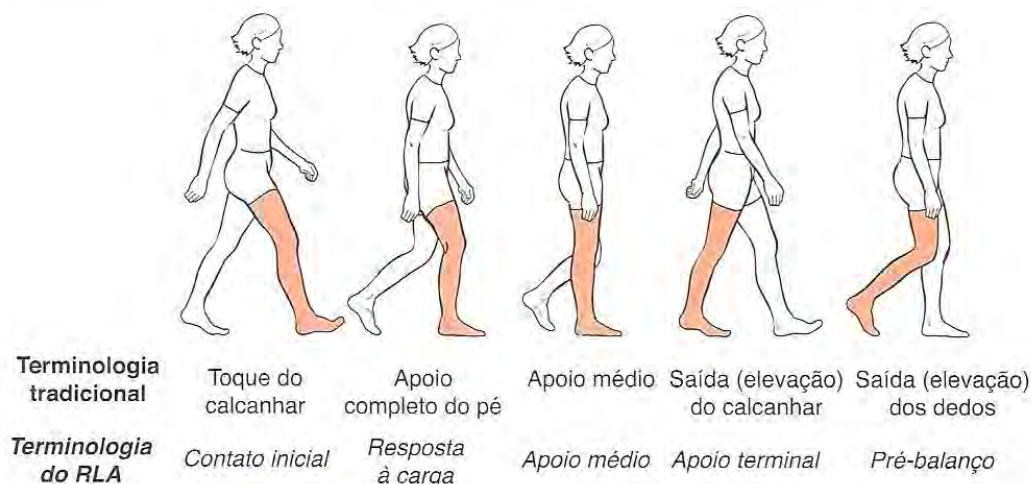


Figura 22.3 As cinco “partes” da fase de apoio no solo.



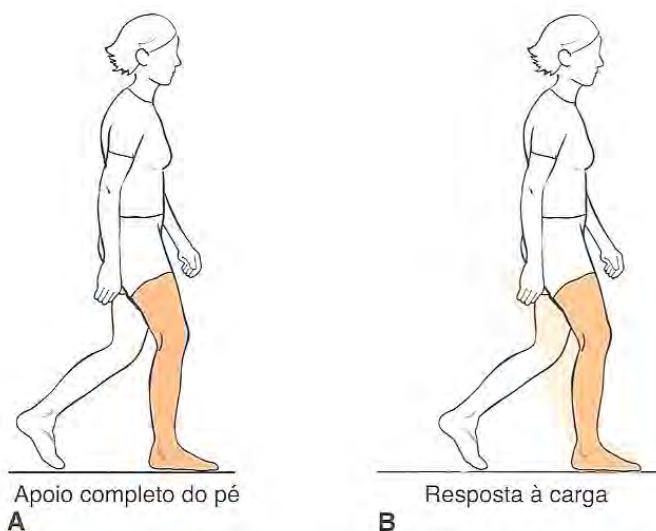


Figura 22.5 A. Apoio do pé no solo. B. Período de resposta à carga (RLA). O tom mais claro mostra o início da resposta à carga, o tom mais escuro mostra o fim desse período.

frente. Há extensão quase total da perna e hiperextensão da coxa. Então, o membro inferior posiciona-se atrás do corpo, o tronco começa a rodar para o mesmo lado, e o membro superior balança para frente com flexão do braço. Na terminologia do RLA, o *apoio terminal* é esse período entre o fim do apoio médio e o fim da saída do calcanhar do solo.

O fim da fase de impulso da fase de apoio é a **saída (elevação) dos dedos** do solo (Figura 22.8). Os dedos dos pés estão em hiperextensão extrema nas articulações metatarsofalângicas. Há cerca de 10° de flexão plantar do pé, bem como flexão da perna e da coxa. A coxa está perpendicular ao solo. Na terminologia do RLA, o *pré-balanço* é o período imediatamente precedente que inclui a saída dos dedos do solo, indicando o fim da fase de apoio e o início da fase de balanço.

► Análise da fase de balanço

A fase de balanço possui três momentos: aceleração, balanço médio e desaceleração (Figura 22.9). Todos eles são

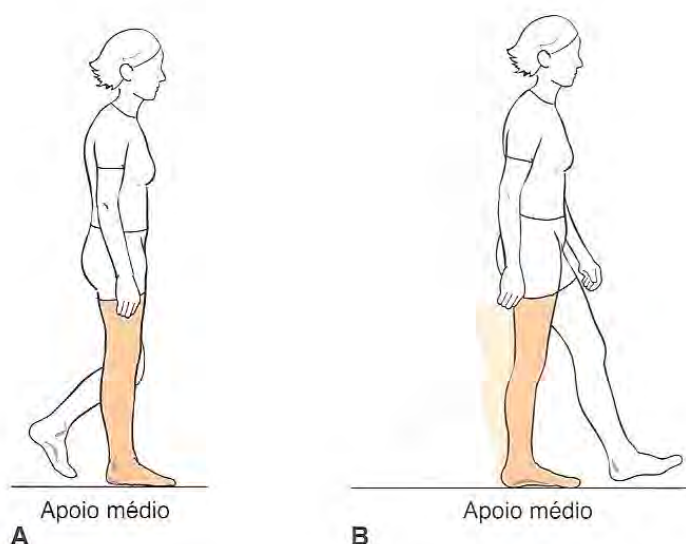


Figura 22.6 A. Apoio médio. B. Período de apoio médio (RLA). O tom mais claro mostra o início da resposta à carga, o tom mais escuro mostra o fim desse período.

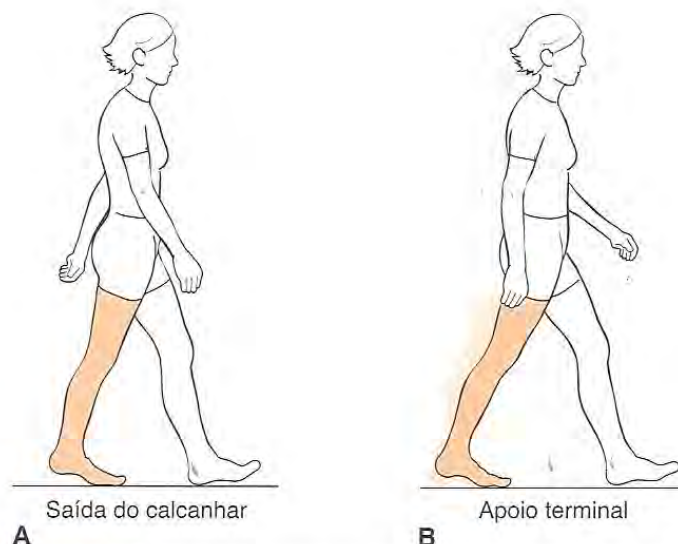


Figura 22.7 A. Saída (elevação) do calcanhar do solo. B. Período de apoio terminal (RLA). O tom mais claro mostra o início e o tom mais escuro mostra o fim desse período.

atividades sem sustentação de peso. A primeira parte é a **aceleração** (Figura 22.10). O membro inferior está atrás do corpo e movendo-se para alcançá-lo. Há dorsiflexão do pé, e a flexão da perna e da coxa continua, o que move o membro inferior para frente. Na terminologia do RLA, o *balanço inicial* é o período entre o fim da saída (elevação) dos dedos do solo e o fim da aceleração.

No **balanço médio**, os músculos dorsiflexores do pé puseram o “tornozelo” em posição neutra. A flexão da perna é máxima (aproximadamente 65°), assim como a da coxa (cerca de 25° de flexão). Esses movimentos encurtam o membro inferior e possibilitam a saída do pé do solo durante o balanço (Figura 22.11). A flexão adicional da coxa na articulação do quadril move o membro inferior para frente do corpo e coloca a perna em posição vertical. Na terminologia do RLA, o *balanço médio* é o período entre o fim da aceleração e o fim do balanço médio.

Na **desaceleração**, os músculos dorsiflexores do pé têm ação ativa para manter o “tornozelo” em posição neutra no preparo para o toque do calcanhar no solo (Figura 22.12).

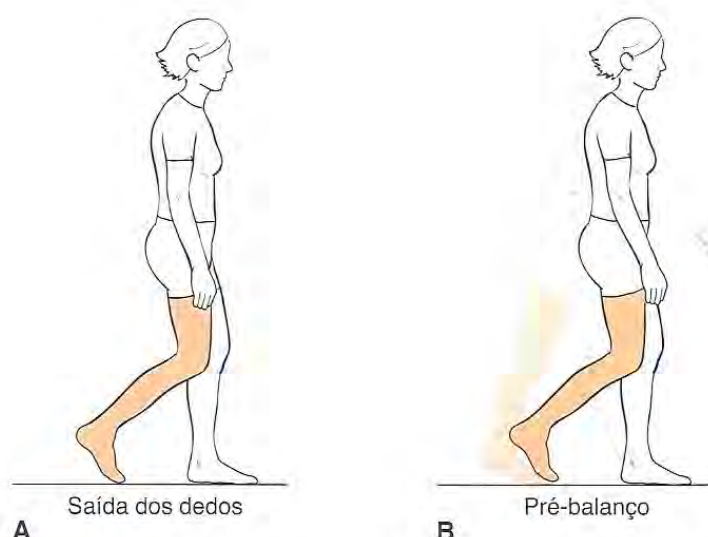


Figura 22.8 A. Saída (elevação) dos dedos do solo. B. Período de pré-balanço (RLA). O tom mais claro mostra o início e o tom mais escuro mostra o fim desse período.

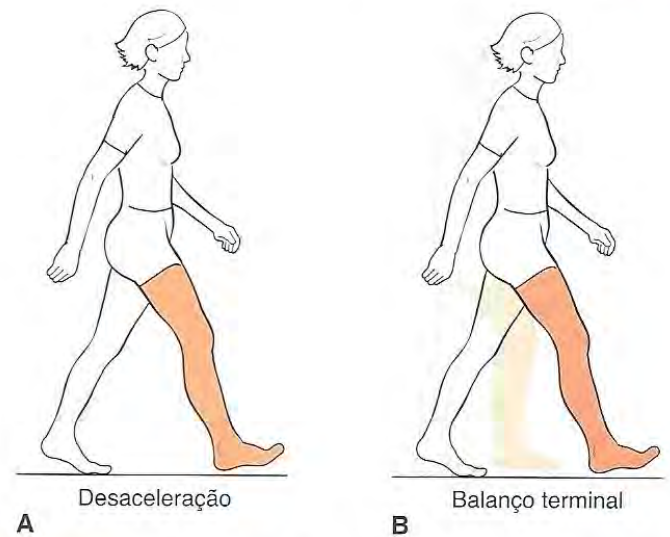
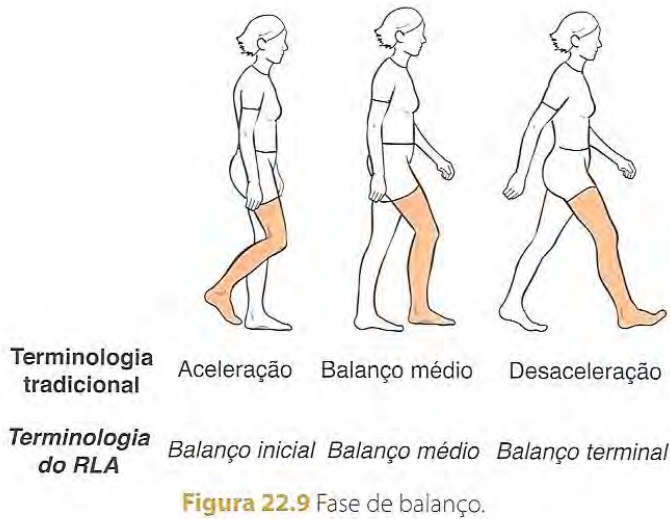


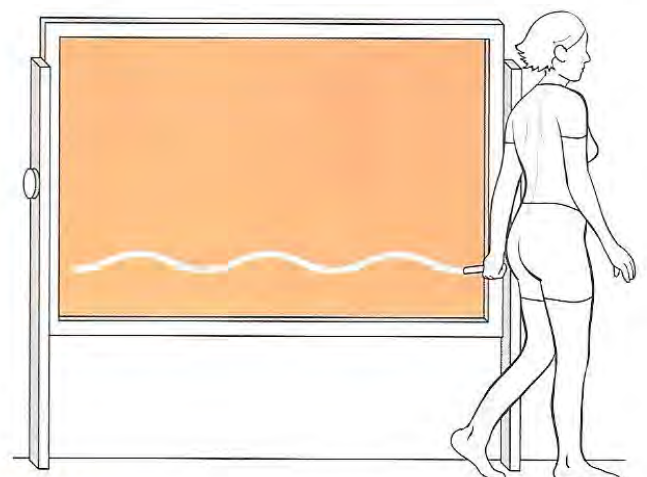
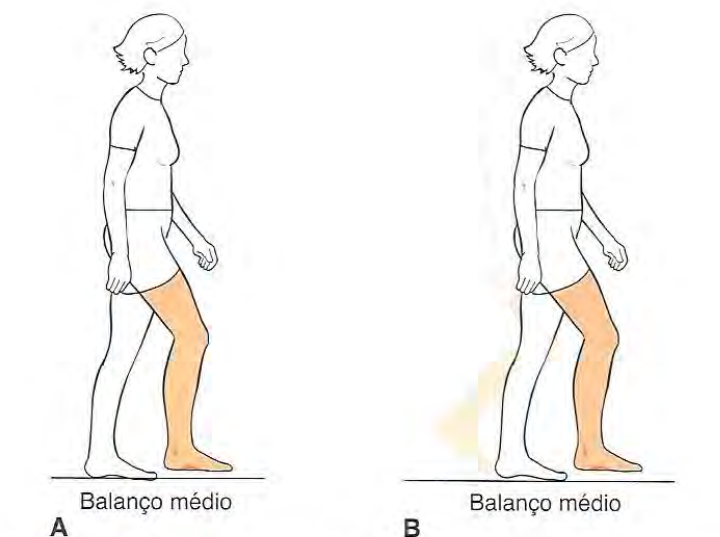
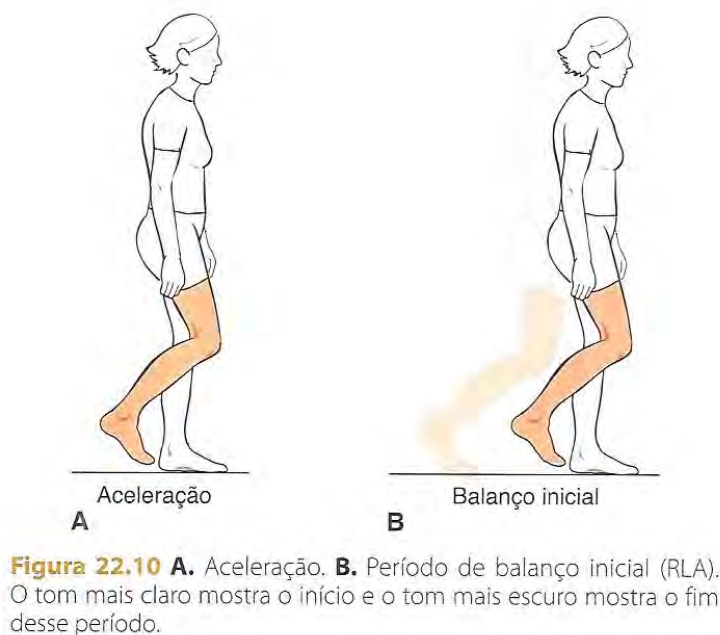
Figura 22.12 A. Desaceleração. B. Balanço terminal (RLA). O tom mais claro mostra o início e o tom mais escuro mostra o fim desse período.

Há extensão da perna na articulação do joelho e contração excêntrica dos músculos posteriores da coxa para desacelerar o membro inferior, evitando a extensão brusca. O membro inferior alcança o ponto máximo de balanço para frente, e a coxa continua fletida. Na terminologia do RLA, o *balanço terminal* é esse período entre o fim do balanço médio e o fim da desaceleração.

► Outros determinantes da marcha

Até agora, a descrição da marcha concentrou-se principalmente nas pernas e nos pés. No entanto, é preciso levar em conta outros acontecimentos no resto do corpo.

Se você caminhar ao longo de um quadro negro riscando-o com um giz, perceberá que a linha traçada sobe e desce como uma onda. O nome disso é **deslocamento vertical** do centro de gravidade (Figura 22.13). O deslocamento normal é de aproximadamente 5 cm; o ponto mais alto ocorre na fase de apoio médio e o mais baixo no toque do calcanhar no solo (*contato inicial*). Existe também um **deslocamento horizontal** do centro de gravidade, de mesmo grau, à medida que o peso do corpo é transferido de um lado para outro. Esse des-



locamento é máximo na fase de apoio simples durante o apoio médio. Em outras palavras, representa a distância horizontal percorrida pelo centro de gravidade do corpo ao se transferir para um pé, possibilitando o balanço para frente do outro pé. Em geral, o deslocamento laterolateral é de cerca de 5 cm.

Ao caminhar, os pés tocam o solo, um pouco afastados, e não um exatamente à frente do outro. Se fossem traçadas linhas unindo os sucessivos pontos médios de contato do calcanhar (*contato inicial*) de cada pé, essa distância seria de 5 a 10 cm. É conhecida como **largura da base da marcha** (Figura 22.14).

Se você caminhasse por uma sala com as mãos nos quadris, observaria que elas sobem e descem quando cada lado da pelve desce um pouco. Como mostra a Figura 22.15, essa **inclinação lateral da pelve** ocorre quando o membro inferior deixa de sustentar o peso na fase de saída dos dedos do solo (*pré-balanço*). Às vezes, essa leve inclinação é denominada

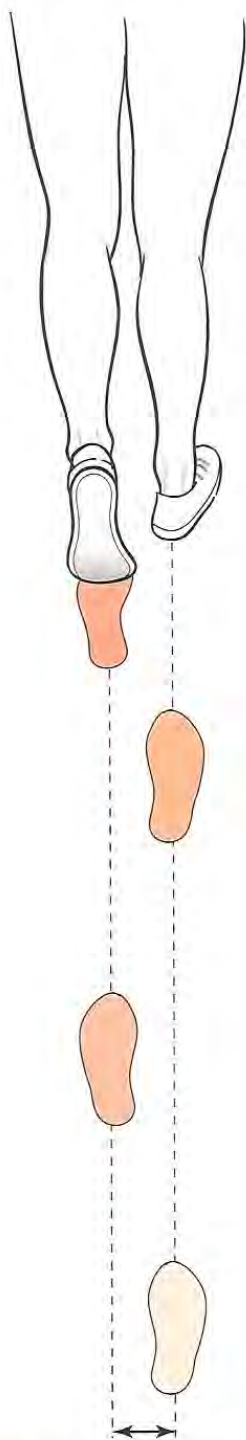


Figura 22.14 Largura da base da marcha.



Figura 22.15 Inclinação lateral da pelve.

senal de Trendelenburg. A inclinação seria maior não fosse a ação conjunta dos músculos abdutores da coxa do lado oposto (que sustentam o peso) e eretores da espinha do mesmo lado, que mantêm a pelve praticamente nivelada. Quando a pelve desce no lado direito (lado que não sustenta o peso), há adução forçada da coxa esquerda (lado que sustenta o peso). Para manter a pelve nivelada, embora ela realmente desça um pouco, os músculos abdutores da coxa esquerdos contraem-se para evitar a adução da coxa. Ao mesmo tempo, há contração do músculo eretor da espinha direito, inserido na pelve, que “puxa para cima” o lado da pelve que tende a descer (Figura 22.16).

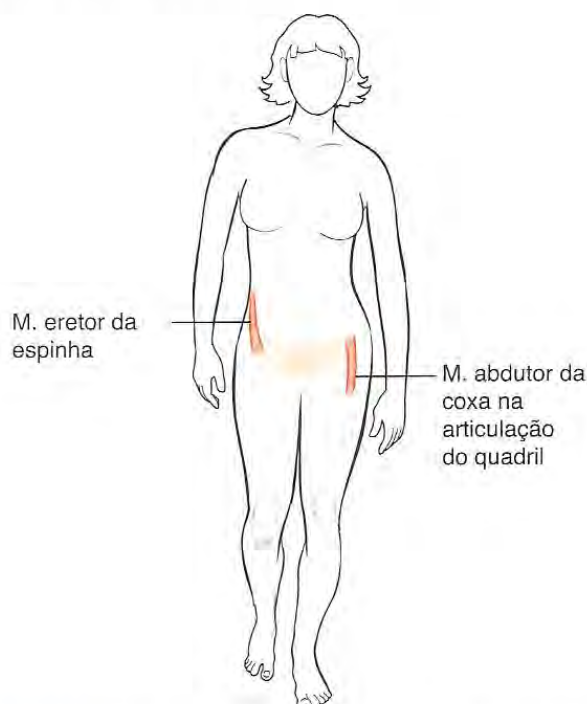


Figura 22.16 Músculos que minimizam a inclinação lateral da pelve. **A.** Músculos abdutores da coxa na articulação do quadril. **B.** Músculos eretores da espinha.

Além disso, o comprimento do passo normalmente deve ser igual em distância e tempo. Os membros superiores devem mover-se junto com o membro inferior oposto. O tronco gira para frente enquanto o membro inferior avança na fase de balanço. O balanço dos membros superiores em oposição à rotação do tronco controla o grau de rotação por contrarotação. A cabeça deve estar ereta, os ombros, nivelados e o tronco, estendido.

Ao analisar a marcha, é melhor observar a pessoa em posição lateral e anterior (e, às vezes, posterior). Em geral, a posição lateral é melhor para avaliar o comprimento do passo, o balanço dos membros superiores, a posição da cabeça e do tronco e os movimentos da perna e dos pés. A largura da base da marcha, a inclinação da pelve e a posição dos ombros e da cabeça devem ser observadas em posição anterior ou posterior.

► Padrões de marcha relacionados com a idade

Nem todos os padrões de marcha em desacordo com as características da marcha “normal” são causados por doença. Os padrões de marcha de crianças pequenas e de adultos idosos têm diferenças características em relação ao padrão de marcha de adultos jovens, consideradas variações relacionadas com a idade, não patológicas. As diferenças observadas em crianças pequenas tendem a desaparecer com o tempo. A base da marcha tende a ser mais larga, a cadência é mais alta e o comprimento da passada é mais curto. O contato inicial com o solo é feito com apoio completo do pé, e não com o toque do calcanhar. As pernas geralmente permanecem estendidas durante a fase de apoio. Em outras palavras, elas tendem a dar maior número de passos, curtos e irregulares, em um menor período. Também não há, ou há pouco, balanço recíproco dos membros superiores. É fácil observar isso quando uma criança caminha ao lado de um adulto.

