

Weverton Guedes Brandão<sup>1</sup>  
Rafael Barbosa Lisboa<sup>2</sup>  
Edilberto dos Santos Barros<sup>3</sup>  
Iransé Oliveira-Silva<sup>4</sup>  
Leonardo Costa Pereira<sup>5</sup>

## RESUMO

A Eletroestimulação Neuromuscular é uma técnica de contração involuntária da musculatura esquelética. Uma vez sobreposta a contração voluntária no treinamento de força, poderá potencializar os efeitos fisiológicos decorrente do treinamento, portanto, essas adaptações ainda não estão totalmente elucidadas na literatura. O objetivo do estudo foi verificar a influência da eletroestimulação neuromuscular concomitante ao treinamento de força sobre os níveis de lactato sanguíneo. Participaram do estudo 20 indivíduos do sexo masculino com idade entre 20 e 30 anos. Todos os indivíduos participaram dos 3 protocolos de treinamento de forma aleatória, sendo: cadeira extensora (CE), eletroestimulação (EE) e cadeira extensora com eletroestimulação sobreposta (CE+EE). O lactato foi dosado via sangue venoso e analisado com técnica de espectrofotometria. Os dados estatísticos foram obtidos com auxílio do SPSS 19.0. Todos os protocolos de treinamento induziram aumento significativo nos níveis de lactato sanguíneo quando comparado ao repouso ( $p \leq 0,05$ ), porém quando feito a comparação entre métodos, o protocolo CE+EE (5,9mmol/L) comparado ao CE (5,6mmol/L) não apresentou diferença estatística significativa ( $p = 0,433$ ). A eletroestimulação induz aumento nos níveis de lactato, porém quando combinada aos protocolos de treinamento de força, esse aumento não ocorre de forma significativa.

**Palavras-chave:** Eletroestimulação neuromuscular. Treino de força. Intensidade de Treinamento.

## ABSTRACT

Neuromuscular Electrostimulation is a technique of involuntary contraction of skeletal muscles.. Since overlapping voluntary contraction in strength training may potentiate the physiological effects resulting from training, therefore, these adaptations are not yet fully elucidated in the literature. Objective: The aim of the study was to verify the influence of neuromuscular electrical stimulation concomitant with strength training on blood lactate levels. Twenty male individuals aged between 20 and 30 years participated in the study. All subjects participated in 3 training protocols at random, namely, extension chair (EC), electrostimulation (EE) and overlapping chair with electrostimulation (EC + EE) all subjects participated in all protocols at random. Lactate was measured via venous blood and analyzed by spectrophotometry. Statistical data were obtained with the aid of SPSS 19.0. All training protocols induced a significant increase in blood lactate levels when compared to rest ( $p \leq 0.05$ ), but when comparing the methods, the EC + EE protocol (5.9mmol / L) compared to EC (5.6mmol / L) showed no statistically significant difference ( $p = 0.433$ ). Electrostimulation induces an increase in lactate levels, but when combined with strength training protocols this increase does not occur significantly.

**Keywords:** Neuromuscular electrostimulation. Strength training. Training Intensity.

Submissão: 23/05/2020  
Aceite: 03/07/2020

<sup>1</sup>Centro Universitário Euroamericano, Brasil

<sup>2</sup>Centro Universitário Euroamericano, Brasil

<sup>3</sup>Instituto Vivaz Saúde e Bem Estar, Brasil

<sup>4</sup>Centro Universitário de Anápolis, Brasil

<sup>5</sup>Centro Universitário Euroamericano, Brasil – [leonardo.pcllcp@gmail.com](mailto:leonardo.pcllcp@gmail.com)

## INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF), comumente conhecido como treinamento resistido ou treinamento com pesos, refere-se a algum tipo de movimento executado pela ação de um músculo ou grupamento muscular contra uma resistência oposta<sup>1</sup>. Tem sido sugerido para otimização das capacidades físicas em indivíduos saudáveis<sup>2</sup> e para potencialização do desempenho esportivo<sup>3</sup>.

