

LASERTERAPIA DE BAIXA INTENSIDADE E RECUPERAÇÃO MUSCULAR EM FADIGA: ENSAIO CLÍNICO CONTROLADO

Rodolfo Carvalho de Azevedo

Bacharel em Fisioterapia / ISECENSA / RJ
carvalho-rfisio@hotmail.com

Felipe Sampaio Jorge

Professor do curso de Fisioterapia / ISECENSA / RJ
Mestre em Engenharia Biomédica / UNIVAP / SP
felipesjorge@gmail.com

RESUMO

A fadiga do músculo esquelético é um fenômeno decorrente da execução de atividades constantes por um determinado período de tempo suficiente para promover um declínio na capacidade de geração de força. Torna-se interessante, portanto, estudar estratégias terapêuticas que visem retardar o aparecimento desse fenômeno. Esse estudo busca verificar se o uso do Laserterapia de baixa potência promove alguma resposta na recuperação muscular em quadro de fadiga. Esse é um estudo caracterizado como um ensaio clínico randomizado do tipo cruzado, onde foram analisados 9 indivíduos do sexo masculino com idade entre 18 e 30 anos. Na 1ª semana do estudo foi feita uma coleta com uso de eletromiografia de superfície (EMG), associada com dinamometria isométrica e com uso de intervenção da laserterapia ou placebo conforme randomização. A segunda semana foi restrita para descanso, sendo feita uma nova coleta na terceira semana de estudo seguindo os mesmos parâmetros da 1ª semana. Foram encontradas diminuição no nível de força no momento pós ($p < 0,05$) tanto na utilização do laser quanto do grupo placebo. Analisando-se o recrutamento muscular verificou-se uma diminuição no momento pós no grupo placebo ($p < 0,05$) e no grupo onde houve irradiação do laser não houve diferença em comparação ao momento pré, mantendo o recrutamento do músculo por mais tempo. De acordo com o desenho experimental empregado neste estudo e com os presentes achados, verificou-se que a utilização do laser de baixa potência em quadro de fadiga foi capaz de promover a manutenção do recrutamento muscular durante protocolo de avaliação.

Palavras Chaves: Fisioterapia, Fadiga, Laser Terapia, EMG

ABSTRACT

Fatigue of skeletal muscle is a phenomenon due to the implementation of ongoing activities for a certain period of time sufficient to cause a decline in power generation capacity. It is therefore interesting to study therapeutic strategies aimed at delaying the onset of this phenomenon. This study seeks to determine whether the use of low-power Laser therapy promotes a response in muscle recovery from fatigue in the frame. This is a study characterized as a randomized crossover, which analyzed nine males aged between 18 and 30 years. In the first week of the study we collected using surface electromyography (EMG) associated with isometric dynamometry and with the use of intervention as laser therapy or placebo randomization. The second week was restricted to rest, and made a new collection in the third week of study following the same parameters of a week. We found a decrease in level of force in the post ($p < 0.05$) in both the use of the laser and the placebo group. Analysis of muscle recruitment there was a decrease in the post in the placebo group ($p < 0.05$) and the group where laser irradiation was no difference compared to the time before, keeping the muscle recruitment longer. According to the experimental design employed in this study and the present findings, it was found that the use of low power laser in the context of fatigue was able to promote the maintenance of muscle recruitment during assessment protocol.

Keywords: Physicaltherapy, Fatigue, Laser Therapy, EMG

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos o uso da terapia laser de baixa intensidade tem se mostrado um recurso muito útil para recuperação de lesões tissulares em seres humanos. Isso se dá pelo fato do laser ter grande destaque, com o objetivo de acelerar reações bioquímicas celulares, contribuindo significativamente no processo de reparação tecidual. (PUGLIESE; 2003; SHEFER; 2002, VLADIMIROV; 2004). A aplicação da laserterapia de baixa intensidade responde positivamente ao estímulo da atividade celular por estar relacionado a modulação da cadeia oxidativa. (BJORDAL; 2006). Efeitos estimulatórios com relação a atividade mitocondrial são descritos, levando a um melhor aproveitamento do uso do ATP formado. Além do efeito a nível celular verifica-se aumento do diâmetro arteriolar garantindo maior fluxo sanguíneo em tecido lesionados com subsequente melhora da nutrição possibilitando sua regeneração. (SHEFER, et al. 2002, LOPES-MARTINS, et al. 2006).

