

Efeito da eletroestimulação do reto femoral na altura e potência do salto vertical

Effect of electrostimulation of the femoral rectum on height and power of the vertical jump

Alana Mayala da Costa¹

Danielle Rossa Apolinário²

Katycia Soler Demezuk³

Olívia Pacheco Varolo⁴

Gustavo Kiyosen Nakayama⁵

Alberito Rodrigo de Carvalho⁶

Gladson Ricardo Flor Bertolini⁷

1 Acadêmica de graduação em Fisioterapia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste. Cascavel - Paraná - Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0888-2725>
alanamalacosta@gmail.com

2 Acadêmica de graduação em Fisioterapia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste. Cascavel - Paraná - Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1749-1494>
danielle_apolinario@hotmail.com

3 Acadêmica de graduação em Fisioterapia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste. Cascavel - Paraná - Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6886-1411>
demezuk@hotmail.com

4 Acadêmica de graduação em Fisioterapia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste. Cascavel - Paraná - Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2896-7312>
oliviapava@gmail.com

5 Doutor pela Universidade Estadual de Campinas - Unicamp. Docente do curso de graduação em Fisioterapia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste. Cascavel - Paraná - Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6588-8616>
gknakayama@gmail.com

6 Doutor pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Docente do curso de graduação em Fisioterapia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste. Cascavel - Paraná - Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5520-441X>
alberitorodrigo@gmail.com

7 Doutor pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/ Universidade de São Paulo - FMRP/USP. Docente do curso de graduação em Fisioterapia e do Programa de Pós-graduação em Biociências e Saúde da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste. Cascavel - Paraná - Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0565-2019>
gladson_ricardo@yahoo.com.br

Resumo

Objetivos: Existem divergências na literatura sobre os efeitos da eletroestimulação por meio da corrente Russa para o ganho de força muscular. O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito desta corrente, sobre o reto femoral, avaliando a potência e a altura do salto vertical. **Métodos:** Foram selecionados 32 participantes, separados em dois grupos: Controle ou eletroestimulado com corrente Russa 10 minutos diários, em três dias alternados por semana, durante quatro semanas, totalizando 12 intervenções. As avaliações dos saltos verticais foram realizadas antes de iniciar as intervenções e ao final das quatro semanas de eletroestimulação. Os movimentos avaliados foram *Countermovement Jump* e o *Squat Jump*, que foram coletados a altura e a potência do salto. **Resultados:** houve ganho significativo para a altura do salto apenas na modalidade *Squat Jump*, tanto na comparação intra ($p=0,0378$) quanto entre grupos ($p=0,0122$) a favor do grupo eletroestimulado, mas não para a potência ou para o *Countermovement Jump*. **Conclusão:** a corrente Russa no reto femoral apresentou resultados significativos apenas na altura do salto *Squat Jump*.

Palavras-chaves: Estimulação elétrica nervosa transcutânea; Força Muscular; Músculo quadríceps.

Abstract

Aims: There are divergences in the literature on the effects of electrostimulation through the Russian current for the gain of muscular strength, the present study had as objective to evaluate the effect of this current, on the rectus femoris, evaluating the power and height of the vertical jump. **Methods:** We selected 32 participants, separated into two groups: Control or electrostimulated with Russian current 10 minutes daily, in three alternating days per week, during four weeks, totaling 12 interventions. Vertical jumps were assessed before intervention and another at the end of the four weeks of electrostimulation. The movements evaluated were *Countermovement Jump* and *Squat Jump*, were collected the height and power of the jump. **Results:** there was a significant gain for jump height only in the *Squat Jump* mode, both in the intra-group ($p=0.0378$) and in the groups ($p=0.0122$), favoring the electrostimulated group, but not for power or *Countermovement Jump*. **Conclusion:** the Russian current in the rectus femoris presented significant results only at the height of the *Squat Jump*.

Keywords: Transcutaneous electric nerve stimulation; Muscle strength; Quadriceps muscle.

Introdução

A Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM), feita por meio de eletrodos de superfície, é um procedimento terapêutico não invasivo que tem sido usado para diminuir a espasticidade muscular, aumentar a ADM articular, melhorar a força muscular e, conseqüentemente, aprimorar a função do membro estimulado. O procedimento tem se demonstrado eficaz em casos de imobilização ou quando é contraindicado o exercício dinâmico. A estimulação elétrica promove a elevação na atividade contrátil das fibras musculares inervadas, produzindo despolarização de seus nervos quando estimulados com intensidade suficiente, com conseqüente contração muscular, aumentando a dinâmica de captação e metabolismo da glicose e a atividade das vias metabólicas celulares^{1,2}.

