

ESTUDO COMPARATIVO DOS DIFERENTES TIPOS DE CORRENTES EXCITOMOTORA NA PRODUÇÃO DE FORÇA: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Comparative study of different types of excitatory currents in strength production: a literature review

Gabriela Cristina Machado¹, Francklin Trindade da Silva²
Thiago Domingues Stocco^{1,3}

¹Universidade Santo Amaro, São Paulo, São Paulo, Brasil.

²Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil.

³Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil.

Autor para correspondência:

Thiago Domingues Stocco

Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas

Rua Tessália Vieira de Camargo, 126. Cidade Universitária Zeferino Vaz.

CEP 13083-887 – Campinas, SP, Brasil

E-mail: tdstocco@live.com

Tel: +5511995603951

RESUMO

A eletroestimulação vem sendo utilizada há muitos anos na reabilitação de pacientes. Existem as correntes de baixa frequência, moduladas numa frequência entre 1 e 200Hz e as de média frequência, moduladas entre 1.000 e 10.000Hz. Entre essas correntes existe a Estimulação Elétrica funcional (FES) de baixa frequência e a corrente Russa e a Aussie, de média frequência. O objetivo deste estudo é comparar os dados disponíveis na literatura entre as diferentes correntes de baixa e média frequência evidenciando a mais efetiva na produção de força. Trata-se de uma revisão de literatura que compreendeu as bases de dados SCIELO, LILACS, BVS, MEDLINE. Incluídos artigos que comparassem as correntes de baixa e média frequência, sem restrição de língua, de 2008 a 2020, foram utilizados os descritores Eletroestimulação nervosa transcutânea, terapia por estimulação

elétrica, força muscular, corrente pulsada e corrente russa, conforme utilizado nos artigos pesquisados. Foram localizados 344 e após análise de resumos restaram 10 artigos que realizavam comparação entre as correntes. Não existe um consenso sobre a efetividade das correntes, sendo que alguns artigos demonstram resultados divergentes quanto à corrente mais eficaz, e outros artigos afirmam que as correntes não possuem diferenças significativas quando comparadas entre si. Em artigos que utilizaram grupo controle, grande parte demonstrou melhora quando associada à eletroestimulação em relação ao grupo que não utilizou. Um outro dado demonstrado nos artigos foi o desconforto, avaliado pela Escala Visual Analógica, que também não demonstrou consistência nos resultados. Não é possível afirmar qual das correntes é mais efetiva por conta da divergência de resultados encontrados.

Palavras-chaves: Eletroestimulação nervosa transcutânea, terapia por estimulação elétrica, força muscular, corrente pulsada, corrente russa.

► ABSTRACT

Electrostimulation has been used for many years in the rehabilitation of patients. There are low frequency currents, modulated at a frequency between 1 and 200Hz and medium frequency currents, modulated between 1,000 and 10,000Hz. Among these currents is low frequency functional electrical stimulation (FES) and medium frequency Russian and Aussie current. The aim of this study is to compare the different currents of low and medium frequency showing the most effective in the production of force. This is a literature review that included the databases SCIELO, LILACS, BVS, MEDLINE. Articles comparing low and medium frequency currents without language restriction from 2008 to 2020 were included; Were used the keywords: Transcutaneous nerve electrostimulation, electrical stimulation therapy, muscle strength, pulsed current and russian current, as used in the researched articles. In the literature, 344 articles were found with the title relevant to the subject and correspondence to the descriptors. After analysis of abstracts, there were 10 articles that compared the currents. There is no consensus on the effectiveness of currents, with some articles showing divergent results as to the most effective current, and other articles claim that currents have no significant differences compared to each other. In articles that used a control group, most showed improvement when associated with electrostimulation compared to the group that did not use it. Another data demonstrated in the articles was discomfort, assessed by the Visual Analog Scale, which also did not show consistency in the results. It is not possible to state which of the currents is more effective due to the divergence of results found.