Os benefícios advindos do TF são dependentes da manipulação de variáveis, dentre elas, o volume e a intensidade do treinamento<sup>4</sup>. Uma vez manipulada, essas induzem respostas metabólicas no organismo<sup>5,6</sup>. Dentre as respostas, advém o acúmulo de lactato sanguíneo (LS), um subproduto do metabolismo da glicólise anaeróbia<sup>7</sup>. O mecanismo de formação de LS se dá no final de uma sequência de dez reações químicas decorrentes da quebra da molécula de glicose, sua formação se dá quando os dois piruvatos (saldo final da via glicolítica) sofrem ação da enzima lactato desidrogenase LDH<sup>8</sup>.

Haja vista os benefícios e respostas resultantes do TF, há outro recurso frequentemente utilizado no âmbito fisioterapêutico e em indivíduos saudáveis para gerar contração muscular de forma involuntária, a eletroestimulação neuromuscular EENM<sup>9</sup>. A EENM é uma técnica de fortalecimento muscular baseada na estimulação elétrica dos ramos intramusculares dos motoneurônios, evocando contrações involuntárias da musculatura esquelética<sup>10,11</sup>. O impulso elétrico quando em contato com o tecido muscular alvo, estimula, num primeiro momento, as fibras do tipo II (Fibras de contração rápida) e, em seguida, as fibras do tipo I (Fibras de contração lenta). Esse mecanismo pode ser explicado pelo menor limiar de ativação presente nas fibras musculares do tipo II em relação as fibras musculares do tipo I, pois possuem uma menor resistência a passagem da corrente elétrica<sup>12,13</sup>.

Sendo assim, a EENM pode ser capaz de aumentar a intensidade do treino devido sua imposição externa, independentemente da sobrecarga utilizada<sup>14</sup>. A quantidade de unidades motoras recrutadas depende da amplitude da corrente e da modulação da frequência<sup>15</sup>. Ainda há uma lacuna de estudos na literatura que abordam os efeitos da eletroestimulação concomitante ao treinamento de força sobre as respostas metabólicas no organismo, apenas um estudo utilizando a eletroestimulação de corpo inteiro avaliaram essas respostas<sup>14</sup>. Portanto, o presente estudo buscou corroborar com o aumento de evidências que abordem os efeitos agudos do treino de força associado com a EENM sobre as respostas lactacidêmicas, um dos marcadores fisiológicos de intensidade mais fidedignos na prescrição do treinamento<sup>8</sup>. Desse modo, o objetivo do estudo foi verificar a influência da EENM sobreposta a contração voluntária do complexo muscular quadríceps femoral sobre os níveis de LS em indivíduos jovens adultos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Aspectos éticos e descrição do tipo de estudo

A pesquisa, de caráter quasi-experimental, atendeu às competências definidas na resolução 510/2016 do Ministério da Saúde e foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa do Centro Universitário Euroamericano – UNIEURO. No escopo da pesquisa, as variáveis independentes foram o treinamento de força - TF e a eletroestimulação neuromuscular - EENM e a variável dependente, o LS.

Os participantes foram informados sobre a finalidade do estudo, bem como todos os procedimentos realizados durante as coletas. Todos os voluntários assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE. Todos os dados coletados foram de acesso restrito aos pesquisadores e os voluntários envolvidos na pesquisa.

### Descrição da amostra

A amostra teve característica não probabilística, onde foram recrutados para o estudo indivíduos adultos jovens do sexo masculino, com presença de grupo crossover. Foram incluídos todos aqueles que se voluntariaram dentro de uma faixa etária entre 20 a 30 anos. Foram excluídos do estudo aqueles que relataram ter problemas ortopédicos, marca-passo cardíaco implantado, pinos e placas metálicos nos membros inferiores, hipertensos e sedentários.

### Procedimentos

#### Avaliação do grau de atividade física

O grau de atividade física dos indivíduos foi avaliado através do questionário internacional de atividade física – IPAQ versão curta<sup>16</sup>.

#### Avaliação das medidas antropométricas e composição Corporal

Para mensuração da massa corporal foi utilizada uma balança digital marca Welmy, capacidade máxima 200kg, para estatura um estadiômetro marca Welmye e para composição corporal uma bioimpedância tetra polar marca Maltron BF 906<sup>17</sup>.