Mesmo sem doença, o padrão de marcha dos idosos é modificado. Embora não haja consenso universal sobre os motivos dessas mudanças, acredita-se que a segurança e o medo de cair sejam os principais fatores. De modo geral, os idosos perdem massa muscular, são menos ativos e têm perdas auditivas e visuais. Deve-se reconhecer que a idade influencia muitos fatores, como saúde, nível de atividade e até mesmo a atitude. Algumas pessoas de 70 anos podem parecer ter mais idade que outras 10 anos mais velhas ou até mais. Considerando-se todos esses qualificadores, podem-se fazer algumas afirmações gerais acerca das alterações no padrão de marcha dos idosos. Eles tendem a caminhar mais devagar, com aumento da duração da fase de apoio; portanto, há períodos mais longos de apoio duplo. Como os passos são mais curtos, o deslocamento vertical diminui. Eles caminham com uma base mais larga e, por isso, têm maior deslocamento horizontal. Há diminuição do número e da velocidade dos movimentos automáticos, o que pode aumentar o risco de tropeçar e cair. Isso, por sua vez, pode contribuir para maior elevação dos dedos em relação ao solo.

► Marcha anormal (atípica)

Há muitas causas de marcha anormal. Pode ser temporária, como na entorse do “tornozelo”, ou permanente, como após

um acidente vascular encefálico. A variação pode ser grande, dependendo da gravidade do problema. Se um músculo está fraco, qual é o grau de fraqueza? Se o movimento articular é limitado, qual é o grau de limitação? Como em todas as causas de movimento anormal, a intensidade ou o grau de acometimento sempre acarretam diversas alterações, que variam de pequenas a grandes. Existem muitos métodos de classificação da marcha anormal. A seguir, é apresentada uma lista de marchas anormais com base na causa geral ou na anormalidade:

- Fraqueza/paralisia muscular
- Limitação da amplitude de movimento (ADM) articular/muscular
- Acometimento neurológico
- Dor
- Discrepância no comprimento dos membros inferiores

▪ Fraqueza/paralisia muscular

Dependendo da causa ou da intensidade do distúrbio, a fraqueza muscular varia de fraqueza leve a paralisia completa, com perda total da força. Em linhas gerais, na fraqueza muscular, o corpo tende a compensar transferindo o centro de gravidade sobre a parte acometida ou em direção a ela. Basicamente, isso diminui o momento da força (torque) sobre a articulação, reduzindo a força muscular necessária. É claro que a parte do ciclo da marcha afetada é aquela na qual os músculos ou as articulações têm papel principal. Neste texto, a terminologia tradicional é utilizada com os termos do RLA destacados em *itálico*, quando forem diferentes.

Na **marcha do músculo glúteo máximo**, há rápido desvio posterior do tronco ao toque do calcanhar no solo (*contato inicial*). Isso transfere o centro de gravidade posteriormente sobre o músculo glúteo máximo, deslocando a linha de força posterior às articulações do quadril (Figura 22.17). Com o pé em contato com o solo, é menor a força muscular necessária para manter a extensão da coxa durante a fase de apoio. Às vezes, essa transferência é denominada *marcha do “cavalinho de balanço”* em razão do extremo movimento do tronco para trás e para frente.

Na **marcha do músculo glúteo médio**, a pessoa desvia o tronco para o lado afetado durante a fase de apoio. Na Figura 22.18, o músculo glúteo médio esquerdo, que é abductor da coxa na articulação do quadril, está fraco, o que tem duas consequências: (1) o corpo inclina-se sobre o membro inferior

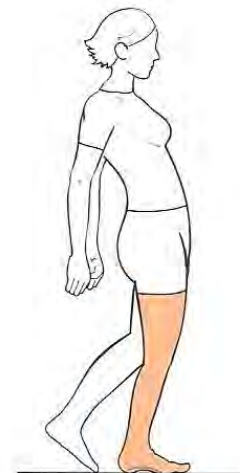


Figura 22.17 Marcha do músculo glúteo máximo causada por fraqueza/paralisia muscular no lado direito.



Figura 22.18 Marcha do músculo glúteo médio.

esquerdo durante a fase de apoio, e (2) o lado direito da pelve desce quando o membro inferior direito sai do solo e inicia a fase de balanço. Essa marcha também é conhecida como *marcha de Trendelenburg* e não deve ser confundida com o grau normal de descida da pelve. O desvio do tronco sobre o lado afetado é uma tentativa de reduzir a força do músculo glúteo médio necessária para estabilizar a pelve.

Quando há fraqueza do grupo do músculo **quadríceps femoral**, podem-se usar diversos mecanismos de compensação. As manobras de compensação utilizadas variam se há fraqueza apenas do músculo quadríceps femoral ou de outros músculos do membro inferior. Na fraqueza do músculo quadríceps femoral, a pessoa pode inclinar o corpo para frente sobre esse músculo no início da fase de apoio, quando o peso está sendo transferido para o membro inferior de apoio. Nesse momento, normalmente a linha de força está atrás do joelho, o que exige a ação do músculo quadríceps femoral para evitar o encurvamento do joelho. Inclinando-se para frente na articulação do quadril, o centro de gravidade é desviado anteriormente e a linha de força agora passa anteriormente ao joelho, o que força a extensão da perna na articulação do joelho. Outra manobra de compensação é usar os músculos extensores da articulação do quadril e os flexores plantares do pé em uma ação de cadeia fechada para estender a perna no momento do toque do calcanhar no solo (*contato inicial*). A Figura 19.22 mostra essa inversão da ação do músculo. Além disso, a pessoa pode empurrar a região anterior da coxa durante a fase de apoio, mantendo a perna em extensão na articulação do joelho (Figura 22.19).

A fraqueza dos **músculos posteriores da coxa** pode ter duas consequências. Durante a fase de apoio, há hiperextensão excessiva da perna, às vezes denominada *joelho recurvado* (Figura 22.20). Sem os músculos posteriores da coxa para retardar o balanço para frente do membro inferior durante a desaceleração (*balanço terminal*) na fase de balanço, há extensão rápida da perna.

O grau de fraqueza dos músculos **dorsiflexores do pé** determina o mecanismo possível de compensação. Se a força for insuficiente para realizar a dorsiflexão do pé no início da fase de apoio, o pé “desaba” em posição plana, com toda a planta do pé apoiando-se no solo. No entanto, se não houver dorsiflexão do pé, os dedos tocam o solo primeiro, o que costuma ser denominado **marcha equina** (Figura 22.21A). Em seguida, os fracos músculos dorsiflexores do pé podem não ser

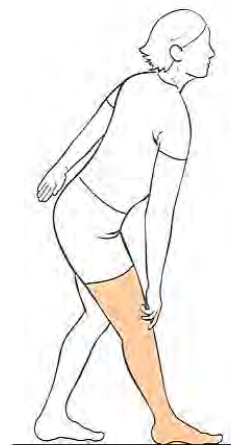


Figura 22.19 Marcha causada por fraqueza/paralisia do músculo quadríceps femoral.

capazes de sustentar o peso do corpo depois do toque do calcanhar e, portanto, há movimento em direção à posição plana do pé (*resposta à carga*) durante sua contração excêntrica. O resultado é a “**batida com o pé**” no solo. Como os músculos dorsiflexores são incapazes de retardar a descida do pé, o pé “bate” em flexão plantar à medida que o peso aumenta sobre o membro inferior. Durante a fase de balanço, eles podem não ser capazes de fazer a dorsiflexão do pé. A gravidade faz com que o pé caia em flexão plantar quando está suspenso do solo, o que é chamado de **pé em gota**. Assim, é necessário levantar mais o joelho para que o pé em gota saia do solo, o que é conhecido como a **marcha escarvante** (Figura 22.21B). O tambor-mor de uma fanfarra usa os elementos dessa marcha durante a apresentação.

Quando o **grupo do músculo tríceps sural** (gastrocnêmio e sóleo) é fraco, não há elevação do calcanhar na fase de impulso (*apoio terminal*), o que diminui o comprimento do passo no lado não afetado. Às vezes, isso é denominado *claudicação dolorosa*. Embora essa marcha seja perceptível no plano, torna-se mais acentuada em um aclone.

A **marcha bamboleante** é comum na distrofia muscular e em outros tipos de distrofias porque há fraqueza difusa de muitos grupos musculares. A pessoa fica em pé com os ombros atrás dos quadris, muito semelhante a uma pessoa com paraplegia que se equilibraria por apoio no ligamento iliofemoral dos quadris (Figura 22.22). Há acentuação da lordose lombar,



Figura 22.20 Marcha com joelho recurvado (hiperestendido).

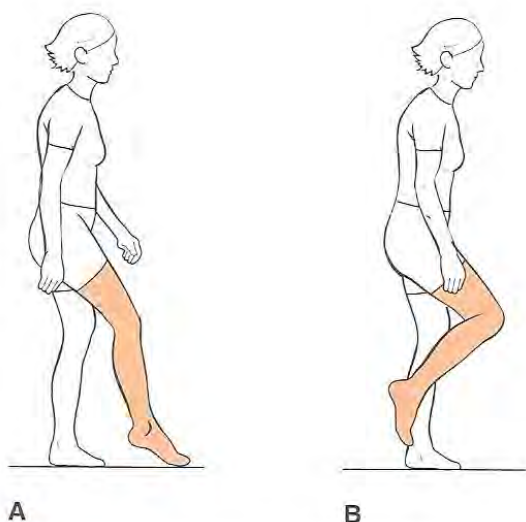


Figura 22.21 A fraqueza, paralisia ou ausência de músculos dorsiflexores do pé acarreta: marcha equina no toque do calcanhar no solo (*contato inicial – RLA*) (A) e marcha escarvante durante a fase de balanço (B).

instabilidade pélvica e marcha de Trendelenburg. A rotação recíproca da pelve e do tronco é pequena ou nula. Para balançar o membro inferior para frente, é necessário que todo o lado do corpo balance para frente. Por exemplo, normalmente, quando o membro inferior direito balança para frente, o membro superior direito balança para trás. Nesse caso, os membros superior e inferior direitos balançam para frente juntos. Junte-se a isso a inclinação excessiva do tronco na marcha de Trendelenburg bilateral, e pode-se ver a natureza bamboleante da marcha. A marcha escarvante é frequente.

▪ Limitação da amplitude de movimento articular/muscular

Nesse grupo, a articulação é incapaz de executar a amplitude de movimento normal porque há fusão óssea ou limitação dos tecidos moles. Essa limitação pode ser consequência de contraturas de músculo, alterações da cápsula articular ou da pele.

Na **contratura em flexão do quadril**, a coxa acometida é incapaz de fazer extensão e hiperextensão durante as fases de apoio médio e impulso (*apoio terminal*). Para compensar, a

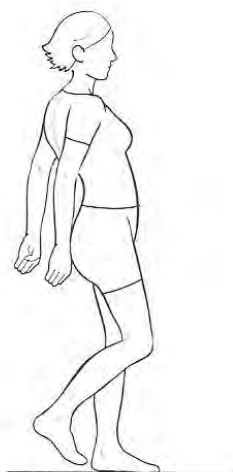


Figura 22.22 Marcha bamboleante.



Figura 22.23 Posição de saudação provocada por contratura em flexão da coxa na articulação do quadril.

pessoa geralmente assume a posição de saudação ou cumprimento na qual há flexão da coxa e inclinação do tronco para frente, como em uma reverência (Figura 22.23). Também pode haver flexão simultânea da perna do membro inferior acometido, quando o normal seria a extensão da perna.

Na **fusão do quadril**, o aumento do movimento da região lombar da coluna vertebral e da pelve pode ser uma boa compensação do movimento na articulação do quadril. A diminuição da lordose e a inclinação posterior da pelve possibilitam o balanço do membro inferior para frente (Figura 22.24A), enquanto o aumento da lordose e a inclinação anterior da pelve balançam o membro inferior posteriormente (Figura 22.24B). Às vezes, isso é denominado *marcha do badalo de sino*. Ao balançar para trás e para frente, o sino também provoca o movimento para trás e para frente do badalo em seu interior.

A **contratura em flexão do joelho** causa dorsiflexão excessiva durante o apoio médio e elevação precoce do calcanhar durante o impulso (*apoio terminal*). O comprimento do passo também é encurtado no lado não afetado. Na **fusão do joelho** o comprimento do membro inferior, que depende da posição da articulação do joelho, não varia. Se a articulação do joe-

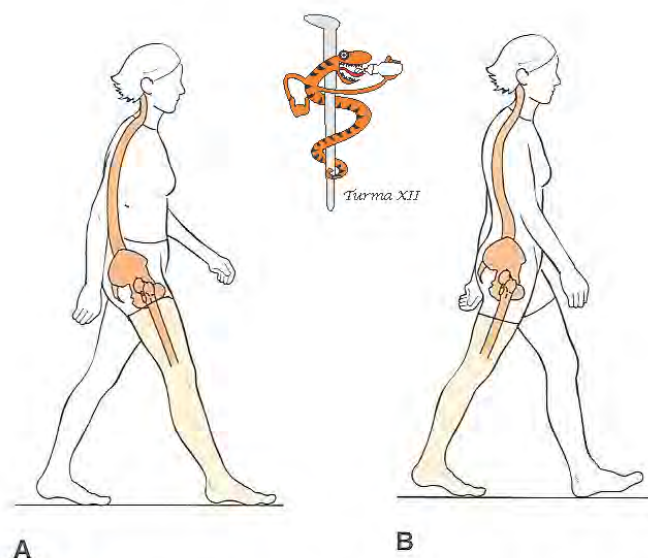


Figura 22.24 Marcha do badalo de sino decorrente da fusão do quadril. Em A o membro inferior balança para frente, reduzindo a lordose lombar e inclinando a pelve posteriormente. Em B, o membro inferior balança para trás acentuando a lordose lombar e inclinando a pelve anteriormente.

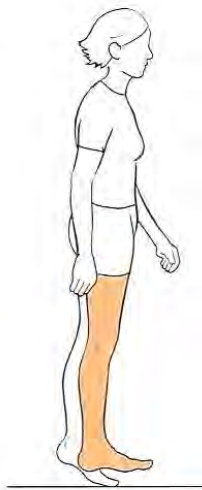


Figura 22.25 Marcha de elevação resultante da fusão do joelho direito em extensão. A pessoa levanta-se na ponta dos pés do lado esquerdo para que o membro inferior direito acometido possa balançar.

lho estiver em extensão, a perna não se encurta durante a fase de balanço. Para compensar, a pessoa tem de: (1) levantar-se na ponta dos pés do membro inferior não acometido em uma **marcha de elevação** (Figura 22.25); (2) elevar o quadril no lado acometido; (3) movimentar o membro inferior lateralmente ou (4) fazer alguma variação desses três métodos. Na **marcha ceifante**, o membro inferior começa perto da linha mediana do corpo na fase de impulso (*apoio terminal*), move-se lateralmente durante a fase de balanço e volta a aproximar-se da linha mediana para o toque do calcanhar no solo (Figura 22.26). É denominada **marcha abduzida** se o membro inferior for mantido em abdução durante todo o ciclo da marcha.

A **contratura do músculo tríceps sural** apresenta várias consequências, dependendo da sua intensidade. Pode haver extensão excessiva da perna durante o apoio médio, porque o comprimento dos músculos flexores plantares do pé é insuficiente para possibilitar a sua dorsiflexão. Se a extensibilidade do músculo gastrocnêmio não for suficiente para o alongamento em relação às articulações talocrural e do joelho, é pre-

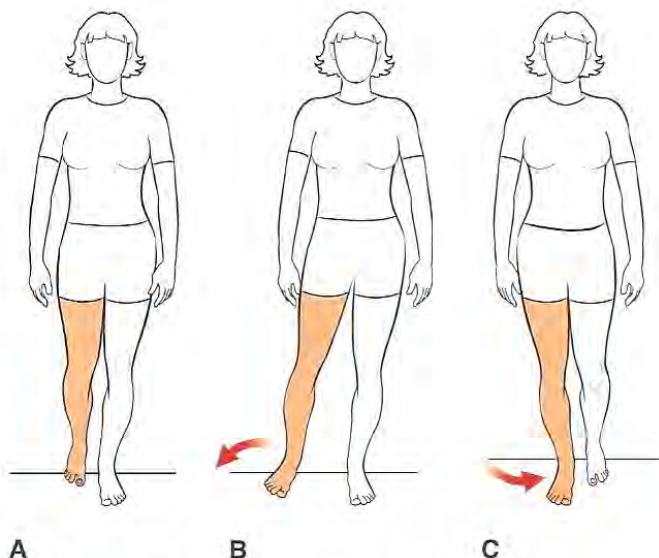


Figura 22.26 Marcha ceifante. A. O membro inferior está em posição normal no fim da fase de apoio. Depois, há abdução e circundução desse membro durante a fase de balanço (B), voltando à posição normal para o início da fase de apoio (C).

ciso fazer alguma concessão. Ou há dorsiflexão limitada do pé ou extensão extrema da perna. Lembre-se de que o músculo gastrocnêmio é um músculo biarticular que faz a flexão plantar do pé e a flexão da perna. Durante a sustentação de peso, o peso do corpo pode forçar certo grau de dorsiflexão do pé e, assim, a contratura do músculo gastrocnêmio força a extensão da perna. Além disso, há elevação precoce do calcanhar durante o impulso (*apoio terminal*), o joelho é levantado mais alto durante a fase de balanço e os dedos tocam o solo primeiro durante o toque do calcanhar (*contato inicial*). Essa marcha é denominada **marcha escarvante**.

A **fusão do “tornozelo”** costuma ser denominada **artrodese tripla** por causa da fusão da articulação talocalcânea e das duas articulações que formam a articulação transversa do tarso. A consequência é a perda da pronação e supinação do pé na articulação talocrural. A flexão plantar e a dorsiflexão do pé continuam, mas são limitadas. Em geral, o comprimento da passada diminui. A pessoa tem mais dificuldade para caminhar em superfície irregular em virtude da perda da capacidade de pronação e supinação do pé.

▪ Alteração neurológica

O grau de distúrbio da marcha depende do grau e da intensidade da alteração neurológica. Por exemplo, a espasticidade dos músculos flexores da coxa na articulação do quadril afeta o movimento do membro inferior para frente nas fases de apoio médio e apoio terminal. A espasticidade dos músculos posteriores da coxa pode manter a perna em posição fletida e, assim, interferir no movimento do membro inferior para frente durante a fase de apoio e limitar a eficácia da extensão da perna no fim do balanço. A espasticidade do músculo tríceps sural pode manter a flexão plantar do pé, causando problemas durante as fases de apoio e de balanço. A espasticidade tende a pôr o pé em posição vara e a flacidez, em posição valga.

A **marcha hemiplégica** varia de acordo com a intensidade da alteração neurológica e com a existência e o grau de espasticidade. Em linhas gerais, na espasticidade há sinergia de extensão no membro inferior alterado. Há extensão, adução e rotação medial da coxa. Há extensão da perna, embora geralmente seja instável. Observa-se pé em gota com flexão plantar e inversão do pé (*equinovaro*), tanto na fase de apoio quanto na de balanço. O membro superior alterado pode apresentar sinergia de flexão típica (Figura 22.27). Em geral, não



Figura 22.27 Marcha hemiplégica.

há balanço recíproco do membro superior. O comprimento do passo tende a aumentar no lado alterado e a diminuir no lado não alterado.

Muitas vezes, a alteração cerebelar acarreta **marcha atáxica**. A ausência de coordenação provoca movimentos espasmódicos irregulares. O equilíbrio tende a ser deficiente e a base de sustentação ao caminhar é larga (marcha abduzida). Em geral, a pessoa tem dificuldade para caminhar em linha reta e tende a cambalear. O movimento recíproco do membro superior também parece ser espasmódico e irregular. Todos os movimentos parecem exagerados.

Na **marcha parkinsoniana**, associada a tremor, há diminuição do movimento. A postura dos membros inferiores e do tronco tende a ser de flexão. Há flexão parcial dos antebraços e não há balanço recíproco dos membros superiores, ou esse balanço é pequeno. O comprimento da passada é muito reduzido, e o calcanhar do pé que está na frente não ultrapassa o pé que está atrás. A pessoa caminha arrastando os pés totalmente apoiados no solo e transfere o peso para frente sobre os dedos dos pés (Figura 22.28). Há dificuldade para iniciar os movimentos. Essa marcha de passos arrastados tende a começar devagar e a acelerar, e muitas vezes a pessoa tem dificuldade de parar. A aparência é de que os pés estão tentando alcançar o tronco inclinado para frente. É denominada **marcha festinante**.

A espasticidade dos músculos adutores da coxa causa a **marcha em tesoura**. Essa marcha é mais evidente durante a fase de balanço, quando o membro inferior sem apoio balança em direção ao membro inferior de apoio, encostando-se nele ou cruzando-o. Não é preciso dizer que há estreitamento da base da marcha. O tronco pode se inclinar sobre o membro inferior de apoio quando o membro inferior em fase de balanço tenta ultrapassá-lo (Figura 22.29).

A **marcha agachada** é causada pela alteração bilateral dos membros inferiores observada na diplegia espástica associada à paralisia cerebral. Muitas vezes há grande variação da marcha em relação ao que se considera “típico”. Há flexão, adução e rotação medial excessiva das coxas e flexão das pernas. Há flexão plantar dos pés. A pelve mantém inclinação anterior e há acentuação da lordose lombar. Para compensar, há exagero do balanço recíproco do membro superior e do deslocamento horizontal.

▪ Dor

Quando uma pessoa tem dor em alguma articulação do membro inferior, a tendência é a diminuição da fase de apoio.

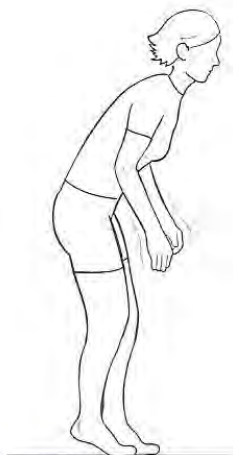


Figura 22.28 Marcha parkinsoniana.

