

Influência do *laser* de baixa potência no salto vertical em indivíduos sedentários

Influence of low-level laser therapy on vertical jump in sedentary individuals

Camila Mayumi Martin Kakihata¹, Jéssica Aline Malanotte¹, Jessica Yumie Higa¹, Tatiane Kamada Errero¹, Sandra Lucinei Balbo¹, Gladson Ricardo Flor Bertolini¹

RESUMO

Objetivo: Verificar os efeitos do *laser* de baixa potência (660nm) sobre o tríceps sural na fadiga muscular e na potência, durante o salto vertical, em indivíduos sedentários, além da dor muscular de início tardio. **Métodos:** Foram incluídos no estudo 22 voluntários sedentários, divididos em três grupos: G1 (n=8), sem realização de *laser* de baixa potência (controle); G2 (n=7), submetido a 6 dias de aplicações de *laser* de baixa potência; e G3 (n=7), submetido a 10 dias de aplicações de *laser* de baixa potência. Todos os indivíduos foram avaliados por meio de seis avaliações de saltos verticais, com duração de 60 segundos cada. No G2 e G3, foram realizadas aplicações de *laser* em oito pontos, distribuídos uniformemente e diretamente na pele, na região de do tríceps sural. Outra variável analisada foi a dor muscular de início tardia, utilizando a Escala Visual Analógica de Dor. **Resultados:** Não houve diferença significativa na fadiga e na potência mecânica. Na avaliação da dor muscular tardia, houve diferença significativa, sendo a primeira avaliação maior do que as demais avaliações. **Conclusão:** A aplicação do *laser* de baixa potência no tríceps sural, em indivíduos sedentários, não apresentou efeitos significativos nas variáveis avaliadas.

Descritores: Terapia a laser de baixa intensidade; Fadiga muscular; Fadiga; Mialgia; Estilo de vida sedentário

ABSTRACT

Objective: To investigate the effects of low intensity laser (660nm), on the surae triceps muscle fatigue and power, during vertical jump in sedentary individuals, in addition to delayed onset muscle soreness. **Methods:** We included 22 sedentary volunteers in the study, who were divided into three groups: G1 (n=8) without performing low intensity laser (control); G2 (n=7) subjected to 6 days of low intensity laser applications; and G3 (n=7) subjected to 10 days of low intensity laser applications. All subjects were evaluated by means of

six evaluations of vertical jumps lasting 60 seconds each. In G2 and G3, laser applications in eight points, uniformly distributed directly to the skin in the region of the triceps surae were performed. Another variable analyzed was the delayed onset muscle soreness using the Visual Analog Scale of Pain. **Results:** There was no significant difference in fatigue and mechanical power. In the evaluation of delayed onset muscle soreness, there was significant difference, being the first evaluation higher than the others. **Conclusion:** The low intensity laser on the triceps surae, in sedentary individuals, had no significant effects on the variables evaluated.

Keywords: Laser therapy, low-level; Muscle fatigue; Fatigue; Myalgia; Sedentary lifestyle

INTRODUÇÃO

Durante a atividade física extenuante, é comum os músculos apresentarem um declínio progressivo no desempenho e na potência, que, em grande parte, recupera-se após um período de repouso. Esse fenômeno reversível, geralmente descrito como fadiga muscular, funciona como processo de defesa do organismo, na tentativa de impedir que as reservas de energia do corpo se esgotem.⁽¹⁻³⁾

O desenvolvimento da fadiga muscular é promovido por contrações repetidas e está associada ao tipo e intensidade do exercício, aos grupos musculares envolvidos, ao substrato bioquímico e ao acúmulo de metabólitos. Além disso, a fadiga muscular também diminui as fontes de trifosfato de adenosina (ATP), como o glicogênio muscular e a fosfocreatina.⁽¹⁾

Tal fadiga pode ser ocasionada por gestos desportivos, como o salto vertical, que se caracteriza por um

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, Brasil.