Keywords: *Transcutaneous nerve electrostimulation, electrical stimulation therapy, muscle strength, pulsed current, russian current.*

► INTRODUÇÃO

A doença renal crônica (DRC) é uma síndrome clínica que ocorre devido à A eletroestimulação neuromuscular (EENM), baseada nas correntes excitomotoras, vem sendo utilizada há muitos anos na reabilitação de pacientes. Envolve o uso de impulsos elétricos despolarizando a membrana e gerando um potencial de ação que se propaga no nervo até atingir o músculo, com a mesma intensidade inicial, fazendo com que ele contraia. Essa contração muscular é realizada sem necessitar de envolvimento cerebral e é um método geralmente não invasivo, sem implicações sistêmicas e comumente não causam efeitos colaterais indesejáveis, por conta disso é uma das opções mais seguras para realizar contração muscular com ou sem participação voluntária do paciente ¹⁻³.

Diversos estudos denotam a importância da eletroestimulação neuromuscular no ganho de força e trofismo muscular em pacientes ⁴⁻⁷. Neste método, todas as unidades motoras são recrutadas, diferentemente da contração muscular voluntária, onde apenas um pequeno grupo de fibras musculares é ativado. Por conta de sua localização mais superficial, os motoneurônios são estimulados primeiramente, realizando uma contração mais intensa quando comparada ao movimento ativo ^{1,4}. Essa eletroestimulação pode ser utilizada concomitante ao exercício em pacientes saudáveis ou em processo de patologia, ou até mesmo sem participação ativa, para evitar atrofia muscular em pacientes que não devem ou não conseguem realizar exercícios ⁸⁻¹¹.

É possível encontrar as correntes de baixa e média frequência. As correntes de baixa frequência normalmente fornecem pulsos monofásicos ou bifásicos com frequência moduladora variando de 1 a 200 Hz. Já as correntes de média frequência fornecem formas de ondas bifásicas e simétricas, variando de 1.000 a 10.000 Hz ¹². Dentre essas correntes eletroestimuladoras, as mais citadas são a Corrente Russa, Corrente Aussie e a Estimulação Elétrica funcional (FES).

A Estimulação Elétrica Funcional (FES – Functional Electrical Stimulation) surgiu em 1960 após avanços na reabilitação através da corrente elétrica ¹³. Tem como finalidade movimentos funcionais e é utilizado na prática clínica para recuperação ou preservação da função do músculo quando não é possível realizar atividades físicas ^{14,15}.

A Corrente Russa (CR) foi apresentada pelo cientista Russo Dr. Yakov Kots na década de 70¹⁶⁻¹⁹. É considerada uma corrente elétrica de média frequência, com frequência portadora de 2.500Hz, modulada por uma onda que varia de 1 a 200Hz, formada por pulsos senoidais, alternada (bifásica), simétricos e é utilizada para fins excitomotores. É capaz de atingir estruturas teciduais mais profundas quando comparada com as correntes de baixa frequência pois, quanto maior a frequência, menor é a resistência^{4,20-23}.

A corrente Aussie é também considerada uma corrente de média frequência e tem a frequência portadora de 1.000Hz, e pulsos de 1 a 200Hz. Foi criada com objetivo de fornecer um desconforto menor ao paciente quando comparada a outros tipos de corrente, porém com a mesma produção de força^{12,21,23}.

Uma dúvida constante no momento de escolher o melhor aparelho de eletroestimulação neuromuscular é saber qual utilizar. Para isto, é necessário conhecer os tipos de correntes e avaliar os benefícios e a melhor indicação de corrente para o tratamento. Sendo assim, se faz necessário um estudo que aponte e compare a eficácia das diferentes correntes.

O objetivo deste estudo é comparar os dados disponíveis na literatura entre as diferentes correntes de baixa e média frequência evidenciando a mais efetiva na produção de força.