#### Análise do lactato sanguíneo

Amostras de sangue venoso a vácuo foram coletadas em repouso e 3 minutos após cada protocolo de treinamento. Para coleta foram utilizadas agulhas para coleta múltipla de sangue a vácuo 0,80x25mm e tubos BD Vacutainer® Fluoreto/EDTA 4ml. As amostras foram centrifugadas a 7.500rpm e analisadas via técnica de espectrofotometria<sup>18</sup>.

#### Teste de 10 RM estimada

Para definição das 10 RM foi utilizada uma cadeira extensora marca Righeto Pror. O equipamento foi regulado de acordo com o tamanho do segmento corporal do indivíduo, onde sentado no aparelho, tronco apoiado no encosto posterior, mãos segurando no apoio lateral e joelhos flexionados em 90°, os indivíduos iniciaram o teste de extensão do joelho bilateral, com fase concêntrica de 1 segundo até atingir extensão de 180° onde, simultaneamente executaram a fase excêntrica com duração de 1 segundo, retornando a posição inicial de 90°, repetindo o movimento até entrar em falha concêntrica voluntária após as 10 RM. Os indivíduos tiveram até 05 tentativas para realização do teste, com intervalo de 3 a 5 minutos entre cada tentativa. Foi considerada 10 RM predita a carga (kg) em que os indivíduos entraram em falha concêntrica voluntária após a décima

### Familiarização à eletroestimulação neuromuscular

Na segunda visita, os indivíduos foram submetidos a familiarização com o protocolo da EENM. Foi utilizado um eletroestimulador neuromuscular transcutâneo Neurodyn II, 4 canais bifásico com controle independente, 3 correntes (TENS, FES e RUSSA), Intensidade de 0-250 mA, frequência 0,5-250 Hz, duração da fase de pulso 50-500µs, marca IBRAMED Brasil e 4 eletrodos autoadesivos 5x5cm. Com o indivíduo sentado, joelhos flexionados em 90°, após higienização do complexo muscular quadríceps femoral com álcool 70%, os eletrodos foram posicionados no ventre muscular do músculo vasto medial, vasto lateral e reto femoral<sup>19</sup>. Foi utilizado o protocolo do aparelho Neurodyn II corrente Russa original (modificado)<sup>20</sup>, ciclo de trabalho 50%, frequência em burst modulada em 100Hz, tempo de subida da corrente elétrica (rise) 1 segundo, tempo de contração (on) 5 segundos, relaxamento (decai) 1 segundo e tempo off de 1 segundo. A intensidade em mA foi elevada até que os indivíduos atingissem o nível de tolerância máxima ao estímulo, onde foram avaliados via escala visual analógica de dor (EVA)<sup>21</sup>.

Após familiarização à EENM com intervalo mínimo de 48 horas, os indivíduos foram distribuídos num desenho de estudo do tipo crossover em 3 protocolos de treinamento: TF, EENM, TF+EENM. Todos o desenho os indivíduos participaram de todos os protocolos experimentais de forma aleatória.

#### Protocolo I - Treinamento de força (TF)

Os indivíduos executaram 3 séries de 10 RM predita, onde sentado no aparelho cadeira extensora com o tronco apoiado no encosto posterior, joelhos flexionados em um ângulo de 90°, ao comando verbal do avaliador, os indivíduos iniciaram a fase concêntrica com duração de 1 segundo até atingir extensão máxima dos joelhos, permanecendo em isometria por 5 segundos e realizando a fase excêntrica simultaneamente, repetindo o movimento até completarem as 10 RM predita ou entrar em falha concêntrica voluntária<sup>22</sup>.

#### Protocolo II – Eletroestimulação neuromuscular (EENM)

A EENM foi iniciada a partir do momento em que o indivíduo estivesse devidamente posicionado numa cadeira com joelhos fletidos em 90°. O avaliador informou o momento em que iniciaria o protocolo, no qual consistiu em 3 séries de 10 contrações isométricas de 5 segundos, com frequência de pulso modulada em 100Hz, intensidade mA à 80% do nível de tolerância máxima, com 1 minuto de intervalo entre cada série.

