

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM FISIOTERAPIA ORTOPÉDICA E
DESPORTIVA

EFEITO DA TERAPIA LASER DE BAIXA INTENSIDADE ASSOCIADA À
CINESIOTERAPIA NO TRATAMENTO DA LESÃO MUSCULAR: UM ESTUDO
DE CASO

MAYLE ANDRADE MOREIRA

NATAL/RN
2012

MAYLE ANDRADE MOREIRA

**EFEITO DA TERAPIA LASER DE BAIXA INTENSIDADE ASSOCIADA À
CINESIOTERAPIA NO TRATAMENTO DA LESÃO MUSCULAR: UM ESTUDO
DE CASO**

*Trabalho apresentado ao Programa de Pós-
Graduação Lato Sensu, em cumprimento à exigência para
a conclusão do Curso de Especialização em Fisioterapia
Ortopédica e Desportiva da UNI-RN.*

Orientador: Prof. Dr. Wouber Héricksen de Brito Vieira

NATAL/RN

2012

Resumo:

Na área da Fisioterapia, ocorre sempre a busca pela avaliação e reabilitação de diversos tipos de afecções, nas quais estão inseridas as lesões musculares. Sua alta incidência, em atividades esportivas e de trabalho, faz com que estudos tentem elucidar os aspectos envolvidos nesse tipo de acometimento e os processos que os reparam. Logo, na prática Fisioterapêutica, as técnicas são variadas, incluindo agentes mecânicos e eletrofísicos, dentre eles o laser de baixa intensidade. Entretanto, a melhor técnica não está totalmente elucidada e há divergência de resultados na literatura. Nesse contexto, o que se espera com a laserterapia de baixa intensidade é potencializar o processo de reparação dos tecidos lesados, na tentativa de restabelecer mais rapidamente a sua função original. Assim, esse estudo teve o propósito de verificar os efeitos da terapia laser de baixa intensidade, associado ao alongamento e crioterapia, na recuperação de uma ruptura parcial do tecido muscular em sua fase aguda. Este trabalho é do tipo estudo de caso, com amostra composta por um paciente do sexo masculino, 32 anos, atleta de futebol de salão, com diagnóstico de ruptura muscular parcial em região pósterio-lateral da coxa esquerda diagnosticada pelo médico. Para avaliação, foi utilizada a escala visual analógica da dor - EVA (fita métrica com divisões de 1mm para verificação da perimetria do membro acometido); teste de força muscular manual; e fotos para avaliação qualitativa da região, de forma macroscópica. Paciente realizou 6 sessões de Fisioterapia, que constavam de alongamento, crioterapia, aplicação do laser (660nm; laser visível; 50mW) e orientações. Após o período de aplicação do protocolo de reabilitação, houve uma redução da dor (de 8 para 2 na EVA); redução de edema, aumento da força dos músculos flexores de joelho e melhora qualitativa da região acometida, observando melhora da coloração e redução da equimose. O uso da laserterapia de baixa intensidade associado à crioterapia e alongamento, em fase aguda da lesão muscular, pode reduzir a dor e edema, ocasionar o retorno da força muscular e possibilitar a melhora qualitativa do tecido muscular lesionado. Isso, por sua vez, pode proporcionar um retorno à função completa o mais precoce possível.

Abstract:

In the area of Physical therapy, there always been the searching for the evaluation and rehabilitation of various types of illnesses, including the muscle injuries. The high incidence in sports activities and work, make studies try to elucidate the aspects involved in this type of injury and the repairs processes. Therefore, in Physical Therapy practice the techniques are varied, including mechanical and electro physical agents, among them the low-intensity laser. However, the best technique is not fully understood, there are divergent results in the literature. In this context, what is expected with the low-intensity laser therapy is to empower the process of repairing damaged tissues, in an attempt to restore faster the original function. Thus, this study aimed to assess the effects of low-intensity laser therapy, associated with stretching and cryotherapy, on the recovery of a partial tear of the muscle tissue in its acute stage. This work is a case study, with a sample of a male patient, 32 years, indoor soccer athlete diagnosed with partial muscle rupture in the posterior-lateral left thigh diagnosed by a doctor. For evaluation, we used the visual analog scale of pain - VAS (tape with divisions of 1 mm to check the perimeter of the affected limb); manual muscle strength testing and photos for qualitative assessment of the region, in a macroscopic way. Patient was submitted to six sessions of physiotherapy, which consisted of stretching, cryotherapy, laser application (660 nm, visible laser, 50mW) and orientations. After the period of the rehabilitation protocol, there was a reduction in pain (from 8 to 2 on the VAS), reduction of edema, increased muscle strength of knee flexors and qualitative improvement of the affected area, observing the color improvement and reduction of bruising. The use of low-intensity laser therapy associated with cryotherapy and stretching in the acute phase of muscle injury, can reduce pain and swelling, causing the return of muscle strength and enable qualitative improvement of the injured muscle tissue. This, in turn, may provide a return to full function as early as possible.

Introdução

Na área da Fisioterapia, ocorre sempre a busca pela avaliação e reabilitação de diversos tipos de afecções, nas quais estão inseridas as lesões musculares. Qualquer indivíduo está sujeito a sofrer lesões de diversas formas, como ao cair de uma escada, ao sofrer queimadura ou ao sofrer uma distensão muscular, enquanto pratica algum esporte¹. Nesse contexto, dentre os diversos tipos de lesões, as mais importantes para a área de reabilitação são as lesões relacionadas ao aparelho locomotor, dentre as quais as contusões ou estiramentos representam 90% desses acometimentos. As primeiras são causadas por traumatismo direto, rápido, que aplica força compressiva sobre o tecido muscular e a segunda ocorre quando o alongamento causado no músculo ultrapassa sua capacidade elástica^{1, 2}.

Lesões musculares traumáticas, incluindo esmagamento, contusão, laceração ou “*freezing*” (congelamento) são relativamente freqüentes. No entanto, quando ocorrem, podem ter efeitos adversos prolongados na capacidade funcional do músculo. Muitas vezes, o músculo lesionado passa por um processo de reparo lento e de forma inadequada, levando a uma recuperação funcional incompleta. Este fato pode estar associado a formação de tecido cicatricial rígido que pode ocasionar reincidência de novas lesões. Portanto, o uso de intervenções terapêuticas com o objetivo de aceleração e reforço da regeneração muscular, e prevenção de fibrose muscular, é muito útil para que haja o retorno à função completa o mais rápido possível e consequentemente para a minimização da recidiva da lesão³⁻⁵.

Nesse contexto, alguns estudos tentam elucidar os aspectos envolvidos em tais lesões e ainda os processos que as reparam. Nesse aspecto, sabe-se que o processo do reparo pode ser dividido em três fases distintas, mas sobrepostas: a fase da destruição ou inflamatória, que é caracterizada pela ruptura e consequente necrose das miofibrilas, pela formação de hematoma, reação inflamatória das células e fagocitose de tecido necrosado; a fase de reparo ou proliferativa, consistindo da regeneração de miofibrilas, síntese de colágeno, produção de tecido conjuntivo, adesão e migração celular; e a fase de remodelamento, no qual ocorre maturação da regeneração das miofibrilas, contração e reorganização do tecido cicatricial, com consequente recuperação da capacidade funcional do músculo^{3, 4, 6, 7}.

Essa última fase é constituída de dois processos, remodelamento e fibrose. Portanto, é o equilíbrio entre eles que define o grau de função, a quantidade de tecido

cicatrizial e a recuperação funcional do músculo³. Além disso, diversos fatores influenciam o processo do reparo, dentre eles a extensão, a localização e o tipo de lesão. Além dos citados, é fundamental considerar a idade e a capacidade de replicação celular dos tecidos lesados¹.

