

FARN – Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte

**DECRÉSCIMO DA FUNÇÃO MUSCULAR ASSOCIADA AO ENVELHECIMENTO:
CAUSAS E IMPLICAÇÕES NA QUALIDADE DE VIDA DO IDOSO**

Especializando: Renata Almeida Santos Passos

Orientador: Prof. Dr. Wouber Héricson de Brito Vieira

NATAL – RN

2011

DECRÉSCIMO DA FUNÇÃO MUSCULAR ASSOCIADA AO ENVELHECIMENTO: CAUSAS E IMPLICAÇÕES NA QUALIDADE DE VIDA DO IDOSO¹

Muscle function decrease associated to aging: causes and implications in the quality of life of elderly

Renata Almeida Santos Passos²

Wouber Héricksen de Brito Vieira³

¹ Artigo elaborado originalmente como Trabalho de Conclusão do Curso de especialização em Fisioterapia Ortopédica e Desportiva: avaliação e intervenção funcional, da Faculdade Natalense para Desenvolvimento do Rio Grande do Norte – FARN.

² Fisioterapeuta graduada pelo Centro Universitário de Vila Velha; especialista em Fisioterapia Hospitalar, pela Faculdade Salesiana de Vitória; especialista em Reeducação Postural Global pelo Reequilíbrio Proprioceptivo e Muscular, ministrado por Berreiros-Victori.

³ Fisioterapeuta graduado pela UFRN; especialista em Ortopedia pelo IOT/USP; especialista em Fisiologia do Exercício pela UFSCAR; mestre em Fisioterapia pela UFSCAR; doutor em Fisioterapia pela UFSCAR.

Correspondência / contato: R. General Sampaio 02 Tirol, Natal – RN, cep:59015130/ realmeidam@hotmail.com

RESUMO

O processo de envelhecimento determina alterações musculoesqueléticas inerentes, sendo a perda de massa muscular (sarcopenia) associada ao decréscimo da função entidades sindrômicas inevitáveis. A etiologia dessas alterações ainda não é totalmente conhecida, mas possíveis mecanismos podem ser relacionados dentre eles, o sedentarismo, a degeneração de motoneurônios, apoptose de miócitos, alterações nos níveis circulantes de insulina, GH, IGF-1 e testosterona, aumento na produção de citocinas pró-inflamatórias, alteração na arquitetura muscular e alterações nutricionais. A sarcopenia representa uma vulnerabilidade fisiológica relacionada à idade, que tem influencia direta sobre a qualidade de vida do idoso. Compreender melhor esses fatores, supracitados, da sarcopenia, colabora para implementação das melhores opções terapêuticas e de prevenção. Portanto, o propósito do estudo foi revisar os principais fatores envolvidos com o prejuízo da função muscular associado ao envelhecimento e sua influencia na qualidade de vida do idoso.

Palavras-chave: envelhecimento, sarcopenia, qualidade de vida, função muscular.

ABSTRACT

The aging process determinates skeletal muscle alterations inherent, being the muscle lost (sarcopenia) associated to function decrease, inevitable syndromics entities. The etiology of those alterations is not completely known yet, but possible mechanisms can be related among them, the sendentariness, the motoneuron degeneration, apoptosis of myocyt, insulin levels alterations, GH, IGF-1 and testosterone, pro-inflammatory cytokine production increase, muscle architecture alteration and nutrition alterations. The sarcopenia represents a physiologic vulnerability related to age, which has a straight influence on the quality of life of elderly. Knowing better those factors above, collaborates to the implementation of the best preventions and therapeutics options. Therefore, the purpose of this work was review the principal factors involved in the prejudice of the muscle function related to the aging and its influence on the quality of life of elderly.

Keywords: aging, sarcopenia, quality of life, muscle function.

1 - Introdução

O envelhecer pode ser definido como a incapacidade do indivíduo, em manter o equilíbrio homeostático de seu corpo, sob condições de sobrecarga funcional, gerando deficiência de um ou mais sistemas, que podem evoluir para uma situação de incapacidade com comprometimento da função. O envelhecimento fisiológico ou senescência é um processo que envolve declínios fisiológicos, sociais e psíquicos que muitas vezes gera alterações significativas que irão influenciar diretamente na qualidade de vida do idoso. Neste período observa-se maior prevalência de doenças crônicas, comorbidades e acidentes (BERNADI; REIS; LOPES, 2008).

