

INFLUÊNCIA DO LASER NO DESEMPENHO MUSCULAR¹

Paulo Henrique Barros Maia²
Wouber Héricson de Brito Vieira³

RESUMO

As alterações ocorridas em um indivíduo após um treinamento ou até mesmo depois de uma atividade podem se manifestar na forma de dores musculares, fadiga, e futuramente perda do rendimento esportivo. A terapia laser de baixa intensidade (LLLT) poderia ser um coadjuvante do exercício para o aumento da capacidade aeróbia e do condicionamento físico de indivíduos, tendo em vista que alguns de seus achados sobre o metabolismo oxidativo das células musculares se assemelham a algumas das adaptações musculares ao treinamento. Com isso alguns estudos investigaram se o laser seria capaz de proporcionar redução da fadiga e melhorias no desempenho. Dos quatro estudos em humanos, três mostraram resultados positivos significativos em relação ao ganho de performance, e em um estudo houve uma melhora, porém não significativa. Outros estudos foram realizados com animais e apresentaram resultados positivos. A LLLT pode ser mais um coadjuvante na melhora da performance muscular, porém outros estudos se fazem necessários, comparando-se os comprimentos de onda, potência de saída e dose utilizada, e com uma maior amostra para tornar os estudos mais representativos.

Palavras-chave: Laser de baixa intensidade. Fadiga. Fisioterapia.

LASER INFLUENCE ON MUSCULAR PERFORMANCE

ABSTRACT

The changes a person can suffer after physical exercises or after an activity can be expressed as muscle pain, fatigue and future decrease in sport performance. The Low Intensity Laser Therapy (LILT) could be a support to the exercise to increase aerobics capacity and physical conditioning since some of its effects on the oxidative metabolism of muscular cells are similar to some adaptations the muscles make during a physical training. Having this in mind, studies were made to investigate if the laser would be able to reduce fatigue and improve performance. Three out of four researches carried out with humans showed significantly positive results in relation to better performance, and one of the studies showed there was an improvement, although it was not very significant. Finally, it was concluded that LILT can help improve muscular performance, but other studies, with a larger sample, are needed to investigate further on wavelengths, output power and the correct dosage to be applied.

Keywords: Low Intensity Laser Therapy. Fatigue. Physical Therapy.

¹ Paper elaborado originalmente como TC do Curso de Especialização em Terapia Manual da Faculdade Natalense para Desenvolvimento do Rio Grande do Norte – FARN.

² Discente do Curso de Fisioterapia da Faculdade Natalense para o Desenvolvimento do Rio Grande do Norte – FARN. E-mail: ph.maia@uol.com.br

³ Orientador - Docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. E-mail: hericksonfisio@yahoo.com.br

1 INTRODUÇÃO

A Terapia Laser de Baixa Intensidade (LLLT) é um recurso terapêutico luminoso que possui propriedades especiais capazes de interagir com os tecidos biológicos. Dentre as diversas respostas podem-se destacar as relacionadas à bioenergética, como o aumento na taxa respiratória (energética) e a síntese de ATP (Oron et al, 2007), mediante modificações mitocondriais (Karu, 1987; Karu, Pyatibrat, Kalendo, 1995; Morimoto, 1994; Wilden e Karthein, 1998; Yu et al, 1997; Manteifel, Bakeeva e Karu, 1997; Bakeeva et al, 1993).

A característica do efeito biomodulatório atribuído ao laser ao interagir com os tecidos, é referida como sendo dependente, dentre outros fatores, das condições metabólicas prévias do tecido a ser irradiado, de modo que a resposta tende ser ótima quando o tecido encontra-se com o potencial redox alterado, como por exemplo, diante de uma lesão tecidual ou um "estresse metabólico" proporcionado por uma atividade física (Kitchen; Partridge, 1991; Beckerman et al, 1992; De Bie et al, 1998), entretanto, um mecanismo químico baseado na ativação e/ou mudança do potencial redox de componentes da cadeia respiratória mitocondrial (citocromo C oxidase e NADH desidrogenase) parece ser crucial na determinação do efeito sobre a bioenergética (Karu, 1999).