Aplicando-se a luz laser com a dose adequada, algumas funções celulares são estimuladas, como: estimulação de linfócitos, ativação de mastócitos, aumento na produção de ATP mitocondrial e a proliferação de vários tipos de células, como por exemplo os maturação de miofibroblastos. De forma resumida, o mecanismo de ação se dá pela seguinte forma: os tecidos possuem foto-receptores celulares, que possuem alto nível de absorção pela luz laser em comprimento de onda específico, quando esta é irradiada esses pigmentos captam a luminosidade absorvendo-a o que resulta no incremento da sua atividade metabólica podendo levar por exemplo ao aumento da biodisponibilidade de ATP. (HELENA; 2004, POLLI, et al. 2007, TAVARES; 2002).

O tecido muscular quando ativado pode produzir níveis elevados de força, a manutenção desses elevados níveis podem levar a incapacidade de sustenta-la em altos níveis, levando a um decréscimo gradativo até a incapacidade de produção de força. Esse fenômeno denomina-se fadiga neuromuscular. (ASCENSÃO; 2003, GONÇALVES; 2006, SILVA; 2003). Durante a realização de uma atividade física intensa, o músculo esquelético sofre processo de micro-lesões, que também contribuem para a diminuição da capacidade de gerar força (BJORDAL; 2006, ALLEN; 2008). Uma das formas de se conseguir expor um indivíduo ao quadro de fadiga é através da contração isométrica máxima mantida por um longo período de tempo. A contração isométrica se caracteriza por um exercício estático onde o músculo se contrai sem variação notável no seu comprimento ou sem movimento articular visível. Embora não haja trabalho físico uma grande quantidade de pressão e força é obtida pelo músculo, o que também o leva ao decréscimo da capacidade de produzir força (SILVA; 2003).

No treinamento neuromuscular um dos grandes desafios é estabelecer estratégias que visem melhorar o desempenho físico-funcional minimizando, sempre que possível a instalação do quadro de fadiga muscular. Portanto esse trabalho se justifica visando verificar, se o uso da intervenção laserterapia de baixa potência é capaz de promover alterações nos padrões de fadiga muscular induzida por contração isométrica voluntária máxima.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização dessa pesquisa foi selecionada uma amostra de 9 indivíduos adultos do sexo masculino, com idade entre 18 a 30 anos, hígidos, sedentários, com no mínimo seis meses de afastamento de atividade física. Todos os voluntários foram orientados sobre o procedimento experimental a ser aplicado, assim como o propósito do estudo e todos os riscos envolvidos. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado por todos os voluntários da pesquisa sendo o estudo aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do ISECENSA (CEP-ISECENSA) sob as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos sob nº do protocolo de pesquisa 0021.0.413.000-08. Os procedimentos experimentais foram realizados no Laboratório de Análise do Movimento da Clínica Escola Maria Auxiliadora (Campos-RJ).

Para serem incluídos na pesquisa, os voluntários deveriam ser do gênero masculino, com idade entre 18 e 30 anos e sedentário. Foram excluídos do estudo indivíduos com histórico de: Hipertensão arterial

sistêmica (Pressão Arterial acima de 140 x 90 mmHg – Organização Mundial de Saúde) diabetes mellitus, história pregressa de lesão osteomioarticular do esqueleto apendicular superior e uso prévio de anabólicos e/ou suplementação alimentar com objetivo e aumento da performance muscular.

Como procedimento para coleta dos dados foi feita a tricotomia da parte anterior do braço dominante dos voluntários seguida da assepsia com álcool 70%. Foi marcado um ponto no terço inferior entre o acrômio e a fossa cubital, no local marcado foi fixado o eletrodo para coleta do sinal eletromiográfico do músculo bíceps braquial. O eletrodo de referência foi fixado no processo estilóide da ulna. As intervenções seguiram-se conforme a figura 1, Os indivíduos realizavam a coleta na primeira semana seja realizando a laserterapia ou placebo, conforme randomização prévia. Na segunda semana estabeleceu-se o repouso para total restabelecimento muscular e finalmente na terceira semana os indivíduos retornavam e completavam sua participação seja no grupo laser ou no grupo placebo.