Os avanços da medicina e os recentes incentivos à prevenção de doenças na população têm gerado um aumento na longevidade e expectativa de vida dos indivíduos. Por outro lado, os avanços tecnológicos facilitaram a adoção de um estilo de vida sedentário, o que faz com que nem sempre esses indivíduos alcancem a terceira idade com a saúde e qualidade de vida esperada (BAPTISTA; VAZ, 2009).

No ano 2000, segundo dados do Censo Demográfico do IBGE, 8,6% da população do Brasil (14.536.029 de pessoas) possuía 60 anos ou mais de idade (IBGE, 2001). Estudos revelam que em 2025, 15% da população do país (34 milhões) estará acima dos 60 anos. Haverá um aumento de idosos e, ao mesmo tempo, uma redução nos números absolutos de jovens entre 0 e 14 anos (REBELATTO et al., 2006). Com o aumento da longevidade, reflexo direto do declínio da mortalidade nos grupos etários mais velhos, o brasileiro vai conviver mais com idosos, permitindo às gerações vindouras terem um paradigma do que é ser idoso e como chegar a essa etapa da vida da melhor maneira possível. Para combater a inércia à qual idosos sedentários estão confinados nada melhor do que o movimento, o qual se constitui numa forma de adiar o repouso absoluto (GONÇALVES, 2001).

As habilidades e capacidades funcionais de cada indivíduo independem, na maioria das vezes, de sua idade cronológica. Atualmente, discute-se muito a respeito de envelhecer com saúde, pois, quando isto não acontece, os prejuízos relacionados ao processo trazem consequências que afetam diretamente a independência e qualidade de vida do idoso e de seus familiares (MATSUDO; MATSUDO; BARROS NETO, 2001). A prática regular de exercícios físicos é uma estratégia preventiva primária, atrativa e eficaz para manter e melhorar o estado de saúde física e psíquica em qualquer idade, tendo efeitos benéficos diretos e indiretos para prevenir e retardar as perdas funcionais do envelhecimento, reduzindo o risco de enfermidades e transtornos frequentes na terceira idade (REBELATTO et al., 2006).

O envelhecimento é um processo inexorável à todos os sistemas corporais. Dentre as diversas funções prejudicadas pelo avanço da idade está a função muscular, que, quando diminuída, afeta significativamente a qualidade de vida dos idosos (LACOURT; MARINI, 2006). Normalmente, a força muscular em indivíduos sedentários atinge um pico entre os 20 e 30 anos, tendendo a uma diminuição paulatina nos 20 anos seguintes. A partir dos 65 – 70 anos, a perda de força torna-se mais grave e é responsável pelos consideráveis déficits motores observados em indivíduos nessa faixa etária. Estudos referem um declínio de 15% entre a sexta e a sétima décadas e, após a sétima década, um declínio de 30% da força máxima individual a cada década. (REBELATTO et al., 2006). A perda gradativa da força e massa muscular associada ao envelhecimento é definida como sarcopenia. Sua etiologia ainda não é totalmente conhecida, mas sabe-se que é multifatorial (BERNADI; REIS; LOPES, 2008).

Considerando o aumento progressivo do envelhecimento populacional, o estudo do decréscimo na função muscular e suas implicações na vida do idoso tem grande importância,

pois a partir daí podem ser criadas estratégias que amenizem os efeitos deletérios do processo de envelhecimento, para chegar e viver essa etapa da vida de maneira mais saudável. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo revisar os principais fatores envolvidos com o prejuízo da função muscular associado ao envelhecimento e sua influencia na qualidade de vida do idoso.

2 - Envelhecimento Muscular

O envelhecimento biológico é um fenômeno multifatorial que está associado a profundas mudanças na atividade das células, tecidos e órgãos, como também com a redução da eficácia de um conjunto de processos fisiológicos. Do ponto de vista funcional, a população de indivíduos chamada “da terceira idade” – cuja expectativa de vida tem aumentado significativamente nos últimos anos – caracteriza-se, entre outros aspectos, por um decréscimo do sistema neuromuscular, verificando-se a perda de massa muscular, debilidade do sistema muscular, redução da flexibilidade, da força, da resistência e da mobilidade articular, fatores que, por decorrência, determinam limitação da capacidade de coordenação e de controle do equilíbrio corporal estático e dinâmico (REBELATTO et al., 2006).

