

## EFEITO IMEDIATO DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE SOBRE O MÚSCULO ESPÁSTICO FADIGADO: ESTUDO DE CASO

M. F. Neves\*, M. C. R. dos Reis\*, E. A. F. de Andrade\*, R. S. Alves\*, F. P. S. Lima\*, M. O. Lima\* e E. A. L. Arisawa\*\*

\*Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensório-motora, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos – SP, Brasil

\*\*Laboratório de Espectroscopia Vibracional Biomédica, Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos – SP, Brasil

e-mail: mneves@univap.br

**Resumo:** O acidente vascular encefálico (AVE) pode causar uma hemiparesia espástica que compromete as funções motoras, podendo desencadear uma fadiga muscular precoce. O emprego clínico da Terapia Laser de Baixa intensidade (TLBI) tem proporcionado grandes avanços no tratamento das desordens musculares e na prevenção de fadiga muscular. Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi analisar o pico de torque muscular de quadríceps e o nível de lactato sanguíneo de 1 sujeito com hemiparesia espástica, após a aplicação da TLBI. Foi observada uma redução no nível de lactato, o aumento do pico de torque e do início do tempo de fadiga pós-TLBI, sugerindo que TLBI pode ser aplicada na musculatura espástica de pacientes hemiparéticos.

**Palavras-chave:** Terapia Laser de Baixa Intensidade, Espasticidade, Fadiga, Acidente Vascular Encefálico.

**Abstract:** Stroke has as consequence a spastic hemiparesis with impairment of motor functions, as muscle fatigue. The clinical application of Low Level Laser Therapy (LLLT) has brought advances to the treatment of muscular disorders as well as to prevent muscle fatigue. Thus, the aim of this study was to analyze torque pick and lactic acid levels of one hemiparetic subject, after LLLT application. Results showed a reduction in lactate levels, onset of muscle fatigue was delayed and an increasing at torque pick after LLLT, indicating that LLLT can be applied to hemiparetic stroke patient.

**Keywords:** Low Level Laser Therapy, Spasticity, Fatigue, Stroke.

### Introdução

O Acidente Vascular Encefálico (AVE) ocorre em consequência da interrupção súbita do fluxo sanguíneo do encéfalo, causada por uma obstrução na parede de um vaso sanguíneo cerebral (AVE Isquêmico), ou por uma ruptura seguida de um edema (AVE Hemorrágico) [1]. Atualmente, o AVE é uma das causas primárias de morte registrada no Brasil, sendo que em 2012 ocorreram cerca de 89 casos por 100 mil habitantes [2].

Um dos principais fatores limitantes decorrentes do

AVE é a espasticidade, definida como uma desordem motora promovida pela lesão do motoneurônio superior, da via córtico-retículo bulbo-espinal, seguida da hiperatividade neuronal e hiperexcitabilidade dos reflexos de estiramento [3]. A espasticidade está agregada às mudanças metabólicas das fibras musculares, bem como à diminuição do fluxo sanguíneo e capacidade de oxidação dos ácidos graxos livres, responsável pelo aumento da produção de ácido láctico e utilização do glicogênio muscular [4]. A espasticidade acomete os músculos antigravitacionais, como os flexores dos membros superiores e extensores dos membros inferiores, o que reflete em um padrão postural de extensão e rotação interna do quadril e extensão do joelho, dificultando a realização dos movimentos e interferindo na qualidade funcional dos pacientes. Dessa maneira, há um alto gasto energético, seguido por uma fraqueza muscular e pelo desencadeamento precoce da fadiga [4,5].

A aplicação da Terapia Laser de Baixa intensidade (TLBI) no tratamento das desordens musculares vem sendo estudada quanto a melhora no desempenho da musculatura irradiada e no aumento do tempo de início da fadiga muscular. Estudo pioneiro de Lopes-Martins et al. [6] no qual aplicou-se a TLBI (655 nm) sobre o músculo tibial anterior de ratos, mostrou a presença de alterações celulares que contribuíram para o melhor desempenho musculoesquelético, reparo das fibras musculares e redução da fadiga. Outras pesquisas demonstraram a influência da TLBI em relação ao recrutamento de fibras musculares e do pico de força, além do atraso do desenvolvimento da fadiga muscular [7,8,9,10,11].

Considerando os relatos da literatura acerca dos benefícios do uso da TLBI no sistema musculoesquelético íntegro, o objetivo do presente estudo foi avaliar o pico de torque muscular e o nível de lactato sanguíneo após TLBI de um paciente com seqüela de hemiparesia espástica, em decorrência de AVE.