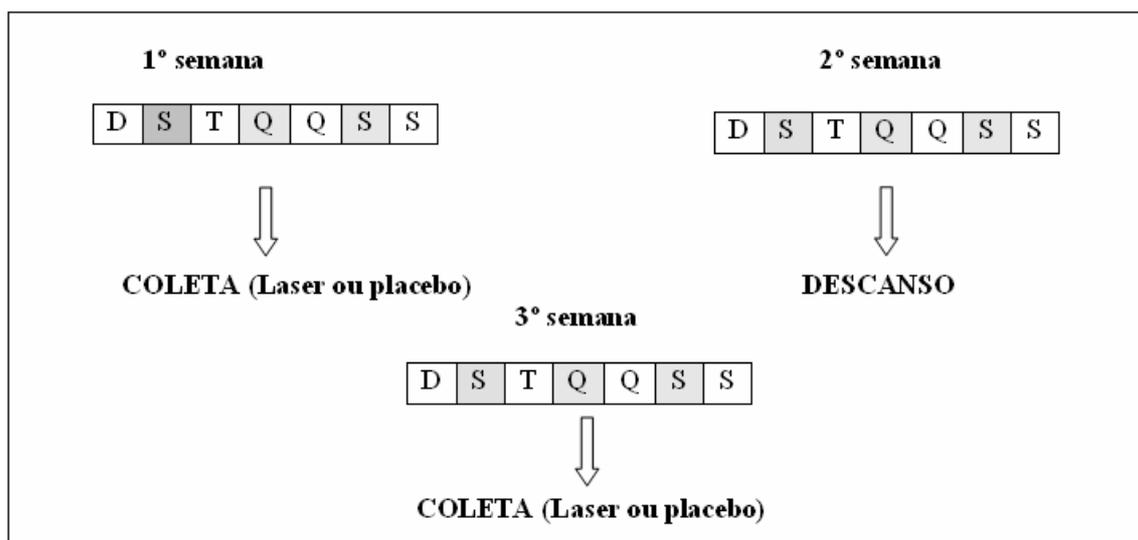


Figura1: Desenho experimental do estudo representando as três semanas de atividades experimentais.

O programa foi dividido da seguinte forma: na quarta-feira da primeira semana foi realizada coleta, onde todos os voluntários efetuaram Contração Voluntária Máxima (CVM) por um período de 2 minutos no dinamômetro associado ao eletromiógrafo, afim de levar o membro dominante a fadiga. Logo após o término dos 2 minutos foi aplicada a intervenção laser de baixa potência com comprimento de onda de 830nm e potência de 100mW. Foram irradiados 8 pontos com uma densidade energética de 4J/cm² no ventre do músculo bíceps braquial. Os integrantes do grupo placebo não receberam a irradiação laser, isso ocorreu graças a instalação de um dispositivo na caneta que não permitia a entrega do feixe laser no tecido, porém todos os outros estímulos eram realizados (sons do equipamento, contato da caneta com a pele e som de término da irradiação). Em seguida sem intervalo de descanso os voluntários novamente fizeram CVM por 2 minutos nos mesmos equipamentos. Na segunda semana não foi realizada coleta, pois era necessário um período de descanso dos voluntários para total restabelecimento muscular. Na quarta-feira da 3ª semana foi realizada a segunda coleta, seguindo os mesmos procedimentos da primeira semana porém realizando-se o cruzamento a participação dos voluntários em seus grupos, ou seja, quem na primeira semana havia participado do grupo laserterapia na terceira semana participou do grupo placebo, isso ocorreu sem que os participantes soubessem garantindo assim o cegamento do estudo.

Para coleta do sinal mioelétrico foi utilizado um eletromiógrafo (Miotec – Miotool 200/400), sendo a filtragem digital feita com filtro passa banda de 20-500Hz, amplificado em 1000 vezes e convertido por placa A/D com frequência de amostragem de 2KHz para cada canal e com a variação de entrada de 5mV. A dinamometria foi realizada nos momentos já descritos e foi utilizado um aparato mecânico especialmente confeccionado para a realização deste estudo (Figura 2).

