

AÇÃO DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE NO TRATAMENTO DE LESÕES MUSCULARES¹

Rodolfo Azevedo Pinheiro²
Wouber Héricksen de Brito Vieira³

RESUMO

As lesões musculares são as mais comuns e ocorrem com frequência no esporte. Elas podem ser de origem mecânica, térmica ou química, sendo as primeiras mais comuns. Apesar da importância clínica dessas lesões mecânicas, existem poucos estudos sistemáticos sobre o seu tratamento, e muitas vezes este se baseia em achados empíricos. Alguns recursos fisioterapêuticos têm sido utilizados no tratamento dessas afecções cujo objetivo geral é acelerar e regenerar a atividade funcional do músculo esquelético. Entre os recursos utilizados encontra-se a terapia a laser. Esse recurso eletrofísico interage com os tecidos biológicos produzindo efeitos bioquímico e bioenergético visando uma resposta clínica como analgesia, redução da inflamação ou reparação tecidual. Com isso, alguns estudos em animais de experimentação investigaram os efeitos que o laser seria capaz de proporcionar no tratamento das lesões musculares. Esses estudos mostram resultados significativos em relação à melhora estrutural dos tecidos lesionados, com maior quantidade de células musculares e vasos sanguíneos íntegros e um aumento da velocidade de reparação dos tecidos musculares lesionados submetidos à irradiação a laser. Portanto, o propósito do estudo foi realizar uma breve revisão crítica da literatura dos efeitos fisiológicos do laser terapêutico no processo de reparo do tecido muscular.

Palavras-chave: Lesão muscular. Regeneração muscular. Fisioterapia. Terapia laser de baixa intensidade.

ACTION OF LOW-LEVEL LASER FOR THE TREATMENT OF MUSCLE INJURIES

ABSTRACT

Muscle injuries are the most common and occur frequently in sports. They can be of mechanical origin, thermal or chemical, the first being more common. Despite the clinical importance of such mechanical injury, there are few systematic studies on its treatment, and often it is based on empirical findings. Some physiotherapy resources have been used in the treatment of these diseases whose general objective is to accelerate regeneration and functional activity of skeletal muscle. Among these sources used is laser therapy. This feature electrophysical interacts with biological tissues and bio-energy producing biochemical effects towards response as analgesia reducing inflammation or tissue repair. Thus, some studies in animals have investigated the effects that the laser would be able to provide for the treatment of muscle injuries. These studies show significant results in relation to structural improvement of damaged tissues, with greater amounts of muscle cells and intact blood vessels and an increased rate of repair of injured muscle tissue under going laser irradiation. So the purpose of the study was a brief critical review of the physiological effects of laser therapy in the repair process of muscle tissue.

Keywords: Muscle injury. Muscle regeneration. Physiotherapy. Low intensity laser therapy.

¹Paper elaborado originalmente como tc do curso de especialização em Fisioterapia Desportiva: Avaliação e Intervenção Funcional.

²Discente do curso de fisioterapia da Faculdade Natalense para Desenvolvimento do Rio Grande do Norte – FARN.

³Orientador do curso de fisioterapia da Universidade federal do Rio Grande do Norte – UFRN

1 INTRODUÇÃO

Os traumas musculares representam um número elevado de lesões no esporte profissional e recreativo (Carlson e Faulkner, 1983) sendo os músculos reto femoral, semitendinoso e gastrocnêmico os mais comumente lesionados (Jarvinen; Einola e Kaarianen, et al, 2005). De um modo geral, as lesões interferem na execução das atividades diárias fazendo com que o indivíduo passe por um período de recuperação. Quando as lesões ocorrem, o organismo reage passando por uma seqüência de eventos que preparam as células danificadas para a replicação necessária e a substituição das células que foram mortas (Contran e Robbins, 2000).

As lesões musculares podem ser de origem mecânica, térmica e química. As lesões de origem mecânica são mais comuns e ocorrem com freqüência no esporte, sendo causadas principalmente por contusões e distensões. A contusão ocorre quando o músculo é submetido a uma súbita e violenta força compressiva, que ocorre normalmente nos esportes de contato. Na distensão o músculo é submetido a uma força de tensão excessiva levando a uma ruptura próxima a junção miotendínea. Esse tipo de mecanismo de lesão ocorre freqüentemente nos esportes de saltos e corridas (Jarvinen; Einola e Kaariainen, 2005).