## Materiais e métodos

Trata-se de um estudo de caso, aceito pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) envolvendo seres humanos da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) sob o número de protocolo CAAE: 1542193.2.00005503 e pelo Clinical Trials n° NCT02014935.

O trabalho foi realizado no Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensorio-Motora e no Laboratório de Biodinâmica do Centro de Práticas Supervisionadas da Faculdade de Ciências da Saúde, pertencentes à Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), localizada no município de São José dos Campos – SP.

Para a realização desse estudo, foi selecionado um voluntário de 66 anos com o diagnóstico de AVE Hemorrágico de predomínio braquial há 3 anos, com espasticidade leve em extensores de joelho, grau 1+ na Escala de Ashworth Modificada, avaliada por três fisioterapeutas (duplo cego).

O estudo foi constituído de 2 fases distintas, com 2 avaliações e um intervalo de 7 dias entre as fases [7].

**Fase I (controle)** – foi feita a medida direta da concentração de lactato sanguíneo pré-exercício, com a perfuração da falange distal do dedo indicador por uma lanceta descartável, e a gotícula de sangue foi colocada sobre a fita de lactato do Lactímetro Accutrend (Roche®). Em seguida, foi realizada a movimentação passiva das articulações de quadril e joelho do hemicorpo parético, em três séries de 10 repetições de flexo-extensão, com repouso de 3 minutos. Após o final do aquecimento, o voluntário foi posicionado em sedestação (90° de flexão de quadril), sobre o equipamento dinamômetro computadorizado isocinético (Biodex System® 3) estabilizado na cadeira do equipamento por duas cintas torácicas e uma na cintura. O equipamento foi acionado no modo unilateral isométrico para avaliação do pico de torque do músculo quadríceps femoral do membro inferior espástico, no sentido da extensão do joelho na amplitude pré-determinada de 60°. O sujeito foi orientado a realizar a força máxima de contração muscular do membro inferior espástico, no sentido da extensão do joelho durante 50 segundos, sendo realizada somente uma repetição, sem tempo de relaxamento. Foi realizada uma segunda coleta do lactato três minutos após o final do teste de contração isométrica [12].

**Fase II (TLBI)** – sete dias após a Fase I, o sujeito retornou ao laboratório para a aplicação da TLBI. Foi realizada uma segunda avaliação, reproduzindo os procedimentos da Fase I. Entretanto, antes do teste realizado no dinamômetro, foi feita a aplicação da TLBI. Durante os 3 minutos de repouso, os pontos sobre os músculos reto femoral e vasto medial foram demarcados. A distância entre os pontos de irradiação foi de 2 cm, totalizando 30 pontos. Cada ponto foi irradiado, a 90° com leve pressão sobre a pele, por 40 segundos utilizando-se o Laser de diodo (*Easy Laser*, registrado no Ministério da Saúde sob o número 80210180003) com comprimento de onda de 808 nm, no modo de frequência contínua, com 100 mW de potência, área do *spot* de 0,03

cm<sup>2</sup>, com densidade de potência de 3,18 W/cm<sup>2</sup> e densidade de energia por ponto de 4,77 J/cm<sup>2</sup>, ofertando à musculatura de espástica, a energia total de 120 J.

**Análise dos dados** – a análise dos dados exportados do dinamômetro isocinético, para um sistema de banco de dados foi realizada pelo software *WorkAnalysis*. Dessa forma, foi possível quantificar o pico de torque e o tempo de fadiga da musculatura do quadríceps femoral espástico, sendo feita a comparação entre os sinais obtidos na Fase I e na Fase II. Enquanto os valores das concentrações de lactato observados no lactímetro em ambas as fases foram tabulados em uma planilha do *Microsoft Office Excel 2010*®.

## Resultados

Na Tabela 1 constam os resultados referentes ao tempo de início da fadiga (em segundos), pico de torque muscular (em N·m) e à concentração de lactato sanguíneo pós-exercício, antes (Fase I) e depois da aplicação da TLBI (Fase II).

Tabela 1: Tempo de início da fadiga, pico de torque e valores da concentração de lactato antes e depois da realização do exercício isométrico.