A Corrente Russa é caracterizada como média frequência (2500 Hz), modulada em 50 Hz, formada por trens de pulsos de corrente retangular ou senoidal, bipolar, simétrica, sendo atribuído a ela um maior conforto frente a outras formas de eletroestimulação. Isto permite maior profundidade e intensidade, resultando em maior indução de força de contração muscular^{3,4}. Contudo, apesar de sua popularidade, há grande contradição com respeito aos resultados publicados, havendo questionamentos sobre a existência de ótimos parâmetros para EENM e sobre os efeitos terapêuticos⁴⁻¹¹. Visando quantificar a potência muscular, vários são os métodos disponíveis, como o salto vertical, que é considerado um método simples, eficaz, e funcional¹². Sua funcionalidade baseia-se por ser uma habilidade motora fundamental na realização de inúmeras atividades cotidianas, como a locomoção e o desempenho esportivo de diversas modalidades¹³. Sua realização se caracteriza pela ativação do sistema de ciclo alongamento-encurtamento muscular, quando executado com contramovimento ou com o salto partindo de determinada altura¹⁴, em que é possível verificar algumas variáveis, como a velocidade, o tempo de voo, a potência e a altura

do salto¹⁵, sendo o reto femoral um importante músculo em tal atividade¹⁶.

Diante do exposto, e considerando divergências na literatura sobre o efeito da eletroestimulação por meio da corrente Russa para o ganho de força muscular, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito desta corrente, sobre o reto femoral, avaliando a potência e a altura do salto vertical.

Materiais e métodos

Este estudo, classificado como ensaio transversal aleatorizado, foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), por meio do parecer n.º 2.803.446, de 6 de agosto de 2018. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Para compor a amostra, foram selecionados 32 participantes, sendo 24 mulheres e 8 homens, que, para a inclusão na pesquisa, deveriam enquadrar-se pessoas na faixa etária de 18 a 30 anos que não possuíssem hábito de realizar exercícios físicos regularmente. Foi solicitado aos participantes que não alterassem seu estilo de vida e hábitos alimentares. O grupo amostral possuía idade média de 20,5±1,72 anos, estatura de 1,70±0,08 m, massa corporal de 65,63±13,85 kg e IMC de 22,67±3,86 kg/m².

Os critérios de exclusão foram indivíduos com doenças cardiovasculares ou neuromusculares agudas e/ou crônicas, portadores de marcapasso cardíaco, renais crônicos, gestantes, apresentassem condições hemodinâmicas que contraindicassem a realização dos saltos e/ou eletroestimulação, que fizessem uso de substâncias que afetassem o SN central ou periférico, ou que faltassem a uma das sessões ou avaliações.

Os participantes foram distribuídos aleatoriamente, por meio de sorteio simples (envelope opaco), em dois grupos sendo. A saber: um grupo controle (GC) constituído por 13 mulheres e 03 homens, e o outro eletroestimulado com corrente Russa (GE), sendo 11 mulheres e 05 ho-

mens. O GC apenas realizou as avaliações dos saltos, sendo dispensado durante as quatro semanas da eletroestimulação. Já o GE foi submetido às avaliações de salto e a eletroestimulação.

Dos 32 participantes que inicialmente foram incluídos na pesquisa, um participante do GC foi excluído por não comparecer ao salto final, e outro pertencente ao GE por não completar o número de intervenções propostas.

Protocolo de eletroestimulação

As intervenções foram realizadas em três dias alternados por semana, durante quatro semanas, totalizando 12 intervenções. A eletroestimulação foi realizada por corrente Russa, com uso do equipamento *Neurodyn High Volt* da marca *Ibramed®*, frequência de 2.500 Hz, modulada em 50 Hz, por 10 minutos. Para tal, os participantes foram posicionados sobre uma maca na posição sentada, com membros inferiores pendentes, na sequência, foi realizada a assepsia, com álcool e algodão, na região de quadríceps a ser eletroestimulada. A técnica utilizada foi bipolar, com os eletrodos (borracha-silicone 2x4 cm) posicionados sobre o reto femoral, aproximadamente 10 centímetros abaixo da espinha ilíaca ântero-inferior e 15 centímetros acima da tuberosidade da tíbia, bilateralmente. Foi aplicado gel hidrossolúvel entre os eletrodos e a pele dos participantes com a finalidade de diminuir a resistência à corrente. A intensidade utilizada foi acima do limiar motor, mas logo abaixo do limiar de dor, com um ciclo “on” de 15 segundos, “rise” 01 segundo, “decay” 01 segundo e “off” de 30 segundos.