Os músculos estriados esqueléticos com suas importantes funções corporais podem ser bem adaptados quando estimulados em suas quatro qualidades físicas (força, potência, hipertrofia e resistência). O músculo é constituído por diferentes tipos de fibras classicamente caracterizadas como fibras musculares do tipo I (contração lenta) e do tipo II (contração rápida), sendo que as do tipo II podem ser classificadas em dois subtipos: IIa e IIb (FAULKNER, 2003). A fibra muscular do tipo II tem o seu tamanho reduzido com o incremento da idade, enquanto que o tamanho da fibra do tipo I permanece muito menos afetada (MATSUDO; MATSUDO; BARROS NETO, 2000). As fibras do tipo IIb chegam a representar 60% das fibras musculares em adultos jovens e tem um decréscimo importante ao longo da vida chegando apenas a 30% em indivíduos com 80 anos de idade. Há, portanto, uma redução significativa ao longo dos anos, caracterizando nos idosos movimentos mais lentos e uma redução importante na capacidade de produzir força e potência que são características peculiares desse tipo de fibra muscular (DESCHENES, 2004). Apesar de todas as formas de expressão de força ser afetadas negativamente pela idade avançada, a força excêntrica parece ser mais resistente aos efeitos adversos do envelhecimento (LACOURT; MARINI, 2006).

A diminuição lenta e progressiva da massa muscular resulta em substituição do tecido muscular por colágeno e gordura, levando a uma alteração da composição corporal do idoso e resultando em contrações musculares menos eficientes do ponto de vista funcional, tanto em velocidade como em qualidade de contração (ZHONG; CHEN; THOMPSON, 2007). Entre os 25 e 65 anos de idade há uma diminuição substancial da massa magra (MG) ou massa livre de gordura (MLG) de 10 a 16% por conta das perdas na massa óssea, no músculo esquelético e na água corporal total. A massa magra é constituída por água, vísceras, osso, tecido conectivo e músculo, sendo nesse último onde ocorre maior perda com envelhecimento (cerca de 40%) (MATSUDO; MATSUDO; BARROS NETO, 2000).

A perda de massa e força muscular, associada ao envelhecimento é definida como sarcopenia. O termo sarcopenia foi inicialmente introduzido na literatura por Rosenberg em 1989, embora esse fenômeno já tivesse sido constatado na década de 70. Sarcopenia provém das palavras gregas *sarx* que significa carne e *penia* que significa perda. A prevalência da sarcopenia é de aproximadamente 25% em indivíduos com 65 anos ou mais, e aumenta para em torno de 30 a 50% naqueles com 80 anos ou mais (BAPTISTA; VAZ, 2009).

3 - Fatores Relacionados à Sarcopenia

A etiologia da sarcopenia, não é ainda totalmente conhecida, porém alguns dos fatores causais já são apontados e discutidos pela literatura, como o sedentarismo e as alterações do processo metabólico por decréscimo na produção ou ação endócrina de hormônios do crescimento (GH) e sexuais (estrogênios e androgênios), distúrbios da inervação, causados pela degeneração de motoneurônios e diminuição da ingestão protéico-calórica, comum no indivíduo idoso (BERNADI; REIS; LOPES, 2008).

3.1 - Sedentarismo:

A inatividade física é um fator contributivo importante para a sarcopenia relacionada ao envelhecimento. Homens e mulheres idosos com menor atividade física têm também menor massa muscular e maior prevalência de incapacidade física. A prática regular de exercícios, desde jovem, lentifica a perda muscular do idoso. A intervenção mais eficaz para prevenção e recuperação da perda muscular são os exercícios resistidos (SILVA, et al., 2006).

As pessoas mais idosas, habitualmente, iniciam um programa de exercícios em condições físicas mais precárias do que aqueles mais jovens, o que proporcionaria ganhos

relativos maiores. Entretanto, os efeitos dos programas de treinamento em idosos sobre o fortalecimento da musculatura são rapidamente perdidos com a suspensão dessa atividade, cuja perda é em torno de 32% na força dentro de quatro semanas após a suspensão do treinamento. Dessa forma, é recomendada a manutenção desses programas para que esses resultados benéficos sejam duradouros (ALVES et al., 2004).