A energia eletromagnética do laser estimula fotorreceptores, os quais necessariamente fazem parte de vias bioquímicas celulares, podendo regular o metabolismo, como por exemplo, componentes da cadeia respiratória. Os fotorreceptores presentes na membrana mitocondrial absorvem luz no intervalo espectral que se estende do visível ao infravermelho próximo, quando se encontram em seu estado redox intermediário, ou seja, nem totalmente reduzido ou nem oxidado, de modo que a excitação eletrônica desses componentes numa determinada seqüência pode influenciar a transferência de elétrons e ocasionar uma resposta biológica final (Morimoto, 1994; Wilden, Karthein, 1998; Karu, 1999).

Esses efeitos sobre a bioenergética favorecem ao predomínio da via metabólica aeróbia, contribuindo assim, para a maior disponibilidade de energia celular. Do ponto de vista da prática clínica, essas respostas poderiam ser de fundamental importância na reabilitação de pacientes e no desempenho atlético, como por exemplo, o aumento da resistência à fadiga (Vieira, 2008).

Além dos efeitos do laser sobre o metabolismo energético, é sugerido na literatura científica (Powers e Howley, 2000; Wilmore; Costill,

2000) que o treinamento aeróbio também promove mudanças nas características metabólicas e estruturais das mitocôndrias, favorecendo o uso da via aeróbia em detrimento da anaeróbia durante o exercício. Dentre as adaptações decorrentes do treinamento aeróbio, destacam-se as musculares representadas principalmente pela: transformação de fibras glicolíticas em oxidativas, aumento no tamanho e número de mitocôndrias, aumento na concentração e atividade de enzimas oxidativas e diminuição no uso do glicogênio em detrimento da maior utilização da gordura como substrato energético, diferentemente das adaptações relacionadas ao treinamento de força que são representadas principalmente pelas alterações neurais (aumento no recrutamento, sincronismo e freqüência de disparo de unidades motoras do músculo em atividade) e estruturais (hipertrofia muscular) que proporcionam aumento da força muscular (Powers e Howley, 2000; Wilmore e Costill, 2000).

Um dos vilões da prática esportiva é a fadiga muscular, que pode ser definida como a inabilidade de manter o desempenho físico com o passar do tempo (Fitts, 1994; Enoka, 1992), além de diminuição de força e do controle motor e subsequente dor muscular (Green et al, Hurley, 1995). Alguns fatores podem afetar a produção de força durante atividade muscular como: o tipo e intensidade de exercício, os grupos musculares envolvidos e o ambiente bioquímico muscular (Pasquet et al, 2000; Kawakami et al, 2000). Neste sentido, fadiga muscular é um complexo fenômeno que envolve elementos fisiológicos, biomecânicos e psicológicos (Ivey et al, 2000). Idade e gênero também são importantes fatores para determinar a habilidade de contração muscular e resistência à fadiga (Roth, 2002).

Algumas variáveis têm sido utilizadas para analisar o desempenho frente ao exercício, como: consumo máximo de oxigênio - VO_{2max} (Hautala et al, 2006; Lafortuna et al, 2006), dosagem de lactato sanguíneo (Molinari e Santos, 2001; Santos e G.Netto, 2004; Vieira et al, 2005a), atividade enzimática (Leek et al, 2005; Halsberghe, 2003; Siu et al, 2003; Vieira et al, 2006), bem como, o índice de fadiga do músculo esquelético (Vieira et al, 2008; Pincivero; Gandaio; Ito, 2003; Thomas et al, 2005).

Hoje se sabe a importância para atletas profissionais e até mesmo para os amadores de haver formas naturais que aumentem o desempenho em suas atividades, ou até mesmo a diminuição da fadiga muscular de pessoas que apresentam determinadas patologias nas quais existe uma tendência a um aumento da fadiga. Por essa razão essa pesquisa se faz necessária, e tem como objetivo realizar uma revisão de estudos que tenham como principal objeto de estudo avaliar a influência do laser no desempenho muscular após submetido a um stress físico.