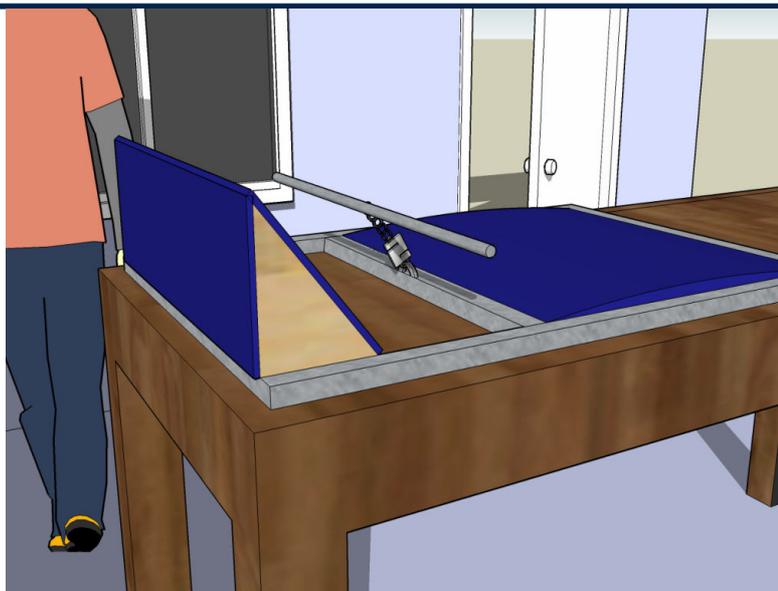


Figura 2: Aparato mecânico confeccionado para realização da dinamometria. Observa-se uma base triangular que permitia o apoio dos braços, uma barra fixa a uma célula de carga através de correntes. Isso permitiu a realização da CVM e a quantificação da força produzida.

A EMG foi realizada em conjunto com a dinamometria a fim de verificar o recrutamento motor o que possibilitou o conhecimento das adaptações neuromusculares, se houve alteração da performance muscular após aplicação do laser e se ocorreu recuperação da musculatura fadigada após aplicação da intervenção laser de baixa intensidade ao longo do estudo.

Para determinação do comportamento amostral foi aplicado o Teste de Normalidade Shapiro-Wilk ($p > 0,05$). Como o comportamento foi normal foi aplicado o teste paramétrico t de Student e atribuído para todas as avaliações um índice de significância de 5%.

3. RESULTADOS

A amostra apresentou as seguintes características: 9 indivíduos adultos do sexo masculino com afastamento de atividade física com as devidas características idade, peso, estatura e perimetria de braço direito e esquerdo (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização de amostra. Idade (anos), massa (Kg), Estatura (m), perimetria de braço direito e perimetria de braço esquerdo (cm) de cada voluntário. (DP)= desvio padrão.

	IDADE	MASSA	ESTATURA	PERIMETRIA DE BRAÇO DIREITO	PERIMETRIA DE BRAÇO ESQUERDO
Média	19,82	64,47	1,26	27,32	27,14
DP	10,10	32,77	0,74	13,85	13,75
Mediana	24,00	74,00	1,00	32,00	32,00
Maximo	30,00	101,00	1,85	38,70	38,30
Minimo	3,43	12,71	0,08	3,29	3,24

Após a coleta e análise de dados observou-se os seguintes resultados: houve uma diminuição significativa ($p < 0,05$) do nível de força no momento pós tanto na utilização do laser quanto do grupo placebo (Figura 3).

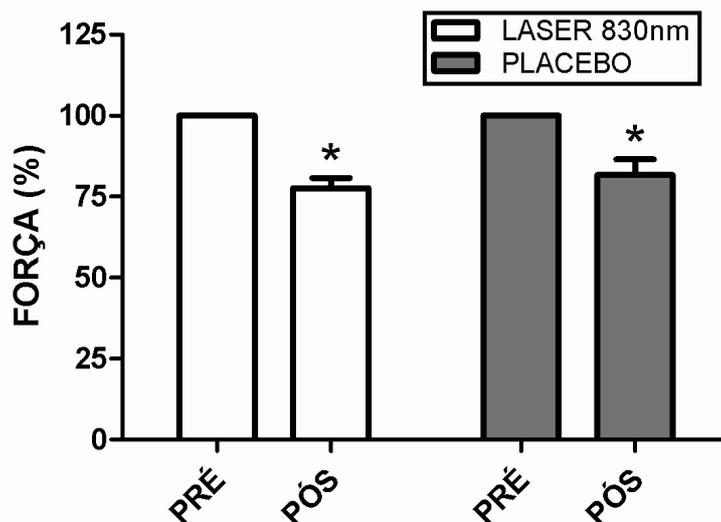


Figura 3: Gráfico de força nos grupos irradiado e placebo nos momentos pré e pós. Dados expostos na forma de média \pm desvio padrão. (*) Diminuição da força no momento pós comparado com o momento pré ($p < 0.05$).