Autor correspondente: Gladson Ricardo Flor Bertolini – Rua Universitária, 2.069 – Jardim Universitário – CEP: 85819-110 – Cascavel, PR, Brasil – Tel.: (45) 3220-3157 – E-mail: gladsonricardo@gmail.com

Data de submissão: 31/7/2014 – Data de aceite: 10/1/2015

Conflitos de interesse: não há.

DOI: 10.1590/S1679-45082015AO3243

movimento dinâmico, complexo e com diferentes ativações motoras, que resultam em rápida ação muscular excêntrica, seguida de contração máxima concêntrica.⁽⁴⁾ Tal gesto também é utilizado como uma das melhores formas para se avaliarem os níveis de potência mecânica (PM) muscular,⁽⁵⁾ sendo prejudicada diretamente pela fadiga, a qual é passível de ser mensurada pelo índice de fadiga obtido no teste de salto vertical contínuo de 60 segundos.⁽⁶⁾

Uma das possíveis formas de prevenir a fadiga e melhorar a recuperação do músculo esquelético é por meio da irradiação do *laser* de baixa potência (LBP), devido aos efeitos fisiológicos e terapêuticos proporcionados, como o aumento do metabolismo celular, que amplifica a síntese de proteínas, ATP, RNA e, principalmente, da função e da estrutura mitocondrial.⁽⁷⁾ Essa adaptação estrutural eventualmente resulta na capacidade de proporcionar níveis elevados de respiração e de energia (ATP) para as células, o que caracteriza uma adaptação metabólica.⁽⁸⁾

Existem diversas pesquisas sobre o efeito do LBP no metabolismo celular, entretanto sua aplicação na melhora do desempenho muscular ainda é pouco explorada. Há trabalhos que visam avaliar a fadiga eletromiográfica^(9,10) e o ganho de força,⁽¹¹⁾ mas não foram encontrados estudos avaliando o resultado puro do LBP sobre uma atividade funcional, como o salto, avaliado por plataformas de salto.

OBJETIVO

Verificar os efeitos do *laser* de baixa potência (660nm), sobre o tríceps sural, durante o salto vertical em indivíduos sedentários; avaliar a potência muscular durante 1 minuto e em quatro “trechos” específicos de 15 segundos; e analisar o índice de fadiga e a dor muscular de início tardio.

MÉTODOS

O estudo foi realizado na Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), *campus* Cascavel, sendo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas, sob parecer 056/2013, CAAE: 15570413.1.0000.0107. Tem caráter de ensaio clínico experimental, transversal, com amostragem por conveniência.

Os critérios de inclusão foram ser voluntário, que nos 6 meses anteriores ao estudo não praticaram atividade física regular, não utilizaram medicamentos e/ou suplementos nutricionais, e não tiveram lesão muscular, óssea ou articular dos membros inferiores, nem doenças do sistema cardiovascular e/ou sistêmicas. Os critérios de exclusão foram: voluntários que relataram

mal-estar durante os testes aplicados e/ou que não compareceram nos dias agendados.

Grupo amostral

Para a pesquisa, foram avaliados 36 voluntários, acadêmicos da UNIOESTE dos quais, apenas 22 foram incluídos no estudo. Os voluntários apresentaram idade de $21,27 \pm 2,8$ anos (21,5, IQ, 21-28) e 16 eram do sexo feminino. Os motivos das exclusões foram a realização de atividades físicas e lesões osteomusculares recentes.

As características antropométricas dos voluntários, em valores médios, foram estatura de $1,68 \pm 0,10$ m (1,65, IQ, 1,64-1,80), massa corporal de $64,59 \pm 13,97$ kg (64, IQ, 53-75) e índice de massa corporal de $22,51 \pm 3,57$ kg/m² (23,44, IQ, 19,70-23,14). Os voluntários incluídos na pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e receberam orientação para comparecer no centro de reabilitação física da UNIOESTE, que foi o local da avaliação, em dia pré-determinado e horário conveniente para cada indivíduo. A amostra foi dividida aleatoriamente, por sorteio com envelope opaco, em três grupos: G1 (n=8), sem a aplicação do LBP (grupo controle); G2 (n=7), submetido a 6 dias de aplicação do LBP; G3 (n=7), submetido a dez dias de aplicação do LBP.