As lesões térmicas mais comuns são causadas por temperaturas extremas, em que ocorrem queimaduras por excesso de calor ou por congelamento (Miyabara; Aoki; Soares et al, 2005). As lesões químicas geralmente são causadas por produtos químicos como etanol, metais pesados, dentre outros, e por venenos de origem animal como répteis e insetos (Morini et al, 1998; Miyabara et al, 2005; Ryall et al, 2008; Conte et al, 2008).

O processo de reparo das lesões possui três etapas distintas: inflamação, proliferação e remodelamento. A primeira etapa tem duração relativamente curta que pode durar de algumas horas a poucos dias e é caracterizada por alterações vasculares (aumento na permeabilidade vascular e exsudação de líquidos) e celulares (quimiotaxia de mediadores inflamatórios para o foco da lesão) (Contran; Kumar e Collins, 2000). A fase proliferativa é caracterizada, sobretudo pela presença de fibroblastos e produção de colágeno resultando em uma estrutura que proporciona resistência as tensões (Józsa e Kannus, 1997). Na fase de remodelamento após a remoção do tecido necrótico e dos produtos de lise celular do foco da lesão, há a formação de um tecido com propriedades semelhantes ao normal (Chambers e Mcdermott, 1996).

Na prática fisioterapêutica são utilizados alguns recursos e técnicas terapêuticas cujo objetivo consiste em restaurar a capacidade funcional do indivíduo e, portanto fazer com que

este retorne o mais rápido possível as suas atividades habituais. Dentre esses recursos, o laser terapêutico de baixa intensidade tem sido recomendado por alguns autores tendo em vista sua capacidade de acelerar o processo de reparação dos tecidos lesionados (Tatarunas; Matera e Dagli, 1998).

A radiação laser é uma energia eletromagnética constituída por um feixe de fótons coerentes de mesma frequência, a qual é produzida a partir de um salto quântico de elétrons. Essa radiação pode emitir o feixe de fótons na faixa do visível ou invisível (infravermelho) dependendo do seu comprimento de onda (Karu; Pytibrat; Kolyakov, et al, 2003).

A teoria mais aceita da interação do laser com os tecidos diz respeito ao efeito fotoquímico. Essa teoria sugere que há fotorreceptores especialmente sensíveis a determinados comprimentos de onda e que a recepção desses fótons por biomoléculas intracelulares específicas produz estimulação ou inibição de reações fotoquímicas (Oliveira; Parizzotto e Salvini, 1999).

O laser terapêutico age principalmente sobre organelas celulares (mitocôndrias) e/ou membranas celulares, gerando um aumento da síntese de Adenosina Trifosfato (ATP) e modificando o transporte iônico. Isso por sua vez, em longo prazo pode determinar efeitos terapêuticos como analgesia, redução da inflamação e reparação tecidual (Kilík; Bober e Gál, et al, 2007). No músculo esse recurso pode ainda influenciar no seu desempenho reduzindo a fadiga e a dor muscular tardia (Maia e Vieira, 2009). Portanto o laser tem um efeito cicatricial bastante eficaz nos tecidos o que justifica o seu estudo e discussão para uso na prática clínica.

Portanto, o propósito do estudo foi realizar uma breve revisão crítica da literatura dos efeitos fisiológicos do laser terapêutico no processo de reparo do tecido muscular.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Tipo de estudo

Este estudo consiste em uma revisão de literatura de caráter exploratório e descritivo, visto que, consistiu na análise crítica de artigos, teses ou dissertações relacionados à ação do laser de baixa intensidade nas lesões musculares.

2.2 Procedimentos

Para confecção deste artigo, foi realizada uma busca em artigos de interesse através das bases científicas *on-line*. Posteriormente, foi reunido o material sobre a temática abordada

para a transcrição dos dados obtidos das fontes coletadas objetivando a máxima exatidão das informações colhidas.

A coleta dos artigos foi realizada no período de Dezembro de 2010 a Abril de 2011. Para isso foram utilizadas as seguintes palavras-chave: lesão muscular (muscle injury), regeneração muscular (muscle regeneration), Laser de baixa intensidade (Low-level laser therapy), fisioterapia (Physical Therapy), cicatrização (scarring).

Foram incluídos neste estudo pesquisas de caráter experimental envolvendo animais (ratos e camundongos) com o objetivo de averiguar a forma como os animais lesionados respondiam ao tratamento com o laser de baixa intensidade; artigos científicos de revisão de literatura como forma de caracterizar o processo de regeneração e reparo muscular a partir da terapia laser e dissertações e teses abordando a temática em estudo.

As bases científicas *on-line* consultadas foram: Scielo, Lilacs, Bireme, Pubmed, Medline, Periódicos Capes.