Avaliação do Salto Vertical

As avaliações para os saltos verticais foram realizadas em dois momentos: antes de iniciar as intervenções e ao final de quatro semanas, após a realização da eletroestimulação. Os movimentos avaliados foram *Countermovement Jump*, no qual o saltador iniciou na posição ortostática, fazendo um movimento de flexão de joelhos e imediatamente, estendendo-os verticalmente

até saltar sobre a superfície da placa de contato. Já no salto *Squat Jump*, o saltador iniciou na posição semi-agachado e estendeu os joelhos, saltando verticalmente sobre a superfície da placa de contato. Não foi permitida nenhuma realização de movimento descendente nesta modalidade. Foi solicitado aos participantes da pesquisa que saltassem duas vezes para cada modalidade de salto e para o registro dos dados optou-se pelo melhor entre os dois resultados de cada salto.

Os avaliados saltaram sobre o tapete de contato *JumpTest®* (Hidrofit LTDA, Belo Horizonte, Brasil) com dimensões de 50x66 cm, acoplada ao sistema *MultisprintFull* (*software Multisprint®*), o qual informa o tempo de voo e a potência de cada salto, bem como a altura dos saltos. Esse tapete é composto por duas superfícies condutivas que respondem às pequenas pressões fechando o sistema. Após a perda de contato dos pés do avaliado com o tapete, o sistema é aberto e um cronômetro no *software* é acionado até que o avaliado retome o contato com o tapete, feche novamente o sistema e pare a cronometragem. Levando-se em conta o tempo de voo obtido pelo cronômetro, a altura de salto é calculada como:

$$h = g \cdot t^2 \cdot 8^{-1}$$

onde:

h = altura do salto;

g = aceleração da gravidade (9,81m·s⁻²);

t = tempo de voo.

O *software* usado calcula a potência (\dot{W}) de cada salto, expressa em watts (W), pela seguinte equação:

$$\dot{W} = m \cdot g \cdot \frac{h}{t}$$

onde:

\dot{W} = potência mecânica muscular, obtida pelo tapete de contato para cada salto;

m = massa corporal em quilogramas;

g = aceleração da gravidade (9,81m·s⁻²);

h = altura do salto (m);

t = tempo de voo em segundos.

Análise Estatística

Os dados foram analisados estatisticamente pelo programa *Bioestat* 5.0 e expressos em médias e desvio-padrão. O teste *t* de *Student*, para dados pareados e não pareados, foi utilizado na comparação das variáveis do salto, intra e inter-grupos, respectivamente. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$). Para o tamanho do efeito, foi utilizado *d* de Cohen. Para a média das diferenças de 2.0, com semelhante desvio-padrão, nível de significância de 5% e poder de teste de 95%, o tamanho para cada grupo foi calculado em 15 indivíduos.

Resultados

Com relação à altura do salto para o *Squat Jump*, na comparação intragrupos, houve diferença apenas para o grupo da corrente Russa. Na comparação entre os grupos, a avaliação final também mostrou-se maior para este grupo; o tamanho do efeito foi considerado médio apenas ao comparar a avaliação final entre os grupos (-0,52), sendo pequeno para a avaliação inicial (-0,13) e intra-grupos (GC -0,06 e GE -0,08). Já em

relação à potência do salto, não houve diferenças significativas, mas, os tamanhos de efeito foram médios na comparação entre os grupos (inicial 0,63, final 0,46) e pequenos intra-grupos (GC 0,17 e GE 0,01) (tabela 1).

Na avaliação do salto *Countermovement Jump*, não houve diferenças significativas na altura, bem como, na potência (tabela 2). Os tamanhos de efeito para a altura mostraram-se pequenos para a avaliação entre os grupos para o início (0,38) e intra-grupos (GC 0,01 e GE 0,11); foi médio apenas para a avaliação entre os grupos na avaliação final (0,52). Para a potência foi médio entre os grupos (inicial 0,65, final 0,66) e pequeno intra-grupos (GC 0,06 e GE 0,07).