#### Protocolo III – Treinamento de Força (TF) com Eletroestimulação neuromuscular sobreposta (EENM)

O protocolo elaborado para EENM concomitante ao TF consistiu na junção dos protocolos I e II, com os tempos Rise, On e Decai do protocolo de EENM coincidindo com as fases concêntrica, isométrica e excêntrica do protocolo TF respectivamente. As séries, números de repetições e intervalo de descanso foram mantidas.

### Análise estatística

Os dados estatísticos foram tratados com o auxílio do software SPSS 19.0. Para análise dos dados descritivos utilizou-se a estatística descritiva, expressa em média e desvio padrão. Para verificação de normalidade das variáveis dependentes foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk. Para comparação das respostas do LS entre os diferentes protocolos utilizados no estudo, optou-se pelo teste de Wilcoxon. O estudo assumiu como nível de significância estabelecido de  $p \leq 0,05$ .

**RESULTADOS**

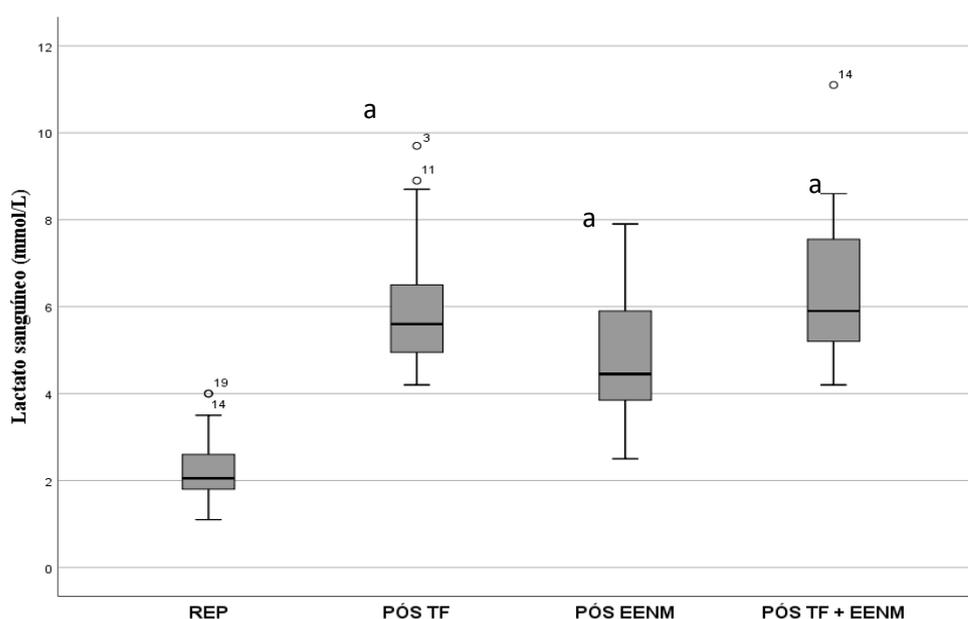
Foram avaliados 20 indivíduos do sexo masculino com idade entre 20 e 30 anos de idade. Os dados descritivos da amostra estão expressos em média e desvio padrão conforme exposto na tabela 1.

**Tabela 1. Caracterização da amostra**

Indivíduos N=20	Média ± DP
Idade (anos)	24,9 ± 2,2
Estatura (cm)	177,0 ± 6,2
MC (kg)	79,9 ± 7,5
IMC (%)	25,5 ± 2,2
PG (%)	22,4 ± 3,4
Nível de Hidratação Corporal (%)	57,7 ± 2,6
Extensão de joelhos carga de 10 RM (kg)	88,1 ± 15,1
Intensidade máxima tolerada (mA)	157,5 ± 37,4
80% Intensidade máxima tolerada (mA)	126,0 ± 29,9

**Legenda:** MC= Massa corporal, IMC= Índice de massa corporal, PG= Percentual de gordura, RM= Repetição máxima, mA= Miliampére.

Todos os protocolos de treinamento induziram aumentos significativos nos níveis de LS quando comparados ao repouso ( $p \leq 0,05$ ). Quando feito a comparação entre métodos, o protocolo TF+EE (5,9mmol/L) comparado ao TF (5,6mmol/L) não apresentou diferença estatística significativa ( $p=0,433$ ). As respostas do LS em repouso e em cada método de treinamento estão expostas na figura 1.