2 MATERIAL E MÉTODO

2.1 Tipo de estudo

Este estudo foi uma revisão crítica de caráter descritivo e exploratório, uma vez que consistiu na análise crítica de trabalhos publicados nos últimos 10 anos, relacionados aos efeitos do laser no desempenho muscular.

2.2 Procedimentos

Para a elaboração deste estudo foi realizada, primeiramente, a identificação das obras de interesse através da busca em bases de pesquisa científica on-line. Em seguida, foram localizadas as fichas bibliográficas, referentes às obras selecionadas, nos arquivos das bibliotecas de universidades, faculdades, instituições, etc. A seguir, foi feita a compilação do material e, por fim, realizou-se o seu fichamento, através da transcrição dos dados coletados das fontes de referência em fichas específicas com o máximo de exatidão possível.

A busca dos artigos foi feita no período de novembro de 2008 a fevereiro de 2009, cuja data da última busca nas bases de pesquisa on-line foi 27 de fevereiro de 2009. Para isso, utilizaram-se os seguintes descritores: laser, Low Level Laser Therapy (LLLTh), avaliação de desempenho, fadiga e força muscular, tomando-se por base o índice de descritores (palavras-chave) das ciências da saúde.

Incluíram-se nesse estudo as pesquisas de caráter experimental que tinham por objetivo verificar o efeito do laser no desempenho muscular, no qual 6 pesquisas com animais Molinari e Santos, 2001; Vieira et al, 2005a; Halsberghe, 2003; Vieira et al, 2006; Lopes-Martins et al, 2006; Vieira et al, 2005b) e 5 pesquisas em humanos (Vieira, 2008; Gorgey, Wadee e Sobhi, 2008; Leal-Junior et al, 2008a, Leal-Junior et al, 2008b; Leal-Junior et al, 2008c) foram encontradas e nenhum foi excluído.

As bases de dados bibliográficas consultadas foram: Portal Periódicos Capes, Web of Science, Pubmed, Medline, Bireme, Cochrane, Scielo e Lilacs.

2.3 Análise dos dados

Foi realizada uma análise crítica semiquantitativa do material encontrado na literatura, tomando por base os principais pontos de concordância ou discordância entre os autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A terapia laser de baixa intensidade (LLLT) vem se tornando uma técnica a cada ano mais utilizada no meio da fisioterapia, e nos últimos anos vem sendo objeto de várias pesquisas. Uma das correntes de estudos mais atuais com o laser é a sua influência sobre o desempenho muscular. Com isso alguns estudos investigaram se o laser seria capaz de proporcionar redução da fadiga e melhorias no desempenho muscular em atividades físicas.

Na pesquisa de Gorgey, Wadee e Sobhi (2008) foi investigado se a LLLT seria capaz de atenuar a fadiga muscular induzida por estimulação elétrica durante 3 minutos (50 Hz, 500 μ s, ciclo 2s on -2s off) em 5 sujeitos saudáveis através da medida de torque. Foram investigados dois grupos que utilizaram os seguintes parâmetros: potência de 500 mW e comprimento de onda de 808 nm. Em um deles foi utilizada uma energia total de 7 J por 10 min e no outro 3 J por 5 min, além do grupo controle que utilizou apenas a estimulação elétrica. Houve uma menor redução do torque nos grupos do laser em relação ao controle, porém essa diferença não foi significativa ($p=0,63$).

No estudo de Leal-junior et al (2008a) observou-se o efeito da LLLT de 830nm na fadiga muscular do bíceps braquial através dos níveis de lactato sanguíneo e do número de contrações voluntárias até a exaustão utilizando-se 75% da contração voluntária máxima. Participaram do estudo do tipo crossover 10 jogadores profissionais de voleibol, onde um grupo foi submetido à terapia laser (830nm, 100mW, tamanho do spot de 0,0028 cm², 200 segundos de irradiação, energia total de 20 J, 5J por ponto aplicado) e o outro grupo era o placebo, usando-se o laser desligado. No grupo do LLLT ativo houve um maior número de repetições em comparação ao grupo placebo ($p=0,042$), no entanto, não houve diferença entre os níveis de lactato sanguíneo entre os grupos.