Observou-se que sete indivíduos por grupo, para uma diferença a ser detectada de 7,5W.kg-1, com desvio padrão de 5,5, apresentaram poder do teste de 80%, com nível de significância de 5%. Todos foram avaliados por meio de saltos, 5 dias distintos, sendo que o primeiro dia de avaliação ocorria sempre no início da semana.

Protocolo dos saltos

O teste de salto de 60 segundos^(12,13) consistiu na realização de saltos verticais máximos, do tipo *Counter Movement Jump*, pela presença de contramovimento em sua execução, sobre uma placa de contato de 50x66cm, conectada ao sistema *MultiSprint Full (software Multisprint)*, que forneceu o tempo de voo e de contato de cada salto, bem como o número de saltos.

No 1º dia, os indivíduos foram orientados sobre como o salto deveria ser executado, e o realizaram da seguinte maneira: o voluntário se posicionou sobre a placa de contato com as mãos na cintura, com o olhar na direção de um ponto fixado na altura dos olhos e iniciou o salto com aproximadamente 110° de flexão de joelho, repetindo durante 60 segundos sem interrupção, com a máxima potência possível. Os indivíduos foram orientados a manter o tronco na vertical e os joelhos em extensão durante o voo. Todos os voluntários saltaram descalços, para não haver influência no resultado pelas diferenças

entre os calçados. Durante o salto, estavam presentes dois observadores, sendo que um era responsável pelo incentivo verbal e o outro por registrar os dados – ambos cegos com relação a qual grupo pertencia o voluntário. Em todas as avaliações (AV), os mesmos dois observadores estiveram presentes.

Todos os grupos realizaram os saltos nos mesmos dias, sendo que o protocolo diferiu apenas no 1º e último dia de intervenção. No 1º dia, foi realizado o salto (AV1), sucedido de 5 minutos de descanso, e foi aplicado o LBP nos grupos G2 e G3. Posteriormente, todos saltaram novamente (AV2). Nesse dia, foram realizados dois saltos, visando verificar algum efeito imediato na aplicação do LBP.

As avaliações seguintes aconteceram no 5º (AV3), 8º (AV4), 12º dia (AV5), sendo feita a aplicação do LBP precedida do salto nos grupos G2 e G3 – para G1 foi realizado apenas o salto. No último dia de avaliação, correspondente ao 15º dia (AV6), houve apenas a realização do salto, independente do grupo (Quadro 1).

Quadro 1. Cronograma do protocolo do laser de baixa potência e do salto vertical

Dia	Segunda 1	Terça 2	Quarta 3	Quinta 4	Sexta 5	Sábado e domingo 6 e 7
G1	SVC-SVC	-	-	-	SVC	-
G2	SVC-LBP-SVC	-	LBP	-	LBP-SVC	-
G3	SVC-LBP-SVC	LBP	LBP	LBP	LBP-SVC	-
Dia	8	9	10	11	12	13 e 14
G1	SVC	-	-	-	SVC	-
G2	LBP-SVC	-	LBP	-	LBP-SVC	-
G3	LBP-SVC	LBP	LBP	LBP	LBP-SVC	-
Dia	15					
G1	SVC					
G2	SVC					
G3	SVC					

SVC: salto vertical com contramovimento; LBP: laser de baixa potência; G: grupo.

A PM, expressa em W.kg-1, foi obtida pela seguinte equação:

$$PM = g^2 \cdot Tf \cdot 60 / [4(n) \cdot (60 \cdot Tf)]$$

Na qual “g” é a aceleração da gravidade (9,81m.s-2), “Tf” é a soma do tempo de voo de todos os saltos, e “n” é o número de saltos realizados durante o período de 60 segundos.