	Fase I	Fase II
<b>Tempo de início da fadiga (s)</b>	21	40
<b>Pico de Torque (N·m)</b>	23,53	53,13
<b>Lactato (mmol/L)</b>	2,8 - 4,9	2,5 - 3,5

O tempo do início da fadiga muscular foi maior após a aplicação da TLBI. Após análise da curva de torque, observou-se o início da fadiga muscular pelo decaimento do padrão da curva de força, para a Fase I (controle) no período de 21 segundos e após a aplicação da TLBI de 40 segundos. Logo, o tempo precedente da fadiga muscular aumentou 60% após a aplicação da TLBI.

O valor do pico de torque muscular, quando avaliado o movimento de extensão do joelho na Fase I (controle) aumentou de 23,53 N·m para 53,13 N·m na Fase II, ou seja, houve um aumento de aproximadamente 125% do pico de torque durante o exercício de contração isométrica quando houve a aplicação da TLBI.

A concentração de lactato sanguíneo na Fase I havia aumentado de 2,8 mmol/L para 4,9 mmol/L após o exercício, ou seja, um aumento de 75%. Na Fase II, após a aplicação da TLBI, a concentração de lactato sanguíneo foi de 2,5 mmol/L para 3,5 mmol/L, o que corresponde a um aumento de 40% ao final do exercício. Comparando ambas as fases (controle e TLBI), foi possível observar um decaimento de aproximadamente 29% na concentração de lactato sanguíneo pós-exercício, quando houve a aplicação da TLBI.

## Discussão

Os músculos espásticos possuem diminuição do recrutamento de unidades motoras, com redução da

capacidade oxidativa e da resistência aeróbia. Durante o exercício as fibras do tipo I são trocadas pelas fibras glicolíticas do tipo II. Consecutivamente, ocorre o esgotamento das reservas de energia, sendo necessário o metabolismo de ácidos graxos para garantirem a reserva energética. Com isso o músculo fica propenso ao aparecimento precoce da fadiga muscular [13].

Na literatura, já se sabe que a TLBI aplicada na musculatura promove modificações bioquímicas, diminuições dos níveis de ácido láctico sanguíneo, e aumentam o tempo precedente à fadiga muscular [6,7,8,9,10,14].

Nesse estudo, constatou-se que a aplicação da TLBI no músculo espástico antes da realização do exercício isométrico, contribuiu para a diminuição da concentração de lactato sanguíneo pós-exercício. Acredita-se que isso seja possível devido a reperfusão sanguínea que pode ser causada pela TLBI [7,9,15].

Dados encontrados na literatura evidenciaram que a TLBI resulta no aumento significativo do pico de torque. Lopes-Martins et al. [6] realizou um estudo para avaliar o efeito da TLBI (655 nm) durante contrações tetânicas em ratos, no qual constataram que o grupo irradiado com TLBI obteve aumento significativo no pico de força e no tempo médio de redução da força máxima, concluindo que a TLBI pode reduzir a fadiga local e reduzir o dano muscular após exercícios extenuantes. Em um estudo realizado por Ferrari [15] com objetivo de verificar os efeitos da TLBI (660 nm) no aumento do tempo de início da fadiga muscular induzida no músculo bíceps braquial de atletas, observou-se que, apesar do índice de lactato não ter apresentado uma alteração significativa, os resultados obtidos com o número de repetições e tempo total de exercício foram significativos, concluindo que a TLBI aumenta o tempo de início da fadiga muscular. Baroni et al. [8] realizaram um estudo randomizado com indivíduos saudáveis a fim de avaliar a TLBI antes da contração excêntrica de extensores de joelho, constatando que o aumento na porcentagem de contração voluntária máxima foi significativo, sendo possível concluir que a aplicação da TLBI antes do exercício excêntrico promoveu o aumento da força muscular.

As modificações bioquímicas do tecido muscular após a TLBI estão relacionadas à função mitocondrial e à síntese de ATP [8,10].

A TLBI leva à alteração dos níveis de ATP e diminuição do estresse oxidativo, garantindo maior disponibilidade energética para a utilização nas atividades celulares [8], sugerindo ser essa a causa da diminuição da concentração de ácido láctico e aumento precedente à fadiga muscular encontrados nesse estudo.

A melhora na atuação mitocondrial [8] e o aumento da perfusão sanguínea [15] mostram que se houver aporte de oxigênio suficiente à glicose, ela poderá fornecer energia para que o lactato seja convertido em ATP. Isto poderia justificar o aumento do desempenho muscular do voluntário avaliado no presente estudo, que apresentou uma redução no nível de lactato sanguíneo pós-exercício, um aumento no tempo de início da fadiga muscular e um aumento do pico de torque após a TLBI.