Na pesquisa de Leal-Junior et al (2008b) observou-se também a fadiga muscular do bíceps braquial por meio dos níveis de lactato sanguíneo e do número de contrações voluntárias máximas (CVM) até a exaustão utilizando-se 75% da CVM em 12 jogadores profissionais de voleibol. Foram utilizados como parâmetros: comprimento de onda de 655nm (50mW, tamanho do spot de 0,01 cm², 100 segundos de irradiação, energia total de 20 J, 5J por ponto aplicado). Os resultados foram bastante semelhantes ao da pesquisa anterior, onde houve um maior número de repetições em comparação ao grupo placebo ($p=0,001$), no entanto, não houve diferença significativa entre os níveis de lactato sanguíneo entre os grupos.

Os efeitos do LLLT de 830 nm (100mW, tamanho do spot de 0,0028 cm², energia total de 40J, 4J por ponto aplicado) foi investigado (Leal-Junior et al, (2008c) na recuperação muscular através de marcadores bioquímicos como a creatina quinase (CK) e do lactato sanguíneo em 9 jogadores profissionais de voleibol e em 11 adolescentes jogadores de futebol após 30 segundos de ciclismo em máxima velocidade com uma carga de 7,5% do peso corporal. O laser foi aplicado no músculo reto femoral e os resultados mostraram que houve um menor aumento no nível de CK nos jogadores de voleibol (p=0,013) e uma menor produção de lactato sanguíneo no grupo dos jogadores de futebol 15 minutos após o exercício.

Esses estudos realizados com humanos mostram uma tendência a uma melhora do desempenho muscular com a utilização do laser, porém nas pesquisas citadas anteriormente (Gorgey, Wadee e Sobhi, 2008; Leal-Junior et al, 2008a, Leal-Junior et al, 2008b; Leal-Junior et al, 2008c), o laser foi aplicado antes da realização dos exercícios, e os resultados hipoteticamente poderiam ser mais significativos se o LLLT fosse realizado após o exercício, como no estudo de Vieira (2008), onde houve uma diminuição significativa do índice de fadiga do grupo que realizou exercícios mais Laser em comparação aos demais grupos. A resposta tende ser ótima quando o tecido encontra-se com o potencial redox alterado, como por exemplo, diante de uma lesão tecidual ou um "estresse metabólico" proporcionado por uma atividade física (Kitchen e, Partridge, 1991; Beckerman et al, 1992; De Bie et al, 1998). Além disso, o trabalho de Gorgey, Wadee e Sobhi (2008) parece ter utilizado uma potência bastante elevada (500mW) quando comparada aos estudos nos quais os resultados foram positivos. Outra consideração que se faz aqui diz respeito ao pequeno número amostras utilizado nas pesquisas. Assim, estudos que realizem a LLLT após os exercícios e com uma maior amostra se faz necessário para uma melhor compreensão dos efeitos do laser sobre a performance em humanos.

Pesquisas foram também realizados em animais de experimentação cujos resultados da LLLT sobre o desempenho muscular foram positivos (Vieira et al, 2006; Vieira et al, 2005b; Lopes-Martins et al, 2006). Portanto, a LLLT pode ser mais um coadjuvante na melhora do desempenho muscular, porém outros estudos se fazem necessários, comparando-se os comprimentos de onda, potência de saída e dose utilizada, e com uma maior amostra para os tornar mais fidedignos.

4 REFERÊNCIAS⁴

Bakeeva LE, Manteifel VM, Rodichen EB, Karu T. Formation of giant mitochondria in human blood lymphocytes after He- Ne laser irradiation. *Mol Biol.* 1993; 27(3): 608-17.

Beckerman H, De Bie R, Bouter L, De Cuyper H, Oostendorp R. The efficacy of laser therapy for musculoskeletal and skin disorders: A criteria-based meta-analysis of randomized clinical trials. *Physical Therapy.* 1992; 72: 483-491.

De Bie RA, De Vet H, Lenssen TF, Wildenberg F, Kootstra G. Low-level laser therapy in ankle sprains: a randomized clinical trial. *Arch Phys Méd Rehabil.* 1998; 79:1415-1420.