Logo, na prática Fisioterapêutica, as técnicas são variadas, incluindo agentes físicos, como o gelo; agentes mecânicos, como a imobilização; e recursos eletrofísicos, como o ultrassom terapêutico (UST) e a terapia laser de baixa intensidade (TLBI)². Entretanto, a melhor técnica não está totalmente elucidada e há divergência de resultados na literatura. Sabe-se que esses recursos eletrofísicos reduzem efetivamente o processo inflamatório pós-lesão, estimulam a formação de novos vasos sanguíneos e aceleram o processo de reparo do tecido^{5, 6}. Especificamente sobre a TLBI, autores sugerem que essa modalidade aplicada após lesão muscular em ratos promove menor processo de degeneração do tecido muscular e maior proliferação celular. O mecanismo ação dessa modalidade com o tecido baseia-se na absorção da luz pelos tecidos, que gera uma série de modificações no metabolismo celular. Isto é, quando o laser é aplicado aos tecidos, a luz é absorvida por fotoreceptores localizados nas células e, uma vez absorvida, pode modular reações bioquímicas específicas dentro da célula e estimular uma série de reações mitocondriais em cadeia, que resultam na síntese de ATP. Tais efeitos são conhecidos por aumentar a síntese de DNA, RNA e proteínas reguladoras do ciclo celular promovendo, por conseguinte, a proliferação celular⁵.

Por outro lado, Oliveira *et al* (1999)⁸, não encontraram respostas favoráveis para a reparação de músculos esqueléticos de ratos utilizando o mesmo recurso. Possivelmente, aspectos relacionados a dosimetria, especificamente tipo de laser, potência, energia e dose podem estar envolvidos em respostas diferentes entre os autores⁸. Entretanto, apesar de alguns resultados contraditórios, a TLBI tem sido cada vez mais utilizada, na prática clínica do Fisioterapeuta, com o propósito de potencializar o processo de reparação dos tecidos lesados, na tentativa de restabelecer mais rapidamente a sua função original, sendo necessário, portanto, novos estudos para investigar a real efetividade clínica desse recurso terapêutico.

Dessa forma, o presente estudo teve o propósito de verificar os efeitos da terapia laser de baixa intensidade, associada ao alongamento e crioterapia, na recuperação de uma ruptura parcial do tecido muscular em sua fase aguda.

Metodologia

Esta pesquisa é um estudo de caso singular, o qual teve amostra composta por um paciente do sexo masculino, 32 anos, atleta de futebol de salão, com diagnóstico de ruptura parcial da musculatura póstero-lateral da coxa esquerda (bíceps femoral).

A lesão ocorreu quando o atleta, em quadra, realizou um movimento abrupto de extensão de joelho e flexão de quadril (chute), o qual sentiu uma dor súbita descrita como “rasgando”, associada a perda de força e função da musculatura posterior da coxa. Interrompeu o treino e, em seguida, fez aplicação de gelo, já que a região apresentava-se edemaciada. Durante os três dias seguintes, realizou compressa de gelo até iniciar as sessões de Fisioterapia.

Para avaliação foram utilizados os instrumentos: escala visual analógica da dor (EVA)⁹ para avaliação da sensação de dor relatada pelo paciente (figura 1); fita métrica com divisões de 1mm para verificação da perimetria do membro acometido, sendo realizada de 5 em 5cm; teste de força muscular manual^{10, 11} para verificação da força do membro acometido; e fotos para avaliação qualitativa da região, de forma macroscópica. A EVA proporciona uma medição simples e eficiente da intensidade da dor e tem sido utilizada largamente na clínica e em laboratórios de investigação, quando se necessita de um índice rápido da dor e ao qual se pode assinalar um valor numérico⁹.