Discussão

No presente estudo foram utilizadas duas formas de salto vertical para avaliar os efeitos da eletroestimulação, com corrente Russa, sobre o reto femoral, sendo possível observar efeitos de ganho em alturas em apenas uma forma. O salto vertical é um movimento que necessita de rapidez e força, que se enquadra na denominação de

Tabela 1: Valores médios e seus desvios-padrões para a altura e potência do Salto *Squat Jump*

Grupo	Altura (cm)			Potência (W)		
	Início	Fim	p-valor	Início	Fim	p-valor
GC	20,77±6,42	20,36±6,39	0,3738	294,40±77,71	309,13±95,64	0,4150
GE	23,06±8,91	24,45±9,01	0,0378	352,73±104,16	354,53±98,92	0,8089
p-valor	0,3454	0,0122		0,0930	0,2117	

Legenda: Grupo Controle (GC); Grupo Estimulado (GE).
Fonte: Os autores.

Tabela 1: Valores médios e seus desvios-padrões para a altura e potência do Salto *Countermovement Jump*

Grupo	Altura (cm)			Potência (W)		
	Início	Fim	p-valor	Início	Fim	p-valor
GC	21,83±6,94	21,87±6,79	0,4814	302,47±86,72	308,27±94,12	0,3947
GE	25,16±10,38	26,27±9,98	0,0897	367,27±110,53	374,67±106,34	0,1058
p-valor	0,3099	0,1689		0,0848	0,0808	

Legenda: Grupo Controle (GC); Grupo Estimulado (GE).
Fonte: Os autores.

um esforço explosivo e potente. Tem-se a ação do chamado ciclo alongamento-encurtamento, o qual proporciona um aumento do rendimento motor em movimentos que utilizam ações musculares excêntricas seguidas imediatamente de concêntricas¹⁶.

Na análise do salto, é possível verificar algumas variáveis, como a velocidade de deslocamento, a potência realizada contra o solo, a altura do salto e o tempo de voo. Diante desta perspectiva, o salto vertical tem sido destaque pela literatura como o principal método quando se trata de medir a força explosiva de membros inferiores¹⁵, e o reto femoral é um músculo importante para tal função¹⁶. Sendo que a força muscular de um indivíduo é importante para a avaliação de sua capacidade funcional, bem como para a prescrição de exercícios físicos apropriados para os mais diversos contextos. Acredita-se que para a *Countermovement* não houve ganhos, pois, ao ocorrer o componente excêntrico-concêntrico, com armazenamento da energia elástica, o movimento tornou-se mais natural¹⁵ e, conseqüentemente, um número maior de grupos musculares pode ter participado da ação. Já no *Squat jump* o efeito da corrente Russa pode ter sido pronunciado com relação à altura do salto, pois não foi permitida pliométrie. Assim, pode ter sido destacada a ação do reto femoral, porém, sem produzir ganhos na potência. Deve-se destacar ainda que para a primeira modalidade é mais fácil associar o movimento dos membros superiores, o que produz maiores valores, mas pode mascarar o efeito do fortalecimento dos membros inferiores¹³. Martínez-López¹⁷ avaliaram os ganhos de força explosiva nas modalidades *squat jump*, e também na *countermovement jump* e *drop jump*, em atletas que realizaram treino pliométrico associado a duas frequências de eletroestimulação de baixa frequência (85 e 150 Hz) em reto femoral, vasto medial e lateral, ao longo de 8 semanas; relatam que observaram ganhos na associação com 150 Hz, mas não em 85 Hz. Deve-se ressaltar que, no modelo utilizado para a realização desta pesquisa, a corrente Russa é modulada em 50 Hz,

porém, não necessariamente produz apenas esta quantidade de despolarizações, visto que, por ser média frequência, possui caráter de despolarização assíncrona. Em estudo associando a eletroestimulação com salto vertical, Neyroud et al.¹⁸ observaram que tal associação pode ter produzido estímulos muito intensos, e, com isso, houve redução na altura e tempo de salto, além de redução da contração voluntária máxima, ou seja, a associação induziu maior fadiga do que apenas o *squat jump*. Isto pode indicar que a corrente é capaz de produzir um treino intenso e fadigante, mas não deve-se deixar de levar em consideração que apenas o uso da corrente elétrica não melhora a coordenação agonista/antagonista, não facilitando o aprendizado de movimentos complexos¹⁹.