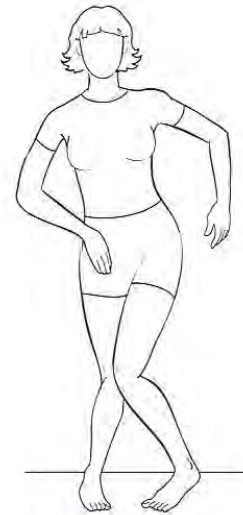


Figura 22.29 Marcha em tesoura.

Em outras palavras, se há dor ao se apoiar sobre a articulação, não se apoie sobre ela. A fase de apoio encurtada, muitas vezes com abdução, no lado alterado faz com que o passo seja rápido e mais curto no lado não alterado. A compensação no balanço recíproco no membro superior também é evidente. O balanço recíproco do membro superior diminui à medida que o comprimento do passo é encurtado, exagerado e muitas vezes abduzido. Essa marcha geralmente é denominada **marcha antálgica**. Quando a dor é causada por um problema no quadril, a pessoa inclina-se sobre esse quadril ao sustentar o peso. Isso diminui o torque na articulação e o grau de pressão sobre a cabeça do fêmur. Magee (1987) afirmou que a pressão é reduzida de mais que o dobro do peso do corpo para aproximadamente o peso do corpo.

▪ Discrepância do comprimento dos membros inferiores

Todos nós temos membros inferiores de comprimentos diferentes. Com frequência, há discrepância de até 0,6 cm entre os membros inferiores direito e esquerdo. Como é necessário que os dois pés estejam em contato com o solo na postura em pé, como o corpo se ajusta à diferença de comprimento dos membros inferiores? Clinicamente, essas discrepâncias menores costumam ser corrigidas com o uso de suportes (calcanheiras) de diferentes alturas dentro do sapato. Se não houver correção, a queda da pelve no lado do membro inferior mais curto (lado afetado) compensa a discrepância mínima do comprimento. Embora a aparência possa ser normal, há aumento do estresse na região lombar da coluna vertebral, nos quadris e nos joelhos. Além do aumento da inclinação lateral da pelve, a pessoa pode compensar inclinando o corpo sobre o membro inferior mais curto. A consequência disso seria maior inclinação lateral da parte superior do corpo. Essas técnicas compensam discrepâncias de até 7,5 cm aproximadamente.

Quando há **discrepância moderada**, entre 7,5 e 12,7 cm (dependendo da altura da pessoa), a inclinação para baixo da pelve no lado afetado não é mais eficaz. A pessoa precisa encurtar o membro inferior não acometido ou tornar o membro inferior acometido funcionalmente maior. É necessário um membro inferior maior, por isso a pessoa geralmente caminha apoiando-se nas cabeças do primeiro e segundo ossos metatarsais no lado alterado (menor), o que é chamado de

marcha equina. A alteração mais óbvia no padrão de marcha seria a perda do toque de calcanhar no solo (*contato inicial*) e do apoio completo do pé (*resposta à carga*).

A pessoa pode recorrer a várias técnicas para compensar a discrepância acentuada de comprimento dos membros inferiores (p. ex., qualquer discrepância acima de 12,7 cm, mais uma vez, dependendo da altura). Além de inclinar a pelve para baixo e da marcha equina, ela pode fletir a perna no lado não alterado. Nesse caso, a fase de apoio tenderia a começar com apoio completo do pé em vez do toque do calcanhar. A perna seria mantida em flexão durante todo o ciclo da marcha. Para se ter uma ideia da situação, caminhe na rua com um pé na pista e o outro, na calçada.

A discrepância do comprimento dos membros inferiores maior do que se pode compensar com o uso de “calcanheiras” geralmente é causada por algum tipo de alteração. Por exemplo, uma pessoa com fratura do fêmur consolidada em posição de cavalgamento teria um membro inferior mais curto que o outro. A lesão da lâmina epifisial de um ou mais ossos longos do membro inferior de uma criança em fase de crescimento pode interromper o crescimento desse membro. A interrupção prematura do crescimento ocasionaria discrepância acentuada do comprimento dos membros inferiores se a fase de

crescimento ainda estivesse longe do fim. Essas alterações não são comuns, mas podem causar alterações significativas da marcha.

Pontos-chave

- O apoio e o balanço são as duas fases do ciclo da marcha
- Segundo a terminologia tradicional, a fase de apoio é dividida em cinco períodos: toque do calcanhar, apoio completo do pé, apoio médio, saída do calcanhar e saída dos dedos
- Na fase de balanço, há aceleração, balanço médio e desaceleração
- Segundo a terminologia do RLA, a fase de apoio também tem cinco períodos: contato inicial, resposta à carga, apoio médio, apoio terminal e pré-balanço
- Os termos do RLA para a fase de balanço são *balanço inicial*, *balanço médio* e *balanço terminal*
- Outros determinantes da marcha são deslocamentos vertical e horizontal, largura da base da marcha, inclinação lateral da pelve, comprimentos iguais dos passos e balanço do membro superior oposto e igual.

Autoavaliação

Questões sobre anatomia geral

1. Aponte as semelhanças e diferenças entre caminhada e corrida.
2. Quais são as principais diferenças entre a terminologia tradicional e a terminologia do Rancho Los Amigos?
3. A que fase corresponde o período entre o toque do calcanhar no solo e a saída (elevação) dos dedos?
4. Qual é o período em que os dois pés estão em contato com o solo? Em que parte da fase de apoio está cada pé durante esse período?
5. Em que período da fase de apoio a altura da pessoa é máxima?
6. Em que fase *não* há contato do pé com o solo?
7. O que acontece ao comprimento do passo e à cadência quando a pessoa aumenta a velocidade de caminhada?
8. Como a pessoa tende a ajustar a marcha em caso de instabilidade?
9. Que partes das fases de balanço e apoio são alteradas no caso do “pé em gota”?
10. Que fase da marcha é alterada quando uma pessoa tem ruptura do tendão do calcâneo não reparada?

Questões sobre atividade funcional

Identifique as partes da marcha alteradas nas seguintes situações:

1. Caminhada sobre gelo.
2. Caminhada sobre uma trave com 10 cm de largura.
3. Caminhada ao longo de uma estrada de ferro com um pé de cada lado do trilho (sem trem à vista!).
4. Caminhada na areia fofa e seca (semelhante à corrida intensa em alicie).
5. Caminhada com passos longos.
6. Caminhada com imobilização cruropodálica.

7. Que tipo de movimento é demonstrado pelo deslocamento vertical que ocorre durante a marcha?

Questões sobre exercícios clínicos

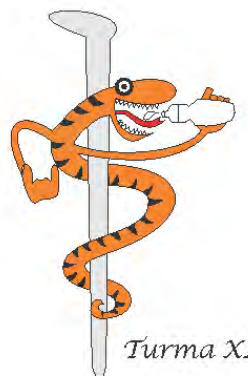
1. Fique em pé como se tivesse contratura em flexão da perna bilateral de aproximadamente 45°. Identifique a alteração necessária da posição de outras articulações para manter a postura ereta.
 - a. “Tornozelo”
 - b. Quadril
 - c. Pelve
 - d. Região lombar da coluna vertebral
2. Identifique o tipo de contração muscular e o grupo muscular da parte do corpo associado às seguintes fases da marcha:
 - a. Na perna, chegando ao toque de calcanhar no solo
Tipo de contração _____
Grupo muscular _____
 - b. No pé, durante o apoio completo do pé
Tipo de contração _____
Grupo muscular _____
 - c. Na coxa, durante o movimento da perna para o apoio médio
Tipo de contração _____
Grupo muscular _____
 - d. Na coxa (no plano frontal) durante a saída dos dedos
Tipo de contração _____
Grupo muscular _____
 - e. Na perna, durante a desaceleração
Tipo de contração _____
Grupo muscular _____
3. Cite as modificações funcionais da marcha a que uma pessoa pode recorrer para compensar a discrepância de comprimento dos membros inferiores. Comece com a discrepância mínima e termine com a discrepância acentuada.

Bibliografia

- Anderson, MK: Fundamentals of Sports Injury Management. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2002.
- Anderson, MK and Hall, SJ: Fundamentals of Sports Injury Management, ed 2. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 1997.
- Anderson, MK, Hall, SJ, and Martin, M: Sports Injury Management, ed 2. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2002.
- Basmajian, J and Blonecker, CE: Grant's Method of Anatomy. Williams & Wilkins, Baltimore, 1989.
- Basmajian, J and DeLuca, C: Muscles Alive: Their Functions Revealed by Electromyography, ed 5. Williams & Wilkins, Baltimore, 1985.
- Beachey, W: Respiratory Care Anatomy and Physiology: Foundations for Clinical Practice. Mosby, St. Louis, MO, 1998.
- Bertoti, DB: Functional Neurorehabilitation Through the Life Span. FA Davis, Philadelphia, 2004.
- Brunnstrom, S: Clinical Kinesiology, ed 3. FA Davis, Philadelphia, 1972.
- Burt, J and White, G: Lymphedema. Hunter House, Berkeley, 2005.
- Cailliet, R: Hand Pain and Impairment, ed 3. FA Davis, Philadelphia, 1982.
- Cailliet, R: Hand Pain and Impairment, ed 4. FA Davis, Philadelphia, 1994.
- Cailliet, R: Knee Pain and Disability, ed 3. FA Davis, Philadelphia, 1992.
- Cailliet, R: Low Back Pain Syndrome, ed 4. FA Davis, Philadelphia, 1988.
- Cailliet, R: Neck and Arm Pain, ed 3. FA Davis, Philadelphia, 1991.
- Cailliet, R: Shoulder Pain, ed 3. FA Davis, Philadelphia, 1991.
- Cailliet, R: Soft Tissue Pain and Disability, ed 3. FA Davis, Philadelphia, 1996.
- Calais-Germain, B: Anatomy of Movement. Eastland Press, Seattle, 1993.
- Carlin, E: Human Anatomy and Biomechanics: Tapes 1-10 [audio tape]. Audio-Learning, Norristown, PA, 1975.
- Cooper, J and Glassow, R: Kinesiology, ed 3. CV Mosby, St. Louis, MO, 1972.
- Curtis, BA: Neurosciences: The Basics. Lea & Febiger, Malvern, PA, 1990.
- Cyriax, J and Cyriax, P: Illustrated Manual of Orthopaedic Medicine. Butterworth-Heinemann, London, 1983.
- Daniels, L and Worthingham, C: Muscle Testing: Techniques of Manual Examination, ed 5. WB Saunders, Philadelphia, 1986.
- DesJardins, T: Cardiopulmonary Anatomy and Physiology, ed 4. Thomson Delmar Learning, Clifton Park, NY, 2002.
- Donatelli, RA: The Biomechanics of the Foot and Ankle, ed 2. FA Davis, Philadelphia, 1996.
- Dufort, A: Ballet Steps: Practice for Performance. Hodder Arnold, London, 1993.
- Ellis, H: Clinical Anatomy: A Revision and Applied Anatomy for Clinical Students, ed 10. Blackwell, Malden, MA, 2002.
- Evjenth, and Hamberg, J: Muscle Stretching in Manual Therapy: A Clinical Manual, vol. 1: The Extremities. Alfta Rehab, Alfta, Sweden, 1984.
- Gilman, S and Newman, SW: Essentials of Clinical Neuroanatomy and Neurophysiology, ed 10. FA Davis, Philadelphia, 2003.
- Goldberg, S: Clinical Anatomy Made Ridiculously Simple. MedMaster, Miami, 1990.
- Goodman, CC and Fuller, KS: Pathology: Implications for the Physical Therapist, ed 3. Saunders-Elsevier, St. Louis, MO, 2009.
- Goss, CM (ed): Gray's Anatomy of the Human Body, American, ed 29. Lea & Febiger, Philadelphia, 1973.
- Gould, J and Davies, G (eds): Orthopaedic and Sports Physical Therapy, ed 2. CV Mosby, St. Louis, MO, 1985.
- Hall, SJ: Basic Biomechanics, ed 3. McGraw-Hill, Boston, 1999.
- Hamill, J and Knutzen, KM: Biomechanical Basis of Human Movement, ed 2. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2003.
- Hay, J: Biomechanics of Sports Techniques, ed 1. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1973.
- Hinson, M: Kinesiology, ed 2. WC Brown, Dubuque, Iowa, 1981.
- Hole, Jr., JW: Human Anatomy and Physiology, ed 5. WC Brown, Dubuque, IA, 1990.

- Hoppenfeld, S: Physical Examination of the Spine and Extremities. Appleton-Century-Crofts, NY, 1976.
- Jacob, S and Francone, C: Elements of Anatomy and Physiology, ed 3. WB Saunders, Philadelphia, 1989.
- Jenkins, DB: Hollinshead's Functional Anatomy of the Limbs and Back, ed 7. WB Saunders, Philadelphia, 1998.
- Jenkins, DB: Hollinshead's Functional Anatomy of the Limbs and Back, ed 8. WB Saunders, Philadelphia, 2002.
- Jones, K and Barker, K: Human Movement Explained. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1996.
- Kapandji, I: Physiology of the Joints: Upper Limbs, vol. 1, ed 2. Livingstone, Edinburgh, 1970.
- Kendall, FP and McCreary, EK: Muscles: Testing and Function, ed 3. Williams & Wilkins, Baltimore, 1983.
- Kessler, R and Hertling, D: Management of Common Musculoskeletal Disorders: Physical Therapy Principles and Methods. Harper & Row, Philadelphia, 1983.
- King, B and Showers, M: Human Anatomy and Physiology, ed 6. WB Saunders, Philadelphia, 1969.
- Kingston, B: Understanding joints: A Practical Guide to Their Structure and Function. Stanley Thornes Ltd, Cheltenham, UK, 2000.
- Kisner, C and Colby, LA: Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques, ed 4. FA Davis, Philadelphia, 2002.
- Lamport, NK, Coffey, MS, and Hersch, GI: Activity Analysis and Application, ed 4. Slack, Thorofare, NJ, 2001.
- Landau, BR: Essential Human Anatomy and Physiology, ed 2. Scott, Foresman, Glenview, IL, 1980.
- Leeson, C and Leeson, T: Human Structure: A Companion to Anatomical Studies. WB Saunders, Philadelphia, 1972.
- Lehmkuhl, LD and Smith, LK: Brunnestrom's Clinical Kinesiology, ed 4. FA Davis, Philadelphia, 1983.
- Lesh, SG: Clinical Orthopedics for the Physical Therapist Assistant, ed 1. FA Davis, Philadelphia, 2000.
- Levangie, PK and Norkin, CC: Joint Structure and Function, ed 3. FA Davis, Philadelphia, 2001.
- Levangie, PK and Norkin, CC: Joint Structure and Function, ed 4. FA Davis, Philadelphia, 2005.
- Low, J and Reed A: Basic Biomechanics Explained. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1996.
- MacConaill, M and Basmajian, J: Muscles and Movements: A Basis for Human Kinesiology. Williams & Wilkins, Baltimore, 1969.
- MacLeod, O, Jacobs, P, and Larson, N: The Ergonomics Manual. The Saunders Group, Minneapolis, MN, 1990.
- Magee, O: Orthopedic Physical Assessment. WB Saunders, Philadelphia, 1987.
- Magee, KR and Saper, JR: Clinical and Basic Neurology for Health Professionals. Year Book Medical, Chicago, 1981.
- Manter, JT and Gatz, AJ: Essentials of Clinical Neuroanatomy and Neurophysiology, ed 8. FA Davis, Philadelphia, 1993.
- Marieb, EN and Mitchell, SJ: Human Anatomy and Physiology Laboratory Manual, ed 9. Pearson Benjamin Cummings, San Francisco, 2008.
- Martini, FH: Fundamentals of Anatomy and Physiology, ed 7. Pearson Benjamin Cummings, San Francisco, 2006.
- McGinnis, PM: Biomechanics of Sport and Exercise. Human Kinetics, Champaign, IL, 1999.
- McKinnis, LN: Fundamentals of Musculoskeletal Imaging, ed 2. FA Davis, Philadelphia, 2005.
- McMillan, B: The Illustrated Atlas of the Human Body, Weldon Owen Pty Ltd, Sydney, 2008.
- Melloni, J, et al: Melloni's Illustrated Review of Human Anatomy. JB Lippincott, Philadelphia, 1988.
- Miller, B and Keane, C: Encyclopedia and Dictionary of Medicine, Nursing, and Allied Health, ed 4. WB Saunders, Philadelphia, 1989.
- Minor, MA and Lippert, LS: Kinesiology Laboratory Manual for Physical Therapist Assistants. FA Davis, Philadelphia, 1998.
- Minor, M and Minor, S: Patient Evaluation Methods for the Health Professional. Reston Publishing, Reston, VA, 1985.
- Moore, K: Clinically Oriented Anatomy, ed 2. Williams & Wilkins, Baltimore, 1985.
- Moore, K: Clinically Oriented Anatomy, ed 3. Williams & Wilkins, Baltimore, 1992.
- Moore, K: Clinically Oriented Anatomy, ed 4. Williams & Wilkins, Baltimore, 2004.
- Moore, K and Agur, A: Essential Clinical Anatomy, ed 2. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2002.
- Netter, FH: Ciba Collection of Medical Illustrations: Musculoskeletal System: Part I, Anatomy, Physiology, and Metabolic Diseases, vol. 8, ed 1. Ciba-Geigy, Summit, NJ, 1987.
- Netter, FH: Ciba Collection of Medical Illustrations: Nervous System, Part I, Anatomy and Physiology, ed 1. Ciba Pharmaceutical, West Caldwell, NJ, 1983.
- Neumann, DA: Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Physical Rehabilitation, ed 1. Mosby, St. Louis, MO, 2002.
- Nolan, MF: Clinical Applications of Human Anatomy: A Laboratory Guide, ed I. Slack, Thorofare, 2003.
- Nordin, M and Frankel, VH: Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System, ed 3. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, 2001.
- Norkin, C and Levangie, P: joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis. FA Davis, Philadelphia, 1983.
- Norkin, C and Levangie, P: joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis, ed 2. FA Davis, Philadelphia, 1992.
- Norkin, C and White, D: Measurement of joint Motion: A Guide of Goniometry. FA Davis, Philadelphia, 1985.
- Oatis, CA: Kinesiology: The Mechanics and Pathomechanics of Human Movement. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2004.
- Oliver, J: Back Care: An Illustrated Guide. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1994.
- Olson, TR: ADAM: Student Atlas of Anatomy. Williams & Wilkins, Baltimore, 1996.
- Palastanga, N, Field, D, and Soames, R: Anatomy and Human Movement: Structure and Function, ed 2. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1994.
- Palmer, M and Epler, M: Clinical Assessment Procedures in Physical Therapy. JB Lippincott, Philadelphia, 1990.
- Palmer, M and Epler, M: Clinical Assessment Procedures in Physical Therapy, ed 2. JB Lippincott, Philadelphia, 1998.

- Paris, SV and Patla, C: E-1 Course Notes: Introduction to Extremity Dysfunction and Manipulation. Institute Press, Atlanta, 1986.
- Pedretti, LW: Occupational Therapy: Practice Skills for Physical Dysfunction, ed 4. CV Mosby, St. Louis, MO, 1996.
- Pedretti, LW and Early, MB: Occupational Therapy: Practice Skills for Physical Dysfunction, ed 5. CV Mosby, St. Louis, MO, 2001.
- Perry J: Gait Analysis: Normal and Pathological Function. Slack, Thorofare, NJ, 1992.
- Perry, JF, Rohe, DA, and Garcia, AO: The Kinesiology Workbook, ed 2. FA Davis, Philadelphia, 1996.
- Pratt, NE: Clinical Musculoskeletal Anatomy. JB Lippincott, Philadelphia, 1991.
- Rasch, P: Kinesiology and Applied Anatomy, ed 7. Lea & Febiger, Philadelphia, 1989.
- Richardson, JK and Iglarsh, ZA: Clinical Orthopaedic Physical Therapy. WB Saunders, 1994.
- Rolak, LA: Neurology Secrets, ed 4. Elsevier Mosby, St. Louis, MO, 2005.
- Romanes, G (ed): Cunningham's Textbook of Anatomy, ed 10. Oxford University Press, New York, 1964.
- Rothstein, JM, Roy, SH, and Wolf, SL: The Rehabilitation Specialist's Handbook. FA Davis, Philadelphia, 1991.
- Rothstein, JM, Roy, SH, and Wolf, SL: The Rehabilitation Specialist's Handbook, ed 2. FA Davis, Philadelphia, 1998.
- Rothstein, JM, Roy, SH, and Wolf, SL: The Rehabilitation Specialist's Handbook, ed 3. FA Davis, Philadelphia, 2005.
- Roy, S and Irvin, R: Sports Medicine: Prevention, Evaluation, Management, and Rehabilitation. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1983.
- Rybski, M: Kinesiology for Occupational Therapy. Slack, Thorofare, NJ, 2004.
- Scanlon, VC and Sanders, T: Essentials of Anatomy and Physiology, ed 3. FA Davis, Philadelphia, 1999.
- Scanlon, VC and Sanders, T: Essentials of Anatomy and Physiology, ed 4. FA Davis, Philadelphia, 2003.
- Shumway-Cook, A and Woollacott, M: Motor Control: Theory and Practical Applications. Williams & Wilkins, Baltimore, 1995.
- Sieg, K and Adams, S: Illustrated Essentials of Musculoskeletal Anatomy, ed 2. Megabooks, Gainesville, FL, 1985.
- Smith, LK, Weiss, EL, and Lehmkuhl, LD: Brunnstrom's Clinical Kinesiology, ed 5. FA Davis, Philadelphia, 1996.
- Soderberg, G: Kinesiology: Application of Pathological Motion. Williams & Wilkins, Baltimore, 1986.
- Somers, MF: Spinal Cord Injury-Functional Rehabilitation. Appleton & Lange, Norwalk, CT, 1992.
- Stanley, BG and Tribuzi, SM: Concepts in Hand Rehabilitation. FA Davis, Philadelphia, 1992.
- Starkey, C and Ryan, J: Evaluation of Orthopedic and Athletic Injuries, ed 2. FA Davis, Philadelphia, 2002.
- Steindler, A: Kinesiology of the Human Body: Under Normal and Pathological Conditions. Charles C. Thomas, Springfield, IL, 1955.
- Thibodeau, G: Anatomy and Physiology. Times Mirror/Mosby College Publishing, St. Louis, MO, 1986.
- Tomberlin, JP and Saunders, HD: Evaluation, Treatment and Prevention of Musculoskeletal Disorders, vol 2: Extremities, ed 3. The Saunders Group, Minneapolis, 1994.
- Tortora, G: Principles of Human Anatomy, ed 5. Canfield Press, San Francisco, 1990.
- Tortora, G and Anagnostakos, N: Principles of Anatomy and Physiology, ed 3. Harper & Row, New York, 1981.
- Tovin, BJ and Greenfield, BH: Evaluation and Treatment of the Shoulder: An Integration of the Guide to Physical Therapist Practice. FA Davis, Philadelphia, 2001.
- Tyldesley, B and Grieve, J I: Muscles, Nerves and Movement: Kinesiology in Daily Living. Blackwell Scientific, Oxford, 1989.
- Venes, D: Taber's Cyclopedic Medical Dictionary, ed 20. FA Davis, Philadelphia, 2005.
- Vidic, B and Suarez, F: Photographic Atlas of the Human Body. CV Mosby, St. Louis, MO, 1984.
- Warwick, R and Williams, P (eds): Gray's Anatomy, British ed 35. WB Saunders, Philadelphia, 1973.
- Wells, K and Luttgens, K: Kinesiology: Scientific Basis of Human Motion, ed 7. WB Saunders, Philadelphia, 1982.
- Whittle, MW: Gait Analysis: An Introduction, ed 4. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1996.
- Williams, M and Lissner, H: Biomechanics of Human Motion. WB Saunders, Philadelphia, 1962.
- Yokochi, C: Photographic Anatomy of the Human Body. University Park Press, Baltimore, 1971.