Ao limitar-se fisicamente o idoso terá consequentemente aceleração do processo de perda de fibras musculares por diminuição dos estímulos cerebrais aos grandes grupos de músculos. A aptidão física de idosos ativos sofre alterações no envelhecimento, porém quando comparados a idosos sedentários esses apresentam menor declínio de suas funções motoras e massa muscular (MATSUDO; MATSUDO; BARROS NETO, 2000).

3.2 - Degeneração dos Motoneurônios:

Os motoneurônios que trazem as informações cerebrais a todos os músculos do corpo, inervam todos os tipos de fibras musculares, sendo em maior quantidade as do tipo II de contração rápida. O conjunto de fibras inervadas por um mesmo motoneurônio constitui uma unidade motora (BERNADI; REIS; LOPES, 2008).

Segundo MATSUDO, MATSUDO, BARROS NETO (2000), a redução no número de fibras musculares pode ser causada por um dano irreparável das fibras musculares ou uma perda do contato permanente dos nervos com as fibras musculares. As alterações neurológicas descritas têm sido a diminuição no número de unidades motoras funcionantes (com um aumento concomitante no tamanho das unidades de baixo limiar restantes) e uma perda no número de neurônios motores alfa da medula espinal de indivíduos idosos, com a subsequente degeneração dos seus axônios. Uma evidência indireta desse processo neuropatológico é o incremento no agrupamento de tipos de fibras encontrados nos músculos de indivíduos idosos, explicado pelos diferentes ciclos de denervação, seguidos por reinervação, que acontecem com as fibras musculares. Esses autores citam ainda um estudo que sugere fortemente que, após os 60 anos, o músculo passa por um processo contínuo de denervação e reinervação, por uma redução acelerada no funcionamento das unidades motoras, devido a perda das unidades motoras da medula espinal e das fibras das raízes ventrais mielinizadas. Apesar de que inicialmente a reinervação possa compensar a denervação, na medida em que o processo neurogênico continua, mais fibras musculares ficam permanentemente denervadas e, subsequentemente, substituídas por gordura e tecido fibroso, como citado anteriormente.

3.3 - Alterações Bioquímicas:

O processo de sarcopenia pode afetar a célula muscular em si, independente das questões neuropáticas, o que pode ser verificado por meio de evidências da contribuição da apoptose de miócitos na sarcopenia. A apoptose das células musculares parece ser causada por ativação de mensageiros celulares específicos, iniciadas pela ligação do TNF- α a receptores de membrana, envolvendo uma série de reações enzimáticas mediadas por endoproteases, as quais levam a ativação de uma caspase efetora responsável pela proteólise, resultando no catabolismo da célula e morte. Adicionalmente, as próprias mitocôndrias da fibra muscular podem provocar a apoptose, tanto por meio da liberação de citocromo “c” no sarcoplasma (que leva à ativação das caspases efetoras), quanto pela liberação de proteínas pró-apoptóticas (as quais geram fragmentação do DNA). O estresse do retículo sarcoplasmático também pode levar a apoptose, pela liberação de cálcio no sarcoplasma que eventualmente ativa as caspases efetoras (NARICI; MAGANARIS, 2006), (BAPTISTA; VAZ, 2009).

O resultado desses eventos celulares é uma redução no número (hipoplasia) e no tamanho (hipotrofia) das fibras musculares – este último provavelmente em resposta também a uma redução na proliferação de células satélites em função da queda de fatores de crescimento como os IGFs (insulin-like growth factors) (NARICI; MAGANARIS, 2006).

3.4 - Alterações Metabólicas:

Com o avançar da idade, é comum ocorrer declínio de mais de 15% do gasto metabólico basal, que acontece devido à redução de tecido magro, principalmente de células musculares metabolicamente ativas (SILVA et al., 2006).

A sarcopenia resulta de um desequilíbrio entre as taxas de síntese de proteína e a degradação. A síntese proteica pode ser estimulada por vários sinais, incluindo hormônios, demanda metabólica e pela sobrecarga funcional. A insulina, o hormônio do crescimento (GH), o IGF-1 e a testosterona são hormônios anabólicos, que aumentam a massa do músculo estimulando a síntese proteica e/ou inibindo catabolismo proteico, visto que o cortisol é um estímulo potente ao catabolismo. Os níveis circulantes desses hormônios são alterados pelo processo de envelhecimento, contribuindo potencialmente para a sarcopenia (ARAÚJO et al., 2007).