2.3 Análise dos dados

Foi realizada uma análise crítica semiquantitativa das pesquisas encontradas, tomando como base de informações os principais pontos onde houve concordância ou discordância dos autores a respeito da temática abordada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A terapia a laser de baixa intensidade representa uma das alternativas para o tratamento de diversos tipos de lesões musculares, podendo apresentar tanto efeitos inibitórios quanto estimulatórios, por isso, o termo biomodulador é utilizado para citar seus efeitos sobre os tecidos biológicos. A terapia laser é utilizada no tratamento fisioterapêutico desde lesões na superfície do organismo até lesões em tecidos mais profundos. No entanto, ainda são escassos os estudos que abordam protocolos padronizados para as diversas aplicações. Alguns estudos investigaram os efeitos que o laser de baixa intensidade proporcionou em tecidos musculares lesionados.

Na pesquisa de Costardi, Tamachiro e Gomes (2008) foi investigado os principais efeitos que o laser de baixa intensidade (670nm) causou em lesões induzidas por contusão no músculo gastrocnêmio em ratos. O procedimento adotado neste experimento consistiu em induzir uma lesão muscular por esmagamento bilateral do músculo gastrocnêmio. Após a indução da lesão, foi realizada a seleção aleatória da pata a ser tratada dos 8 ratos, de modo

que o músculo contra-lateral foi utilizado como controle. O tratamento foi realizado no 1º e no 4º dia, com laser de diodo de 670nm e dose de 0,3 J/cm² utilizando a técnica pontual com 2 pontos. Após preparação e análise histológica das lâminas, foi observado os seguintes resultados: melhor organização estrutural do tecido irradiado, com maior quantidade de células musculares íntegras e sinais de edema intercelular menos evidentes; maior quantidade de vasos sanguíneos íntegros, de tecido conjuntivo intercelular e fibroblastos em relação aos músculos não irradiados. Pode-se concluir nesse estudo que houve uma melhora qualitativa nos músculos submetidos à irradiação.

O estudo de Vale (2008) avaliou a ação do laser de Arsenieto de Gálio (As-Ga) no processo de reparação muscular de ratos. O experimento realizado utilizou doses diferentes do laser Arsenieto de Gálio (As-Ga) em períodos distintos (7 e 14 dias) em 64 ratos da raça Wistar distribuídos em 2 grupos: o grupo A (tratamento/controle) durante 7 dias e o grupo B (tratamento/controle) durante 14 dias. Esses por sua vez foram subdivididos em grupos de tratamento com doses de 4,8 e 20 J/cm². Para provocar a lesão muscular, foram realizadas incisões cirúrgicas no dorso de todos os animais retirando-se um fragmento de pele e músculo, vinte e quatro horas após a operação foi iniciado o tratamento dos animais. O grupo A recebeu tratamento por 7 dias consecutivos e o grupo B por 14 dias consecutivos, após esse período os animais sofreram eutanásia e o músculo foi removido para análise. Os resultados apresentaram diferenças estatísticas ($p < 0,05$) no grupo A, enquanto nos animais do grupo B não houve diferenças significativas. Esses resultados indicam que o tratamento com laser de As-Ga melhora a reparação do tecido muscular principalmente na 1ª semana após o trauma, onde foi observado um aumento na quantidade e qualidade das fibras musculares.

No experimento de Gutierrez (2010) foram avaliados os efeitos da irradiação do laser de Arsenieto de Gálio (As-Ga) 904nm na regeneração de músculos esqueléticos de camundongos. A pesquisa utilizou 30 animais que foram lesionados através de uma injeção intramuscular de crotoxina no músculo Tibial anterior esquerdo e receberam irradiação com laser As-Ga com doses de 1,5J ou 3J no Tibial anterior a partir do 3º dia após lesão, continuando a receber a irradiação até o 8º dia, período em que foram sacrificados. Um dos grupos de camundongos foi apenas injetados com a crotoxina e avaliados após um período de 8 dias. No momento da análise foi observado que os músculos lesionados com Crotoxina e tratados com laser As-Ga na dose de 3J apresentaram fibras musculares em regeneração, com núcleo centralizado e secção transversal maior do que a do grupo que foi apenas lesionado. Nesse estudo foi concluído que o laser na dose de 3J aplicado diretamente no músculo

esquelético uma vez ao dia, iniciando a aplicação após a lesão, durante 5 dias consecutivos é um método eficaz na regeneração muscular.