Enoka, RM, Stuart, DG. Neurobiology of muscle fatigue. *J. Appl. Physiol.* 1992; 72: 1631-1648.

Fitts, RH. Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiol Rev.* 1994; 74: 49-94.

Gorgey, AS, Wade, An, Sobhi, NN. The Effect of Low-Level Laser Therapy on Electrically Induced Muscle Fatigue: A Pilot Study. *Photomedicine and Laser Surgery.* 2008; 26(5): 501-506.

Green, S, Langberg, H, Skovgaard, D, Bulow, J, And Kjaer, M. Interstitial and arterial-venous [K] in human calf muscle during dynamic exercise: effect of ischaemia and relation to muscle pain. *J. Physiol.* 2000; 529: 849-861.

Halsberghe MJE. Estudo de Indicadores de Taxas de Metabolismo Aeróbio e Anaeróbio em Musculatura de Ratos em Resposta à Irradiação com Laser em Baixa Intensidade. Monografia (Bacharelado) – Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2003.

Hautala AJ, Kiviniemi AM, Makikallio TH, Kinnunen H, Nissilä S, Huikuri HV, Tulppo MP. Individual differences in the responses to endurance and resistance training. *Eur J Appl Physiol.* 2006; 96: 535-42.

Hurley, BF. Age, gender, and muscular strength. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 1995; 50: 41-44.

⁴ Baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver), de 2004.

Ivey, FM., Roth, SM., Ferrell, RE., et al. Effects of age, gender, and myostatin genotype on the hypertrophic response to heavy resistance strength training. *J. Gerontol.A Biol. Sci. Med. Sci.* 2000; 55: M641–M648.

Karu TI. Photobiological fundaments of low power laser therapy. *IEEE J Quant elect QE.* 1987; 23(10): 1703-17.

Karu T, Pyatibrat L, Kalendo G. Irradiation with He-Ne laser increases ATP level in cells cultivated in vitro. *J Photochem Photobiol B: Biol.* 1995; 27: 219-23.

Karu T. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiatiion on cells. *J Photochem Photobiol B: Biol.* 1999; 49:1-17.

Kawakami, Y, Amemiya, K, Kanehisa, H, Ikegawa, S, and Fukunaga, T. Fatigue responses of human triceps surae muscles during repetitive maximal isometric contractions. *J. Appl. Physiol.* 2000; 88: 1969–1975.

Kitchen SS, Partridge CJ. A review of level laser therapy. Part I: background, physiological effects and hazards. *Physiotherapy.* 1991; 77(3):161-170.

Lafortuna CL, Proietti M, Agosti F, Sartorio A. The energy cost of cycling in young obese women. *Eur J Appl Physiol.* 2006; 97: 16-25.

Leal-junior, ECP; Lopes-Martins, RAB; Vanin AA, et al. Effect of 830nm Low-Level Laser Therapy in Exercise-Induced Skeletal Muscle Fatigue in Humans. *Laser Med Sci.* Aceito em 11de junho de 2008a.

Leal-Junior, ECP; Lopes-Martins, RAB; Dalan, F, et al. Effect of 655-nm Low-Level Laser Therapy on Exercise-Induced Skeletal Muscle Fatigue in Humans. *Photomedicine and Laser Surgery.* 2008b; 26(5): 419-424.

Leal-Junior, ECP; Lopes-Martins, RAB; Baroni BM, et al. Effect of 830 nm low-level laser therapy applied before high-intensity exercises on skeletal muscle recovery in athletes. *Laser Med Sci.* Aceito em 31 de outubro de 2008c.

Leek BT, Mudaliar SRD, Henry R, Mathieu-Costello O, Richardson RS. Effect of acute exercise on citrate synthase activity in untrained and trained human skeletal muscle. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol.* 2001; 280: R441-R447.

Lopes-Martins RAB, Marcos RL, Leonardo PS, JR. Prianti AC, Muscará MN, Aimbire F, Frigo L, Iversen VL, Bjordal JM. The Effect of Low Laser Irradiation (Ga-Al-As – 655nm) on Skeletal Muscle Fatigue induced by Electrical Stimulation in Rats. *J Appl Physiol.* 101:283-288, 2006.