Já o teste de força muscular manual^{10, 11} destina-se a avaliar a capacidade do músculo desenvolver tensão contra uma resistência. Esse é o método mais amplamente utilizado no exame físico da avaliação clínica da força muscular, mas também é de duvidosa confiabilidade quando realizada por diferentes fisioterapeutas, que poderão utilizar diferentes técnicas, o que não ocorreu no presente estudo. Diante disso, alguns fatores anatômicos devem ser controlados durante a realização do teste, tais como o posicionamento do paciente, a estabilização e o ponto de aplicação da força. Portanto, estabiliza-se o segmento articular proximal e instrui-se o paciente a cerca do movimento a ser realizado, realizando-o passivamente. Logo após, recoloca-se o segmento na posição inicial, palpa-se o músculo que está sendo testado e mantém-se a estabilização do segmento articular distal. Finalmente, pede-se ao paciente que realize ativamente o movimento na sua amplitude disponível^{10,11}.

Na avaliação por meio da EVA⁹, o atleta apresentava dor grau 8 em região póstero-lateral da coxa esquerda, a qual já havia sido minimizada pela aplicação de gelo durante os três dias pós-lesão. A partir do teste de força muscular manual^{10,11}, verificou-

se déficit de força para músculos flexores de joelho, em membro acometido (tabela 1); e por meio da perimetria de 5 em 5cm, acima e abaixo da linha poplíteia, verificou-se edema em região posterior de coxa esquerda, próximo à linha poplíteia e na região da panturrilha (tabela 2). Além disso, havia alteração da coloração em região edemaciada, apresentando equimose em região póstero-lateral da musculatura da coxa esquerda; além de dor à palpação na mesma região e na junção miotendínea.

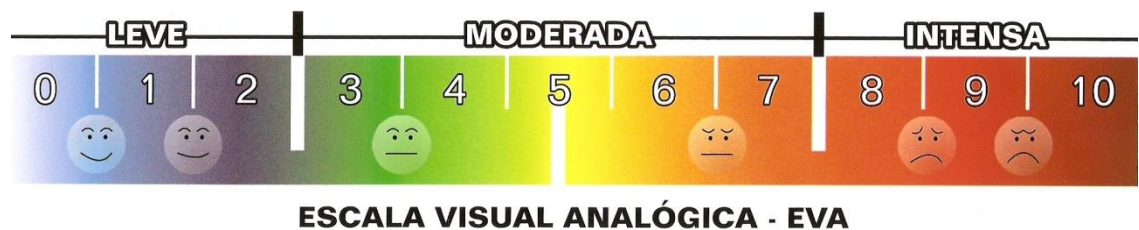


Figura 1 – Escala Visual analógica da dor

Tabela 1 – Teste de força muscular dos membros inferiores do paciente em estudo.

Grupo muscular	Grau de força mensurado pelo teste de força muscular	
	Direito	Esquerdo
Flexores de joelho	Grau 5	Grau 3
Extensores de joelho	Grau 5	Grau 5
Abdutores de quadril	Grau 5	Grau 4
Adutores de quadril	Grau 5	Grau 4

Tabela 2 – Perimetria dos membros inferiores do paciente em estudo.

Membro inferior esquerdo	Membro inferior direito
52cm	53cm
45,5cm	46cm
41,5cm	38,5cm
37,5cm (Linha poplíteia)	36cm (Linha poplíteia)
34cm	33cm
36,5cm	35,5cm
37cm	36cm

Paciente passou por duas semanas de tratamento Fisioterapêutico, sendo realizadas 6 sessões, que constavam de alongamento, crioterapia e aplicação do laser de baixa intensidade. O alongamento era realizado de forma passiva pelo Fisioterapeuta, sempre abaixo do ponto de desconforto ou dor, por 3 vezes, durante 30 segundos, afim de evitar retrações na musculatura acometida^{12, 13}. Logo após, era realizada a crioterapia por 20 minutos¹⁴ com o paciente em posição de alongamento dos músculos flexores, isto é, paciente sentado com quadril fletido à 90° e joelhos estendidos.