► MATERIAIS E MÉTODOS

A doença renal crônica (DRC) é uma síndrome clínica que ocorre devido à Este estudo é uma revisão de literatura, no qual compreende artigos oriundos das bases de dados da Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Literatura Latino Americana e do Caribe em Ciências e Saúde (LILACS), Biblioteca Virtual de Saúde (BVS) e Literatura Internacional em Ciências da Saúde (MEDLINE) abrangendo o período de 2008 a 2020, sem restrição de idioma, utilizando os descritores em português: Eletroestimulação nervosa transcutânea, terapia por estimulação elétrica, força muscular, corrente pulsada, corrente russa; e em inglês: *transcutaneous nerve electrostimulation, electrical stimulation therapy, muscle strength, pulsed current, russian current*.

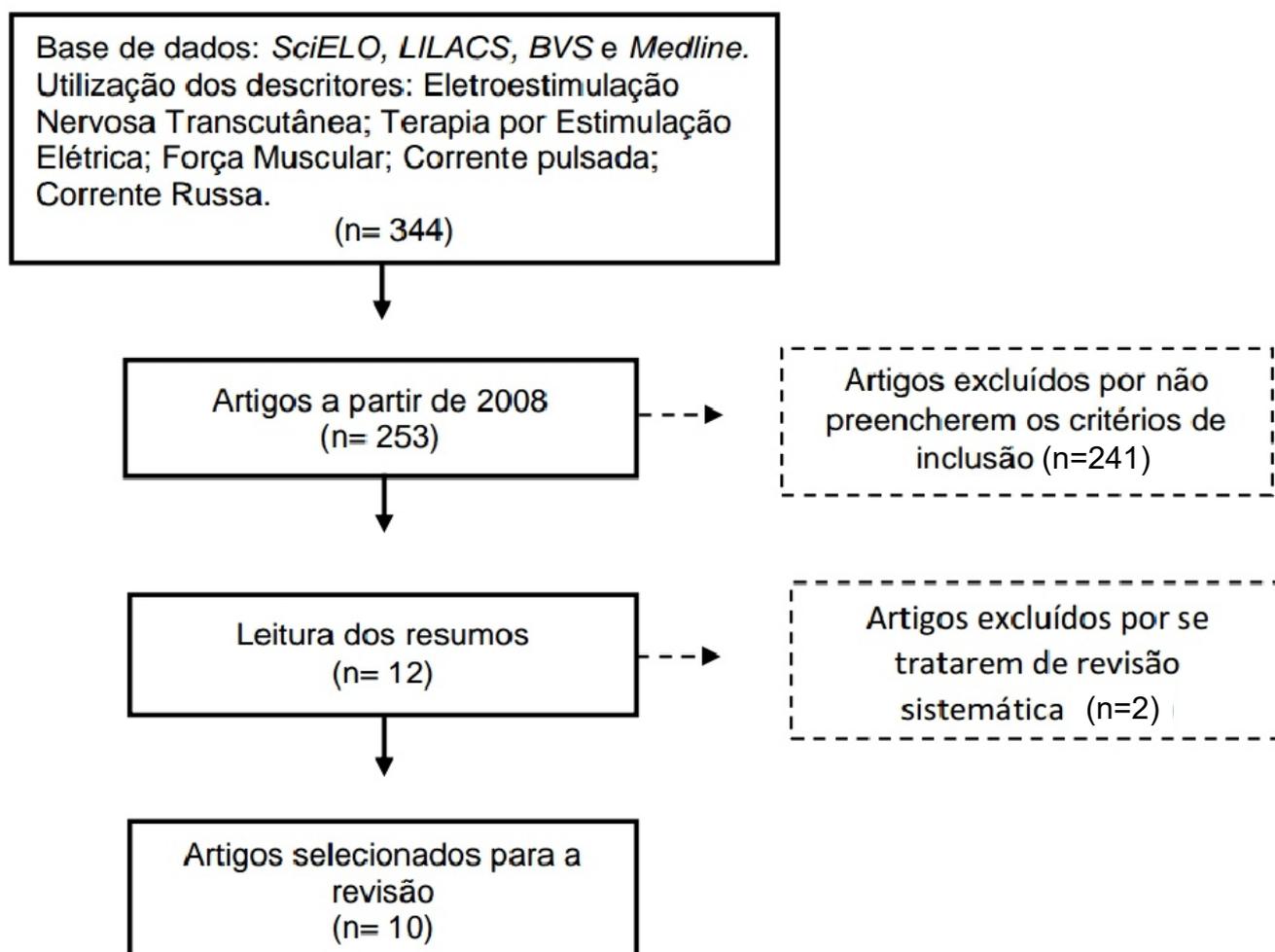
Os critérios de inclusão foram artigos que citam a comparação entre os diferentes tipos de tratamento com eletroestimulação neuromuscular de baixa e média frequência, que tivessem sua data a partir de 2008, sem limite de população.