Turma XII

Respostas das Questões de Autoavaliação

► Capítulo 1 Informações básicas

1. a. Anterior
b. Posterior
c. Inferior
d. Proximal
e. Lateral
2. O movimento da bola de futebol é curvilíneo enquanto o movimento da perna do jogador é angular.
3. Hiperextensão do pescoço.
4. Rotação medial do ombro.
5. Flexão lateral do tronco.
6. Rotação lateral do quadril.
7. A posição anatômica e a posição fundamental são iguais, exceto pela posição dos antebraços, que é de supinação na posição anatômica e neutra (entre supinação e pronação) na posição fundamental.
8. Face dorsal do cachorro, face posterior da pessoa.
9. O movimento angular é usado pelas articulações do membro superior – ombros, cotovelos, punhos – para impulsionar a cadeira. O movimento linear ocorre quando a pessoa atravessa a sala em cadeira de rodas.
10. Decúbito dorsal.
11. Ipsilateral.
12. Flexão (leve) do quadril esquerdo, adução, rotação lateral.
13. Extensão do joelho esquerdo.
14. Supinação do antebraço direito.
15. Extensão do pescoço, rotação para a esquerda.

► Capítulo 2 Sistema esquelético

1. O esqueleto axial não tem ossos longos nem curtos enquanto o esqueleto apendicular não tem ossos irregulares. Os ossos do esqueleto axial são muito importantes na sustentação e proteção; o esqueleto apendicular garante a estrutura para o movimento.
2. O osso compacto é encontrado na diáfise dos ossos longos, o osso esponjoso é encontrado na metáfise e na epífise. Nos outros tipos de osso, o osso esponjoso está localizado entre camadas de osso compacto.
3. Por ser menos poroso, o osso compacto é mais pesado que o esponjoso.

4. O crescimento em altura de uma pessoa ocorre principalmente nos ossos longos. O crescimento ocorre na epífise dos ossos longos.
5. Os ossos sesamoides protegem os tendões contra o desgaste. A patela tem a função extra de aumentar o ângulo de tração do músculo quadríceps.
6. a. Forame, fossa, sulco, meato, seio.
b. Côndilo, eminência, face articular, cabeça.
c. Crista, epicôndilo, linha, espinha, trocanter, tuberosidade, tubérculo.
7. Sulco intertubercular: depressão semelhante a uma vala.
8. Cabeça do úmero: projeção articular arredondada que se encaixa em uma articulação.
9. Acetábulo: depressão profunda.
10. Endósteo.
11. Corpo ou diáfise.
12. Epífise de pressão.
13. Esqueleto apendicular.
14. Esqueleto apendicular.
15. Esqueleto axial.

► Capítulo 3 Sistema articular

1. A articulação com movimento mínimo ou sem movimento é denominada *articulação fibrosa*. Os três tipos de articulações fibrosas são sinartrose, sindesmose e gonfose.
2. Uma articulação que possibilita amplo movimento é uma *articulação sinovial* ou *diartrose*.
3. As articulações sinoviais podem ser descritas segundo:
 - a. o número de eixos.
 - b. o formato da articulação.
 - c. o movimento articular.
4. Tendão
5. Bolsa
6. A cartilagem hialina está localizada nas extremidades ósseas das articulações sinoviais e torna a superfície articular lisa. A fibrocartilagem é mais espessa e está localizada entre os ossos. A fibrocartilagem absorve choques e preenche espaços. Os meniscos do joelho e os discos intervertebrais são exemplos de fibrocartilagem.
7. O movimento articular é a flexão do cotovelo; ocorre no plano sagital em torno do eixo frontal.
8. O movimento é a pronação do antebraço; ocorre no plano transversal em torno do eixo vertical.

9. O movimento articular é a adução do dedo (MF); ocorre no plano frontal em torno do eixo sagital.
10. Ombro = 3, cotovelo = 1, radiulnar = 1, radiocarpal = 2, MCF = 2, IFP = 1, IFD = 1.
11. Ossos do crânio.
12. Articulação do ombro. Sim. Articulação do quadril.
13. Articulação CMC do polegar.
14. Anfiartrose e articulação cartilaginosa.
15. Cápsula articular.

► Capítulo 4 Artrocinemática

1. a. Osteocinemático.
b. Artrocinemático.
2. Aproximação dos tecidos moles.
3. a. O úmero está se movendo sobre a escápula.
b. A extremidade proximal do úmero é convexa.
c. A cavidade glenoidal da escápula é côncava.
d. A superfície convexa está se movendo sobre uma superfície côncava fixa.
e. No sentido oposto.
4. a. Compressão ou aproximação.
b. Cisalhamento.
c. Tração ou distração.
d. Torção.
e. Tração ou distração.
5. A posição de bloqueio da ATM ocorre quando os dentes estão cerrados.
6. a. Convexo.
b. Côncavo.
c. Côncavo.
d. Convexo.
e. Selar.
7. Rolamento.
8. Deslizamento.
9. a. Sim.
b. Deslizamento.
10. Giro.
11. Estiramento dos tecidos moles.
12. a. Compressão.
b. Distração.
13. Torção.
14. Oval.
15. Acessório; não é possível executar apenas a rotação. Ela ocorre durante a abdução e flexão dessa articulação, assim efetuando a oposição.

► Capítulo 5 Sistema muscular

1. a. Inserção.
b. Origem.
2. Inversão da ação do músculo.
3. a. Agonistas na flexão da articulação radiocarpal.
b. Antagonistas no desvio ulnar/radial.
4. a. Glúteo máximo e isquiotibial.
b. Rotação lateral do quadril.
c. Glúteo mínimo.
5. Insuficiência ativa.
6. Excêntrica.
7. a. Abdução do ombro.
b. Concêntrica.

- c. Abdutores do ombro.
- d. Isométrica.
- e. Extensores do cotovelo.
8. a. Flexão do ombro.
b. Concêntrica.
c. Flexores do ombro durante os primeiros 90°.
d. Excêntrica.
e. Extensores do ombro durante os 90° subsequentes.
9. a. *Push-ups* (repulsão) em cadeira de rodas: atividade de cadeia fechada.
b. Exercícios com braçadeiras: atividade de cadeia aberta.
c. Roldana de parede: atividade de cadeia aberta.
10. Decúbito dorsal (ou decúbito ventral).
11. Face anterior.
12. O quadril tem de ser fletido para afrouxar o reto femoral e o joelho é fletido.
13. Oblíquo.
14. Paralelo.
15. a. O músculo é capaz de se contrair.
b. Elasticidade.

► Capítulo 6 Sistema nervoso

1. L2.
2. A substância cinzenta é constituída de tecido amielínico e a substância branca, de tecido mielínico.
3. O encéfalo é protegido de traumatismo (1) pela placa óssea externa chamada *crânio*, (2) por três camadas de membrana, as *meninges*, e (3) pela absorção do choque proporcionada pelo líquido cerebrospinal.
4. Os neurônios motores que fazem sinapse acima do nível do corno anterior da medula espinal são neurônios motores superiores. Aqueles que fazem sinapse nos corpos celulares ou axônios são neurônios motores inferiores. Os distúrbios dos neurônios motores superiores ou inferiores causam sinais clínicos bem diferentes.
5. Os nervos torácicos inervam os músculos diretamente perto do local de sua origem na medula espinal. Os nervos cervicais ou lombares ramificam-se ou dividem-se, formam plexos e inervam músculos distais no nível medular de origem.
6. As fibras nervosas aferentes transmitem impulsos sensoriais da periferia em direção ao encéfalo. As fibras eferentes transmitem impulsos motores do encéfalo ou da medula espinal em direção à periferia.
7. O nervo acometido é o nervo mediano. O distúrbio é denominado *mão simiesca*.
8. O nervo acometido é o nervo fibular. O distúrbio é denominado *pé em gota*.
9. O grupo muscular acometido na mão em garra é o dos músculos intrínsecos, inervado principalmente pelo nervo ulnar.
10. O hematoma estaria sob a dura-máter, o revestimento externo do encéfalo.
11. O forame intervertebral formado pela incisura vertebral inferior da vértebra acima e a incisura vertebral superior da vértebra abaixo.
12. Lesão do neurônio motor inferior.
13. Mais semelhantes aos da lesão de um nervo periférico, porque a medula espinal termina em L2. Abaixo disso, a medula é constituída de um conjunto de raízes nervosas.
14. Da medula espinal para a periferia.

► Capítulo 7 Sistema circulatório

▪ Sistema respiratório (cardiovascular)

1. Valva tricúspide
2. a. Valva bicúspide
b. Valva mitral
3. Valva do tronco pulmonar, valva da aorta
4. Artérias pulmonares, veias pulmonares
5. a. Desoxigenado
b. Veias pulmonares
c. Oxigenado
d. Artérias pulmonares
6. a. Valvas AV
b. Valva do tronco pulmonar e valva da aorta (valvas SL)
7. Distal a sua origem em uma artéria da perna ou em uma arteríola cujo diâmetro seja pequeno demais para sua passagem.
8. Em uma das artérias (ou arteríolas) pulmonares, porque segue na corrente sanguínea até chegar a um vaso pequeno demais para sua passagem.
9. Artéria e veia ilíacas externas para artéria e veia femorais
10. Veias jugulares externa e interna
11. Artéria carótida comum
12. Principais estruturas da veia femoral esquerda até o pulmão:
(1) veia femoral esquerda, (2) veia ilíaca externa esquerda, (3) veia ilíaca comum esquerda, (4) veia cava inferior, (5) átrio direito, (6) valva AV direita, (7) ventrículo direito, (8) valva do tronco pulmonar, (9) artérias pulmonares e (10) pulmões
13. a. A pressão diastólica (mínima) ocorre durante o relaxamento do coração entre os batimentos.
b. A pressão sistólica (máxima) ocorre durante a contração do coração.

▪ Sistema linfático

1. Vaso linfático aferente
2. Veia subclávia
3. (c) Músculo
4. Válvulas, linfângio, ação compressora dos músculos, movimento do diafragma e boa postura.
5. Linfonodos regionais cervicais, axilares e inguinais.
6. Ducto torácico
7. Recolher, filtrar e reconduzir a linfa à corrente sanguínea.

► Capítulo 8 Biomecânica básica

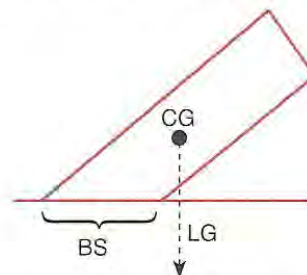
1. a. No punho, porque o braço de resistência é mais longo quando o peso está em volta do punho que em volta do cotovelo.
2. b. A pessoa mais baixa, que não está sobre pernas de pau, tem um CG mais baixo.



3. a.

b.

4. a. Escalar = 8 km (apenas magnitude)
b. Vetorial = 9 m em direção ao norte (magnitude e orientação)
5. A força necessária é maior quando o carrinho está na posição mais horizontal. O braço de força é constante, mas a variação do ângulo do carrinho alonga ou encurta o braço de resistência. O ato de abaixar a carga (ângulo mais horizontal) alonga o braço de resistência e exige maior força. A elevação da carga (ângulo mais vertical) encurta o braço de resistência e requer menos força para mover o carrinho.
6. Isso demonstra o conceito da roda e do eixo. O aro de impulsão menor requer mais força, mas a distância percorrida pela cadeira com um único pulso é maior.
- 7.



Não, o corpo cairá porque a LG (e o CG) estão fora da BS.

8. A BS de uma cadeira de rodas ao “empinar” é muito estreita. Para manter o equilíbrio, a pessoa tem de manter o CG do corpo dentro da BS. No entanto, BS é muito larga quando a cadeira está apoiada nas quatro rodas e é fácil manter o CG dentro dela.
9. Força linear
10. As pessoas devem se aproximar da cama o mais possível, pois isso encurta os braços de alavanca; elas precisam afastar as pernas, principalmente na direção AP, aumentando a BS; elas devem fletir levemente os joelhos para abaixar o CG.
11. Quando a amêndoa está mais perto do eixo, o braço de resistência é mais curto e, portanto, é mais fácil quebrá-la.
12. Forças paralelas; as duas pessoas exercem força para cima sobre os tapetes, enquanto os tapetes (e a gravidade) exercem força para baixo. As forças para cima e para baixo são paralelas.
13. Os côndilos mediais da tíbia e do fêmur aumentam o ângulo de tração do músculo grácil. A patela e os côndilos femorais aumentam o ângulo de tração para o músculo quadríceps.
14. Quando a pessoa segura a mala com a mão esquerda, seu CG desloca-se para a esquerda. Ao se inclinar para a direita, ela está trazendo o CG de volta para a área sobre a BS. Quando a mala é muito pesada, o CG desvia-se ainda mais para a esquerda, assim, além de se inclinar para a direita, ela poderia levantar o braço direito lateralmente para tentar deslocar o CG mais para a direita.
15. Para aumentar o atrito entre a base da muleta e o solo e evitar que a pessoa escorregue.

► Capítulo 9 Cíngulo do membro superior

▪ Questões sobre anatomia geral

1. O cíngulo do membro superior abrange as articulações entre a escápula e a clavícula. A articulação do ombro

inclui a escápula e o úmero. O complexo do ombro inclui a escápula, a clavícula, o úmero, o esterno e a caixa torácica.

2. a. Uso do ângulo inferior como ponto de referência.
b. Quando se afasta da coluna vertebral, o movimento é a rotação superior da escápula. Quando se aproxima da coluna vertebral de volta à posição inicial, o movimento é a rotação inferior da escápula.
3. A elevação/abaixamento e a protrusão/retração são movimentos mais lineares.
4. A rotação superior e a rotação inferior são movimentos mais angulares.
5. O ritmo escapuloumbral é a relação de movimento entre o cingulo do membro superior e a articulação do ombro. Depois dos primeiros 30°, para cada 2° de flexão ou abdução do ombro, o cingulo do membro superior roda 1 grau para cima.
6. Sem esse movimento do cingulo do membro superior, não é possível executar a elevação normal e completa do braço acima da cabeça.
7. a. Como as três diferentes inserções do músculo trapézio produzem linhas de tração diferentes, as três partes apresentam ações distintas.
b. Os músculos romboides maior e menor, entretanto, têm a mesma linha de tração e, portanto, a mesma ação muscular. Não há diferença funcional entre eles.
8. Músculo serrátil anterior e partes descendente e ascendente do músculo trapézio.
9. Binário de forças: situação em que dois ou mais músculos exercem tração em direções diferentes, frequentemente em sentidos opostos, para executar o mesmo movimento.
10. Os músculos romboides, as partes ascendente e transversa do músculo trapézio, o músculo levantador da escápula e a parte descendente do músculo trapézio.
11. Músculo peitoral maior
12. a. Músculo peitoral maior
b. Músculo latíssimo do dorso

▪ Questões sobre atividade funcional

1. Rotação inferior
2. Rotação superior
3. Elevação
4. Rotação superior e retração
5. Protrusão
6. (1) Concêntrica, (2) concêntrica, (3) isométrica, (4) isométrica, (5) concêntrica.

▪ Questões sobre exercícios clínicos

1. a. Retração da escápula
b. Parte transversa do músculo trapézio, músculos romboides maior e menor
c. Aberta
2. a. Retração da escápula
b. Parte transversa do músculo trapézio, músculos romboides
c. Concêntrica
3. a. Abaixamento da escápula; tecnicamente, há um pequeno grau de rotação superior causado pela flexão do ombro da posição hiperestendida para a estendida. Isso provocaria um grau de rotação superior da escápula.

- b. Parte ascendente do M. trapézio, M. peitoral menor; parte descendente do M. trapézio e M. serrátil anterior
- c. Concêntrica
4. a. Protrusão e rotação superior da escápula
b. M. serrátil anterior, M. peitoral menor, partes descendente e ascendente do M. trapézio
c. Fechada
5. a. Retração e rotação inferior da escápula
b. Parte transversa do M. trapézio, Mm. romboides, M. levantador da escápula, M. peitoral menor
c. Contração concêntrica; o peso externo é maior que a força da gravidade. Portanto, é uma força de aceleração, não de desaceleração.

► Capítulo 10 Articulação do ombro

▪ Questões sobre anatomia geral

1. a. No plano frontal em torno do eixo sagital: abdução/adução do ombro.
b. No plano transversal em torno do eixo longitudinal: rotação medial/lateral do ombro, abdução/adução no plano horizontal.
c. No plano sagital em torno do eixo transversal: flexão/extensão do ombro.
2. O arco circular do membro superior é formado por uma combinação de movimentos do ombro – flexão, abdução, extensão e adução – no plano espacial.
3. Fossa subescapular.
4. As fossas supraespinal e infraespinal.
5. Com o úmero em posição vertical, o sulco intertubercular voltado anteriormente e a cabeça do úmero voltada medialmente, desta maneira a cabeça do úmero direito fica voltada para a esquerda.
6. Os músculos supraespinal, infraespinal, redondo menor e subescapular; eles mantêm a cabeça do úmero em direção à cavidade glenoidal quando ela se move dentro da cavidade.
7. Os músculos subescapular e coracobraquial e a cabeça curta do músculo bíceps braquial.
8. Músculos redondo maior, redondo menor, infraespinal, supraespinal e parte espinal do M. deltoide.
9. Músculos deltoide (parte clavicular), peitoral maior e latíssimo do dorso.
10. a. Parte clavicular.
b. Primeira parte do movimento – até aproximadamente 60°.
c. Sua linha de tração vertical torna-o mais eficaz na parte inicial do movimento, com diminuição da eficácia à medida que se aproxima de uma linha de tração mais horizontal.

▪ Questões sobre atividade funcional

1. a. Hiperextensão e rotação medial do ombro.
b. Inclinação e protrusão da escápula.
2. a. Abdução e rotação lateral do ombro.
b. Rotação superior e retração da escápula.
3. a. Adução e rotação medial do ombro.
b. Rotação inferior e protrusão da escápula.
4. a. Flexão do ombro.
b. Rotação superior e protrusão da escápula.

5. a. Adução do ombro.
b. Rotação inferior da escápula.

▪ Questões sobre exercícios clínicos

1. a. Abdução no plano horizontal do ombro.
b. Contração concêntrica dos músculos abdutores do ombro, no plano horizontal.
c. Músculos deltoide (parte espinal), infraespinal, redondo menor.
2. a. Não.
b. Sim.
c. O encurtamento do braço de resistência diminui a resistência que a força precisa mover.
3. a. Hiperextensão do ombro.
b. Contração concêntrica dos músculos hiperextensores do ombro.
c. Músculos latíssimo do dorso, deltoide (parte espinal).
4. a. Flexão do ombro.
b. Contração excêntrica dos músculos hiperextensores do ombro.
c. Músculos latíssimo do dorso, deltoide (parte espinal).
5. a. Flexão do ombro.
b. Abdução do ombro.
c. No plano da escápula (*scaption*).
6. Primeira parte:
a. Rotação lateral do ombro.
b. Concêntrica.
c. Músculos rotadores laterais do ombro: infraespinal, redondo menor, deltoide (parte espinal).
Segunda parte:
a. Rotação lateral do ombro.
b. Isométrica.
c. Músculos rotadores laterais do ombro.
Terceira parte:
a. Rotação medial do ombro.
b. Excêntrica.
c. Músculos rotadores laterais do ombro.
7. Músculos adutores do ombro.

► Capítulo 11 Articulação do Cotovelo

▪ Questões sobre anatomia geral

1. a. Ossos da articulação:
Antebraço: rádio, ulna.
Cotovelo: úmero, rádio, ulna.
b. Número de eixos:
Antebraço: 1
Cotovelo: 1
c. Formato da articulação:
Antebraço: trocóideia.
Cotovelo: gínglimo.
d. Movimentos articulares possíveis:
Antebraço: supinação/pronação.
Cotovelo: flexão/extensão.
2. A incisura troclear, na extremidade proximal, fica voltada anteriormente; a incisura radial, na mesma extremidade, está na parte lateral, e o processo estilóide, na extremidade distal, é medial.
3. a. Ligamento colateral radial.
b. Ligamento colateral ulnar.
c. Ligamento anular do rádio.

4. O músculo bíceps braquial e a cabeça longa do músculo tríceps braquial.
5. Rádio, porque é o movimento do rádio em torno da ulna que produz esses movimentos.
6. Os músculos pronador quadrado, bíceps braquial e a cabeça longa do músculo tríceps braquial.
7. O músculo bíceps braquial (ao rádio) e a cabeça longa do músculo tríceps braquial (à ulna).
8. Os músculos ancôneo, tríceps braquial e braquial.
9. Cabeça longa do músculo tríceps braquial.
10. a. Flexão do ombro, flexão do cotovelo, supinação do antebraço.
b. Hiperextensão do ombro, extensão do cotovelo, pronação do antebraço.
11. Na mesma direção.
12. a. Músculo bíceps braquial.
b. Músculo tríceps braquial.
c. Músculo braquiorradial.