Por fim, era realizada a aplicação do laser de baixa intensidade em doze pontos na região acometida respeitando uma distância aproximada de 2cm entre os mesmos. Foi utilizado o método de aplicação transcutâneo pontual, com contato direto do spot laser sobre a região da lesão em ângulo de 90°. A dose foi determinada tomando por base a fase e profundidade da lesão, obedecendo a Lei de Arnold-Schultz da atividade fotobiológica, a qual diz que uma energia muito pequena não tem efeito mensurável e energia em excesso torna-se lesiva, portanto efeitos terapêuticos são observados em níveis situados entre esses extremos, tendo uma janela terapêutica de energia¹⁵. Ao final, eram dadas orientações para realização de proteção do membro acometido e uso da crioterapia três vezes ao dia em domicílio.

Segue abaixo o protocolo de tratamento proposto para a fase aguda da lesão muscular, durante 6 sessões de Fisioterapia, realizadas no período de duas semanas. Após esse período, paciente permaneceu em atendimento para fortalecimento muscular e retorno às atividades esportivas, mas não foi mais objetivo do presente estudo acompanhá-lo em fase tardia de tratamento.

Protocolo:

- Alongamento de membros inferiores passivo (musculatura adutora, abductora, flexora e extensora de joelho) – 3 x 30 segundos cada grupo muscular^{12, 13}.
- Crioterapia durante 20 minutos em posição de alongamento dos flexores de joelho¹⁴.
- Laser de baixa intensidade (660nm – laser visível) aplicado em 12 pontos na região pósterio-lateral da coxa esquerda. Foram utilizados os seguintes parâmetros: 50mW; 0,4J por ponto; 15J/cm² por ponto (com dose progredindo 2J/cm² em cada sessão por ponto)¹⁵.
- Orientações de proteção ao membro acometido e uso da crioterapia 3x ao dia.

Resultados e Discussão

Ao verificar os efeitos da laserterapia de baixa intensidade, associado ao alongamento e crioterapia, na fase aguda da recuperação do tecido muscular após ruptura parcial, observou-se redução da dor, redução de edema, aumento da força dos músculos flexores de joelho e melhora qualitativa da região acometida, com melhora da coloração e redução da região de equimose.

Em relação à dor, que no início foi relatada pelo paciente como sendo grau 8 na EVA, passou a ser relatada como grau 5, após 3 sessões e, posteriormente, como grau 2, após 6 sessões. A dor é conceituada pela *International Association for the Study of the Pain* como uma experiência sensorial e emocional desagradável associada à lesão tecidual presente, que resulta em incapacidade e inabilidade, e tem como finalidade a proteção do organismo. Permanecendo essa condição, pode resultar em atrofia muscular, hábitos de desuso e à consciente ou inconsciente proteção, levando à perda grave da função muscular¹⁶. Diante disso, pode-se justificar a redução da dor pelo fato da laserterapia de baixa intensidade, associada a crioterapia e ao alongamento, atuar na biomodulação celular, ter efeito antiinflamatório e de aceleração do processo de regeneração tecidual, o que permitiu que houvesse redução da experiência sensorial e emocional desagradável^{5-6, 16}.

Observou-se também redução de edema, após 6 sessões de Fisioterapia, de acordo com a perimetria realizada pelo mesmo Fisioterapeuta, seguindo as mesmas condições de medida (5 em 5cm a partir da linha poplítea, sendo 3 medidas acima e 3 medidas abaixo), de acordo com a tabela 3.

Tabela 3 – Perimetria dos membros inferiores, após 6 sessões, do paciente em estudo.

Membro inferior esquerdo (antes/depois)	Membro inferior direito (antes/depois)
52cm / 52cm	53cm / 53cm
45,5cm/ 45cm	46cm / 46cm
41,5cm/ 39,5cm	38,5cm/ 38,5cm
37,5cm / 36,5cm (Linha poplítea)	36cm / 36cm (Linha poplítea)
34cm / 33,5cm	33cm/ 33cm
36,5cm / 36cm	35,5cm / 35,5cm
37cm / 36,5cm	36cm / 36cm