De forma geral, a literatura com relação ao uso da eletroestimulação por corrente Russa visando fortalecimento e hipertrofia muscular é contraditória. Ávila, Brasileiro e Salvini²⁰ avaliaram os efeitos desta em indivíduos jovens e saudáveis, associada ao treinamento isocinético concêntrico de extensores de joelho, durante duas vezes por semana em um período total de quatro semanas. Não observaram que a associação entre as duas técnicas melhorou o ganho de força e propriedades neuromusculares. Já Alves et al.²¹ realizaram fortalecimento muscular no tibial anterior de 18 voluntárias, comparando Cinesioterapia associada ou não a estimulação de baixa frequência ou corrente Russa. Os pesquisadores concluíram que a associação com FES produziu melhor desempenho no pico máximo de força, e, com a corrente Russa, houve melhor controle motor após a terapêutica. Pernambuco, Carvalho e Santos²², em intervenção aplicada por 30 sessões com corrente Russa sobre o ventre superior do músculo reto abdominal de 21 mulheres, na faixa etária idêntica ao presente estudo, com o objetivo de avaliar se esta estimulação geraria hipertrofia muscular, relataram que não houve ganho significativo na espessura muscular.

Para o ganho de força é importante o maior recrutamento possível do músculo. Bellew et al.^{23,24}

e Dantas et al.²⁵ compararam a corrente Russa com outras formas de eletroestimulação, como média (corrente interferencial) e baixa frequência. Relatam que as duas últimas foram superiores no recrutamento da porcentagem de contração isométrica máxima, e Vaz et al.⁶ observaram que a corrente Russa é menos confortável e efetiva para produzir 10% de contração isométrica voluntária máxima, quando comparado com baixa frequência. Já Laufer e Elboim²⁶ não observaram que a corrente Russa apresentou-se como mais fadigante do que baixa frequência ou outras formas de média frequência. Por outro lado, Augusto et al.²⁷ eletroestimulando mulheres saudáveis, observaram aumento significativo na intensidade de ativação do vasto medial oblíquo.

O fato do presente estudo não ter utilizado outra intervenção associada à eletroestimulação pode ter colaborado para o resultado obtido, salienta-se que a indicação para melhor desempenho é justamente a associação ao exercício ativo, sendo a corrente uma forma auxiliar para o ganho de força²⁸. Dessa forma, tem-se como sugestão que novos ensaios sejam realizados aprimorando as técnicas utilizadas a fim de aprofundar o uso deste recurso terapêutico, incluindo comparações com outras formas de corrente, tanto de média como baixa frequência.

Conclusão

Concluiu-se que a eletroestimulação usando a corrente Russa no reto femoral, sobre o salto vertical, apresentou resultados significativos apenas na altura do salto *Squat Jump*, mas não para o *Countermovement Jump*.

Referências

1. Souza J de O, Silva S de A, Januário P de O, Cruz AT. Influência da estimulação elétrica neuromuscular e cinesioterapia na amplitude de movimento de punho de indivíduos hemiparéticos. *Rev Atenção à Saúde*. 2015;13(46):51-7.

2. Karakaya IÇ, Güney ÖF, Aydın Y, Karakaya MG. Effects of thermal agents on electrical sensory threshold and current tolerance when applied prior to neuromuscular electrical stimulation. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2014;27(2):191-6.
3. Lima PEF, Rodrigues GBDO. A estimulação russa no fortalecimento da musculatura abdominal / Russian stimulation in strengthening abdominal muscle. *ABCD Arq Bras Cir Dig*. 2012;25(2):125-8.
4. Liebano RE, Alves LM, Liebano RE. Comparação do índice de desconforto sensorial durante a estimulação elétrica neuromuscular com correntes excitomotoras de baixa e média frequência em mulheres saudáveis. *Rev Bras Med do Esporte*. 2009;15(1):50-3.
5. Ward AR. Electrical stimulation using kilohertz-frequency alternating current. *Phys Ther*. 2009;89(2):181-90.
6. Vaz MA, Aragão FA, Boschi ÉS, Fortuna R, Melo MDO. Effects of Russian current and low-frequency pulsed current on discomfort level and current amplitude at 10% maximal knee extensor torque. *Physiother Theory Pract*. 2012;28(8):617-23.
7. Scott W, Adams C, Cyr S, Hanscom B, Hill K, Lawson J, et al. Electrically elicited muscle torque: comparison between 2500-Hz burst-modulated alternating current and monophasic pulsed current. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2015;45(12):1035-41.
8. Ganesh GS, Kumari R, Pattnaik M, Mohanty P, Mishra C, Kaur P, et al. Effectiveness of Faradic and Russian currents on plantar flexor muscle spasticity, ankle motor recovery, and functional gait in stroke patients. *Physiother Res Int*. 2018;23(2):e1705.
9. Bueno CR de S, Pereira M, Favaretto IA, Bortoluci CHF, Santos TCP Dos, Dias DV, et al. Electrical stimulation attenuates morphological alterations and prevents atrophy of the denervated cranial tibial muscle. *Einstein (Sao Paulo)*. 2017;15(1):71-6.
10. Ward AR, Oliver WG, Buccella D. Wrist extensor torque production and discomfort associated with low-frequency and burst-modulated kilohertz-frequency currents. *Phys Ther*. 2006;86(10):1360-7.
11. Vaz MA, Frasson VB. Low-frequency pulsed current versus kilohertz-frequency alternating current: a scoping literature review. *Arch Phys Med Rehabil*. 2018;99:792-805.
12. Barbosa AF, Peretti AL, Lara ERM de, Amaro FL, Carvalho AR de, Bertolini GRF. Avaliação da corrente Russa no tríceps sural sobre o desempenho do salto vertical. *Rev Saúde e Pesqui*. 2014;7(2):233-9.