Foram excluídos artigos com o assunto fora do tema, que realizassem o estudo em modelo animal e que tivessem sua data anterior à 2008.

A avaliação dos artigos foi feita por pares de revisores independentes e, em caso de discordância, um terceiro avaliador realizou a arbitragem final.

A figura 1 apresenta resumidamente um fluxograma das pesquisas realizadas nas bases de dados citadas acima.

Figura 1 - Fluxograma de pesquisas nas bases de dados.



► MATERIAIS E MÉTODOS

Na literatura foram localizados 344 artigos correspondentes aos descritores, porém após análise de resumos e limitação de data, restaram 10 artigos.

Todos os artigos tiveram como principal objetivo realizar a comparação entre os tipos de correntes na produção de força muscular. As correntes utilizadas em cada estudo, o número de amostra e demais dados relevantes bem como os resultados estão demonstrados na Tabela 1.

Quadro 1 – Informações sobre dados e métodos utilizados nos estudos, correntes utilizadas e qual produziu maior força.

Autor/Ano	Corrente	Amostra	Sessões	Avaliação	Músculo	Resultados
Macedo; Buck e Cavalli/2008 ¹	BF; MF.	36 (GC, Grupo BF e Grupo MF)	18 sessões, 3 vezes por semana	Dinamômetro isocinético.	Quadríceps	Maior ganhos de força do Grupo BF
Domingues et al./2009 ²²	BF; MF.	29 (GC, Grupo MF, Grupo MF+ contração isométrica, Grupo BF, Grupo BF+ contração isométrica)	2 sessões	Dinamômetro manual.	Flexores e extensores de punhos e dedos	Sem diferença significativa entre os grupos que utilizaram EENM
Alves; Nunes e Guirro/2011 ²⁴	BF; MF.	20; Grupo BF, Grupo MF)	12 sessões, 2 vezes por semana	Perina.	Músculos do assoalho pélvico	Sem diferença significativa entre os grupos
Oliveira et al./2018 ²³	BF; MF.	33 (GC, Grupo BF; Grupo MF)	18 sessões, 3 vezes por semana	Dinamômetro isocinético; Escala Visual Analógica; Eletromiógrafo	Quadríceps	Sem diferença significativa entre os grupos
Pinfildi et al./2018 ²⁷	BF; MF.	30	Sessão única	Dinamômetro isocinético.	Quadríceps	Maior CVIM associada a EENM de MF. MF também demonstrou menor desconforto

Montenegro et al./2019 ²¹	MF de 2500Hz; MF de 1000Hz.	19	Sessão única	Escala Visual Analógica; Percepção do voluntário, contração muscular visual.	Quadríceps	Sem diferença significativa entre os grupos
Modesto et al./2019 ²⁸	BF; MF.	27 (GC, Grupo BF; Grupo MF)	18 sessões, 3 vezes por semana, por 6 semanas	Dinamômetro isocinético; Escala Visual Analógica; Eletromiógrafo	Quadríceps	Sem diferença significativa na produção de força entre as correntes. Menor desconforto na Corrente de BF

GC= Grupo controle; CVIM= contração voluntária isométrica máxima; BF= Baixa frequência; MF= Média frequência; EENM= Eletroestimulação Neuromuscular.