**Figura 1. Concentrações de Lactato sanguíneo (mmol/L)**

**Legenda:** REP: repouso; TF: Treinamento de Força; EENM: Eletroestimulação Neuromuscular.

<sup>a</sup> Diferença estatística em relação ao momento repouso

Para diferenças estatísticas  $p \leq 0,05$ .

## DISCUSSÃO

Devido a uma lacuna na literatura abordando as respostas fisiológicas induzidas por diferentes protocolos de eletroestimulação combinada ao treino de força, o estudo em questão é inovador e com tais respostas elucidadas, novas métricas de treinamento poderão emergir. Portanto, o presente estudo teve como objetivo verificar os efeitos da eletroestimulação neuromuscular sobreposta ao treinamento de força sobre os níveis de LS. Para isso, foi utilizada uma série de protocolos, os quais visaram evocar contrações musculares induzidas voluntariamente, eletricamente e combinadas. Os principais achados indicam que todos os protocolos aplicados foram capazes de induzir aumentos significativos nos níveis LS, valores esses, superiores ao limiar anaeróbio, EENM ( $4,5 \pm 1,5 \text{ mmol/L}$ ), TF ( $5,6 \pm 1,6 \text{ mmol/L}$ ) e TF+EE ( $5,9 \pm 1,7 \text{ mmol/L}$ )<sup>23,24</sup>. Contrariamente as expectativas esperadas, os resultados expostos não corroboraram com a hipótese inicial do estudo, isso poderia aumentar os encargos fisiológicos sobre a musculatura alvo e o gasto energético.

O aumento dos níveis de LS no protocolo EENM pode estar relacionado com o padrão de recrutamento de unidades motoras. Esse mecanismo se dá pela maior magnitude de recrutamento de fibras musculares do tipo II, de característica glicolítica<sup>10,12</sup>, as quais estão relacionadas com a formação do LS no treinamento de força<sup>25</sup>. Em 2003 Hamada e seus colaboradores<sup>26</sup> perceberam um aumento da resposta metabólica na estimulação elétrica em relação à contração voluntária, decorrente da alta atividade das fibras glicolíticas do tipo II induzida pela EENM. A alta concentração de LS pode ser resultante do envolvimento de um pequeno número de músculos estimulados pela EENM, que leva a um declínio do fluxo de sangue geral durante a CV. Assim, gerando uma menor vazão de LS para outros tecidos que o reutilizam para produção de energia.

No estudo de Gentil P e seus colaboradores<sup>22</sup> foram avaliados doze indivíduos do sexo masculino com características similares aos do presente estudo. Os indivíduos foram submetidos a cinco protocolos de TF, 10 RM, superlento (SL), Isometria Funcional (IF) e oclusão vascular (OV). O protocolo IF que consistiu em contrações isométricas de 5 segundos com carga de 10RM, obteve-se maiores aumentos nos níveis de lactato, corroborando com os achados do protocolo TF. Esse aumento pode ser explicado pela alta demanda do sistema anaeróbio láctico<sup>27</sup> e curtos intervalos de descanso entre cada série<sup>5,28</sup>.

Em outra perspectiva, o protocolo combinado TF+EENM apresentou maiores níveis de LS, porém, sem diferença estatística significativa. Desse modo, os resultados não corroboraram com os achados de Watanabe e seus colaboradores<sup>14</sup>. Em seu estudo, treze homens jovens saudáveis, com média de idade de  $20 \pm 0,9$  anos foram submetidos a três protocolos de treinamento similares, sendo eletroestimulação (EE), contração voluntária (CV) e ambos os protocolos combinados. Os resultados mostraram que o protocolo combinado CV+EE induziram maiores aumentos nos níveis de LS, quando comparados ao protocolo CV e EE  $p < 0,05$  ( $7,5 \pm 2,7$  mmol/L)<sup>14</sup>. Assim sendo, os resultados preconizam que o acúmulo de LS pode ter sido influenciado pelo maior número de exercícios e quantidade de eletrodos sobrepostos, que por sua vez, podem ter induzido um maior recrutamento de unidades motoras e conseqüentemente maior demanda metabólica.