Através da análise da RMS observou-se uma diminuição significativa do RMS ($p < 0.05$) no momento pós no grupo placebo. No grupo onde houve irradiação do laser não houve diferença, mantendo o recrutamento do músculo por mais tempo (Figura 4).

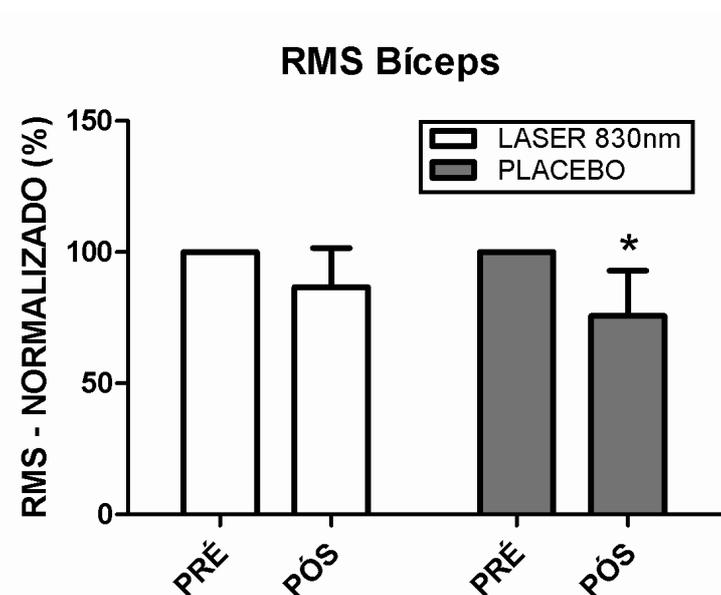


Figura 4: Gráfico de RMS nos grupos irradiado e placebo nos momentos pré e pós. Dados expostos na forma de média \pm desvio padrão. (*) Diminuição do RMS no momento pós comparado com o momento pré no grupo placebo ($p < 0.05$).

4. DISCUSSÃO

A fadiga muscular é proveniente de algumas alterações ocorrentes no organismo, tais como: alteração de pH; alteração da temperatura; alteração do fluxo sanguíneo; acúmulo de partículas resultantes da hidrólise do ATP e outros produtos do metabolismo celular; a perda da homeostasia do íon de Ca^{2+} ; a lesão muscular induzida pelo exercício e outros fenômenos. (ASCENSÃO; 2003, SEGHERS; 2003).

O processo fisiológico da fadiga muscular caracteriza-se pela diminuição de acetilcolina ou falha na propagação do potencial de ação sobre a membrana pós-sináptica pela atuação da acetilcolinesterase, resultando numa alteração na propagação do potencial de ação desde a via nervosa. Este fenômeno ocorre devido a saída de potássio intracelular e a entrada de água, essa redução transmite-se aos túbulos-T e resulta na diminuição da liberação de cálcio desde o retículo sarcoplasmático. Ao realizar o exercício, existe um fluxo de cálcio com canais de entrada voltage dependente, modulados por AMPc e uma bomba de sódio/cálcio, entretanto, o influxo de cálcio estimula a enzima fosfofrutoquinase e modula a atividade dos canais de potássio, que determinam o aparecimento da fadiga. (SANTOS; 2003)

Os voluntários da amostra realizaram CVM por 2 minutos, afim de promover fadiga induzida da musculatura bicipital braquial do membro superior dominante de cada indivíduo, metodologias similares também foram aplicadas em estudos anteriores (GONÇALVES; 2006, SILVA; 2003, TESCH; 1990), os quais relataram que durante contrações voluntárias máximas a ação da musculatura diminui acentuadamente. No presente estudo adicionou-se o uso da Laserterapia como uma possível estratégia de minimizar os efeitos da fadiga muscular. Foi possível verificar que com a densidade energética empregada não se verificou modificação na produção de força média durante os dois minutos de contração muscular (figura: 3).