Sendo assim, pode-se sugerir a TLBI como um recurso associado às sessões de fisioterapia neurofuncional em pacientes com sequela de hemiparesia espástica, a fim de se aumentar o desempenho muscular destes pacientes, associado à melhora da sua qualidade funcional.

## Conclusão

A TLBI na faixa do infravermelho possuiu uma atuação positiva sobre o músculo espástico, sugerindo que a TLBI é capaz de reduzir o nível de lactato sanguíneo e aumentar o pico de torque e o tempo de início da fadiga, mesmo em pacientes hemiparéticos espásticos. Porém, são necessários novos estudos correlacionando a TLBI à espasticidade, com um número maior de sessões para aplicação e um número adequado de voluntários.

## Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro a este projeto (PE 030/2008).

## Referências

- [1] Moreira PVS, Teodoro BG, Neto AMM. Bases neurais e metabólicas da fadiga durante o exercício. *Bioscience Journal Uberlândia*. 2008; 24(1):81-90.
- [2] BRASIL. Ministério da Saúde. Rede interagencial de informações para a saúde. Indicadores e dados básicos - Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2012/matriz.htm#mort>.
- [3] O'Sullivan SB, Schmitz TJ. *Fisioterapia: avaliação e tratamento*. 5ªed. São Paulo: Manole, 2010.
- [4] Lima FPS. *Efeito da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) e dos exercícios isotônicos no fortalecimento dos músculos flexores e extensores de joelho em pacientes hemiplégicos [dissertação]*. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos; 2005.
- [5] Chang SH, Zhou P, Rymer WZ, Li S. Spasticity, weakness, force variability and sustained spontaneous motor unit discharges of resting spastic-aretic biceps brachial muscles in chronic stroke. *Muscle Nerve*. 2013; 48(1):85-92.
- [6] Lopes-Martins RAB, Marcos RL, Leonardo PS, Prianti Jr AC, Muscará MN, ... & Bjordal JM. Effect of lowlevel laser (Ga-Al-As 655 nm) on skeletal muscle fatigue induced by electrical stimulation in rats. *Journal of Applied Physiology*. 2006; 101:283–288.
- [7] Leal ECP, Lopes-Martins RAB, Baroni BM, De Marchi T, Taufer D, Manfro DS, ... & Bjordal JM. Effect of 830 nm low-level laser therapy applied before high-intensity exercises on skeletal muscle recovery in athletes. *Lasers Med Sci*. 2009; 24(6):857-63.

- [8] Baroni BM, Leal Junior EC, De Marchi T, Lopes AL, Salvador M, Vaz MA. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *European Journal of Applied Physiology*. 2010; 110(4):789-96.
- [9] Leal Junior ECP, Lopes-Martins RÁB, Frigo L, De Marchi T, Rossi RP, De Godoi V, ... & Bjordal JM. Effects of low-level laser therapy (LLLT) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in biochemical markers related to postexercise recovery. *Journal Of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2010; 40(8):524-532.
- [10] Ferraresi C, Hamblin MR, Parizotto NA. Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: performance, fatigue and repair benefited by the power of light. *Photonics Lasers Med*. 2012; 1(4):267–286.
- [11] Toma RL, Tucci HT, Antunes HKM, Pedroni CR, de Oliveira AS, Buck I, ... & Renno ACM. Effect of 808 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in elderly women. *Lasers in medical science*. 2013; 28(5):1375-1382.
- [12] Leal Junior ECP, Lopes-Martins RÁB, Dalan F, Ferrari M, Sbabo FM, Generosi RA, ... & Bjordal JM. Effect of 655-nm low-level laser therapy on exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. *Photomedicine and laser surgery*. 2008; 26(5): 419-424.
- [13] Alves, I; Cruz, V.T; Grebe, H.P. Spasticity as the First Manifestation of Ischaemic Lesions Involving the Cingulum. *Hindawi Publishing Corporation, Case Reports in Neurological Medicine*., 3 pg, 2013.
- [14] Frare JC, Nicolau RA. Análise clínica do efeito da fotobiomodulação laser (GaAs –904 nm) sobre a disfunção temporomandibular. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. 2008; 12(1): 37-42.
- [15] Ferrari BM. Efeitos da radiação laser, 660nm, na fadiga muscular induzida [dissertação]. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos; 2008.