▪ Questões sobre atividade funcional

1. a. Movimento do cotovelo: extensão.
b. Movimento do antebraço: supinação.
2. a. Movimento do cotovelo: flexão.
b. Movimento do antebraço: supinação (ou possivelmente posição neutra).
3. a. Movimento do cotovelo: extensão.
b. Movimento do antebraço: pronação.
4. a. Movimento do cotovelo: flexão.
b. Movimento do antebraço: supinação.
5. a. Movimento do cotovelo: extensão.
b. Movimento do antebraço: posição neutra.

▪ Questões sobre exercícios clínicos

1. a. Supinação do antebraço.
b. Músculo pronador redondo, músculo pronador quadrado.
2. a. Extensão do cotovelo.
b. Concêntrica.
c. Músculo tríceps braquial.
d. Cadeia fechada.
3. a. Flexão do cotovelo.
b. Músculo tríceps braquial.
4. a. Extensão do cotovelo.
b. Isométrica.
c. Músculo tríceps braquial.
5. a. Extensão do cotovelo.
b. Excêntrica.
c. Músculo bíceps braquial, braquial e braquiorradial.
d. Cadeia aberta.

► Capítulo 12 Articulação radiocarpal

▪ Questões sobre anatomia geral

1. Fileira proximal, sentido lateromedial: escafoide, semilunar, piramidal e pisiforme.
Fileira distal, sentido lateromedial: trapézio, trapezoide, capitato e hamato.
2. a. Flexão e extensão

- b. Adução e abdução
- c. Não há movimentos da mão no plano transversal em torno do eixo longitudinal.
3. a. *Número de eixos*
Articulação radiocarpal: 2
Articulações do carpo: 0
- b. *Formato*:
Articulação radiocarpal: elipsóide (bicondilar).
Articulações do carpo: planas ou irregulares.
- c. *Movimentos possíveis*:
Articulação radiocarpal: flexão/extensão, abdução/adução.
Articulações do carpo: deslizamento.
4. Músculos flexor ulnar do carpo, flexor radial do carpo, palmar longo.
5. Músculos extensores radiais longo e curto do carpo, extensor ulnar do carpo.
6. Se o pisiforme e o hâmulos do hamato estivessem visíveis, seria a vista anterior.
7. Músculos extensor radial longo do carpo e flexor radial do carpo.
8. Músculos extensor ulnar do carpo e flexor ulnar do carpo.
9. O músculo palmar longo, localizado na superfície anterior no meio do “punho”.
10. Músculos flexor ulnar do carpo, palmar longo (com os flexores superficial e profundo dos dedos em posição profunda a ele), flexor radial do carpo (abdutor longo do polegar, extensores longo e curto do polegar, que são basicamente músculos do polegar, mas também cruzam o “punho”), extensores radiais longo e curto do carpo (extensor dos dedos) e extensor ulnar do carpo.
11. Porque há um disco articular entre a ulna e a fileira proximal dos ossos carpais.
12. Você está usando um braço de alavanca mais longo e músculos maiores.
13. Você está trabalhando contra a força da gravidade ao martelar acima da cabeça e a favor da força da gravidade ao martelar na altura da cintura.
14. Na flexão, na extensão e na adução da mão, a sensação final é o estiramento dos tecidos moles. Na abdução da mão, a sensação final é óssea.
15. Crista supraepicondilar lateral.

▪ Questões sobre atividade funcional

1. a. Posição da mão: neutra ou extensão leve.
b. Grupo muscular responsável: produtores de abdução (abdutores).
2. a. Posição da mão: neutra ou extensão leve.
b. Grupo muscular responsável: extensores.
3. a. Posição da mão: neutra/extensão.
b. Grupo muscular responsável: flexores.
4. a. Posição da mão: neutra ou flexão leve.
b. Grupo muscular responsável: flexores.
5. a. Posição da mão: neutra.
b. Grupo muscular responsável: flexores.

▪ Questões sobre exercícios clínicos

1. a. Flexão da mão.
b. Concêntrica.
c. Flexores da mão.
2. a. Extensão da mão.

- b. Excêntrica.
- c. Flexores da mão.
3. a. Extensão da mão.
b. Concêntrica.
c. Extensores da mão.
d. Flexores do antebraço.
e. Isométrica.
4. a. Flexão da mão.
b. Excêntrica.
c. Extensores da mão.
5. a. Adução da mão.
b. Concêntrica.
c. Produtores de adução da mão (adutores).
6. a. Abdução da mão.
b. Excêntrica.
c. A elasticidade do tubo traria a mão de volta à posição neutra se os músculos que realizam a adução não estivessem retardando o movimento.
d. Produtores de adução da mão (adutores).

► Capítulo 13 Mão

▪ Questões sobre anatomia geral

1. a. Dedo: abdução/adução da articulação MCF.
Polegar: flexão/extensão da articulação CMC, flexão/extensão das articulações MCF e IF.
- b. Dedo: flexão/extensão das articulações MCF, IFP, IFD.
Polegar: abdução/adução da articulação CMC.
- c. Polegar: oposição/reposição da articulação CMC.
2. Compare o polegar e os outros dedos:
 - a. *Número de ossos*:
Polegar: 4.
Outros dedos: 5.
 - b. *Número de articulações*:
Polegar: 3.
Outros dedos: 4.
 - c. *Nomes das articulações*:
Polegar: CMC, MCF, IF.
Outros dedos: CMC, MCF, IFP, IFD.
3. Flexão, abdução e rotação da articulação CMC.
4. Rotação.
5. Mantém os tendões dos músculos extrínsecos próximos da região carpal.
6. O assoalho do túnel do carpo é formado pelos ossos carpais; o teto fibroso é formado pelo “ligamento carpal transversal” do retináculo dos músculos flexores. Os músculos flexores superficial e profundo dos dedos e flexor longo do polegar e o nervo mediano atravessam o túnel do carpo.
7. Um músculo extrínseco tem sua inserção proximal superiormente à articulação radiocarpal e sua inserção distal inferiormente a ela. Os músculos extrínsecos são os músculos flexores superficial e profundo dos dedos, extensor dos dedos, extensor do dedo mínimo e extensor do indicador. Os músculos extrínsecos do polegar são os músculos flexor longo do polegar, abdutor longo do polegar e extensores longo e curto do polegar.
8. Um músculo intrínseco tem as duas inserções inferiormente à articulação radiocarpal; os nove músculos intrínsecos são o flexor e o abdutor curto do polegar, o oponente e o adutor do polegar, o flexor/abdutor/opponente do dedo mínimo, os interósseos (palmares e dorsais) e os lumbricais.

9. Os músculos tenares são músculos intrínsecos na região do polegar (lateral) da palma da mão; os músculos hipotenares estão na região do dedo mínimo (medial). Todo músculo intrínseco que tem a palavra *polegar* no nome é um músculo tenar, e o músculo que tem *dedo mínimo* no nome é um músculo hipotenar.
10. A reentrância formada entre os tendões dos músculos abdutor longo do polegar e extensor curto do polegar lateralmente e do extensor longo do polegar medialmente é denominada “*tabaqueira anatômica*”.
11. Os músculos lumbricais; a inserção proximal se dá nos tendões do músculo flexor profundo dos dedos e a inserção distal, nos tendões do músculo extensor dos dedos.
12. a. Côncavo.
b. Convexo.
c. Na mesma direção.

▪ Questões sobre atividade funcional

1. Segurar o cabo de uma frigideira: preensão cilíndrica.
2. Puxar um carrinho de feira: preensão em gancho.
3. Folhear um livro: preensão “polpa a polpa” ou pulpolateral.
4. Fechar um botão de pressão ou um botão comum: preensão ponta a ponta.
5. Carregar uma caneca de café pela asa: preensão lateral.
6. Segurar algumas cartas de baralho: preensão lumbrical.
7. Segurar uma maçã: preensão esférica.
8. Segurar um haltere: preensão cilíndrica.
9. Pegar um CD: preensão “polpa a polpa” ou pulpolateral.
10. a. Combinação de preensão cilíndrica e lumbrical.
b. O “punho” é mantido em posição neutra pelos músculos flexores e abdutores da mão.
c. Músculos flexores ulnar e radial do carpo, extensor radial longo do carpo.
d. Músculos flexores do antebraço na articulação do cotovelo em posição média.
e. Músculos bíceps braquial, braquial e principalmente o braquiorradial.
f. Músculos flexores e adutores do braço na articulação do ombro.
g. Músculos deltoide (parte clavicular), peitoral maior, redondo maior e latíssimo do dorso.
h. Rotação superior e protração do cingulo do membro superior.
i. Músculos trapézio (partes descendente e ascendente), serrátil anterior, peitoral menor.

▪ Questões sobre exercícios clínicos

1. Movimento articular: abdução MCF seguida por adução MCF.
Agonistas primários: músculos interósseos dorsais e abdutor do dedo mínimo seguidos pelos interósseos palmares.
2. Movimento articular: abdução do polegar.
Agonistas primários: músculos abdutores curto e longo do polegar.
3. Movimento articular: oposição do polegar e do dedo mínimo.
Agonistas primários: músculos oponente do polegar, oponente do dedo mínimo.
4. Movimento articular: flexão MF e extensão IF.
Agonistas primários: músculos lumbricais.

5. Movimento articular: flexão das articulações CMC, MCF e IF do polegar.
Agonistas primários: músculos flexores longo e curto do polegar.

► Capítulo 14 Articulação temporomandibular

▪ Questões sobre anatomia geral

1. Temporal e zigomático.
2. Os sinônimos são:
a. abaixamento da mandíbula.
b. elevação da mandíbula.
c. retração ou retrusão da mandíbula.
d. protração ou protrusão da mandíbula.
e. desvio lateral da mandíbula.
3. Mandíbula e temporal.
4. Músculo temporal.
5. Músculo masseter.
6. Músculos digástrico e omo-hióideo.
7. Quinto nervo craniano (trigêmeo).
8. Rotação anterior da cabeça da mandíbula sob o disco articular.
9. A cabeça esquerda da mandíbula roda na fossa mandibular enquanto a cabeça direita desliza anteriormente.
10. Cartilagem tireóidea.

▪ Questões sobre atividade funcional

1. Abaixamento da mandíbula.
2. a. Elevação da mandíbula.
b. O lado oposto ao pão.
c. O mesmo lado do pão.
3. Movimento laterolateral – desvio lateral.
Movimento anteroposterior – protrusão/retração
4. Movimento: elevação da mandíbula.
Músculos: temporal, masseter e pterigóideo medial

▪ Questões sobre exercícios clínicos

1. a. Desvio lateral da mandíbula.
b. Concêntrica.
c. Músculos temporal e masseter direitos, pterigóideos medial e lateral esquerdos.
2. a. Protrusão da mandíbula.
b. Isométrica.
c. Músculos pterigóideos medial e lateral.
3. a. Abaixamento da mandíbula.
b. Concêntrica.
c. Músculo pterigóideo lateral.

► Capítulo 15 Pescoço e tronco

▪ Questões sobre anatomia geral

1. a. Flexão lateral do pescoço e do tronco
b. Rotação do pescoço e do tronco
c. Flexão, extensão e hiperextensão do pescoço e do tronco
2. A vértebra cervical tem um processo espinhoso bifido, e há um forame no processo transversos. A vértebra torácica

tem um processo espinhoso longo e delgado, que aponta para baixo, com fôveas costais no corpo vertebral e processos transversos; os processos articulares superiores estão voltados posteriormente. A vértebra lombar tem um grande processo espinhoso que aponta posteriormente; os processos articulares superiores estão voltados medialmente.

3. A posição dos processos articulares superiores e inferiores no plano frontal.
4. A posição dos processos articulares superiores e inferiores no plano sagital.
5. Do osso occipital a C VII: ligamento nuchal
De C VII ao sacro: ligamento supraespinal
6. Ligamento amarelo
7. Ligamentos longitudinais anterior e posterior
8. A linha de tração do músculo atravessa ou passa perto do centro do eixo transversal de flexão e extensão do tronco, o que o torna ineficaz nesse movimento. Para ser eficaz na rotação, a linha de tração do músculo deveria ser horizontal ou diagonal. A linha de tração do músculo quadrado do lombo é vertical.
9. Músculo eretor da espinha
10. Uma combinação de flexão do tronco e rotação para a direita produzida pelos músculos reto do abdome, oblíquo externo esquerdo do abdome e oblíquo interno direito do abdome.

▪ Questões sobre atividade funcional

1. Rotação do pescoço e possivelmente alguma hiperextensão.
2. Flexão lateral do pescoço.
3. Hiperextensão do pescoço.
4. Flexão do pescoço.
5. Hiperextensão do pescoço.
6. Rotação do tronco para a esquerda.
7. Rotação do tronco para a direita.
8. Flexão lateral do tronco.
9. Flexão do tronco.
10. Hiperextensão do tronco.

▪ Questões sobre exercícios clínicos

Cabeça e pescoço

1. a. Flexão da cabeça em C I.
b. Extensão do pescoço.
c. Concêntrica.
d. Isométrica.
e. Extensores do pescoço (músculos esplênio da cabeça, esplênio do pescoço, eretor da espinha, interespinais e transversoespinais).
2. a. Flexão lateral da cabeça e do pescoço.
b. Isométrica.
c. Músculos esternocleidomastóideo direito, esplênio da cabeça direito, esplênio do pescoço direito, escalenos direitos, eretor da espinha direito e intertransversários direitos.
3. a. Flexão lateral do pescoço para a direita.
b. Flexores laterais esquerdos do pescoço.
c. Músculos esternocleidomastóideo direito, escalenos direitos, esplênios da cabeça e do pescoço direitos, eretor da espinha direito e intertransversários direitos.

- d. Flexores laterais direitos.
- e. Resposta igual a (c), exceto no lado direito.
4. Músculo esternocleidomastóideo esquerdo.
5. a. Flexão da cabeça em C I.
b. Concêntrica.
c. Músculos pré-vertebrais.
d. Flexão do pescoço.
e. Concêntrica.
f. Músculo esternocleidomastóideo (você ganhou um ponto extra se incluiu o músculo longo do pescoço do grupo de músculos pré-vertebrais).
- g. Isométrica.
- h. Músculo esternocleidomastóideo (mais um ponto extra se você se lembrou do músculo longo do pescoço).
- i. Extensão do pescoço.
- j. Contração excêntrica.
- k. Músculos esternocleidomastóideo e longo do pescoço.

Tronco

1. a. Flexão do tronco, principalmente na região lombar.
b. Músculos extensores do tronco.
c. Músculos eretor da espinha, transversoespinais e interespinais.
2. a. Flexão do tronco.
b. Concêntrica.
c. Músculos reto do abdome, oblíquos externo e interno do abdome bilaterais.
3. a. Sim.
b. Flexão.
c. Inserção proximal em direção à inserção distal.
d. Inversão da ação do músculo.
e. Músculo iliopsoas.
f. A fixação dos pés no solo torna o segmento distal mais estável e torna o segmento proximal mais móvel. Isso possibilita que os músculos flexores do quadril flexionem o quadril (e o tronco) em uma inversão da ação do músculo.
4. a. Flexão do tronco com rotação para a esquerda.
b. Concêntrica.
c. Ambos os músculos retos do abdome, músculos oblíquo externo direito e oblíquo interno esquerdo do abdome.
5. a. Flexão da cabeça em C I.
b. Concêntrica.
c. Isométrica.
d. Grupo de músculos pré-vertebrais.
e. Extensão do pescoço.
f. Isométrica.
g. Músculos esplênios da cabeça e do pescoço, eretor da espinha.
h. Hiperextensão do tronco.
i. Concêntrica.
j. Músculos eretor da espinha, transversoespinais e intertransversários.

► Capítulo 16 Sistema respiratório

▪ Questões sobre anatomia geral

1. Esterno, costelas, cartilagens costais e vértebras torácicas.
2. Os corpos e os processos transversos das vértebras torácicas articulam-se com a cabeça, o colo e o tubérculo das costelas.

3. Elevação e abaixamento, que produzem inspiração e expiração.
4. Durante a inspiração, as costelas sobem e o diafragma desce, e durante a expiração, as costelas descem e o diafragma sobe.
5. A inserção mais estável (ponto fixo) está acima da caixa torácica e em posição que possibilita a tração superior da caixa torácica.
6. A linha de tração não se altera da parte anterior para a posterior do corpo, mas o músculo muda a orientação em 180°, em torno da caixa torácica, determinando a aparente mudança de direção da parte anterior para a posterior.
7. A inserção mais estável (ponto fixo) é óssea e periférica, enquanto a inserção central é fibrosa (ponto móvel), o centro tendíneo. O músculo relaxado é cupuliforme. O músculo contraído torna-se plano, aumentando o diâmetro longitudinal da cavidade torácica.
8. A fala só ocorre durante a expiração, quando o ar sai pelas vias respiratórias.
9. Os músculos acessórios da inspiração tracionam o esterno e as costelas superiormente, enquanto os músculos acessórios da expiração tracionam-nos inferiormente.
10. O movimento da caixa torácica é comparado ao da alça de um balde; o movimento da cavidade torácica é comparado ao de um fole.
11. A pessoa com lesão no segmento C3 não tem mais inervação do diafragma; portanto, necessita de ventilação mecânica. Uma pessoa com lesão em C5 tem a inervação do diafragma intacta e respira sem assistência mecânica.

▪ Questões sobre atividade funcional

1. Inspiração forçada seguida por expiração forçada.
2. Inspiração profunda.
3. Expiração forçada.
4. Expiração forçada.
5. Inspiração e expiração tranquilas.

▪ Questões sobre exercícios clínicos

1. a. Respiração torácica.
b. Respiração diafragmática.
2. Músculos anterolaterais do abdome – reto do abdome, oblíquos externo e interno do abdome e transversos do abdome.
3. a. Elevação do tórax ao puxar o ar.
b. Há contração dos músculos.
c. Inspiração profunda. Os músculos acessórios da inspiração auxiliaram por tração superior da caixa torácica em uma inversão da ação do músculo. Esses músculos foram os escalenos e o esternocleidomastóideo.
4. a. A caixa torácica move-se superolateralmente (para cima e para fora) durante a inspiração.
b. O músculo peitoral maior está auxiliando a inspiração profunda por tração superior das costelas.
c. Essa é uma atividade em cadeia cinética fechada.

► Capítulo 17 Cíngulo do membro inferior

▪ Questões sobre anatomia geral

1. a. Inclinação anterior/posterior da pelve.

- b. Inclinação lateral.
- c. Rotação pélvica.
2. Para a esquerda.
3. As articulações do quadril.
4. a. Flexão do quadril.
b. Extensão do quadril.
c. Abdução do quadril no lado sem apoio e adução do quadril no lado que sustenta o peso.
5. a. Rotação medial do quadril direito/rotação lateral do quadril esquerdo.
b. Rotação lateral do quadril direito/rotação medial do quadril esquerdo.
6. a. Hiperextensão.
b. Flexão.
c. Flexão lateral para o lado oposto.
7. Músculos extensores do dorso, músculos flexores do quadril.

▪ Questões sobre atividade funcional

1. Inclinação posterior da pelve.
2. Inclinação anterior da pelve.
3. Inclinação posterior da pelve.
4. Adução do quadril esquerdo e abdução do quadril direito.

▪ Questões sobre exercícios clínicos

1. Movimentos: inclinação posterior da pelve, flexão do tronco, extensão do quadril.
Músculos: glúteo máximo e abdominais.
2. Movimentos: inclinação lateral esquerda da pelve; adução do quadril esquerdo e abdução do quadril direito.
Músculos: abdutores da coxa na articulação do quadril direito (glúteos médio e mínimo) e quadrado do lombo esquerdo.

► Capítulo 18 Articulação do quadril

▪ Questões sobre anatomia geral

1. a. Dois ossos do quadril, sacro e cóccix.
b. Ílio, ísquio e púbis fundidos.
c. Acetábulo do osso do quadril e cabeça do fêmur.
d. Ílio, ísquio e púbis.
e. Ísquio e púbis.
f. Ílio e ísquio.
2. Com a incisura isquiática maior posterior e o corpo do púbis anterior, o acetábulo está voltado lateralmente. Portanto, se o acetábulo estiver voltado para a direita nessa posição, é um osso do quadril direito.
3. Com o fêmur na posição vertical, a linha áspera e o trocânter menor são posteriores e a cabeça está voltada medialmente. Portanto, nessa posição a cabeça do fêmur direito está voltada para a esquerda.
4. a. Número de eixos: 3.
b. Formato da articulação: esferóide.
c. Tipos de movimento possíveis: flexão/extensão, abdução/adução e rotação.
5. a. Rotações medial e lateral.
b. Flexão/extensão.
c. Abdução/adução.
6. A fixação distal do ligamento iliofemoral; porque se divide em duas partes, formando um Y invertido.

7. O acetábulo forma um encaixe profundo que acomoda a maior parte da cabeça do fêmur, e a articulação é circundada por três ligamentos muito fortes.
8. A linha de fixação dos ligamentos é espiral. Essa orientação causa tensão dos ligamentos na extensão da articulação e relaxamento na flexão, o que limita a hiperextensão sem impedir a flexão.
9. Músculos reto femoral, sartório, grácil, semitendíneo, semimembranoso, bíceps femoral (cabeça longa) e tensor da fáscia lata.
10. O músculo sartório participa da flexão, abdução e rotação lateral da coxa na articulação do quadril; o músculo tensor da fáscia lata participa da flexão e abdução da coxa.
11. Ao levantar o pé direito do solo, os músculos abdutores da coxa na articulação do quadril esquerdo e os músculos extensores do tronco direitos contraem-se para impedir a queda do lado direito da pelve. Há um binário de forças quando os músculos abdutores da coxa fazem tração inferior enquanto os músculos extensores do tronco fazem tração superior.
12. Em direção oposta.
13. Flexão da coxa na articulação do quadril – aproximação dos tecidos moles; extensão da coxa na articulação do quadril – estiramento dos tecidos moles.