O efeito do laser no comprimento de onda (660nm) no processo de cicatrização muscular e células satélites foi investigado por Nogueira, 2006 que utilizou na sua pesquisa 36 ratos da linhagem wistar divididos em 2 grupos: o grupo controle (C) e o grupo laser (L), com 18 animais em cada grupo. O estudo apresentou como objetivo observar as alterações causadas pela irradiação do laser no músculo gastrocnêmio dos ratos após a lesão cirúrgica, adotando como parâmetro a ativação das células satélites. Os animais dos dois grupos foram submetidos a lesão cirúrgica no gastrocnêmio direito. O tratamento com laser foi iniciado no grupo (L) logo após a lesão, com dose de $2\text{J}/\text{cm}^2$. Os dois grupos foram divididos em subgrupos C1, C2, C3 e L1, L2, L3. Os animais de ambos os subgrupos foram sacrificados em períodos distintos, respectivamente em 24 e 48 horas no 7º dia de pós operatório. Na análise histopatológica foi observada a presença de células inflamatórias, fibroblastos, deposição de colágeno e vascularização, sem diferenças significativas entre os grupos, no período observado. No exame imunoistoquímico houve diferença significativa ($p < 0,05$) na relação entre o grupo (L) e (C) com base na ativação das células satélites. Pode-se concluir que a terapia a laser acelera o processo de reparo muscular com base na ativação das células satélites.

A análise semiquantitativa dos efeitos do laser (830nm) em lesões experimentais em músculo de ratos foi investigada por Braz, Andrais e Neto et al, (2008), Nesse estudo foram utilizados 24 ratos da raça Wistar divididos em 3 grupos: o grupo controle(GC), o grupo I (GI) e o grupo II (GII) todos eles com 8 animais. Nesses animais, foram produzidas as lesões traumáticas no terço medial da região posterior da pata traseira. O (GC) não recebeu tratamento, somente o (GI) e o (GII) foram submetidos ao tratamento com laser. O tratamento foi iniciado 24 horas após as lesões, com laser de GaAlAs (830nm). O (GI) foi tratado com uma energia absoluta de 0,6J enquanto o (GII) recebeu uma energia absoluta de 6J. Após o 10º dia de pós-lesão foi retirado o material para análise, sendo constatada uma menor área de lesão, uma aceleração da regeneração e uma menor área necrosada nos grupos (GI) e (GII) quando comparados ao (GC).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos tempos vem crescendo a quantidade de estudos e pesquisas a respeito da laserterapia tornando-a cada vez mais freqüente como recurso terapêutico para variados tipos de afecções. Os experimentos e a aplicação clínica da terapia laser vêm caracterizando os seus efeitos benéficos em diferentes situações, dentre as quais pode-se destacar as lesões inflamatórias articulares e músculo-esqueléticas que neste último caso, tratou-se do tema do presente artigo de revisão.

Apesar de notório o crescimento do uso desse recurso eletrofísico na prática clínica do fisioterapeuta, ainda não há protocolos padronizados para essas diversas aplicações. Na área de atuação da fisioterapia ortopédica e desportiva, o sucesso da reabilitação depende do restabelecimento da funcionalidade do músculo lesionado e sua reestruturação tecidual o mais rápido possível sem prejuízo das suas atividades e funções normais. Boa parte da base científica que é utilizada no uso clínico é baseada em estudos em animais de experimentação o que levanta alguns pontos de discussão, sobretudo, no aspecto da dosimetria, apesar dos bons resultados observados na prática clínica.

De acordo com alguns autores estudados, células dos tecidos musculares comprometidos reagiram de forma mais rápida a irradiação laser do que as células de tecidos saudáveis, provavelmente devido à transferência de energia que ocorre entre os fótons do laser e os cromóforos receptivos encontrados em várias células. Tecidos musculares lesionados e pouco perfundidos devido à inflamação mostraram resposta significativa a irradiação pelas terapias a laser. Nesse aspecto, a ativação da mitocôndria, membrana celular, de fibroblastos e células satélites são mecanismos possivelmente envolvidos nas respostas dos músculos a terapia laser.

Portanto, com base nas informações coletadas no presente artigo de revisão, concluiu-se que a ação do laser sobre as lesões musculares produz áreas com menores sinais de alteração tecidual, como menor quantidade de fibras fragmentadas, edema em menor intensidade, vasos sanguíneos íntegros e células bem delineadas contribuindo para tornar menos intensos os sinais de inflamação.