O aumento de estímulos catabólicos em idosos tem sido aventado como outra causa provável de redução da massa muscular. Alguns estudos descreveram aumento da produção

de citocinas pró-inflamatórias (IL-6, TNF- α e IL-1) em idosos, que podem estimular a perda de aminoácidos e incrementar a quebra de proteínas das fibras musculares (SILVA et al., 2006).

3.5 - Alterações Morfológicas:

Com os avanços tecnológicos, iniciou nas duas últimas décadas o estudo da estrutura muscular esquelética *in vivo* por meio da ultrassonografia. Em função da possibilidade de se estudar a plasticidade muscular, pesquisadores passaram a dar atenção para o que se convencionou chamar de arquitetura muscular. A arquitetura muscular tem sido estudada juntamente com o tendão, como “unidade músculo tendão”. De fato, essas duas estruturas formam uma unidade indivisível que requer dos pesquisadores seu estudo conjunto, para um correto entendimento dos fenômenos do movimento humano. Estudos recentes têm demonstrado que o envelhecimento está associado a uma redução na rigidez dos tendões, aumentando dessa forma sua complacência e diminuindo sua capacidade de transmissão de força aos ossos (BAPTISTA; VAZ, 2009). Modificações morfológicas na unidade músculo-tendão como a diminuição da massa muscular ou a diminuição da rigidez tendínea reconhecidamente causam alterações de suas propriedades mecânicas (LIEBER; FRIDÉN, 2000).

Diversos estudos têm demonstrado diferenças na arquitetura do músculo esquelético de idosos acometidos por sarcopenia quando comparado ao de adultos jovens saudáveis. Essas evidências parecem ser unânimes quanto à redução no volume, área de seção transversa fisiológica (ASTF) e ângulo de penação do músculo esquelético de idosos. A redução na ASTF do músculo de idosos parece estar associada à diminuição na capacidade de produção de força verificada nesses indivíduos (MORSE et al., 2005). De fato, a ASTF apresenta correlação com a capacidade de produção de força muscular, variando grandemente entre os músculos do corpo humano, com diferentes características arquitetônicas. Uma das características da arquitetura muscular que influenciam a ASTF é o ângulo de penação, ou seja, o ângulo entre a direção das fibras musculares e a linha de geração de força de um músculo (LIEBER; FRIDÉN, 2000). Evidências mostram que em músculos hipertrofiados o ângulo de penação encontra-se significativamente aumentado. Ainda, os homens apresentam maiores ângulos de penação quando comparados às mulheres, e a redução no ângulo de penação decorrente do envelhecimento parece estar associada à diminuição da ASTF (BAPTISTA; VAZ, 2009).

BAPTISTA E VAZ (2009) relatam um estudo em que foram comparados jovens e idosos pareados pelo nível de atividade física e verificaram que os idosos apresentavam um volume muscular e ASTF 25,4% e 15,2% menores no gastrocnêmio, respectivamente. Foi verificado ainda que o comprimento fascicular e o ângulo de penetração do gastrocnêmio desses idosos eram 10,2% e 13,2% menores do que em indivíduos jovens, sugerindo que as diferenças na arquitetura muscular são devidas ao envelhecimento.

3.6 - Alterações Nutricionais:

A redução da ingestão alimentar, a “anorexia do envelhecimento”, é fator importante no desenvolvimento e progressão da sarcopenia, principalmente quando associada a outras comorbidades. Múltiplos mecanismos levam à ingestão alimentar reduzida no idoso, tais como perda de apetite, redução do paladar e olfato, saúde oral prejudicada, saciedade precoce (relaxamento reduzido do fundo gástrico, aumento da liberação de colecistocinina em resposta à gordura ingerida, elevação da leptina). Fatores psicossociais, econômicos e medicamentos também estão envolvidos (SILVA et al., 2006).

A população idosa reduz a ingestão de alimentos uma vez que deveria aumentar a ingestão proteica (ARAÚJO et al., 2007). Uma ingestão protéica diária inadequada resulta em maiores perdas de massas óssea e muscular (ROSSI, 2008).