Estudo, ao comparar diferentes doses ($1\text{J}/\text{cm}^2$, $2,5\text{J}/\text{cm}^2$ e $5\text{J}/\text{cm}^2$) do laser AsAlGa, com comprimento de onda de 650nm , num modelo inflamatório de edema em patas de ratos, demonstrou que o efeito antiinflamatório se inicia após a primeira aplicação de laser de baixa intensidade, e que a densidade de energia que obteve melhor efeito foi de $1\text{J}/\text{cm}^2$ e $2,5\text{J}/\text{cm}^2$, reduzindo o edema em 27% e 45,47%, respectivamente. Além disso, sugere ser de grande importância a presença de um intervalo entre as aplicações, ou seja, a necessidade de continuidade da terapia. Esses resultados corroboram o nosso estudo, sobre a frequência do uso dessa terapia, com doses cumulativas, ser superior ao uso de única aplicação¹⁶.

Outros estudos verificaram que, durante os primeiros dias, os sinais da inflamação aguda foram menos intensos e cessaram mais cedo nos animais tratados com a terapia laser de baixa intensidade e a redução da extensão do edema foi um importante efeito precoce dessa terapia. Este fato pode fundamentar-se na capacidade do laser em acelerar o processo de reparação tecidual, pois a luz do laser não exacerba o processo inflamatório, mas o modula e abrevia o tempo para a resolução da lesão¹⁷⁻¹⁹.

Nesse contexto, apesar de não terem sido realizados exercícios de fortalecimento durante as seis primeiras sessões, em fase aguda, observou-se retorno da força muscular para músculos flexores do joelho, de acordo com a tabela 4, permanecendo sem alteração os demais grupos musculares.

Tabela 4 – Teste de força muscular dos membros inferiores, após 6 sessões, do paciente em estudo.

Grupo muscular	Grau de força mensurado pelo teste de força muscular	
	Direito	Esquerdo
Flexores de joelho	Grau 5	Grau 3 / 4
Extensores de joelho	Grau 5	Grau 5
Abdutores de quadril	Grau 5	Grau 4
Adutores de quadril	Grau 5	Grau 4

No estudo de Falcai *et al* (2010)², foi observada diferença da força máxima entre o grupo controle e o grupo de animais submetidos à lesão muscular, e mantidos sem tratamento, constatando a perda da resistência mecânica do músculo lesado. Na comparação entre o grupo controle e o grupo de animais submetidos à lesão muscular e

laserterapia não foi observada diferença, ou seja, a aplicação da terapia laser de baixa intensidade promoveu a recuperação mecânica do músculo previamente lesado, possibilitando assim a recuperação da força, o que pode justificar o ocorrido no presente estudo².

Oliveira *et al* (1999)⁸ estudaram o efeito do laser AsGa na regeneração do músculo tibial anterior de ratos submetidos a tratamento, por cinco dias consecutivos, nas respectivas doses, 3J/cm² e 10J/cm². Os autores concluíram que os grupos tratados apresentaram aspectos morfológicos semelhantes aos do grupo controle, mas foi observado aumento da massa muscular no grupo irradiado com 10J/cm²⁸. Em outro estudo mais recente, Iyomassa *et al* (2009)²⁰, pesquisadores observaram que a aplicação do laser AsGa durante sete dias, com doses de 5J/cm² e 10J/cm², proporcionou aumento da atividade mitocondrial, da ação dos fibroblastos e macrófagos, além da angiogênese do músculo tibial anterior de roedores, tendo recuperação precoce do músculo lesionado²⁰.

Por fim, no presente estudo, observou-se de forma macroscópica, através de fotos, a melhora qualitativa da região acometida, pelo aspecto da coloração e redução da região de equimose (figura 2). Esse fato pode ser justificado, já que o laser acelera e aumenta atividades cicatriciais realizadas pelo corpo, aumentando a atividade dos macrófagos, a infiltração dos leucócitos e a liberação de fatores de crescimento. Isso por sua vez, acelera a regeneração de células epiteliais, promovendo revascularização que, subsequente, melhora a perfusão e a oxigenação dos tecidos. Além disso, a laserterapia de baixa intensidade possui um efeito inibitório na apoptose celular, onde as células do tecido não irradiado morrem por apoptose enquanto aquelas, em volta das fibras irradiadas pelo laser, sobrevivem^{6, 17, 21}.