Sugere-se a realização de novos estudos devidamente controlados, randomizados realizados em humanos cujo objetivo é determinar os reais efeitos dessa terapia bem como contribuir no estabelecimento de protocolos clínicos validados para o uso seguro e eficaz.

5 REFERÊNCIAS

Braz; Andraus e Neto, et al. Análise semiquantitativa dos efeitos do laser de 830nm em lesões experimentais em músculos de ratos. IX Encontro Latino Americano de iniciação científica e V Encontro Latino Americano de pós-graduação do Vale da Paraíba, 2008.

Carlson B.M; Falkner J.A. The regeneration of skeletal muscle fibers following injury: a review. *Medicine and Science in Sports and Exercises*. 1983. v.15, n.3, p.187 – 198

Chambers R. L; Mcdermoth J. C. Molecular basis of skeletal muscle regeneration. *Can J Appl Physiol*, v. 21, p. 155-184, 1996.

Collins T. Inflamação aguda e crônica. In: Cotran R. S; Kumar V; Collins T. *Patologia estrutural e funcional*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

Conte TC, Franco DV, Baptista IL, et al. Radicol improves regeneration of skeletal muscle previously damaged by crotoxin in mice. *Toxicon* 2008;52(1):146-55.

Contran R.S.; Robbins S.L. *Patologia funcional e estrutural*. Guanabara Koogan; 2000. p.44-47.

Costardi; Tamachiro; Júnior; Gomes. Effects of low-energy laser (670nm) irradiation after muscle crush injury in rats. *Fisioter. Mov.* 2008; 21(2): 21-30.

Gutiérrez. Efeito da irradiação do laser Arseneto de Gálio (As-Ga; 904nm) na regeneração de músculos esqueléticos de camundongos. Dissertação de mestrado em fisioterapia da universidade de São Paulo (UNICID), 2010.

Jarvinen TA; Einola; Kaariainen M, et al. Muscle Injuries Biology and Treatment. *The American Journal of Sports Medicine*, 2005;33(5):745-764

Józsa, L.; Kannus, P. *Human Tendons: anatomy, physiology and pathology*. Human Kinetics, USA, 1997.

Karu TI; Pyatibrat LV; Kolyakov SF et al. Absorption measurements of a cell monolayer. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology* 2005;81:98–106 Kitchen S, Bazin S. *Eletroterapia: Prática Baseada em Evidências*. 11ª edição, São Paulo:Manole, 2003.

Kilík, R; Bober, J; Gál, P; Vidinsky, B; Mokry, M; Longauer, F; Sabo, J. The influence of laser irradiation with different Power densities on incisional wound healing in healthy and diabetic rats. *Rozhl. Chir*, v. 86, n.7, p. 384-7, 2007.

Maia PHB, Vieira WHB. Efeitos do laser de baixa intensidade sobre a performance muscular. *Revista da FARN*. V.8, n.1/2, p.123-33, 2009.

Miyabara EH, Aoki MS, Soares AG, et al. Expression of tropism-related genes in regenerating skeletal muscle of rats treated with cyclosporin-A. *Cell and Tissue Research*. 2005;319:479-489.

Morini CC, Pereira EC, Selistre AHS, et al. Injury and recovery of fast and slow skeletal muscle fibers affected by ACL myotoxin isolated from *Agkistrodon contortrix laticinctus* (Broad-Banded copperhead) venom. *Toxicon* 1998;36:1007-1024.

Nogueira. Efeito do laser de baixa intensidade no processo de cicatrização muscular e células satélites. Dissertação de mestrado em Promoção de Saúde da Universidade de Franca, 2006.

Oliveira NMLO, Parizzotto NA, Salvini TF. GaAs (904-Nm) Laser Radiation Does Not Affect Muscle Regeneration in Mouse Skeletal Muscle. *Lasers in Surgery and Medicine*. 1999;25:13–21.

Ryall JG, Schertzer JD, Alabakis TM, et al. Intramuscular α -2-agonist administration enhances early regeneration and functional repair in rat skeletal muscle after myotoxic injury. *Journal of Applied Physiology* 2008;105:165-172

Tatarunas, A.C.; Matera, J.M.; Dagli. M.L.Z. Estudo clínico e anatomopatológico da cicatrização cutânea no gato domestic. Utilização do laser de baixa potência Ga-As (904 nm). *Acta Cirúrgica Brasileira*, v.13, n2, 1998.

Vale. Avaliação do laser de Arsenieto de Gálio (As-Ga) no processo de reparação muscular do rato. Dissertação de mestrado em ciências médicas da Universidade de Brasília (UnB), 2008.