Foi utilizada a aplicação da luminosidade laser de 830nm em nossa pesquisa baseando-se nos princípios de que o laser promove estímulo às mitocôndrias celulares gerando um aumento na produção de ATP mitocondrial intracelular (SHEFER, et al. 2002) e atuando na produção de ácido araquidônico e nas transformações de prostaglandina em prostaciclina, o que justifica sua ação antiedematosa e antiinflamatória, além do aumento da endorfina circulante. Fatores esses que podem contribuir para a manutenção do recrutamento muscular. (NICOLAU et al., 2009). A laser terapia de baixa intensidade pode reduzir a inflamação através da redução das concentrações e inibição da prostaglandina E2 e ciclo-oxigenase 2. (BJORDAL, et al. 2005) fatores esses que poderiam auxiliar na manutenção do recrutamento muscular

Embora não tenha-se observado modificação na força média produzida ao longo dos dois minutos de CVM, foi possível perceber que houve uma modificação na média de recrutamento muscular no grupo irradiado. Enquanto no grupo placebo verificou-se uma diminuição do recrutamento muscular comparado ao momento pré, no grupo que utilizou o laser no intervalo entre as CVMs não verificou-se decréscimo no recrutamento muscular médio (figura 4). Logo o estudo hipotetiza que a manutenção da RMS no grupo irradiado, se fez possível devido ao fato da laser terapia de baixa intensidade promover estímulo mitocondrial pelos fotoreceptores, gerando aumento da produção de ATP mitocondrial intracelular (HELENA; 2004, POLLI, et al. 2007, ALBERTINI; 2001, BJORDAL, et al. 2005, NICOLAU, et al. 2009, TAVARES, et al. 2005).

5. CONCLUSÃO

De acordo com o desenho experimental empregado neste estudo e com os presentes achados, verificou-se que o uso da laserterapia de baixa potência não foi capaz de promover alterações na produção média de força ao longo dos dois minutos de CVM, porém verificou-se mudança no padrão de recrutamento muscular no grupo irradiado, que manteve o mesmo nível de recrutamento quando comparado ao momento pré, diferentemente do grupo placebo onde verificou-se um menor recrutamento muscular.

6. REFERÊNCIAS

ALBERTINI, R.; CORREA, F. I.; RIBEIRO, W.; COGO, J. C.; ANTUNES, E.; TEIXEIRA, S.; NUCCI, G.; NETO, H. C. C. F.; AIMBIRE, F. S. C.; ZÂNGARO, R. A.; LOPES-MARTINS, R. A. B. **Análise do Efeito do Laser de Baixa Potência (As-Ga-Al) no Modelo de Inflamação de Edema em Pata de Ratos.** Fisioterapia Brasil, vol.3, n.1, 2002.

ALLEN, D. G.; LAMB, G. D.; WESTERBLAD, H., **Skeletal Muscle Fatigue: Cellular Mechanisms.** *Physiol Rev* 88: 287–332, 2008.

ASCENSÃO, A.; MAGALHÃES, J.; OLIVEIRA, J.; DUARTE, J.; SOARES, J. **Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica.** *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 2003, vol. 3, nº 1 [108–123]

BIGLAND, R. B; THOMAS, C.K.; RICE, C. L. et al. **Muscle temperature, contractile speed, and motoneuron firing rates during human voluntary contractions.** *J Appl Physiol* 73: 2457–2461, 1992.

BJORDAL, J. M.; LOPES-MARTINS, R. A. B.; IVERSEN, V. V. **A randomised, placebo controlled trial of low level laser therapy for activated Achilles tendinitis with microdialysis measurement of peritendinous prostaglandin E2 concentrations.** *Br J Sports Med* 2006;40:76–80. doi: 10.1136/bjism.2005.020842.

BOOTH, F.W.; WEEDEN, S.H., TSENG, B.S. **Effect of aging on human skeletal muscle and motor function.** *Med Sci Sports Exerc* 26: 556–560, 1994.

CHRISTENSEN, H. et al. **Intramuscular and surface EMG power spectrum from dynamic and static contractions.** *J. Electromyogr. Kinesiol.* 1995; 5(1):27-36.

FITTS, R.H. **Mecanismos de fadiga muscular. In: Prova de esforço e prescrição de exercício.** *American College of Sports Medicine.* São Paulo: Revinter, 1994, 73-79.

GONÇALVES, M. **Eletromiografia e a identificação da fadiga muscular.** *Rev. bras. Educ. Fís. Esp.,* São Paulo, v.20, p.91-93, set. 2006. Suplemento n.5.

HAGBERG, M. **The amplitude distribution of surface EMG in static and intermittent static muscular performance.** *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 1979; 40(4):265-272.

HELENA, M.C.V. **Os Benefícios do Laser de Baixa Intensidade na Clínica Odonto-lógica na Estomatologia.** *Revista Brasileira de Patologia Oral,* 2004.