Em complemento, também foi calculada a PM para cada trecho de 15 segundos, oriundos do teste de 60 segundos, adequando-se as entradas da equação para cada trecho, quanto ao número de saltos e à duração do período de avaliação (de 60 segundos para 15 segundos).⁽¹²⁾ Foi obtida a PM dos cinco trechos, a saber:

trecho geral (0 a 60 segundos), 1º quarto (0 a 15 segundos), 2º quarto (16 a 30 segundos), 3º quarto (31 a 45 segundos) e 4º quarto (46 a 60 segundos).

O índice de fadiga foi estimado entre o pico de PM, correspondente à potência média desenvolvida nos primeiros 15 segundos e à potência média dos últimos 15 segundos do teste, conforme proposto por Hespagnol et al.⁽⁶⁾ Os índices de fadiga foram expressos em valores percentuais por regra de três simples.

Protocolo da aplicação do laser de baixa potência

O voluntário permaneceu deitado em decúbito ventral, com a região do tríceps sural descoberta. Primeiramente, foi realizada a assepsia do local de aplicação e, em seguida, o laser foi irradiado, em uma angulação de 90º com o tecido, com leve pressão e de forma pontual (oito pontos, distribuídos uniformemente), conforme figura 1. A aplicação aconteceu de proximal para distal e de lateral para medial. Os parâmetros de irradiação foram comprimento de onda (660nm); potência de saída (30mW); área do spot (0,06cm²); densidade de potência (0,5W/cm²); energia irradiada por ponto (0,24J); densidade de energia (4J/cm²); tempo de irradiação (8 segundos); quantidade de pontos irradiados (oito pontos); e energia total irradiada (1,92J).

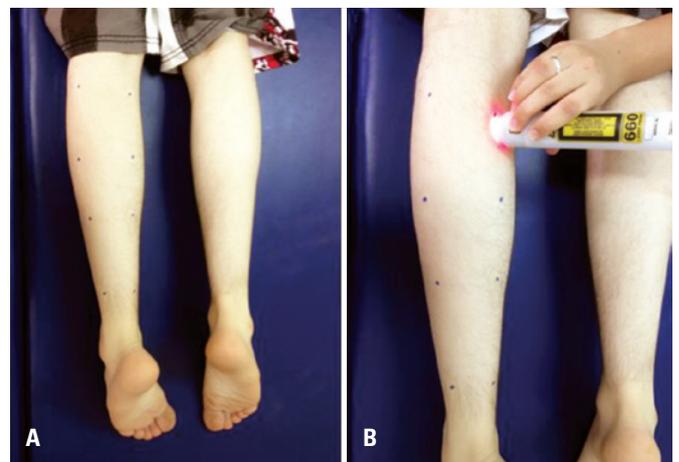


Figura 1. (A) Demarcação dos pontos de aplicação do laser de baixa frequência. (B) Demonstração da aplicação do laser de baixa frequência

Avaliação da dor muscular de início tardio

Para avaliação da dor, foi utilizada a Escala Visual Analógica (EVA), que consiste em uma linha reta de 10cm, não numerada, indicando-se em uma extremidade a marcação “sem dor” e, na outra, “pior dor imaginável”. Por essa escala, foi questionado ao voluntário a intensidade de dor nos dias posteriores ao salto. Foram

realizadas 5 avaliações, referentes a 72 horas, após cada dia de salto.

Análise estatística

Para a análise estatística, foi utilizado o *software Statical Package for Social Sciences (SPSS)*, versão 15, e, para as comparações, foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) modelo misto, com pós-teste de Bonferroni, sendo adotado $\alpha=0,05$.

RESULTADOS

De acordo com a análise entre os grupos e entre as avaliações, não houve diferença significativa entre as variá-

veis da fadiga [$F(3,1; 58,7)=1,30; p=0,282$] e da PM no trecho geral [$F(6,2; 60)=1,83; p=0,106$] (Tabela 1).