Figura 2 – Melhora qualitativa da região acometida, após 6 sessões de Fisioterapia com uso da terapia laser de baixa intensidade associado à crioterapia e alongamento.

Nessa mesma perspectiva, estudos demonstram que o laser não evitou o surgimento dos sinais de lesão muscular observados, mas produziu áreas de menores sinais de alterações teciduais, tais como células bem delineadas, menor quantidade de fibras fragmentadas, vasos sanguíneos íntegros e edema em menor intensidade, concluindo-se que as lâminas dos cortes histológicos dos músculos gastrocnêmios de roedores, tratados com laser de baixa intensidade de 670nm, apresentaram uma melhora qualitativa, com melhor organização do tecido muscular e conjuntivo em relação às lâminas dos cortes histológicos dos músculos não-irradiados^{17, 18, 20}. Dessa forma, parece que a melhora histológica observada em alguns estudos determina uma aceleração no processo de reparo com consequente melhora funcional precoce.

Por outro lado, apesar dos resultados positivos de alguns estudos, limitações devem ser consideradas nesse estudo, como a baixa validade externa, já que trata-se de um estudo de caso, onde deve-se ter cautela em relação à generalização dos resultados; além da impossibilidade de se estabelecer uma dose absoluta para o tratamento, já que não há consenso em relação a suas variáveis dosimétricas, como o comprimento de onda, densidade de energia e frequência de aplicações sobretudo pelo fato da maioria dos resultados terem sido obtidos em estudos com animais de experimentação, o que dificulta a transferência dos parâmetros dosimétricos^{6, 16}.

Portanto, a grande variação, observada nos parâmetros adotados para a aplicação da laserterapia de baixa intensidade em lesões musculares, deixa clara a necessidade de estudos futuros, sobretudo em humanos, para determinar quais doses são mais eficazes para alcançar os melhores resultados. Apesar disso, a relevância de estudos como esse deve ser mencionada, pois de forma prática e simples pode-se observar a influência, de forma positiva, da laserterapia na fase aguda do processo de regeneração da lesão muscular.

Conclusão

As lesões musculares são de extrema importância, já que causam um impacto negativo na vida cotidiana, principalmente quando se trata de um atleta. Tais lesões podem ter efeitos dramáticos e prolongados na capacidade funcional do músculo e, muitas vezes, o músculo lesionado passa por um processo de reparo lento e de forma inadequada, que leva a uma recuperação funcional incompleta, ocorrendo uma tendência para lesões recorrentes e/ou formação de tecido cicatricial.

Nesse estudo, pôde-se concluir que o uso da laserterapia de baixa intensidade associado à crioterapia e alongamento, em fase aguda da lesão muscular, pode reduzir a dor, reduzir o edema, ocasionar o retorno da força muscular e possibilitar a melhora qualitativa do tecido muscular lesionado. Portanto, o uso de intervenções terapêuticas com o objetivo de reforço e aceleração da regeneração muscular é muito útil para que haja melhor recuperação do tecido muscular lesionado e retorno à função completa, e às atividades, o mais precoce possível.