Diante dos resultados encontrados no protocolo combinado TF+EE, o aumento dos níveis de LS de forma significativa pode não ter ocorrido devido a falhas na transmissão neuromuscular evocadas pelo estímulo elétrico, contribuindo para o aumento da fadigabilidade muscular acarretando um lapso na propagação do potencial de ação ao longo do sarcolema, resultando num menor recrutamento de unidades motoras<sup>29</sup>.

Outrossim, a alta frequência de pulsos (FP) utilizada no estudo de (100Hz) pode ter influenciado os potenciais de ação evocados na contração voluntária, levando ao comprometimento da condução nervosa motora<sup>30</sup>. Diversos estudos verificaram a influência da FP sobre a fadiga muscular<sup>31-33</sup>, essas evidências apontam que quanto maior a FP, maiores os níveis de fadiga. Haja vista que as necessidades metabólicas e energéticas para realização do exercício são influenciadas pela força muscular. A FP de 100Hz pode ter influenciado na condução nervosa, elevando os níveis de fadiga precocemente, por conseguinte, induzindo queda no desempenho do protocolo TF+EE e, sucessivamente, menores respostas metabólicas<sup>30</sup>. O grau de fadigabilidade não foi mensurado no presente estudo, esta variável deveria gerar reajuste de carga para o protocolo sobreposto, haja visto o aumento da intensidade do exercício na presença da eletroestimulação neuromuscular.

## CONCLUSÃO

No presente estudo, os três protocolos analisados produziram aumentos significativos nos níveis de LS comparado com a condição repouso. Contudo, a eletroestimulação não gerou maiores valores de LS.

Em uma perspectiva prática, quando o objetivo do treinamento for induzir respostas metabólicas, os protocolos eletroestimulação neuromuscular e treinamento de força podem ser recursos eficientes. Sendo assim, novos estudos com outras variações de frequências (Hz) (baixas e médias) e manipulação do volume e intensidade do treinamento, análise do tempo sob tensão, estudos com mulheres e diferentes protocolos de exercícios são necessários para elucidar possíveis respostas metabólicas sob os protocolos combinados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. 3ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. cap. 1 p. 1-14.1. Fleck SJ KW. Fundamentos do treinamento de força muscular. Vol. 3. 2017. 1-14 p.

2. ACSM. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2009;41(3):687–708.
3. Blagrove RC, Howatson G, Hayes PR. Effects of Strength Training on the Physiological Determinants of Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. *Sport Med* [Internet]. 2018;48(5):1117–49.
4. Thomas R. Baechle RWE. Fundamentos do treinamento de força e do condicionamento. Manole, editor. 2010. 364–366
5. Marston KJ, Peiffer JJ, Newton MJ, Scott BR. A comparison of traditional and novel metrics to quantify resistance training. *Sci Rep* [Internet]. 2017;7(1):1–8.
6. Pinto RS, Lupi R, Brentano MA. Respostas metabólicas ao treinamento de força: Uma ênfase no dispêndio energético. *Rev Bras Cineantropometria e Desempenho Hum*. 2011;13(2):150–7.
7. Brooks GA. The Science and Translation of Lactate Shuttle Theory. *Cell Metab* [Internet]. 2018;27(4):757–85. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.03.008>
8. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do Exercício - Nutrição, Energia e Desempenho Humano (CITAÇÃO LIVRO)*. World. 2016. 1132 p.
9. Veldman MP, Gondin J, Place N, Maffiuletti NA. Effects of neuromuscular electrical stimulation training on endurance performance. *Front Physiol*. 2016;7(NOV):1–5.
10. Maffiuletti NA. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110(2):223–34.
11. Pichon F, Chatard JC, Martin A, Cometti G. Electrical stimulation and swimming performance. Vol. 27, *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 1995. p. 1671–6.
12. Emmler WOK, Tengel SIVONS, Chwarz JOS, Ayhew JELM. Effect of WB-EMS on energy expenditure during exercise. 2012;240–5.
13. Sinacore DR, Delitto A, King DS, Rose SJ. Type II fiber activation with electrical stimulation: A preliminary report. *Phys Ther*. 1990;70(7):416–22.
14. Watanabe K, Yoshida T, Ishikawa T, Kawade S, Moritani T. Effect of the combination of whole-body neuromuscular electrical stimulation and voluntary exercise on metabolic Responses in human. *Front Physiol*. 2019;10(MAR):1–8.
15. Enoka RM. Muscle Strength and Its Development: New Perspectives. *Sport Med An Int J Appl Med Sci Sport Exerc*. 1988;6(3):146–68.
16. Matsudo S; Araújo T; Marsudo V; Andrade D; Andrade E; Oliveira LC; Braggion G. Questionario

Internacional de Atividade Física (i paq): Estudo de Validade e Reprodutibilidade no Brasil. Rev bras ativ fís saúde; 2001;6.