Na análise da potência nos quatro trechos também não houve diferença significativa entre os grupos e entre as avaliações, sendo observado no primeiro quarto $F(3,3;63,1)=0,091$ ($p=0,973$), no segundo quarto $F(3,3;63,7)=1,02$ ($p=0,394$), no terceiro quarto $F(2,7;51,6)=0,504$ ($p=0,663$) e no quarto quarto $F(7,6;59,1)=0,840$ ($p=0,481$) (Tabela 2).

Ao avaliar a dor muscular tardia, houve diferença significativa [$F(1,6;31,5)=89,59; p<0,001$] entre a AV1 com AV2-AV5, sendo AV1 maior do que as demais avaliações. Contudo, na comparação entre os grupos, não houve diferença significativa (Tabela 3).

Tabela 1. Resultado das avaliações da fadiga e potência no trecho geral

		AV1	AV2	AV3	AV4	AV5	AV6
Fadiga	G1	8,665±4,68	9,922±6,11	10,88±6,31	7,768±3,00	8,487±2,95	8,432±2,32
	G2	14,02±6,70	14,69±5,79	15,43±9,94	14,63±8,05	14,63±8,97	14,97±8,11
	G3	9,696±3,91	9,928±3,79	10,05±3,00	11,25±3,52	9,875±1,94	10,05±2,76
Potência no trecho geral	G1	12,98±4,80	14,24±5,80	12,86±6,95	10,61±3,75	10,81±3,85	10,23±3,13
	G2	15,70±5,40	16,46±5,96	16,73±7,80	16,58±6,96	16,39±8,07	17,26±7,56
	G3	13,22±5,10	12,15±5,09	13,01±3,69	13,00±4,06	13,01±3,18	13,18±3,35

G: grupo; AV: avaliações.

Tabela 2. Avaliações da potência nos trechos do primeiro ao quarto quarto

		AV1	AV2	AV3	AV4	AV5	AV6
1º quarto	G1	14,82±4,88	15,78±5,22	14,79±7,15	14,26±6,00	13,42±5,81	12,49±4,95
	G2	19,12±5,79	19,80±6,29	19,11±6,05	19,59±6,77	19,18±8,10	20,47±7,04
	G3	15,72±6,07	14,23±6,01	15,89±5,55	15,52±5,73	15,93±4,69	16,66±4,95
2º quarto	G1	13,57±5,92	14,80±7,17	14,47±8,74	11,79±4,34	11,97±4,80	10,74±3,49
	G2	16,65±4,54	17,66±5,60	18,09±8,21	17,43±6,44	17,12±7,49	18,39±7,43
	G3	14,99±5,17	13,68±6,24	15,33±5,37	13,99±5,01	14,59±4,09	14,54±3,85
3º quarto	G1	12,22±7,28	12,34±7,27	11,94±6,94	10,05±3,86	9,93±3,55	9,78±2,99
	G2	15,41±6,36	15,55±5,55	16,97±9,34	16,37±7,59	15,65±8,22	16,68±7,56
	G3	13,40±6,15	11,46±5,35	12,13±2,98	12,40±3,67	12,50±2,90	12,31±2,96
4º quarto	G1	8,66±4,68	9,92±6,11	10,88±6,31	7,76±3,00	8,48±2,95	8,43±2,32
	G2	14,02±6,70	14,69±5,79	15,43±9,94	15,00±8,05	14,63±8,97	14,97±8,11
	G3	9,69±3,91	9,92±3,79	10,05±3,00	11,25±3,52	9,87±1,94	10,05±2,76

G: grupo; AV: avaliações.

Tabela 3. Resultados das avaliações da dor muscular de início tardio

Grupos	AV1	AV2*	AV3*	AV4*	AV5*
G1	6,8±2,2	0,3±0,7	0,1±0,4	0	0
G2	4,7±2,6	1±1,7	0,1±0,4	0	0
G3	5,1±2	0,1±0,4	0,4±1,1	0,4±1,1	0

* Diferença significativa ao comparar com AV1. G: grupo; AV: Avaliações.