Manteifel V, Bakeeva L, Karu T. Ultrastructural changes in chondriome of human lymphocytes after irradiation with He- Ne laser: appearance of giant mitochondria. *J Photochem Photobiol B: Biol.* 1997; 38: 25-30.

Molinari CV, Santos AAL. Ação do laser de baixa intensidade sobre musculatura de ratos em treinamento aeróbio. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2001.

Morimoto Y, Arai T, Kikuchi M, Nakajima S, Nakamura H. Effect of low-intensity argon laser irradiation on mitochondrial respiration. *Lasers Surg Med.* 1994; 15:191-9.

Oron U, Ilic S, Detaboada L, Streeter J. Ga-As (808-nm) laser irradiation enhances ATP production in human neuronal cells in culture. *Photomed Laser Surg.* 2007; 25: 180-2.

Pasquet, B., Carpentier, A., Duchateau, J., and Hainaut, K. Muscle fatigue during concentric and eccentric contractions. *Muscle Nerve.* 2000; 23: 1727–1735.

Pincivero DM, Gandaio CB, Ito Yoshihiko. Gender-specific knee extensor torque, flexor torque, and muscle fatigue responses during maximal effort contractions. *Eur J Appl Physiol.* 2003; 89:134-141.

Powers SK, Howley ET. Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho. 3. ed. São Paulo: Manole, 2000.

Roth, S.M., Ferrell, R.E., Peters, D.G., Metter, E.J., Hurley, BF, Rogers, MA. Influence of age, sex, and strength training on human muscle gene expression determined by microarray. *Physiol. Genomics.* 2002 ; 10: 181–190.

Santos EL, G Neto A. Comparison of computerized methods for detecting the ventilatory thresholds. *Eur J Appl Physiol.* 2004; 93: 315-324.

Siu PM, Donley DA, Bryner RW, Alway SE. Citrate synthase expression and enzyme activity after endurance training in cardiac and skeletal muscles. *J Appl Physiol.* 2003; 94: 555-560.

Thomas C, Perrey S, Lambert K, Hugon G, Mornet D, Mercier J. Monocarboxylate transporters, blood lactate removal after supramaximal exercise, and fatigue indexes in humans, *J Appl Physiol.* 2005; 98: 804-809.

Vieira WHB, Parizotto NA, Perez SEA, Baldissera V, Schwantes ML, Costa FC. Effect of Low-Power Laser (LLLT) on lactate dehydrogenase (glycolytic) and citrate synthase (oxidative) activity in rats submitted to aerobic treadmill training. *J Photomed Laser Surg.* 2005a; 23(1): 124.

Vieira WHB, Santos GML, Parizotto NA, Perez SEA, Baldissera V, Schwantes MLB. Anaerobic Threshold in rats submitted aerobic treadmill training program and low-intensity laser. *Rev Bras Fisiot.* 2005b; 9: 377-383.

Vieira WHB, Goes R, Costa FC, Parizotto NA, Perez SEA, Baldissera V, Munin FS, Schwantes MLB. Adaptação enzimática da LDH em ratos submetidos a treinamento aeróbio em esteira e laser de baixa intensidade. *Rev Brasil Fisiot.* 2006; 9(3): 377-83.

Vieira WHB. Efeitos do Laser de baixa intensidade (808nm) sobre a performance muscular de mulheres jovens sob treinamento físico. Tese de doutorado – Universidade Federal de São Carlos, UFSCar, São Carlos, 2008.

Wilden L, Karthein R. Import of radiation phenomena of electrons and therapeutic low-level laser in regard to the mitochondrial energy transfer. *J Clin Laser Med Surg.* 1998; 16(3): 159-65.

Wilmore JH, Costill DL. *Fisiologia do esporte e do exercício.* 2ed. São Paulo: Manole, 2000.

Yu W, Naim jo, Mcgowan M, Kippolito K, Lanzafame RJ. Photomodulation of oxidative metabolism and electron chain enzymes in rat liver mitochondria. *Photochem Photobiol.* 1997; 66(6): 866-71.