13. Araujo LG, Alves J V, Martins AC V, Pereira GS, Melo SIL. Salto vertical: Estado da arte e tendência dos estudos. *R Bras Ci e Mov.* 2013;21(1):174–81.
14. Storniolo Junior JLL, 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.
15. Braz T V., Pennati ES, Spigolon LMP, Vieira NA, Pellegrinoti ÍL, Borin JP. Comparação entre diferentes métodos de medida do salto vertical com contramovimento. *R Bras Ci e Mov.* 2010;18(2):43–9.
16. Felicissimo CT, Dantas JL, Moura ML, Moraes AC De, Estudos L De, Lee E, et al. Respostas neuromusculares dos membros inferiores durante protocolo intermitente de saltos verticais em voleibolistas athletes. *Motriz.* 2012;18(1):153–64.
17. Martínez-López EJ, Benito-Martínez E, Hita-Contreras F, Lara-Sánchez A, Martínez-Amat A. Effects of electrostimulation and plyometric training program combination on jump height in teenage athletes. *J Sport Sci Med.* 2012;11(4):727–35.
18. Neyroud D, Samararatne J, Kayser B, Place N. Neuromuscular fatigue after repeated jumping with concomitant electrical stimulation. *Int J Sports Physiol Perform.* 2017;12(10):1335–40.
19. Paillard T. Combined application of neuromuscular electrical stimulation and voluntary muscular contractions. *Sport Med.* 2008;38(2):161–77.
20. Avila MA, Brasileiro JS, Salvini TF. Electrical stimulation and isokinetic training: effects on strength and neuromuscular properties of healthy young adults. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(6):435–40.
21. Alves DS, Braz AG, Machado ECF, Moraes FA, Prado RP. Análise comparativa do pico de força e controle motor do músculo tibial anterior após cinesioterapia e estimulação neuromuscular. *R Bras Ci e Mov.* 2017;25(4):49–59.
22. Pernambuco AP, Carvalho NM de, Santos AH dos. A eletroestimulação pode ser considerada uma ferramenta válida para desenvolver hipertrofia muscular?. *Fisioter em Mov.* 2013;26(1):123–31.
23. Bellew JW, Beiswanger Z, Freeman E, Gaerte C, Trafton J. Interferential and burst-modulated biphasic pulsed currents yield greater muscular force than Russian current. *Physiother Theory Pract.* 2012;28(5):384–90.
24. Bellew JW, Sanders K, Schuman K, Barton M. Muscle force production with low and medium frequency burst modulated modulated biphasic pulsed currents. *Physiother Theory Pract.* 2014;30(2):105–9.
25. Dantas LO, Vieira A, Siqueira Junior AL, Salvini TF, Durigan JLQ. Comparison between the effects of 4 different electrical stimulation current waveforms on isometric knee extension torque and perceived discomfort in healthy women. *Muscle Nerve.* 2015;51(1):76–82.
26. Laufer Y, Elboim M. Duration of kilohertz-frequency alternating currents and of low-frequency pulsed currents on strength of contraction, muscle fatigue, and perceived discomfort. *Phys Ther.* 2008;88(10):1167–76.
27. Augusto DD, Ventura PP, Nogueira JF de S, Brasileiro JS. Efeito imediato da estimulação elétrica neuromuscular seletiva na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo. *Rev Bras Cineantropometria Desempenho Hum.* 2008;10(2):155–60.
28. Gondin J, Cozzone PJ, Bendahan D. Is high-frequency neuromuscular electrical stimulation a suitable tool for muscle performance improvement in both healthy humans and athletes?. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111:2473–87.