DISCUSSÃO

A terapia com LBP na prevenção da fadiga muscular vem sendo pesquisada recentemente. No entanto, ainda não são claros os mecanismos biológicos que fundamentam os resultados positivos observados em estudos clínicos, inferindo-se tais achados a efeitos do laser sobre o estresse oxidativo, a atividade mitocondrial e a microcirculação.⁽¹⁴⁾

No presente estudo, avaliou-se a ação pura do LBP sobre variáveis de uma atividade comumente realizada na prática esportiva, não havendo efeitos imediatos e tardios significativos na fadiga muscular durante o salto vertical. Resultado semelhante quanto à fadiga foi observado por Leal Jr. et al.,⁽¹⁴⁾ que sugeriram que o resultado ocorreu devido à utilização do laser de comprimento de onda vermelho, que possui menor penetração na pele, quando comparado ao infravermelho, o que poderia ter levado à menor quantidade de energia fornecida ao tecido, ocasionando efeitos apenas no pico de torque das primeiras contrações. De forma concordante, Vieira et al.,⁽⁸⁾ utilizando um *cluster* de 808nm com energia total de 18J (por membro), durante 9 semanas após treinos com cicloergometro, observaram efeito protetor do laser com respeito à fadiga muscular.

Também utilizando terapia com *cluster*, com diodos emitindo dentro do comprimento de onda vermelho (660nm) e também infravermelho (850nm), sobre três pontos do quadríceps e dose total de 125,1J, Baroni et al.⁽¹⁵⁾ avaliaram a fadiga muscular por meio de torque em dinamômetro isocinético. Esses autores observaram menor diminuição de torque após teste de fadiga. Ao utilizarem um *cluster* 808nm (50,4J de energia total), Ferraresi et al.⁽¹⁶⁾ verificaram ganho de força com a associação deste com treino ativo, superior ao obtido com apenas treino de força. Leal Jr. et al.,⁽¹⁾ utilizando *cluster* multidiodo infravermelho (810nm, 60J de energia total), sobre dois pontos no bíceps braquial de atletas, em que a fadiga foi induzida por movimentos de flexão e extensão do cotovelo, observaram diferença significativa na diminuição da fadiga e na melhora no desempenho muscular. Os autores sugeriram que o resultado se deu pela utilização do laser multidiodo, que é capaz de irradiar vários pontos ao mesmo tempo, somando maior área de irradiação. No presente estudo, foi utilizado o laser com apenas um diodo em oito pontos e em um grupo muscular relativamente grande.

A hipótese sugerida é a de que favoreceu o uso do laser para a inexistência de efeitos positivos como também a baixa dose de energia aplicada no estudo, de apenas 1,92J por membro. Tal fato possivelmente explica a ausência de melhora nos resultados tanto para a fadiga quanto para a potência em grandes áreas de irradiação.

No estudo de Toma et al.,⁽⁹⁾ foi avaliado o uso do LBP (808nm, 10mW, 7J) no reto femoral, imediatamente após um protocolo de fadiga do músculo esquelético em mulheres idosas. Não foram observadas alterações na fadiga eletromiográfica, porém o número de repetições de exercícios de flexo-extensão atingido pelo grupo LBP foi maior. Já Kelencz et al.,⁽¹⁰⁾ utilizando LED (640nm, com 40nm de banda), em voluntários saudáveis, com irradiação em oito pontos do masseter direito (1,044J, 2,088J ou 3,132J por ponto), obtiveram aumento na atividade muscular (1,044J por ponto) e aumento no tempo antes da fadiga (2,088J por ponto), sem mudança na força de contração. Sugere-se, então, uma relação dose-dependente desse tipo de irradiação não coerente na região do vermelho sobre o processo de fadiga muscular.