17. Both DR, Matheus SC, Behenck MS. Acuracidade de diferentes tipos de impedância bioelétrica na estimativa da gordura corporal de homens. *Nutr Clin y Diet Hosp.* 2015;35(2):8–15.
18. Shimojo N, Naka K, Nakajima C, Yoshikawa C, Okuda K, Okada K. Test-strip method for measuring lactate in whole blood. *Clin Chem.* 1989;35(9):1992–4.
19. Kitchen S, Bazin S, Clayton EB. *Eletroterapia : prática baseada em evidências.* 2003. 712 p.
20. Ind I, Anvisa E. *Neurodyn* Ii. 2012;
21. Lima Neto EV de, Goldenberg A, Jucá MJ. Resultados imediatos da herniorrafia inguinal com anestesia local associada com sedação. *Acta Cir Bras.* 2003;18(5):478–84.
22. Gentil P, Oliveira E, Bottaro M. Time under tension and blood lactate response during four different resistance training methods. *J Physiol Anthropol.* 2006;25(5):339–44.
23. Domínguez R, Maté-Muñoz JL, Serra-Paya N, Garnacho-Castaño MV. Lactate Threshold as a Measure of Aerobic Metabolism in Resistance Exercise. *Int J Sports Med.* 2018;39(3):163–72.
24. Heck H, Mader A, Hess G, Mücke S, Müller R, Hollmann W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med.* 1985;6(3):117–30.
25. Gentil P, Oliveira E, Fontana K, Molina G, De Oliveira RJ, Bottaro M. Efeitos agudos de vários métodos de treinamento de força no lactato sanguíneo e características de cargas em homens treinados recreacionalmente. *Rev Bras Med do Esporte.* 2006;12(6):303–7.
26. Hamada T, Kimura T, Moritani T, Hayashi T, Nakao K. Electrical stimulation enhances energy consumption, glycogen utilization and whole body glucose uptake in humans. *Japanese J Phys Fit Sport Med.* 2004;53(1):1–81.
27. Brunelli DT, Finardi EAR, Bonfante ILP, Gáspari AF, Sardeli A V., Souza TMF, et al. Acute low- compared to high-load resistance training to failure results in greater energy expenditure during exercise in healthy young men. *PLoS One.* 2019;14(11):1–14.
28. Scott, B. R., Slattery, K. M., Sculley, D. V., Lockhart, C., & Dascombe BJ. A p r m - l r e h. *J Strength Cond Res* 2017 31(7), 1973–1981 doi101519/jsc0000000000001649. 2017;31(7):1973–81.
29. Quiñonez M, González F, Morgado-Valle C, DiFranco M. Effects of membrane depolarization and changes in extracellular [K +] on the Ca<sup>2+</sup> transients of fast skeletal muscle fibers. Implications for muscle fatigue. *J Muscle Res Cell Motil.* 2010;31(1):13–33.
30. Gorgey AS, Black CD, Elder CP, Dudley GA. Effects of electrical stimulation parameters on fatigue in

skeletal muscle. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(9):684–92.

31. Binder SA, Guerin T. Preservation of force output through progressive reduction of stimulation frequency in human quadriceps femoris muscle. *Phys Ther.* 1990;70(10):619–25.
32. Bridges CR, Clark BJ, Hammond RL, Stephenson LW. Skeletal muscle bioenergetics during frequency-dependent fatigue. *Am J Physiol - Cell Physiol.* 1991;260(3 29-3).
33. Russ DW, Vandenborne K, Binder-Macleod SA. Factors in fatigue during intermittent electrical stimulation of human skeletal muscle. *J Appl Physiol.* 2002;93(2):469–78.