■ Questões sobre atividade funcional

1. Extensão e rotação medial da coxa na articulação do quadril, talvez algum grau de adução da coxa.
2. a. A flexão da coxa na articulação do quadril necessária é maior quando a superfície é baixa.
b. Rotação medial e adução da coxa podem acompanhar a flexão aumentada da coxa.
3. a. Adução da coxa.
b. Músculos adutores da coxa na articulação do quadril direito.
c. Cadeia cinética fechada.
4. a. A fase de balanço inclui flexão, extensão e hiperextensão da coxa na articulação do quadril.
b. Flexão da coxa na articulação do quadril maior que na caminhada.
c. Flexão e abdução da coxa na articulação do quadril.
d. Combinação de hiperextensão, abdução, flexão e adução da coxa na articulação do quadril ao passar o membro inferior sobre a bicicleta; também pode haver algum grau de rotação da coxa.
5. a. Inclinação posterior.
b. Inclinação anterior com acentuação da lordose lombar.
6. a. A pelve é mantida em inclinação posterior.
b. O comprimento dos músculos flexores da coxa na articulação do quadril não é suficiente para concluir a amplitude de movimento.
c. Músculo iliopsoas.
d. Os músculos anteriores da articulação do quadril têm de ser mais alongados quando a pelve está em posição de inclinação posterior que na posição de inclinação anterior.
7. Pode-se compensar ficando em pé com lordose da região lombar da coluna vertebral e inclinação anterior da pelve ou inclinando o corpo para frente, com leve flexão da coxa na articulação do quadril.
8. a. Os movimentos na articulação do quadril direito são de flexão, adução e rotação medial da coxa.

- b. Os movimentos na articulação do quadril esquerdo são de extensão, abdução e rotação lateral da coxa.
9. Quadril – cadeia fechada; ombro – cadeia aberta.

■ Questões sobre exercícios clínicos

1. a. Hiperextensão da coxa na articulação do quadril.
b. Fortalecimento.
c. Músculo glúteo máximo.
2. a. Hiperextensão da coxa na articulação do quadril.
b. Alongamento.
c. Músculo iliopsoas.
3. a. Sim. Há alongamento simultâneo do músculo reto femoral sobre as duas articulações.
4. a. Abdução da coxa na articulação do quadril.
b. Fortalecimento.
c. Músculos abdutores da articulação do quadril – músculos glúteo médio e glúteo mínimo.
5. a. Combinação de abdução e flexão da coxa na articulação do quadril.
b. Fortalecimento.
c. Músculo tensor da fáscia lata.
6. a. Concêntrica.
b. Terceira classe.
7. a. Não.
b. Como a perna está fletida, os músculos posteriores da coxa já estão encurtados. A hiperextensão progressiva da coxa na articulação do quadril logo causa a insuficiência ativa dos músculos posteriores da coxa.
8. a. Abdução e flexão da coxa.
b. Alongamento.
c. Músculos adutores – músculos pectíneo, adutor longo, adutor curto, adutor magno.
Músculos extensores (posteriores da coxa) – músculos semimembranoso, semitendíneo, bíceps femoral.
9. a. O exercício B é mais difícil.
b. Com as pernas estendidas na articulação do joelho, o braço de resistência é muito maior que no exercício A. O braço de força tem o mesmo comprimento em ambos.
10. a. Fechada.
b. Extensão da coxa na articulação do quadril.
c. Concêntrica.
d. Músculos extensores da coxa na articulação do quadril – músculos glúteo máximo e posteriores da coxa.
e. Músculo flexor da coxa na articulação do quadril – músculo reto femoral.

► Capítulo 19 Articulação do joelho

■ Questões sobre anatomia geral

1. a. *Número de eixos:*
Articulação do joelho: 1
Articulação patelofemoral: 0
b. *Formato da articulação:*
Articulação do joelho: gínglimo
Articulação patelofemoral: irregular
c. *Tipo de movimento:*
Articulação do joelho: flexão/extensão
Articulação patelofemoral: deslizamento
2. A flexão e a extensão da perna na articulação do joelho ocorrem no plano sagital em torno do eixo transversal.

3. O ângulo Q é formado pela interseção da linha que passa pela tuberosidade da tíbia e meio da patela e a linha que passa pela EIAS e o meio da patela. Quanto maior é o ângulo, maior é o estresse sobre a articulação Patelofemoral durante a flexão e a extensão da perna.
4. Fêmur e tíbia.
5. Porque inicia a flexão da perna na articulação do joelho, retirando o joelho da posição “travada” em extensão.
6. As inserções distais dos músculos sartório, grácil e semitendíneo.
7. Enfraquecimento da extensão da perna na articulação do joelho (músculo quadríceps femoral = L2-L4) e ausência de flexão da perna na articulação do joelho (músculos posteriores da coxa = L5-S2).
8. a. Cadeia cinética fechada.
b. Não. Isso só pode acontecer como uma ação em cadeia fechada.
c. O músculo gastrocnêmio está tracionando a inserção proximal (ponto fixo) em direção à inserção distal (ponto móvel) – uma inversão da ação do músculo.
9. Rotatória.
10. a. Flexão
b. Tensão na região medial.
c. Compressão na região lateral.

▪ Questões sobre atividade funcional

1. a. Ação dos músculos posteriores da coxa: extensão da coxa na articulação do quadril e flexão da perna na articulação do joelho.
b. Posição do quadril (ver Figura 19.25A): extensão.
c. Posição do quadril (ver Figura 19.25B): flexão parcial.
d. Posição de insuficiência ativa dos músculos posteriores da coxa: extensão da coxa na articulação do quadril e flexão da perna na articulação do joelho.
e. Veja a Figura 19.25B: flexão parcial do quadril.
f. A leve flexão da coxa na articulação do quadril mantém algum alongamento dos músculos posteriores da coxa durante seu encurtamento no joelho e, assim, evita a insuficiência ativa. A extensão da coxa na articulação do quadril encurta os músculos posteriores da coxa sobre o quadril durante seu encurtamento no joelho. Assim, a insuficiência ativa ocorre mais rápido.
2. a. Posição do quadril na Figura 19.26A = flexão parcial na articulação do quadril; posição do quadril na Figura 19.26B = maior flexão na articulação do quadril.
b. Músculos vastos.
c. Músculo reto femoral – flexão da coxa na articulação do quadril e extensão da perna na articulação do joelho.
d. Os músculos vastos monoarticulares são alongados na flexão da pessoa. Como não cruzam a articulação do quadril, não são afetados pela posição do quadril. O músculo reto femoral, biarticular, é alongado na extensão da coxa e flexão da perna. Portanto, está mais alongado na posição A. Na posição B, já está encurtado (relaxado) na articulação do quadril.
e. Se quiser fortalecer o músculo reto femoral, use a posição de maior extensão na articulação do quadril (ver Figura 19.26A).
f. Se quiser isolar e fortalecer apenas os músculos vastos, use a posição de maior flexão na articulação do quadril

(ver Figura 19.26B), na qual o músculo reto femoral está encurtado e tem sua força reduzida.

3. a. Colocação do pé sobre o meio-fio – flexão da perna na articulação do joelho.
b. Subir no meio-fio – extensão da perna na articulação do joelho.
4. a. Preparo para chutar – flexão da perna na articulação do joelho e hiperextensão da coxa na articulação do quadril.
b. O músculo reto femoral é alongado em relação ao quadril e ao joelho.
c. Contato com a bola – extensão da perna na articulação do joelho e extensão da coxa na articulação do quadril.
d. O músculo reto femoral é encurtado na articulação do joelho, mas ainda está alongado na articulação do quadril.
e. Movimento subsequente – manutenção da extensão da perna na articulação do joelho, flexão da coxa na articulação do quadril.
f. O músculo reto femoral está encurtado em relação às duas articulações e apresenta insuficiência ativa.
5. a. O condutor seria o pé esquerdo, e não o direito.
b. Elevação da pelve no lado direito (também conhecido como *flexão lateral direita do tronco* em inversão da ação do músculo).

▪ Questões sobre exercícios clínicos

1. Agachamento:
 - a. Flexão da perna na articulação do joelho
 - b. Contração excêntrica
 - c. Extensores da perna na articulação do joelho (músculo quadríceps femoral)
 - d. Cadeia fechada.
 Manutenção da posição:
 - a. Isométrica
 - b. Extensores da perna na articulação do joelho (músculo quadríceps femoral)
 Retorno à posição em pé:
 - a. Extensão da perna na articulação do joelho
 - b. Contração concêntrica
 - c. Extensores da perna na articulação do joelho (músculo quadríceps femoral)
2. a. Flexão da coxa na articulação do quadril e extensão da perna na articulação do joelho.
b. Alongamento dos músculos posteriores da coxa, que estendem a coxa e fletem a perna.
c. Os músculos posteriores da coxa são semimembranáceo, semitendíneo e bíceps femoral.
3. a. Flexão da coxa na articulação do quadril e extensão da perna na articulação do joelho.
b. Fortalecimento.
c. Músculos flexores da coxa na articulação do quadril (reto femoral, iliopsoas e pectíneo) e músculos extensores da perna na articulação do joelho (grupo do músculo quadríceps femoral).
d. Cadeia aberta.
4. a. Extensão da coxa na articulação do quadril e flexão da perna na articulação do joelho.
b. Alongamento.
c. Músculo reto femoral (que faz a flexão da coxa e a extensão da perna).

5. Flexão – aproximação dos tecidos moles; extensão – estiramento dos tecidos moles.
6. a. É mais fácil manter a posição C.
b. A força é o músculo quadríceps femoral, a resistência são a perna e o pé, e o eixo é a articulação do joelho. É uma alavanca de terceira classe (eixo-força-resistência).
c. O braço de resistência diminui.
d. O braço de força continua igual.
7. Veja a Figura 19.28.
Fase de extensão:
a. Extensão da perna na articulação do joelho.
b. Contração concêntrica.
c. Extensores da perna na articulação do joelho (músculo quadríceps femoral).
d. Atividade em cadeia fechada.
Manutenção da posição:
a. Extensão da perna na articulação do joelho.
b. Contração isométrica.
c. Extensores da perna na articulação do joelho (músculo quadríceps femoral).
Fase de flexão:
a. Flexão da perna na articulação do joelho.
b. Contração excêntrica.
c. Extensores da perna na articulação do joelho (músculo quadríceps femoral).
8. O profissional de saúde consegue aplicar força maior logo acima do “tornozelo” que logo abaixo do joelho, porque o braço da alavanca de força é mais longo. O eixo é a articulação do joelho. Nesse caso a resistência está sendo aplicada pelo paciente. O braço de resistência é a distância entre o eixo e a inserção do músculo quadríceps femoral, que não se altera. O braço de força é a distância entre o eixo e o local de aplicação da força na perna do paciente. Em outras palavras, o clínico não precisa aplicar muita força ao usar um braço de alavanca de força mais longo do que seria necessário para obter o mesmo resultado com um braço de alavanca de força mais curto.

► Capítulo 20 Articulações do “tornozelo” e do pé

▪ Questões sobre anatomia geral

1. a. Um
b. Gínglimo.
c. Dorsiflexão e flexão plantar do pé
d. Tibia e tálus (principalmente).
2. A articulação talocalcânea é formada pelo tálus e calcâneo; a articulação transversa do tarso é formada pelo tálus e calcâneo com o navicular e o cuboide.
3. A função da membrana interóssea, localizada entre a tibia e a fibula, é manter os dois ossos unidos e oferecer uma grande área para inserção muscular.
4. Ligamento deltoideo (colateral medial), constituído pelas partes tibionavicular, tibioalcânea e tibiotalares posterior e anterior.
5. O ligamento colateral lateral, formado pelos ligamentos talofibulares anterior e posterior e pelo ligamento calcaneofibular.
6. Partes medial e lateral do arco longitudinal do pé.
7. A parte medial do arco longitudinal é formada pelo calcâneo, navicular, cuneiforme e a três primeiros ossos meta-

tarsais. A parte lateral do arco longitudinal é formada pelo calcâneo, cuboide e quarto e quinto ossos metatarsais.

8. O arco transversal é formado pelo cuboide e pelos três ossos cuneiformes.
9. As funções dos arcos do pé são a absorção parcial do choque, a adaptação a terrenos irregulares e a impulsão do corpo para frente durante a marcha.
10. Músculos tibial posterior, flexor longo dos dedos e flexor longo do hálux.
11. Músculos tibial posterior, tibial anterior e fibular longo.
12. Músculos fibular longo e fibular curto.
13. Músculos fibular curto e fibular terceiro.
14. Músculos tibial anterior e fibular longo; juntos, os tendões dos músculos fibular longo e tibial anterior às vezes são referidos como “estribo” do pé, porque o músculo fibular longo desce pela região lateral da perna e seu tendão cruza a planta do pé em sentido medial e se aproxima do tendão do músculo tibial anterior. O músculo tibial anterior desce ao longo da região anterolateral da perna e seu tendão insere-se próximo à inserção do músculo fibular longo, formando como uma letra U, ou um estribo.
15. Não, os músculos flexores plantares mais fortes são o gastrocnêmio e o sóleo, inervados nos níveis de S1-S2. A inervação dos músculos posteriores da perna provém principalmente do nível de L5-S1.

▪ Questões sobre atividade funcional

1. Flexão plantar do pé na articulação talocrural (do “tornozelo”).
2. Flexão plantar do pé.
3. Dorsiflexão do pé.
4. Flexão plantar do pé.
5. Inversão/eversão do pé.
6. Dorsiflexão do pé.
7. Flexão plantar do pé.

▪ Questões sobre exercícios clínicos

1. Músculo gastrocnêmio:
a. Número de articulações cruzadas: duas.
b. Movimento no joelho: flexão da perna.
c. Movimento no “tornozelo”: flexão plantar do pé.
Músculo sóleo:
a. Número de articulações cruzadas: uma.
b. Movimento no joelho: não há movimento na articulação do joelho.
c. Movimento no “tornozelo”: flexão plantar do pé.
2. a. Joelho esquerdo: extensão da perna.
“Tornozelo” esquerdo: dorsiflexão do pé.
b. Há alongamento do músculo gastrocnêmio esquerdo.
c. Há alongamento do músculo sóleo esquerdo.
d. Músculo gastrocnêmio.
e. O músculo gastrocnêmio é mais alongado porque tem de ser alongado em relação à amplitude combinada das articulações do joelho e talocrural, enquanto o músculo sóleo é alongado apenas em relação à articulação talocrural.
3. a. Joelho esquerdo: flexão da perna.
“Tornozelo” esquerdo: dorsiflexão do pé.
b. O músculo gastrocnêmio esquerdo está relaxado no joelho.
c. O músculo gastrocnêmio esquerdo está alongado no “tornozelo”.

- d. O músculo sóleo esquerdo não é alongado no joelho porque não cruza a articulação do joelho.
- e. Sim. O músculo sóleo esquerdo é alongado no “tornozelo”.
- f. Músculo sóleo.
- g. O músculo sóleo é mais alongado porque a amplitude de movimento é maior na articulação talocrural. Com o músculo gastrocnêmio relaxado no joelho, o movimento possível na articulação talocrural é maior, o que alonga ainda mais o músculo sóleo.
- 4. a. Joelho esquerdo: extensão da perna.
“Tornozelo” esquerdo: flexão plantar do pé.
- b. Há alongamento do músculo gastrocnêmio esquerdo.
- c. Há encurtamento do músculo gastrocnêmio esquerdo.
- d. O músculo sóleo esquerdo não está atuando no joelho.
- e. Há encurtamento do músculo sóleo esquerdo no “tornozelo”.
- f. O músculo gastrocnêmio, biarticular, é capaz de se alongar em relação ao joelho, ao mesmo tempo que se encurta em relação ao “tornozelo”, assim mantendo maior tensão muscular em uma amplitude de movimento maior. O músculo sóleo, monoarticular, está se encurtando em relação ao “tornozelo” e perderá tensão com rapidez.
- 5. a. Inversão do pé.
- b. Contração concêntrica e, depois, isométrica para manter a posição dos pés.
- c. Músculos tibial anterior e tibial posterior.
- 6. a. Dorsiflexão do pé, dorsiflexão do pé, flexão plantar do pé.
- b. Concêntrica, isométrica, excêntrica.
- c. Dorsiflexão do pé – o músculo tibial anterior é o agonista primário nas três fases.
- d. Cadeia crítica aberta.

► Capítulo 21 Postura

▪ Questões sobre anatomia geral

- 1. Músculos extensores cervicais.
- 2. Vista lateral.
- 3. Músculos flexores do quadril.
- 4. Lateral.
- 5. Nivelados, não elevados nem abaixados.
- 6. Anterior ou posterior.
- 7. Um pouco anterior ao maléolo lateral.
- 8. a. Joelho – um pouco posterior à patela.
- b. Quadril – através do trocanter maior.
- c. Ombro – através da extremidade do acrômio.
- d. Cabeça – através do lóbulo da orelha.

▪ Questões sobre atividade funcional

- 1. Protrusão do cingulo do membro superior.
- 2. Retração do cingulo do membro superior, talvez alguma elevação.
- 3. Flexão cervical e talvez alguma inclinação anterior da cabeça.
- 4. Elevação do ombro direito.
- 5. Há deslocamento anterior do centro de gravidade da mulher.
- 6. Inclinação anterior.

- 7. Aumento da lordose.
- 8. a. Parte posterior do tronco – contração do músculo eretor da espinha na região lombar e dos músculos paravertebrais.
- b. Parte anterior do tronco – alongamento dos músculos abdominais.
- 9. Músculos flexores do quadril.

▪ Questões sobre exercícios clínicos

- 1. Hiperextensão cervical.
- 2. a. Músculos extensores cervicais – mais contraídos.
- b. Músculos flexores cervicais – alongados.
- 3. Há elevação do lado esquerdo da pelve.
- 4. a. Músculos do lado esquerdo – mais contraídos.
- b. Músculos do lado direito – alongados.
- 5. a. Há compressão no lado esquerdo do disco.
- b. Há distração no lado direito.
- c. A abertura é maior no forame intervertebral do lado direito.
- d. O forame intervertebral é menor no lado esquerdo.
- 6. a. Músculos extensores do tronco – posteriores.
- b. Parte anterior.
- 7. a. Músculos flexores do tronco – anteriores.
- b. Parte posterior.

► Capítulo 22 Marcha

▪ Questões sobre anatomia geral

- 1. Os componentes e a sequência de eventos são iguais nas duas atividades. A caminhada tem um período de apoio duplo que não ocorre na corrida. A corrida tem um período sem apoio que não ocorre na caminhada.
- 2. A terminologia tradicional refere-se a momentos enquanto a terminologia do RLA refere-se a períodos.
- 3. Fase de apoio.
- 4. Período de apoio duplo; entre a saída do calcanhar e a saída dos dedos de um pé e o toque do calcanhar e o apoio completo do outro pé.
- 5. Durante o apoio médio da fase de apoio.
- 6. Fase de balanço.
- 7. Há aumento do comprimento do passo e da cadência.
- 8. Afasta mais os pés ao caminhar para alargar a base de sustentação.
- 9. O toque do calcanhar na fase de apoio e o balanço médio na fase de balanço.
- 10. Impulso na fase de apoio.

▪ Questões sobre atividade funcional

- 1. Passo mais curto.
Apoio de maior parte do pé durante a fase de apoio.
Menor balanço dos membros superiores.
- 2. Estreitamento da base da marcha.
Membros superiores mais abduzidos para ajudar a manter o equilíbrio.
- 3. Alargamento da base da marcha.
Maior deslocamento horizontal.
- 4. Aumento da inclinação para frente.
- 5. Maior deslocamento vertical.
Maior balanço dos membros superiores.

6. Marcha ceifante durante o balanço.
Maior deslocamento horizontal durante a fase de apoio.
7. Movimento curvilíneo.

▪ **Questões sobre exercícios clínicos**

1. a. Pé – dorsiflexão.
b. Coxa – flexão.
c. Pelve – inclinação anterior.
d. Região lombar da coluna vertebral – lordose.
2. a. Tipo de contração: concêntrica.
Grupo muscular: extensores da perna na articulação do joelho.
b. Tipo de contração: excêntrica.
Grupo muscular: flexores plantares do pé na articulação talocrural.
- c. Tipo de contração: concêntrica.
Grupo muscular: extensores da coxa na articulação do quadril.
- d. Tipo de contração: isométrica.
Grupo muscular: abdutores da coxa contralateral.
- e. Tipo de contração: excêntrica.
Grupo muscular: flexores da perna.
3. a. Inclinação lateral da pelve para o lado alterado.
b. Inclinação sobre o membro inferior acometido (mais curto) durante a fase de apoio.
c. Marcha equina.
d. Flexão da perna não alterada (mais longa).