Referências

- 1 - Vale ALM. Avaliação do laser de arsenieto de gálio (As-Ga) no processo de reparação muscular do rato. [Dissertação]. Brasília: Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília – UnB.; In press 2008.
- 2- Falcai JM, Monte-Raso VV, Okubo R, Zamarioli A, Carvalho LC, Shimano AC. Análise biomecânica e histológica de músculos gastrocnêmios de ratas submetidas à lesão muscular e tratados com laserterapia de baixa intensidade. Rev Bras Ortop. 2010;45(4):444-48.
- 3- Filippin LI, Moreira AJ, Marroni NP, Xavier RM. Nitric oxide and repair of skeletal muscle injury. Elsevier Inc. 2009; 21(3-4):157-63.
- 4- Huard J, Li Y, Fu FH. Muscle injuries and repair: current trends in research. J Bone Joint Surg Am 2002 May;84-4(5):822-32.
- 5- Rennó ACM, Toma RL, Feitosa SM, Fernandes K, Bossini PS, Oliveira P, Parizotto N, Ribeiro DA. Comparative effects of low-intensity pulsed ultrasound and low-level laser therapy on injured skeletal muscle. Photomed Laser Surg. 2011;29(1):5-10.
- 6- Santos DR, Liebano RE, Baldan CS, Masson IB, Soares RP, Junior IE. The low-level laser therapy on muscle injury recovery: literature review. J Health Sci Inst. 2010 July 2010;28(3):286-88.
- 7- Serrão FV. Alterações morfo-funcionais do músculo quadriceps femoral de humanos lesado pelo exercício excêntrico. [Dissertação]. Universidade Federal de São Carlos; In press 2004.
- 8- Oliveira NML, Parizotto NA, Salvini TF. Ga-As (904 nm) laser radiation does not affect muscle regeneration in mouse skeletal muscle. Lasers Surg Med. 1999;25(1):13-21.
- 9- Rubbo AB. Escala Visual Analógica na avaliação da intensidade da dor pós-operatória de cirurgia bariátrica independente do uso de analgésicos. [Tese]. Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo; In press 2010.

- 10- Nicholas JA, Sapega A, Kraus H, Webb JN. Factors influencing manual muscle tests in physical therapy. *J Bone Joint Surg Am.* 1978 Mar;60(2):186-90.
- 11- Reese NB. Testes de função muscular e sensorial. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
- 12- Taylor DC, Dalton JD, Seaber AV, Garrett WE. Viscoelastic properties of muscle-tendon units: The biomechanical effects of stretching. *Am J Sports Med.* 1990 June;18(3):300-09.
- 13- Bandy WD, Irion JM. The effect of time on static stretch on the flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther.* 1994 Sep;74(9):845-50.
- 14- Knight KL. Crioterapia no tratamento das lesões esportivas. São Paulo: Manole, 2000. p 304-10.
- 15- Kitchen S. Eletroterapia – Prática baseada em evidências. [tradução da il.ed. original Lilia Breternitz Ribeiro]. São Paulo : Manole, 2003. p 171-86.
- 16- Borato E, Oliveira JJJ, Ciena AP, Bertolini GRF. Immediate pain and edema assessment in muscular injury induced by formalin and treated with low-level laser (808nm). *Rev Bras Med Esporte.* 2008 Sep/Oct;14(5):446-49.
- 17- Costardi CHZ, Tamachiro C, Júnior IE, Gomes AC. Efeito do laser de baixa intensidade (670nm) após contusão muscular em ratos. *Fisioter. Mov.* 2008 Abr/Jun;21(2):21-30.
- 18- Cressoni MDC, Dib Giusti HHK, Casarotto RA, Anaruma CA. The effects of a 785-nm AlGaInP laser on the regeneration of rat anterior tibialis muscle after surgically-induced injury. *Photomed Laser Surg.* 2008 Sep;26(5):461-66.
- 19- Albertini R, Villaverde AB, Aimbire F, Salgado MA, Bjordal JM, Alves LP, et al. Anti-inflammatory effects of low-level laser therapy (LLLT) with two different red wavelengths (660 nm and 684 nm) in carrageenan-induced rat paw edema. *J Photochem Photobiol B.* 2007 Nov;89(1):50-5.

20- Iyomasa DM, Garavelo I, Iyomasa MM, Watanabe IS, Issa JP. Ultrastructural analysis of the low level laser therapy effects on the lesioned anterior tibial muscle in the Gerbil. Elsevier Inc. 2009 Feb;40(4):413-18.

21- Dias FJ, Issa JP, Barbosa AP, Vasconcelos PB, Watanabe IS, Mizusaki Iyomasa M. Effects of low-level laser irradiation in ultrastructural morphology, and immunoexpression of VEGF and VEGFR-2 of rat masseter muscle. Elsevier Inc. 2012 Feb;43(2-3):237-44.