O consumo de proteína está diretamente relacionado ao metabolismo proteico do músculo esquelético. Um dos mecanismos pelos quais a proteína dietética poderia afetar o músculo esquelético é através da otimização da absorção de aminoácidos, promovendo estimulação e regulação da síntese proteica muscular. Os aminoácidos essenciais, em particular, os de cadeia ramificada como a leucina, podem estimular a síntese proteica muscular em idosos (GENARO, 2010).

Um dos suplementos nutricionais mais discutidos para o uso na Síndrome da Fragilidade no idoso, que tem a sarcopenia como um dos principais fatores causais, é a creatinina. Isso porque ela tem um possível efeito de elevar o depósito de fosfocreatina no músculo, além de poder aumentar níveis de adenosina tri-fosfato (ATP) e fosfocreatina durante o exercício. Os efeitos benéficos potenciais desse tipo de intervenção parecem ocorrer especialmente quando a suplementação nutricional está associada ao exercício físico (MACEDO; GAZZOLA; NAJAS, 2008).

4 - Influência do Envelhecimento Muscular Sobre a Qualidade de Vida do Idoso

Independente dos fatores relacionados à fraqueza muscular durante o processo de envelhecimento, como já mencionado, a estimulação do sistema muscular parece reverter os efeitos deletérios do envelhecimento e pode contribuir para a melhora da qualidade de vida dos idosos (BAPTISTA E VAZ (2009).

A qualidade de vida é um dos fatores responsáveis pelo aumento ou decréscimo na longevidade da população. A preocupação em manter hábitos que garantam uma velhice saudável marca uma nova etapa de conscientização. As atividades físicas são importantes para que se atinja o padrão desejado em certos aspectos da qualidade de vida e autonomia funcional nesses indivíduos (ALENCAR et al., 2010).

A independência funcional, que se refere à capacidade do indivíduo de realizar capacidade motora com os próprios meios depende, em grande parte, da força muscular, que representa autonomia na realização de inúmeras atividades cotidianas. Nesse sentido, o prejuízo da função muscular e o subsequente comprometimento da função motora, associados ao processo de envelhecimento, afetam diretamente a qualidade de vida dos idosos, diminuindo suas habilidades em tarefas simples como caminhar, tornando difícil a realização de atividades cotidianas. Desse modo, também favorecem o surgimento de afecções psicoemocionais como baixa na autoestima e depressão. O decréscimo da função muscular, com a consequente diminuição da funcionalidade, pode tornar-se um ciclo vicioso, visto que a diminuição da função muscular induz a uma baixa no nível de atividade física, que, por sua vez, causa um decréscimo ainda maior na função muscular (LACOURT; MARINI, 2006).

A atividade física deve ser estimulada não somente no idoso, mas também no adulto em geral, como forma de prevenir e controlar as doenças crônicas não transmissíveis que aparecem mais frequentemente durante a terceira idade e como forma de manter a independência funcional e um envelhecer com saúde e qualidade (MATSUDO; MATSUDO; BARROS NETO, 2001).

5 – Conclusão

O processo de envelhecimento está associado com mudanças fisiológicas e alterações da composição corporal que causam declínios progressivos da função dos sistemas biológicos. A sarcopenia é uma das mais significantes mudanças fisiológicas associadas ao envelhecimento. Existem diversos fatores etiológicos envolvidos na patogênese da sarcopenia e uma melhor compreensão desses fatores contribui para implementação de estratégias de

saúde pública para seu tratamento, prevenção e minimização dos seus efeitos deletérios, melhorando assim a qualidade de vida do idoso. É certo que não se pode evitar o envelhecimento, porém pode-se interferir na maneira de como envelhecer, contribuindo para um significativo bem estar em nossas atividades e relacionamento social.