LOPES, L. A. **Análise in -vitro da proliferação celular de fibroblastos de gengiva humana tratados com laser de baixa potência.** São José dos Campos: Dissertação de mestrado, UNIVAP, 1999.

LOPES-MARTINS, R. A. M. B.; MARCOS, R. L.; LEONARDO, P. S.; PRIANTI, JR. A. C.; MUSCARÁ, M. N.; AIMBIRE, F.; FRIGO, L.; IVERSEN, V.V.; BJORDAL, J. M. **Effect of low-level laser (Ga-Al-As 655 nm) on skeletal muscle fatigue induced by electrical stimulation in rats .** *J Appl Physiol* 101: 283–288, 2006.

MATON, B. **Human motor unit activity during the onset of muscle fatigue in submaximal isometric isotonic contraction.** *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 1981; 46(3):271-281.

NICOLAU, R. A. **Efeito do laser de baixa potência(As -Ga-Al) em tecidos ósseo de ratos submetidos à lesão, analisados por histomorfometria óssea.** São José dos Campos: Dissertação de mestrado, UNIVAP, 2001.
Rev. bras. Educ. Fís. Esp., São Paulo, v.20, p.91-93, set. 2006. Suplem. n.5.

NICOLAU, R. A.; SHAH, M. L.; PERES, A. C. P.; MARZULLO, C. F. **Atualidades do efeito analgésico após aplicação do laser de baixa potência.** *Labor. Biom. Tecid./ IP&D,* São José dos Campos, UNIVAP, 2009.

POLLI, P. C. N. S.; TEREZAN, M.L. F. **Laserterapia como Técnica Auxiliar no Tratamento Perodontal.** *Revista Ciências Médicas Biológicas,* Volume: 6, Nº1, Pág.91-99, Janeiro/Abril 2007.

PUGLIESE, L. S.; MEDRADO, A. P.; REIS, S. R. A.; ANDRADE, Z. A. **A influência da terapia a laser de baixa densidade de energia na biomodulação das fibras colágenas e elásticas.** *Pesqui. Odontol. Bras.* 2003 17 (4): 307-13.

SANTOS, M. G.; DEZAN, V. H.; SARRAF, T. A. **Bases metabólicas da fadiga muscular aguda.** *Rev. Bras. Ciên. e Mov.*, 2003

SEGHERS, J., SPAEPEN, A. **Muscle fatigue of the elbow flexor muscles during two intermittent exercise protocols with equal mean muscle loading.** *Clinical Biomechanics* 19 (2004) 24–30.

SHEFER, G.; PARTRIDGE, T. A.; HESLOP, L.; GROSS, J. G.; ORON, U.; HALEVY, O. **Low-Energy Laser Irradiation Promotes The Survival and Cell Cycle Entry of Skeletal Muscle Satellite Cells.** *Journal off Cell Science* 115, 1461-1469 (2002), The Company of Biologists Ltda.

SILVA, S. R. D.; GONÇALVES, M. **Análise da fadiga muscular pela amplitude do sinal eletromiográfico.** *R. bras. Ci e Mov.* 2003; 11(3): 15-20.

SILVA, S. R. D.; GONÇALVES, M. M. **Comparação de Protocolos para Verificação da Fadiga Muscular pela Eletromiografia de Superfície1.** *Rio Claro, v.9, n.1, p. 51 – 58, jan./abr. 2003.*

TAVARES, M. R. **Efeito do Laser Terapeutico na Cicatrização Tendinosa : Estudo Experimental em Ratos.** Ribeirão Preto : Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2002.

TESCH, P. A. ; DUDLEY, G. A. , DUVOISIN, M. R. ; HATHER, B. M. ; HARRIS, R. T. et al. **Force and EMG signal patterns during repeated bouts of concentric or eccentric muscle actions.** *Acta Physiol Scand* 1990 , 138 ' 263_271.

VERBURG, E.; THORUD, H. M.; ERIKSEN, M. et al. **Muscle contractile properties during intermittent nontetanic stimulation in rat skeletal muscle.** *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 281: R1952–R1965, 2001.

VLADIMIROV, Y. A.; OSIPOV, A. N.; KLEBANOV, G. I. **Photobiological Principles of Therapeutic Applications of Laser Radiation.** *Biochemistry (Moscow)*, vol.69, n.1, 2004, pp. 81-90

VOLLESTAD, N. K. **Measurement of human muscle fatigue.** *J Neurosci Methods* 74: 219–227, 1997.