Os parâmetros que foram utilizados nas correntes em cada estudo, assim como o tempo de aplicação estão descritos na Tabela 2.

Quadro 2 – Parâmetros das correntes excitomotoras utilizadas nos estudos.

Autor	Frequência	Modulação	Largura de pulso	Ciclo On	Ciclo Off	Tempo
Macedo; Buck e Cavalli/2008 ¹	BF=50 Hz; MF=2500 Hz.	BF= -; MF=50 Hz	BF=10 µs; MF=50 %.	BF= 15 s; MF= 15 s	BF= 15 s; MF= 15 s	15 min.
Domingues et al./2009 ²²	BF=54 Hz; MF=2500 Hz.	BF= -; MF=50 Hz	-	BF= 6 s; MF= 6 s	BF= 13 s; MF= 13 s	-
Alves, Nunes e Guirro/2011 ²⁴	BF=50 Hz; MF=2000 Hz.	BF= -; MF=50 Hz	BF=700 µs MF=100 µs	BF= 4 s; MF= 4 s	BF= 8 s; MF= 8 s	20 min.
Dantas et al./2012 ¹²	BF=50 Hz; MF=1000 Hz e 2500 Hz.	BF= -; MF=50 Hz;	BF = 200 e 500 µs; MF= 200 e 500 µs;	BF=10 s; MF= 10 s	BF=3 min.; MF= 3 min.	-
Campos-Jara et al., 2016 ²⁵	BF=100 Hz; MF=2500 Hz.	-	BF=400 µs; MF= -	BF=3 s; MF=10 s	BF= 17 s; MF= 50 s	15 min.
Alves et al./2017 ²⁶	BF=50 Hz; MF=2500 Hz.	BF= -; MF=50 Hz	BF= -; MF=50 %	BF=4 s; MF=4 s	BF= 4 s; MF= 4 s	-

Oliveira <i>et al./2018</i> ²³	BF=100 Hz; MF=1000 Hz.	-	BF=500 μ s; MF=500 μ s	BF=6 s; MF=6 s	BF= 18 s; MF= 18 s	15 min.
Pinfieldi <i>ai/2018</i> ²⁷	BF=75 Hz; MF=2500 Hz.	BF= -; MF=75 Hz.	BF=400 μ s; MF= -	BF=4 s; MF=4 s	BF= 10 s; MF= 10s	-
Montenegro <i>et al./2019</i> ²¹	MF=1000 Hz; MF=2500 Hz.	MF=50 Hz; MF=50 Hz	MF=2 μ s; MF=10 μ s	MF=9 s; MF=9 s	MF= 12 s; MF= 12 s	-

BF= Baixa frequência; MF= Média frequência

► DISCUSSÃO

Os artigos realizaram a comparação entre as correntes de baixa frequência e de média frequência, também as de média frequência entre si. Em alguns artigos foi efetuada também a avaliação do grau de desconforto de cada corrente e a comparação com a cinesioterapia sem associação a nenhum tipo de eletroestimulação.

A forma de avaliação predominante foi o dinamômetro. A dinamometria é uma ferramenta utilizada para medir força e pode se apresentar de duas formas, o dinamômetro manual, que mede a força máxima isométrica, e o dinamômetro isocinético, que mede a contração muscular máxima na posição padronizada pelo pesquisador ²⁹. Grande parte dos estudos utilizaram o dinamômetro isocinético por avaliar o grau de força durante o movimento na posição pré-determinada.