6 - REFERÊNCIAS

- ALENCAR, N. A.; SOUZA JUNIOR, J. V. ; ARAGAO, J. C. B. ; FERREIRA, M. A.; DANTAS, E. H. M. Nível de atividade física, autonomia funcional e qualidade de vida em idosas ativas e sedentárias. *Fisioterapia em Movimento*, v. 23, p. 473-481, 2010.
- ALVES, R. V.; MOTA, J.; COSTA, M. C.; ALVES, J. G. B. Aptidão física relacionada à saúde de idosos: influência da hidroginástica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. São Paulo. v. 10, n. 1, jan./fev. 2004. p. 31-37.
- ARAÚJO, M. C. C.; MERLO, M. K. M. F.; OLIVEIRA, L. M. M.; SOUZA JÚNIOR, T. P. Importância da intervenção dietética e da atividade física na modulação do IGF-I em idosos com sarcopenia. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v.01, n.02, p. 94-104, 2007.
- BAPTISTA, R. R. ; VAZ, Marco Aurélio . Arquitetura muscular e envelhecimento: adaptação funcional e aspectos clínicos; revisão da literatura. *Fisioterapia e Pesquisa*, v. 16, p. 368-373, 2009.
- BERNARDI, Daniela Filócomo; REIS, Mariana de Almeida Santos; LOPES, Natália Bermejo. O tratamento da sarcopenia através do exercício de força na prevenção de quedas em idosos: revisão de literatura. *Revista Ensaios e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, v. 12, n. 2, p. 197-213, 2008.
- DESCHENES RM. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med*. 2004; 34. (12):809-824.
- FAULKNER, J. A. Terminology for contractions of muscles during shortening, while isometric, and during lengthening. *J. Appl. Physiology*, 95: 455-459, 2003.
- Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo 2001. [online] 2001. [acesso em 20 março. 2011]. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/25072002pidoso.shtml>
- GENARO, P.S. Consumo alimentar e metabolismo mineral ósseo em mulheres idosas com sarcopenia. Tese de doutorado (Programa de Pós Graduação em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- GONÇALVES, A. K. Novo ritmo da terceira idade. *Pesquisa Fapesp* 2001; 67: p. 68.
- LACOURT, M. X; MARINI, L. L. Decréscimo da função muscular decorrente do envelhecimento e a influencia na qualidade de vida do idoso: uma revisão de literatura. *RBCEH - Rev. Bras. de Ciências do Envelhecimento Humano* 2006; 3 (1): 114-121.
- LIEBER, R. L; FRIDÉN, J. Functional and clinical significance of skeletal muscle architecture. *Muscle Nerve*. 2000;23(11):1647-66.

MACEDO, C.; GAZZOLA, J. M.; NAJAS, M. Síndrome da fragilidade no idoso: importância da fisioterapia. *Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde*, vol. 33, n. 3, p. 177-84, 2008.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R.; BARROS NETO, T. L. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Revista Brasileira de Ciências do Movimento*. São Paulo. v. 8, n. 4, set. 2000, p. 21-32.

MATSUDO, S. M.; MATSUDO, V. K. R.; BARROS NETO, T. L. Efeitos benéficos da atividade física na aptidão física e saúde mental durante o processo de envelhecimento. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. Londrina. v. 5, n. 2, abr./jun. 2000, p. 60-76.

MATSUDO, S.; MATSUDO, V. K. R.; NETO, T. L. B. Atividade física e envelhecimento: aspectos epidemiológicos. *Rev.Bras.Méd. Esporte*. São Paulo, v.7, n.1, jan-fev.2001, p. 2-13.

MORSE, C. I; THOM, J. M; REEVES, N. D; BIRCH, K. M; NARICI, M. V. In vivo physiological cross-sectional area and specific force are reduced in the gastrocnemius of elderly men. *J Appl Physiol*. 2005;99(3):1050-5.

NARICI, M. V; MAGANARIS, C. N. Adaptability of elderly human muscles and tendons to increased loading. *J Anat*. 2006; 208(4):433-43.

REBELATTO, J. R; CALVO, J. I; OREJUELA, J. R; PORTILHO, J. C. Influência de um programa de atividade física de longa duração sobre a força muscular manual e a flexibilidade corporal de mulheres idosas. *Rev Bras Fisioterap* 2006; 10(1): 127-132.

ROSSI, E. Envelhecimento do sistema osteoarticular. *Einstein* 2008;6:S7-S12.

SILVA, T. A. A; FRISOLI, Jr. A; PINHEIRO, M. M; SZEJNFELD, V. L. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. *Rev Bras Reumatol*. 2006; 46: 391-7.

ZHONG, S.; CHEN, C. N.; THOMPSON, L. V. Sarcopenia of ageing: functional, structural and biochemical alterations. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. São Carlos. v.11, n.2, abr. 2007, p.91-97.