Índice Alfabético

A

- Abdome, músculo do, 195
 - Abdução, 270
 - horizontal, 8
 - movimentos articulares de adução e, 8
 - Aceleração, 82, 306
 - lei da, 82
 - Acetábulo, lábio do, 236
 - Acidente(s), 15
 - ósseos, 15
 - vascular encefálico, 79
 - Acrômio, 117
 - Adução, 270
 - horizontal, 8
 - movimentos articulares de abdução e, 8
 - Agonista, 41
 - Alavancas, 89
 - de primeira classe, 90
 - de segunda classe, 91
 - de terceira classe, 92
 - eixo, 89
 - força, 89
 - resistência, 89
 - Alinhamento vertebral, 292
 - Alongamento, 38
 - Alteração neurológica e marcha anormal, 312
 - Alvéolo pulmonar, 210
 - Alzheimer, doença de, 62
 - Anastomoses, 75
 - Aneurisma, 79
 - Anfiartroses, 18
 - Angina, 79
 - Ângulo, 254
 - de carregamento, 131
 - de inclinação, 244
 - de torção, 244
 - patelofemoral, 253
 - Q do joelho, 254
 - Antagonistas, 41
 - Antebraço, músculos do cotovelo e do, 133
 - ação dos, 138
 - doenças comuns do cotovelo, 138
 - inervação dos, 138
 - relações anatômicas, 137
 - Anteversão, 245
 - Aorta, 69
 - valva da, 67
 - Apoio, 303
 - completo do pé, 305
 - duplo, 303
 - em um membro inferior, 303
 - médio, 305
 - simples, 303
 - Aponeurose, 22
 - palmar, 144
 - toracolombar, 118
 - Aquiles, tendão de, 260
 - Aracnoide-máter, 49
 - Arco, 176
 - carpal, 155
 - - distal, 155
 - - proximal, 155
 - vertebral, 50, 188
 - zigomático, 176
 - Artéria(s), 69
 - axilar, 74
 - basilar, 75
 - braquial, 74
 - carótida, 74
 - cerebrais, 75
 - coronárias, 70
 - dorsal do pé, 73
 - poplítea, 72
 - radial, 74
 - subclávia, 73
 - tibiais, 73
 - ulnar, 74
 - vertebral, 75
 - Arteriolas, 69
 - Arteriosclerose, 79
 - Articulação(ões), 103 (v.t. Sistema articular)
 - acromioclavicular, 104
 - atlantoaxial, 186
 - atlantoccipital, 186
 - biaxial, 20
 - carpometacarpais, 142, 153
 - cartilaginosa, 18
 - costovertebrais, 208
 - do cotovelo, 130-140
 - - estrutura e movimentos, 130
 - - ligamentos e outras estruturas, 133
 - - músculos do cotovelo e do antebraço, 133
 - - ossos e pontos de referência, 131
 - do joelho, 251-265
 - - estrutura e movimentos, 252
 - - ligamentos e outras estruturas, 255
 - - músculos do joelho, 257
 - - ossos e pontos de referência, 253
 - do ombro, 115-128
 - - ligamentos e outras estruturas, 118
 - - movimentos, 116
 - - músculos, 119
 - do ombro, ossos e pontos de referência, 117
 - do quadril, 231-250
 - - estrutura e movimentos, 232
 - - ligamentos e outras estruturas, 235
 - - músculos, 236
 - - ossos e pontos de referência, 233
 - do tornozelo e do pé, 267-288
 - - movimentos, 270
 - - ligamentos e outras estruturas, 273
 - - músculos, 276
 - - ossos e pontos de referência, 268
 - e ligamentos do pescoço e tronco, 189
 - e movimentos, 7
 - - de abdução e adução, 8
 - - de flexão e extensão, 7
 - - de rotação, 9
 - - do pescoço e tronco, 186
 - - dos dedos, 153
 - elipsóidea, 20
 - escapulotorácica, 102
 - esferóidea, 20
 - interfalângicas, 153
 - lombossacral, 222
 - mediocarpal, 142
 - metacarpofalângicas, 153
 - mobilização da, 26
 - não axial, 18
 - ovoide, 27
 - patelofemoral, 253
 - plana, 18
 - radiocarpal, 141-149
 - - estrutura, 142
 - - ligamentos e outras estruturas, 143
 - - movimentos, 142
 - - músculos do punho, 144
 - ossos e pontos de referência, 142
 - radiulnar, 130
 - sacroilíaca, 219
 - selar, 20, 27
 - sinovial, 18
 - talocalcânea, 272
 - talocrural, 270
 - temporomandibular, 173-184
 - - ligamentos e outras estruturas, 177
 - - movimentos, 174
 - - - e estrutura, 174
 - - - mecânica dos, 178
 - - músculos, 178
 - - - ação dos, 183
 - - - inervação, 183
 - - - relações anatômicas, 182
 - - ossos e pontos de referência, 174
 - tibiofibular, 270
 - tipos de, 18
 - transversa do tarso, 272
 - triaxial, 20
 - uniaxial, 19
- Artrocinemática, 25-31, 82
 - movimento artrocinemático, 26
 - movimento osteocinemático, 26
- Artrodese tripla, 286
- Árvore bronquial, 210
- Asma, 216
- Aterosclerose, 79
- Atlas, 189
- Átrios, 66
- Atrito, 82
- Áxis, 189
- Axônios, 46
- ## B
- Bainha(s), 22
 - de mielina, 46
 - tendíneas, 22
 - Bell, paralisia de, 62
 - Biomecânica básica, 81-97
 - estabilidade, 86
 - força, 83
 - leis de movimento, 82
 - máquinas simples, 89
 - - alavancas, 89
 - - plano inclinado, 96

- - polias, 94
- - roda e eixo, 95
- torque, 85
- Bolsas sinoviais, 22
- Braço, 90
- de força, 90
- de momento, 85
- de resistência, 90
- Bronquíolos, 210
- Brônquios, 210
- lobares, 210
- principais, 210
- Bronquite, 216
- Brown-Séquard, síndrome de, 62
- Bulbo, 48
- Bulhas cardíacas, 68
- Bursite, 24
- pré-patelar, 262
- trocântérica, 246

C

- Cadeia(s) cinética(s), 42
- aberta, 29, 42
- fechada, 29, 42
- Cadeira de rodas, plano inclinado como rampa para, 96
- Caixa torácica, 208
- Calcâneo, 255
- tendão do, 260
- - ruptura do, 286
- tendinite do, 286
- Calcanhar, toque do, 305
- Câmaras cardíacas, 66
- Caminhada, 302
- Canal de parto, 218
- Canelite, 286
- Capilares, 69, 77
- Capítulo, 132
- Cápsula articular, 118, 133, 177
- Capsulite, 24
- adesiva, 126
- Capuz extensor, 155
- Carp, síndrome do túnel do, 62, 164
- Cartilagem(ns), 22
- articular, 21
- elástica, 22
- tireóidea, 177
- Cauda equina, 10
- Cavidade(s), 218
- glenoidal, 117
- medular, 12
- nasal, 209
- oral, 209
- pélvica, 218
- Cerebelo, 48
- Cérebro, 48
- Ciatalgia, 63
- Ciclo
- cardíaco, 68
- da marcha, 302
- Cifose, 202
- Cinemática, 4, 82
- Cinesiologia, 4
- Cinética, 4, 82
- Cíngulo do membro, 101-113, 217-227
- inferior, 217-227
- - estrutura e função, 218
- - movimentos, 222
- - pelvis maior e menor, 218
- superior, 101-113
- - articulações e ligamentos, 103
- - movimentos articulares, 104
- - músculos, 106
- - ossos e pontos de referência, 102
- - significado dos termos, 102
- Circulação, 66 (v.t. Sistema circulatório)
- pulmonar, 66
- sistêmica, 66
- Cisalhamento, forças de, 30
- Cisto, 262
- ganglionar, 164
- poplíteo, 262
- Claudicação dolorosa, 310
- Clavícula, fratura da, 125
- Cocontração, 41
- Colles, fratura de, 164
- Coluna vertebral, 201
- curvaturas da, 186
- doenças comuns da, 201
- músculos da região cervical da, 193
- Compressão, fraturas por, 202
- Côndilo(s), 187
- lateral, 254
- medial, 254
- occipitais, 187
- Condromalacia patelar, 262
- Cone medular, 50
- Congruência articular, 29
- Contração muscular, tipos de, 38
- concêntrica, 39
- excêntrica, 39
- isocinética, 40
- isométrica, 38
- isotônica, 38
- Contranutação, 219
- Contratilidade, 36
- Contratura isquêmica de Volkmann, 139
- Contusão da crista ilíaca, 246
- Coração, 66
- Corpo, 5
- caloso, 48
- celular, 46
- do esterno, 103
- humano, 23
- - eixos do, 23
- - segmentos do, 5
- vertebral, 50
- Córtex, 48
- Costela(s), 208
- falsas, 208
- flutuantes, 208
- luxação da, 216
- separação da, 216
- verdadeiras, 208
- Cotovelo(s), 139
- articulações do, 129-140
- da babá, 139
- do jogador, 139
- - de beisebol juvenil, 139
- - de golfe, 139
- estrutura e movimentos da articulação, 130
- ligamentos e outras estruturas, 133
- músculos do, e do antebraço, 133
- - ação dos, 138
- - doenças comuns, 138
- - inervação, 138
- - relações anatômicas, 137
- ossos e pontos de referência, 131
- veia intermediária do, 74
- Coxa, 244
- plana, 244
- valga, 244
- vara, 244
- Crânio, 49
- Crista, 143

- ilíaca, 220, 233
- - contusão da, 246
- supraepicondilar, 143
- - lateral, 132
- Curvatura(s), 186
- anteroposteriores da coluna vertebral, 186
- posturais, desenvolvimento das, 292

D

- Decúbito dorsal, postura em, 297
- Dedo(s), 165
- articulações e movimentos do 2º ao 5º, 153
- de joquei, 286
- em garra, 286
- em gatilho, 164
- em martelo, 165, 286
- em taco de golfe, 286
- músculos do, 165
- - do polegar e dos outros, 155
- - - ação dos, 165
- - - extrínsecos, 155
- - - inervação, 165
- - - intrínsecos, 160
- - - relações anatômicas, 163
- - flexor longo, 278
- Deformidade(s), 165
- em botoeira, 165
- em pescoço de cisne, 165
- Dendritos, 46
- Dermátomos, 53
- Desaceleração, 306
- Desalinhamento miserável, síndrome do, 262
- Desfiladeiro torácico, 73
- síndrome do, 62, 201
- Deslizamento, movimento de, 27
- Desvio(s), 298
- posturais comuns, 298
- ulnar, 165
- Diáfise, 12
- Diafragma, 211
- Diartrose, 18
- Dinâmica, 82
- Disco(s), 21
- articular, 178
- intervertebrais, 21
- Disfunções musculares, 62
- Disreflexia autonômica, 62
- Distrofia muscular, 62
- Distúrbios respiratórios, 216
- Doença(s), 244
- da coluna vertebral, 201
- de Alzheimer, 62
- de Kienböck, 165
- de Legg-Calvé-Perthes, 16, 244
- de Osgood-Schlatter, 16, 262
- de Quervain, 164
- degenerativas, 62
- desmielinizantes, 62
- do cotovelo, 138
- do joelho, 262
- do ombro, 125
- do punho e da mão, 164
- do quadril, 243
- do sistema, 60
- - circulatório, 78
- - nervoso, 60
- do tornozelo, 286
- respiratórias comuns, 216
- Dor(es), 312
- ciática, 202
- e marcha anormal, 312
- lateral, 216

- patelofemoral, síndrome de, 262
- Dorsiflexão, 8
- Dorso, músculo latíssimo do, 120
- Drenagem linfática, 78
- Ducto, 78
- linfático, 78
- torácico, 78
- Dura-máter, 49

E

- Eixos, planos e, 22
- Elasticidade, 36
- Embolia, 79
- Eminência intercondilar, 254
- Encéfalo, 48
- Endósteo, 12
- Enfisema, 216
- Enforcado, fratura do, 202
- Entorses, 24
- do tornozelo, 286
- Epicondilitis, 139
- anquilosante, 202
- medial, 139
- Epicôndilo, 132
- lateral, 143, 254
- medial, 143, 254
- Epífise, 12
- femoral, deslizamento da, 244
- Equilíbrio, 86
- estado de, 86
- estável, 86
- instável, 87
- neutro, 88
- Erb, paralisia de, 62
- Escápula, 117
- alada, 62, 106
- espinha da, 103
- esquerda, 117
- músculo levantador da, 108
- Esclerose lateral amiotrófica, 62
- Esvástica, 202
- Espaço(s)
- intersticiais, 76
- subaracnóideo, 50
- Espasmo muscular, 26
- Espinha, 233
- bífida, 61
- da escápula, 103
- ilíaca, 221, 233
- isquiática, 221, 233
- músculo eretor da, 195
- Espondilólise, 202
- Espondilolistese, 202
- Esqueleto (v. Sistema esquelético)
- Estabilidade, 86
- Estabilizador, 41
- Estado de equilíbrio, 86
- Estática, 82
- Estenose vertebral, 202
- Esterno, 208
- corpo do, 103
- manúbrio do, 103
- Estiramento, 24
- de tecidos moles, 116
- Estrôbo do pé, 280
- Eversão, movimento de, 9, 270
- Expiração, 211
- forçada, 211
- músculos acessórios da, 213
- tranqüila, 211
- Extensão, 7
- movimentos articulares de flexão e, 7

- sacral, 219
- Extensibilidade, 36
- Extremidades ósseas, 30

F

- Face articular, 28
- côncava, 28
- convexa, 28
- Faringe, 210
- Fáscia lata, músculo tensor da, 242, 260
- Fascite plantar, 286
- Fêmur, 233
- Fibra(s), 54
- musculares, 35
- nervosa, 47
- sensitivas, 54
- Fibrocartilagem, 21
- Fíbula, 255
- Flebite, 79
- Flexão, 7, 270
- movimentos articulares de extensão e, 7
- palmar, 8
- plantar, 8
- sacral, 219
- Fluxo sanguíneo através do coração, 68
- Forame(s), 187
- intervertebral, 50, 188
- isquiático, 221
- magno, 187
- sacrais, 219
- vertebral, 50
- Força(s), 83
- angular, 86
- binário de, 84, 110
- braço de, 90
- concorrentes, 83
- da gravidade, eliminação da, 40
- de cisalhamento, 30
- de deslocamento, 86
- definição, 82
- estabilizadora, 85
- gravitacional, 86
- linear, 83
- momento de, 85
- musculares, 84, 110
- paralelas, 83
- prensão de, 166
- resultante, 83
- Fossa, 256
- do olécrano, 132
- ilíaca, 233
- infraespal, 117
- mandibular, 176
- poplíteia, 256
- subescapular, 117
- supraespal, 117
- Fóvea(s), 186, 208
- costais, 189
- Fraqueza muscular, 309
- Fratura(s), 202
- bimalleolar, 286
- da clavícula, 125
- de Colles, 164
- de Smith, 164
- do colo do úmero, 125
- do enforcado, 202
- do quadril, 245
- do tornozelo, 286
- em galho verde, 164
- por compressão, 202
- por luxação, 202
- supracondilares, 139

- trimaleolar, 286
- Fusão, 311
- do joelho, 311
- do quadril, 311
- do tornozelo, 312

G

- Gínglimo, 19
- Glândulas linfáticas, 77
- Gonfoso, 18
- Gravidade, 86
- centro de, 22, 86
- eliminação da força da, 40
- linha de, 86

H

- Hálux, 279
- músculo longo do, 277
- - extensor, 279
- - flexor, 277
- rígido, 286
- valgo, 286
- Hâmulo do osso hamato, 143
- Heimlich, manobra de, 211
- Hemifóvea, 189, 208
- Hemisférios cerebrais, 48
- Hemorragia(s), 79
- encefálica, 78
- extradurais, 79
- subdurais, 79
- Hérnias de disco, 202
- Hidrocefalia, 61
- Hiperextensão, 8
- Hiperextensão-hiperflexão, lesões por, 202
- Hiperreflexia, 62
- Hiperventilação, 216
- Hipotálamo, 48

I

- Impacto, síndrome do, 126
- Incisura, 221
- da mandíbula, 175
- isquiática, 221
- radial, 132
- troclear, 132
- Inclinação, 30, 244
- ângulo de, 244
- escapular, 105
- lateral da pelve, 293
- Inércia, lei da, 82
- Inervação dos músculos, 112
- da respiração, 215
- do cotovelo e do antebraço, 138
- do joelho, 260
- do ombro, 125
- do pescoço e tronco, 201
- do polegar e dos outros dedos, 165
- do quadril, 246
- do tornozelo e do pé, 284
- temporomandibular, 183
- Infarto do miocárdio, 79
- Infecções respiratórias, 216
- Inserções musculares, 34
- Inspiração, 210
- forçada, 210
- músculos acessórios da, 212
- profunda, 210
- simulação da, 210
- tranqüila, 210
- Insuficiência cardíaca congestiva, 79

Interneurônio, 47
Inversão, movimento de, 9, 270
Irritabilidade, 36
Isquemia, 79
Ísquio, corpo do, 221, 233

J

Joelho, 257
- ângulo Q do, 254
- articulação do, 251-265
- bolsas do, 257
- doenças comuns do, 262
- estrutura e movimentos, 252
- fusão do, 311
- ligamentos e outras estruturas, 255
- músculos do, 257
- - ação dos, 260
- - anteriores, 258
- - inervação dos, 260
- - posteriores, 258
- - relações anatômicas, 260
- ossos e pontos de referência, 253
- recurvado, 262
- valgo, 262
- varo, 262
Jogo articular, 26
Junção neuromuscular, 62

K

Kienböck, doença de, 165

L

Lábio glenoidal, 21, 117
Laringe, 210
Legg-Calvé-Perthes, doença de, 16, 244
Leis do movimento, 82
Lesão(ões), 202
- do nervo radial, 125
- em chicotada, 202
- por hiperextensão-hiperflexão, 202
Ligamento(s), 103
- amarelo, 191
- articulações e, do pescoço e tronco, 189
- calcaneocubóideo plantar, 275
- calcaneonavicular, 275
- carpal, 154
- - palmar, 154
- - transverso, 154
- colateral, 256
- - lateral, 274
- coracoumeral, 118
- costoclavicular, 104
- cruzado, 256
- da mão, 154
- do cotovelo, 133
- do joelho, 255
- do ombro, 118
- do pé, 273
- do quadril, 235
- do tornozelo, 273
- esfenomandibular, 177
- esternoclavicular, 104
- estilo-hióideo, 177
- estilomandibular, 177
- glenoumerais, 118
- iliofemoral, 235
- iliolumbar, 222
- interclavicular, 104
- isquiofemoral, 236
- plantar longo, 275

- púbico, 222
- pubofemoral, 235
- radiocarpal, 143
- sacroilíaco, 221
- temporomandibular, 177
Linha, 76
Linfângio, 77
Linfedema, 79
Linfonodo sentinela, 77
Linha, 235
- alba, 22
- de gravidade, 86
- nugal, 187
- pectínea, 235, 254
Líquido, 76
- cerebrospinal, 49
- intercelular, 76
Lobo, 48
- frontal, 48
- occipital, 48
- parietal, 48
- temporal, 48
Lombo, músculo quadrado do, 199
Lordose, 202, 223, 293
Luxação(ões), 24
- da costela, 216
- do quadril, congênita, 243
- fraturas por, 202

M

Malformações congênitas, 61
Mandíbula, 175
- elevação da, 174
Manguito rotador, 118
- ruptura do, 126
Manipulação, 27
Manobra, 215
- de Heimlich, 211
- de Valsalva, 215
Manúbrio do esterno, 103
Mão, 151-170
- articulações e movimentos, 152
- - do 2º ao 5º dedo, 153
- - do polegar, 152
- doenças comuns do punho e da, 164
- em garra, 63
- função da, 166
- ligamentos e outras estruturas, 154
- linhas epifisais na, de uma criança e de um adulto, 14
- músculos do polegar e dos outros dedos, 155
- - ação dos, 165
- - extrínsecos, 155
- - inervação dos, 165
- - intrínsecos, 160
- - relações anatômicas, 163
- ossos e pontos de referência, 153
- simiesca, 62
Marcha, 301-314
- abduzida, 312
- agachada, 313
- análise, 306
- - da fase de apoio, 305
- - da fase de balanço, 306
- anormal, 309
- - alteração neurológica, 312
- - discrepância do comprimento dos membros inferiores, 313
- - dor, 312
- - fraqueza, paralisia muscular, 309
- - limitação da amplitude de movimento articular, muscular, 311

- antálgica, 313
- apoio, 303
- - completo do pé, 305
- - duplo, 303
- - em um membro inferior, 303
- - médio, 305
- - simples, 303
- atáxica, 313
- bamboleante, 310
- ceifante, 312
- ciclo da, 302
- - fase de apoio, 302
- - fase de balanço, 302
- comparação da terminologia da, 303
- de elevação, 312
- definições, 302
- deslocamento, 307
- - horizontal, 307
- - vertical, 307
- do badalo de sino, 311
- do músculo glúteo, 309
- - máximo, 309
- - médio, 309
- em tesoura, 313
- equina, 310, 314
- escarvante, 310
- festinante, 313
- hemiplégica, 312
- largura da base da, 308
- outros determinantes da, 307
- padrões de, relacionados a idade, 309
- parkinsoniana, 313
Massa, 82
Maxila, 176
Meato acústico externo, 176
Mecânica, 82
Mediastino, 66, 210
Medula espinal, 50
- importância funcional do nível da, 54
- traumatismo da, 61
Membrana, 21
- interóssea, 133
- sinovial, 21
Membro(s), 232
- inferior(es), 313
- - cingulo do, 217-227
- - - estrutura e função, 218
- - - movimentos do, 222
- - - pelvis maior e menor, 218
- - - discrepância do comprimento dos, e marcha anormal, 313
- - - ossos do, 232
- superior, cingulo do, 102-113
- - articulações e ligamentos, 103
- - movimentos articulares, 104
- - - ângulo de tração, 106
- - - concomitantes da articulação do ombro e do, 106
- - - ritmo escapuloumeral, 106
- - músculos do, 106
- - - binários de forças, 110
- - - descrição dos, 106
- - - inervação dos, 111
- - - relações anatômicas, 110
- - ossos e pontos de referência, 102
- - significado dos termos, 102
Meniscos, 256
Mesencéfalo, 48
Metáfise, 12
Método do paralelogramo, 84
Miastenia grave, 62
Mielina, bainha de, 46
Mielomeningocele, 61