Para a variável da potência muscular em todas as formas avaliadas, também não houve efeitos significativos para o LBP. O treinamento de força melhora a potência anaeróbica, em razão da melhor sincronização no recrutamento das fibras musculares.⁽⁶⁾ Assim, alude-se que diferentes resultados poderiam ser encontrados se houvesse um treinamento de força associado ao LBP. Essa relação já foi relatada por Vieira et al.⁽⁸⁾ e Ferraresi et al.⁽¹⁶⁾ ao aplicarem o laser após treinamento de resistência, havendo melhora do desempenho muscular.

Em relação à dor muscular tardia, houve diferença significativa entre a primeira avaliação e as seguintes, pois a dor foi maior após o primeiro dia de salto e, com o passar das avaliações, houve um declínio. Foschini et al.⁽¹⁷⁾ justificam tal fato, com o estresse gerado pelo exercício no organismo e com a permanência do estímulo, posto que o corpo tende a gerar adaptações na sua estrutura e função, e, assim, a dor tende a diminuir. Os grupos com LBP também não apresentaram-se diferentes do grupo controle, ou seja, não interferiram positivamente na dor muscular de início tardio, conforme fato relatado por Craig et al.^(18,19) Já Liu et al.⁽²⁰⁾ observaram efeitos positivos da terapia com laser HeNe em ratos submetidos a modelo de lesão por contração excêntrica de gastrocnêmios, com inibição do processo inflamatório, mas apenas com doses altas (43J/cm²). Ainda, Douris et al.,⁽²¹⁾ em protocolo de produção de dor muscular de início tardio para bíceps braquial, mostraram efeitos analgésicos da terapia com 8J/cm², mas, o equipamento utilizado foi *cluster*, com diodos emitindo dentro do vermelho (660nm) e do infravermelho (880nm).

Salientam-se como limitações do estudo a falta de um período de adaptação ao movimento, para que os voluntários se familiarizassem com o gesto motor do salto; e o fato de o recrutamento de vários grupamentos musculares no protocolo de exercício, sendo que o LBP

foi aplicado em apenas um grupo muscular. De acordo com os resultados encontrados, no presente estudo e na literatura, não existe um consenso a respeito dos parâmetros ideais de aplicação do LBP para reduzir ou retardar a fadiga, e melhorar a potência muscular, o que é corroborado por Oliveira et al.,⁽²²⁾ que afirmaram que este é o maior desafio das pesquisas.

Além disso, na literatura, existem poucos estudos que analisam a quantidade de sessões necessárias para que o LBP seja eficaz na fadiga e na potência muscular. Por isso, sugerem-se mais estudos que comparem a eficácia de comprimentos de onda diferentes e que analisem a área e o tempo de irradiação do LBP, incluindo instrumentos como a eletromiografia para a análise muscular.^(23,24)

CONCLUSÃO

O laser de baixa potência (660nm) e os parâmetros definidos para aplicação, neste estudo sobre o músculo tríceps sural de indivíduos sedentários, não demonstraram eficiência em relação à fadiga e nem à potência muscular durante o salto vertical. Também não houve melhora da dor muscular de início tardio.