Dos artigos encontrados na literatura e utilizados neste estudo, um dos dados que se repetem em 3 deles é a desvantagem na utilização da corrente Russa quando comparada a outras correntes. Um estudo anterior de Macedo, Buck e Cavalli¹¹ obteve como resultado uma diminuição do pico de torque do grupo que utilizou a Corrente Russa e um aumento do torque do grupo que utilizou a corrente de baixa frequência. Este dado é encontrado também em outro estudo realizado por Dantas et al.¹², que demonstrou que quando comparada com as outras correntes analisadas,

a corrente Russa apresentou uma diferença significativamente baixa no pico de torque. No estudo de Campos-Jara et al.²⁵, somente o grupo que utilizou corrente de baixa frequência obteve diferença significativa quando comparado com o grupo controle. Uma possível explicação para a corrente Russa produzir um baixo pico de torque é o fato do músculo se fadigar mais rápido e, assim, apresentar menor produção de força³⁰.

Em outros estudos verificou-se que a corrente Russa não apresenta diferença significativa quando comparada ao exercício sem eletroestimulação, apesar de ser uma das correntes mais encontradas em estudos na literatura quando se diz sobre aumento ou melhora de força e trofismo muscular^{20,31}. Porém este dado é controverso ao estudo de Guirro et al.³², que realizou uma comparação entre a corrente de baixa frequência, corrente Russa e um grupo controle no aumento de força do músculo quadríceps. Os resultados demonstraram um aumento de força significativo em ambos os grupos que utilizaram eletroestimulação quando comparado com o grupo controle, porém destaca-se uma superioridade no aumento de força do grupo que utilizou a corrente Russa, apesar de não ser uma diferença significativa. Este resultado se assemelha ao estudo de Pinfildi et al.²⁷, que obteve como resultado um aumento significativo na produção de força no grupo que utilizou média frequência. Essa diferença nos resultados pode ser por conta das variáveis da amostra, como por exemplo, se são indivíduos sedentários ou atletas, além das variáveis dos parâmetros utilizados em cada corrente e o número de aplicações.

Em uma revisão realizada por Lima e Rodrigues¹⁶ acerca dos benefícios da corrente Russa no músculo reto abdominal para fins de fortalecimento e estética, mostrou um resultado satisfatório, aumentando hipertrofia e reduzindo flacidez muscular, demonstrando que a corrente Russa pode ser um instrumento favorável para ser utilizado em terapias que necessitem de eletroestimulação.

Nos estudos de Dantas *et al.*¹², Domingues *et al.*²², Alves *et al.*²⁶, Alves, Nunes e Guirro²⁴ e Oliveira *et al.*²³ não foi verificada diferença significativa

no pico de força ou de controle motor entre as correntes de baixa e média frequência. Quando as correntes de baixa frequência são comparadas com a corrente Aussie, que é uma corrente de média frequência, não foram verificadas diferenças significativas, o que pode demonstrar que as diferenças apresentadas nos estudos podem ocorrer apenas com a eletroestimulação com corrente Russa.

No artigo de Montenegro *et al.*²¹ não foi avaliada a força ou o controle motor, porém avaliou-se qual a intensidade de corrente era necessária para chegar nos limiares propostos no estudo. Os dados encontrados demonstraram que a intensidade é proporcional quanto amperagem utilizada entre as duas correntes. Apesar da corrente Aussie atingir os limiares com uma amperagem mais baixa, os graus de desconforto, e a diferença entre cada limiar se mostra igual, o que não certifica efetividade maior em nenhuma das correntes para alcançar os objetivos.

Os artigos avaliaram os níveis de desconforto utilizando a Escala Visual Analógica e os resultados não são consistentes quanto ao desconforto. No artigo de Pinfildi *et al.*²⁷ a corrente de média frequência apresentou menor desconforto, apesar dos autores não citarem qual foi a forma de avaliação, enquanto o artigo de Modesto *et al.*²⁸ apresentou menor desconforto na corrente de baixa frequência. Os artigos de Dantas *et al.*¹², Oliveira *et al.*²³ e Montenegro *et al.*²¹ verificaram que não há diferença significativa entre as correntes, sendo que tanto a corrente de baixa frequência quanto a corrente de média frequência apresentam um grau de desconforto considerável. Este dado é corroborado no estudo de Liebano e Alves³³, que realizou a comparação de desconforto das correntes de baixa e média frequência no músculo quadríceps de mulheres saudáveis. Estes resultados demonstram que o grau de desconforto não é um fator que deve ser levado em consideração no momento de escolher qual tipo de corrente excitomora será utilizada, pois a percepção de desconforto é subjetiva e, embora resultados controversos, a maior parte dos artigos se mostram similares neste quesito.