- Miocárdio, infarto do, 79
- Mobilização da articulação, 26
- Morton, neuroma de, 63
- Movimento(s), 152
 - amplitude de, limitação da, 311
 - angular, 6
 - articulações e, 7, 23, 104, 311
 - - de abdução e adução, 8, 270
 - - de flexão e extensão, 7, 270
 - - de rotação, 9
 - - do cotovelo, 130
 - - do ombro, 116
 - - do pescoço e tronco, 186
 - - do polegar, 152
 - - dos dedos, 153
 - - radiocarpal, 142
 - - talocalcânea, 272
 - - temporomandibular, 174
 - - transversa do tarso, 272
 - artrocinemático, 26
 - - forças do movimento acessório, 29
 - - formato da face articular, 27
 - - posições da face articular, 29
 - - regra convexo-côncavo, 28
 - - terminologia do movimento acessório, 26
 - - tipos de, 27
 - curvilíneo, 6
 - de circundução, 8
 - de eversão, 9, 270
 - de extensão, 7
 - de flexão, 7
 - de inversão, 9, 270
 - de protrusão, 9
 - de retração, 9
 - do cíngulo do membro inferior, 222
 - do joelho, estrutura e, 52
 - do quadril, 232
 - do tornozelo, 270
 - glenoumeral, 124
 - leis do, 82
 - linear, 6
 - osteocinemático, 26
 - retilíneo, 6
 - sensação final do, 26
 - tipos de, 6
- Músculo(s), 293 (v.t. Sistema muscular)
 - agonista, 41
 - ancôneo, 136
 - antagonista, 41
 - antigravitacionais, 293
 - bíceps, 241
 - - braquial, 134
 - - femoral, 241, 259
 - braquiorradial, 135
 - com formato plano, 35
 - com formato triangular, 35
 - coracobraquial, 123
 - da articulação do ombro, 119
 - - ação dos, 125
 - - doenças comuns, 125
 - - inervação dos, 125
 - - movimento glenoumeral, 124
 - - relações anatômicas, 123
 - da respiração, 211
 - - acessórios, 212
 - - - da expiração, 213
 - - - da inspiração, 212
 - - diafragma, 211
 - - diafragmática *versus* respiração torácica, 214
 - - distúrbios ou doenças respiratórias comuns, 216
 - - inervação dos, 215
 - - intercostais, 212
 - - manobra de Valsalva, 215
 - - relações anatômicas, 213
 - - de formato plano, 35
 - - de formato triangular, 35
 - - deltoide, 117
 - - partes do, 119
 - - - acromial, 119
 - - - clavicular, 119
 - - - espinal, 119
 - - digástrico, 181
 - - do abdome, 195
 - - do cotovelo e do antebraço, 133
 - - - ação dos, 138
 - - - doenças comuns do cotovelo, 138
 - - - inervação dos, 138
 - - - relações anatômicas, 137
 - - do(s) dedo(s), 158
 - - - extensor, 158
 - - - flexor longo, 278
 - - do hálux, 277
 - - - extensor longo, 279
 - - - flexor longo, 277
 - - do joelho, 257
 - - - ação dos, 260
 - - - anteriores, 258
 - - - doenças comuns do joelho, 262
 - - - inervação dos, 260
 - - - posteriores, 258
 - - relações anatômicas, 260
 - - do membro superior, 106
 - - - binários de forças, 110
 - - - descrição dos, 106
 - - - inervação dos, 111
 - - - relações anatômicas, 110
 - - do pescoço e tronco, 192
 - - - ação dos, 201
 - - - da região cervical da coluna vertebral, 193
 - - - doenças comuns da coluna vertebral, 201
 - - - inervação dos, 201
 - - - relações anatômicas, 199
 - - do polegar e dos outros dedos, 155
 - - - ação dos, 165
 - - - extensor longo, 158
 - - - extrínsecos, 155
 - - - inervação dos, 165
 - - - intrínsecos, 160
 - - - relações anatômicas, 163
 - - do punho, 144
 - - - ação dos, 246
 - - - doenças comuns do quadril, 243
 - - - inervação dos, 246
 - - - relações anatômicas, 242
 - - do tornozelo e do pé, 276
 - - - doenças comuns, 286
 - - - extrínsecos, 276
 - - - inervação dos, 284
 - - - intrínsecos, 281
 - - - relações anatômicas, 281
 - - eretor da espinha, 195
 - - escalenos, 193
 - - estabilizador, 41
 - - esternocleidomastóideo, 35, 193, 213
 - - esterno-hióideo, 182
 - - esterno-tireóideo, 182
 - - extensores, 154
 - - - dos dedos, 158
 - - - expansão dos, 155
 - - - retináculos dos, 154
 - - flexores, 154
 - - fusiformes, 35
 - - gastrocnêmico, 276
 - - gênio-hióideo, 180
 - - glúteo, 309
 - - - máximo, 240
 - - - médio, 241
 - - - mínimo, 242
 - - grácil, 239, 260
 - - grupos de, que forma a pata de ganso, 256
 - - hipotenares, 160
 - - iliopsoas, 237
 - - inervação dos, 112
 - - infraespinal, 122
 - - infra-hióideo, 182
 - - intercostais, 212
 - - latíssimo do dorso, 120
 - - levantador da escápula, 108
 - - lumbricais, 162
 - - masseter, 179
 - - milo-hióideo, 180
 - - multipeniformes, 36
 - - neutralizador, 41
 - - omo-hióideo, 182
 - - palmares, 160
 - - pectíneo, 238
 - - peitoral, 213
 - - - maior, 120
 - - - menor, 110
 - - partes do, 120
 - - - clavicular, 120
 - - - esternocostal, 120
 - - peniforme, 36
 - - plantar, 277
 - - pré-vertebrais, 194
 - - pronador quadrado, 136
 - - redondo, 122
 - - - maior, 120
 - - - menor, 122
 - - retináculo dos, 154
 - - - extensores, 154
 - - - flexores, 154
 - - reto(s), 35
 - - - femoral, 237
 - - romboides, 109
 - - rotadores profundos, 240
 - - sartório, 237, 260
 - - semimembrâneo, 240, 259
 - - semipeniformes, 36
 - - semitendíneo, 240, 259
 - - serrátil, 109
 - - sóleo, 276
 - - subescapular, 123
 - - suboccipitais, 194
 - - supinador, 137
 - - supraespinal, 121
 - - supra-hióideo, 180
 - - temporal, 179
 - - temporomandibular, 178
 - - tenares, 160
 - - tensor da fâscia lata, 242
 - - tibial, 277
 - - - anterior, 279
 - - - posterior, 277
 - - tireo-hióideo, 182
 - - trapézio, 107
 - - tríceps, 310
 - - - braquial, 122, 135
 - - - sural, 310, 276
- N
- Nervo(s), 57
 - axilar, 56
 - cranianos, 52
 - espinais, 53
 - femoral, 58

- fibular, 59
- glúteo, 58
- intercostais, 54
- isquiático, 58
- mediano, 58
- musculocutâneo, 57
- obturatório, 58
- radial, 57
- - lesão do, 125
- terminais do plexo, 59
- - braquial, 56
- - lombossacral, 59
- tibial, 59
- torácicos, 53
- ulnar, 57
- Neuroma de Morton, 63
- Neurônios, 46
- Neuropatia, 62
- Neutralizador, 41
- Newton, lei de, 83
- Nó de Ranvier, 46
- Núcleo, 189
- da base, 48
- pulposo, 189
- Nutrição, 219

O

- Olécrano, fossa do, 132
- Ombro, 294
- articulação do, 116-128
- ligamentos e outras estruturas, 118
- movimentos do, 116, 124
- músculos do, 119
- - ação dos, 125
- - doenças comuns, 125
- - inervação dos, 125
- - movimento glenoumeral, 124
- - relações anatômicas, 123
- ossos e pontos de referência, 117
- Órtese, 84
- Oscilação postural, 293
- Osgood-Schlatter, doença de, 16, 262
- Osso(s), 13, 102
- capitato, 143
- composição do, 12
- curtos, 14
- da mão, 153
- da pelve, 233
- do cotovelo, 131
- do crânio, 49
- do joelho, 253
- do membro inferior, 232
- do ombro, 117
- do pescoço e tronco, 187
- do quadril, 233
- do tornozelo e do pé, 268
- escafoide, 142
- esenoide, 176
- estrutura do, 12
- hamato, hâmulos do, 143
- hioide, 177
- irregulares, 14
- longos, 13
- metatarsais, 269
- occipital, 187
- piramidal, 142
- pisiforme, 142
- planos, 14
- radiocarpal, 142
- semilunar, 142
- sesamoides, 14
- tarsais, 268

- temporal, 175
- temporomandibular, 174
- trapézio, 143
- trapezoide, 143
- zigomático, 176
- Osteoartrite, 24, 245
- Osteocinematologia, 82
- Osteoclastos, 12
- Osteomielite, 16
- Osteoporose, 16, 202

P

- Paralelograma, método do, 84
- Paralisia, 309
- cerebral, 61
- de Bell, 62
- de Erb, 62
- do sábado a noite, 62
- muscular, 309
- Paraplegia, 61
- Parto, canal do, 218
- Patela, 255
- Pé(s), 63
- apoio completo do, 305
- artéria dorsal do, 73
- articulações do tornozelo e do, 267-288
- batida com o, 310
- caído, 63
- calcâneo, 286
- cavo, 286
- em gota, 310
- equino, 286
- estribo do, 280
- ligamentos e outras estruturas, 273
- movimentos, 270
- músculos, 276
- ossos e pontos de referência, 268
- plano, 286
- plantigrado, 286
- Pelve, 233
- feminina, 218
- inclinação lateral da, 293, 308
- maior, 218
- masculina, 218
- menor, 218
- ossos da, 233
- Periosteio, 12
- Perna, 276
- compartimento lateral da, 280
- Pescoço, 165
- de cisne, deformidade em, 165
- e tronco, 185-205
- - articulações do, 186
- - e ligamentos, 189
- - movimentos da, 186
- - curvaturas da coluna vertebral, 186
- - músculos do, 192
- - ação dos, 201
- - da região cervical da coluna vertebral, 193
- - doenças comuns da coluna vertebral, 201
- - inervação dos, 201
- - relações anatômicas, 199
- - ossos e pontos de referência, 187
- - significado dos termos, 186
- Peso, aceitação do, 303
- Pia-máter, 49
- Pinça, 168
- ponta a ponta, 168
- prensão em, 168
- Placa epifisial, 12
- Planos e eixos, 22
- Pleura, 210
- Pleurisia, 216

- Plexo, 55
- braquial, 55
- - nervos terminais do, 56
- cervical, 55
- lombossacral, 58
- - nervos terminais do, 59
- Pneumonia, 216
- Pneumotórax, 216
- Polegar, 152
- articulações e movimentos do, 152
- de cutâneo, 164
- de esquiador, 164
- músculos do, e dos outros dedos, 155
- - ação dos, 165
- - extrínsecos, 155
- - inervação dos, 165
- - intrínsecos, 160
- - relações anatômicas, 163
- Polias, 94
- fixa, 94
- móvel, 94
- vantagem mecânica, 94
- Posição(ões)
- de repouso, 29
- descritivas, 4
- em cadeia cinética, 29
- - aberta, 29
- - fechada, 29
- Postura, 291-299
- alinhamento vertebral, 292
- desleixada, 297
- desvios posturais comuns, 298
- em decúbito dorsal, 297
- em pé, 294
- sentada, 296
- Prensão, 167
- cilíndrica, 167
- de força, 166
- de precisão, 167
- do prato, 168
- em gancho, 167
- em pinça, 168
- esférica, 167
- laterolateral, 168
- lumbrical, 168
- por oposição, 168
- - subterminal, 168
- - subterminal-lateral, 168
- - terminal, 168
- pulpolateral, 168
- tridigital, 168
- Pressão arterial, pulso e, 70
- Processo(s)
- coracoide, 103, 131
- coronoide, 132
- estiloides, 143, 176
- mastoide, 176, 187
- pterigoide, 176
- xifoide, 103
- zigomático, 176
- Pronação, 9, 130
- dolorosa, 139
- Proteção cerebral, 48
- Protrusão, movimento de, 9
- cervical, 187
- Protuberância occipital externa, 187
- Púbis, 222
- Pulmões, 210
- Pulso e pressão arterial, 70
- Punho, 144
- doenças comuns do, e da mão, 164
- músculos do, 144
- queda do, 62

Q

Quadril, 311
 - articulação do, 231-250
 - contratura em flexão do, 311
 - doenças comuns do, 243
 - elevação do, 224
 - estrutura e movimentos do, 232
 - fraturas do, 245
 - fusão do, 311
 - ligamentos e outras estruturas, 235
 - luxação congênita do, 243
 - músculos do, 236
 - - ação dos, 246
 - - inervação dos, 246
 - - relações anatômicas, 242
 - ossos e pontos de referência, 233
 Quadrúpede, terminologia descritiva de um, 5
 Queimação, síndrome de, 62
 Quervain, doença de, 164

R

Rádio, tuberosidade do, 132
 Ranvier, nó de, 46
 Região cervical, músculos da, 193
 Regra convexo-côncavo, 28
 Repouso, 36
 - comprimento normal de, 36
 - posição de, 29
 Resistência, 89
 - braço de, 90
 Respiração, 211 (v.t. Sistema respiratório)
 - diafragmática *versus* respiração torácica, 214
 - estruturas da, 209
 - fases da, 210
 - mecânica da, 210
 - músculos da, 211
 Retináculo dos músculos, 154
 - extensores, 154
 - flexores, 154
 Retração, movimento de, 9
 Retroversão, 245
 Rolamento, movimento de, 27
 Rotação, 9
 - inferior, 105
 - movimentos de, 9, 27
 - pélvica, 224
 - superior, 105
 Ruptura do manguito rotador, 126

S

Sacro, 219
 Segmentos do corpo humano, 5
 Sinal de Trendelenburg, 308
 Sinartrose, 18
 Sindesmose, 18
 - tibiofibular, 270
 Síndrome(s)
 - da dor patelofemoral, 262
 - de Brown-Séquard, 62
 - de estresse tibial medial, 286
 - de queimação, 62
 - do desalinhamento miserável, 262
 - do desfiladeiro torácico, 62, 201
 - do impacto, 126
 - do trato iliotibial, 245
 - do túnel do carpo, 62, 164
 - do túnel ulnar, 62
 - medular, 62
 Sínfise púbica, 222
 Sinóvia, 21

Sinovite, 24
 Sistema(s)
 - articular, 17-24
 - - estrutura das articulações, 20
 - - graus de liberdade, 23
 - - planos e eixos, 22
 - - termos de doenças comuns, 24
 - - tipos de articulações, 18
 - circulatório, 65-80
 - - cardiovascular, 66
 - - doenças comuns, 78
 - - linfático, 76
 - esquelético, 11-16
 - - composição do osso, 12
 - - estrutura do osso, 12
 - - funções do esqueleto, 12
 - - patologias esqueléticas comuns, 16
 - - tipos de esqueleto, 12
 - - tipos de ossos, 13
 - linfático, 76
 - muscular, 33-44
 - - ângulo de tração, 42
 - - cadeias cinéticas, 42
 - - características funcionais do tecido muscular, 36
 - - correlação comprimento-tensão no tecido muscular, 36
 - - disposição das fibras musculares, 35
 - - funções dos músculos, 41
 - - inserções musculares, 34
 - - nomes dos músculos, 34
 - - tipos de contração muscular, 38
 - nervoso, 45-63
 - - central, 47
 - - - encéfalo, 48
 - - - medula espinal, 50
 - - doenças comuns das partes central e periférica do, 60
 - - importância funcional do nível da medula espinal, 54
 - - periférico, 52
 - - - formação dos plexos, 55
 - - - importância funcional do nível da medula espinal, 54
 - - - nervos cranianos, 52
 - - - nervos espinais, 53
 - - tecido nervoso, 46
 - respiratório, 207-216
 - - caixa torácica, 208
 - - estruturas da respiração, 209
 - - fases da respiração, 210
 - - mecânica da respiração, 210
 - - músculos da respiração, 211
 Smith, fratura de, 164
 Sopro cardíaco, 79
 Subluxação, 24
 - glenoumeral, 125
 Substância, 46
 - branca, 46
 - cinzenta, 46
 - óssea, 12
 - - compacta, 12
 - - esponjosa, 12
 Sulco intertubercular, 118
 Supinação, 9, 13, 270
 Sustentação, base de, 86

T

Tabaqueira anatômica, 158
 Tálamo, 48
 Tarso, articulação transversa do, 272
 Tecido(s), 46

- moles, estiramento de, 116
 - muscular, 37
 - - características funcionais do, 36
 - - correlação comprimento-tensão no, 36
 - - - insuficiências ativa e passiva, 37
 - nervoso, 46
 Telencéfalo, 48
 Tendão de Aquiles, 260
 Tendinite, 24
 - bicipital, 126
 - do calcâneo, 286
 - patelar, 262
 Tenodese, 38
 Tenossinovite, 24, 164
 - estenosante, 164
 Terminologia descritiva, 4
 - de um quadrúpede, 5
 Tetraplegia, 61
 Tíbia, tuberosidade da, 235, 255
 Tônus muscular, 36
 Toque do calcanhar, 305
 Tórax instável, 216
 Torção, ângulo de, 244
 Torcicolo, 202
 Tornozelo, 286
 - e pé, 312
 - - articulações, 267-288
 - - fusão do, 312
 - - ligamentos e outras estruturas, 273
 - - movimentos, 270
 - - músculos, 276
 - - ossos e pontos de referência, 268
 - entorse do, 286
 - fratura do, 286
 - fusão do, 312
 Torque, 82, 85
 Trabéculas, 12
 Tração, 30
 Traqueia, 210
 Trato, 236
 - corticospinal, 50
 - iliotibial, 236
 - - síndrome do, 245
 Traumatismo da medula espinal, 61
 Trendelenburg, sinal de, 308
 Tríade maldita, 262
 Trígono femoral, 72
 Tróclea, 131
 Tromboflebite, 79
 Trombose, 79
 Tronco, 78
 - braquiocefálico, 70
 - encefálico, 48
 - linfático, 78
 - pescoço e, 185-205
 - - articulações e ligamentos, 189
 - - curvaturas da coluna vertebral, 186
 - - movimentos da articulação, 186
 - - músculos do, 192
 - - - ação dos, 201
 - - - da região cervical da coluna vertebral, 193
 - - - doenças comuns da coluna vertebral, 201
 - - - inervação dos, 201
 - - - relações anatômicas, 199
 - - ossos e pontos de referência, 187
 - - significado dos termos, 186
 - pulmonar, valva do, 67
 Túber isquiático, 221, 233
 Tubérculo, 131
 - articular, 175
 - infraglenoidal, 131
 - púbico, 233
 - supraglenoidal, 131

Tuberosidade, 255

- da tibia, 235, 255
- da ulna, 132
- do rádio, 132
- ilíaca, 220

Túnel, síndrome do, 164

- da ulna, 62
- do carpo, 62, 164

U

Ulna, tuberosidade da, 132

Úmero, 125

- corpo do, 117
- esquerdo, 117
- fratura do colo do, 125

V

Valsalva, manobra de, 215

Valvas, 67

Vasos, 69

- linfáticos, 77
- sanguíneos, 69

Veia(s), 71

- basílica, 74
- cavas, 69
- cefálica, 74
- do cotovelo, intermédia, 74
- femoral, 72
- ilíacas, 72
- jugulares, 75
- poplítea, 73

- safena, 73

- - magna, 73

- - parva, 73

- subclávia, 74

- tibiais, 73

- vertebral, 75

Velocidade, 82

Ventrículos, 66

Vênulas, 69

Vértebras, 186

- partes da, 190

Vetor, 82

Vias respiratórias, 209

Volkmann, contratura de, 139

Uma abordagem clara e prática da cinesiologia!

A abordagem didática de **Lippert** | *Cinesiologia Clínica e Anatomia* faz com que este clássico seja a obra mais respeitada e procurada por profissionais, professores e estudantes.

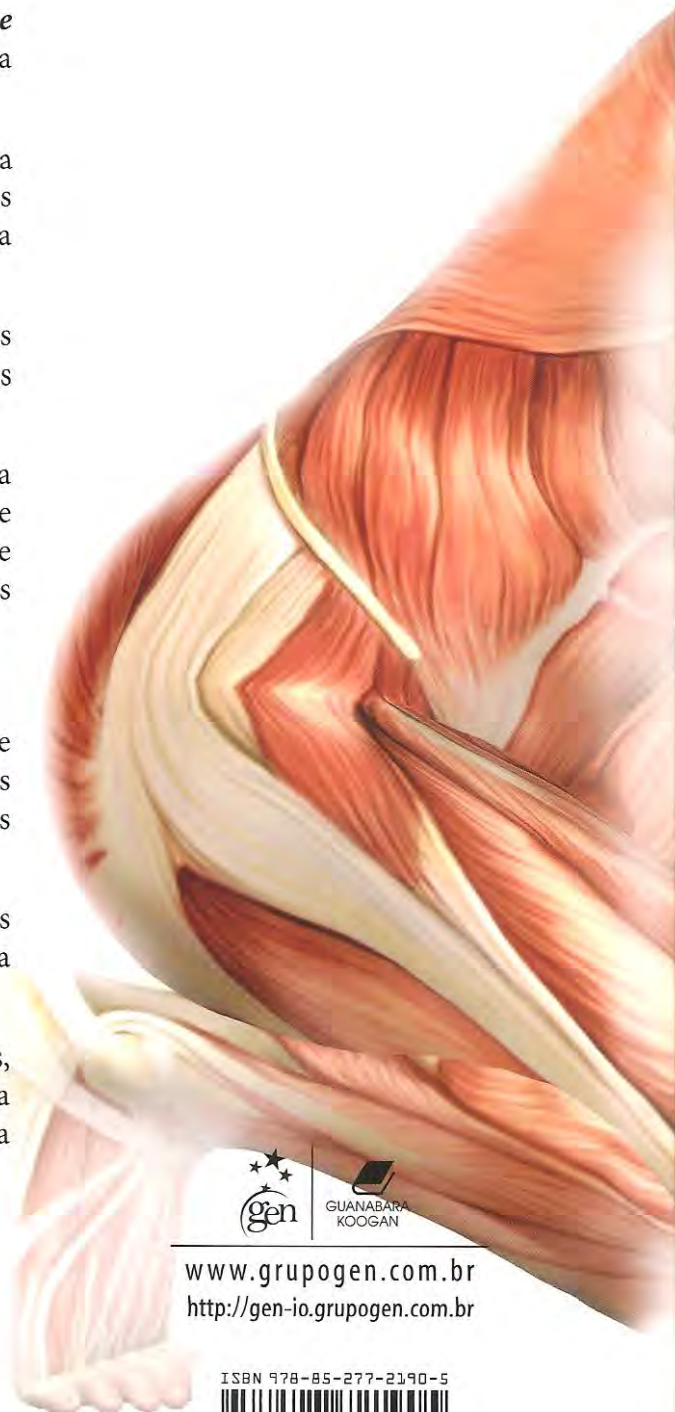
Esta quinta edição mantém a tradição de formar uma base sólida de conhecimentos sobre a análise de movimentos – inclusive terminologia, princípios e aplicações – dessa importante área.

Inicialmente, é apresentada uma revisão das estruturas anatômicas, e, além da descrição, são mostradas as correlações entre os vários sistemas de órgãos.

Após a revisão da anatomia, é feita uma meticulosa apresentação didática da função das articulações. Cerca de 500 ilustrações coloridas, bem como explicações objetivas e tabelas ajudam a estabelecer as conexões entre as estruturas anatômicas e os movimentos do corpo.

O que há de novo:

- 500 ilustrações coloridas, atualizadas e meticulosamente revisadas, inclusive das diferentes camadas musculares e de como interagem, facilitam a compreensão dos conceitos apresentados
- Mais aplicações funcionais e da mecânica associada às atividades cotidianas mostram como colocar em prática a base teórica
- As seções Pontos-chave, Resumo dos músculos, Resumo da inervação dos músculos, Resumo da ação dos músculos e Autoavaliação ajudam o leitor a compreender e memorizar informações importantes.



GUANABARA
KOOGAN

www.grupogen.com.br
<http://gen-io.grupogen.com.br>



9 788527 721905