REFERÊNCIAS

1. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Frigo L, De Marchi T, Rossi RP, Godoi V, et al. 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. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2010;40(8):524-32.
2. 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. *Rev Port Cien Desp.* 2003;3(1):108-23.
3. Matos CC, Castro FA. Fadiga: alterações fisiológicas e modelos conceituais. *Rev Bras Ciênc Saúde.* 2013;11(37):53-61.
4. Marchetti PH, Uchida MC. Influência da fadiga unilateral de membro inferior sobre o salto vertical bilateral. *Rev Bras Med Esporte.* 2011;17(6):405-8.
5. Dal Pupo J, Detanico D, Santos SG. Parâmetros cinéticos determinantes do desempenho nos saltos verticais. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2012;14(1):41-51.
6. Hespanhol JE, Silva Neto LG, Arruda M, Dini CA. Avaliação da resistência de força explosiva em voleibolistas através de testes de saltos verticais. *Rev Bras Med Esporte.* 2007;13(3):181-4.
7. 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.* 1997;38(1):25-30.
8. Vieira WH, Ferraresi C, Perez SE, Baldissera V, Parizotto NA. Effects of low-level laser therapy (808 nm) on isokinetic muscle performance of young women submitted to endurance training: a randomized controlled clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2012;27(2):497-504.
9. Toma RL, Tucci HT, Antunes HK, Pedroni CR, de Oliveira AS, Buck I, et al. Effect of 808 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in elderly women. *Lasers Med Sci.* 2013;28(5):1375-82.
10. Kelencz CA, Muñoz IS, Amorim CF, Nicolau RA. Effect of low-power gallium-aluminum-arsenium noncoherent light (640 nm) on muscle activity: a clinical study. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(5):647-52.
11. 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):267-86.
12. Bosco C, Komi PV, Tihanyi J, Fekete G, Apor P. Mechanical power test and fiber composition of human leg extensor muscles. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1983;51(9623):129-35.
13. Storniolo Junior JL, Fischer G, Peyré-Tartaruga LA. Comparação entre dois métodos para determinação de potência mecânica em saltos verticais. *Rev Educ Fis/UEM.* 2012;23(2):261-70.
14. Leal Junior EC, Nassar FR, Tomazoni SS, Bjordal JM, Lopes-Martins RA. A laserterapia de baixa potência melhora o desempenho muscular mensurado por dinamometria isocinética em humanos. *Fisioter Pesqui.* 2010;17(4):317-21.
15. Baroni BM, Leal Junior EC, Geremia JM, Diefenthaler F, Vaz MA. Effect of light-emitting diodes therapy (LEDT) on knee extensor muscle fatigue. *Photomed Laser Surg.* 2010;28(5):653-8.
16. Ferraresi C, de Brito Oliveira T, de Oliveira Zafalon L, Menezes Reiff RB, Baldissera V, de Andrade Perez SE, et al. Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength in humans. *Lasers Med Sci.* 2011;26(3):349-58.
17. Foschini D, Prestes J, Charro MA. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2007;9(1):101-6.
18. Craig JA, Barron J, Walsh DM, Baxter GD. Lack of effect of combined low intensity laser therapy/phototherapy (CLILT) on delayed onset muscle soreness in humans. *Lasers Surg Med.* 1999;24(3):223-30. Erratum in: *Lasers Surg Med.* 1999;25(1):88
19. Craig JA, Barlas P, Baxter GD, Walsh DM, Allen JM. Delayed-onset muscle soreness: lack of effect of combined phototherapy/low-intensity laser therapy at low pulse repetition rates. *J Clin Laser Med Surg.* 1996;14(6):375-80.
20. Liu XG, Zhou YJ, Liu TC, Yuan JQ. Effects of low-level laser irradiation on rat skeletal muscle injury after eccentric exercise. *Photomed Laser Surg.* 2009;27(6):863-9.
21. Douris P, Southard V, Ferrigi R, Grauer J, Katz D, Nascimento C, et al. Effect of phototherapy on delayed onset muscle soreness. *Photomed Laser Surg.* 2006;24(3):377-82.
22. Oliveira FB, Rocha GG, Silva Neto LS, Matheus JP, Martins EF. Laser terapêutico de baixa intensidade na otimização e performance do movimento humano. *Acta Bras Mov Hum.* 2014;4(1):52-60.
23. Mohseni Bandpei MA, Rahmani N, Majdoleslam B, Abdollahi I, Ali SS, Ahmad A. Reliability of surface electromyography in the assessment of paraspinal muscle fatigue: an updated systematic review. *J Manipulative Physiol Ther.* 2014;37(7):510-21.
24. Bartuzi P, Roman-Liu D. Assessment of muscle load and fatigue with the usage of frequency and time-frequency analysis of the EMG signal. *Acta Bioeng Biomech.* 2014;16(2):31-9.