Sete dos dez artigos analisados realizaram o experimento utilizando o músculo quadríceps, o que é citado também na revisão sistemática de Bax, Staes e Verhagen³⁴. Uma hipótese para o uso deste músculo pode ser por conta de sua magnitude e por conta da sua composição heterogênea das fibras do tipo I e do tipo II. Esta heterogeneidade é percebida por conta da maior quantidade de fibras do tipo I, que são fibras de resistência, que existe no músculo vasto lateral em relação a quantidade de fibra do tipo II, e da maior quantidade de fibras do tipo II, que são fibras de potência, no vasto medial em relação a quantidade de fibra do tipo I. Na literatura os estudos que realizam a eletromiografia no músculo quadríceps tem como principal foco estes dois músculos, principalmente por conta das patologias associadas a disfunção destes músculos, como a síndrome de dor fêmoro-patelar³⁵.

O estudo de Bohórquez, Souza e Pino¹⁴, que avaliou a influência dos parâmetros de frequência e duração de pulso na corrente FES com a finalidade de padronizar os parâmetros, verificou que as correntes que utilizaram a modulação da frequência à 50Hz obtiveram um resultado superior às que utilizaram um parâmetro de 30Hz e 80Hz, quanto à largura de pulso, não foi encontrada nenhuma diferença significativa. No artigo de Briel, Pinheiro e Lopes³⁶ é apresentado que para atingir as fibras tônicas, ou fibras do tipo I, é necessária uma frequência de 20Hz a 30Hz, enquanto para atingir fibras fásicas, ou fibras do tipo II, é necessária uma frequência de 50Hz a 150Hz. Como nos estudos o objetivo era verificar força, estes podem ter sido os motivos para utilizarem correntes moduladas a uma frequência a partir de 50Hz.

Este estudo teve como objetivo realizar a comparação entre os tipos de corrente para verificar qual a mais eficaz na produção de força, porém apresentou como limitação a variável na quantidade de sessões de aplicação entre os estudos, os ciclos on e off e a duração da fase de cada corrente, duração esta que, segundo Selkowitz, Rossman e Fitzpatrick³⁷, está diretamente relacionada à carga imposta e quantidade de unidades motoras estimuladas durante a aplicação da eletroestimulação.

Dos artigos que realizaram a comparação entre as correntes de média frequência, os dados se encontram contraditórios, sendo que um dos estudos afirma que a corrente Aussie é melhor na produção de força quando comparada à corrente Russa, enquanto o outro artigo mostra que não há diferença significativa entre as correntes. Quanto à comparação entre as correntes de baixa e média frequência, os resultados também se divergem, sendo que há artigos que demonstram que a corrente de média frequência é superior na produção de força quando comparada com a corrente de baixa frequência, como também há artigos que apresentam a corrente de baixa frequência com uma produção de força superior a corrente de média frequência. Em outros artigos ainda é demonstrado que não há diferença significativa entre as correntes. Sendo assim, não é possível concluir qual corrente se mostra mais benéfica. Apesar disso, os estudos apresentaram resultados bastante consistentes em relação à eficácia da eletroestimulação na produção de força.

► CONCLUSÃO

A literatura se mostra contraditória em relação à qual corrente é mais eficaz na produção de força, porém, a maior parte dos artigos relatam que não há diferença significativa entre média e baixa frequência. Também, a comparação entre as correntes de média frequência se mostra inconclusivos, não sendo possível declarar qual se mostra mais eficaz na produção de força.

A avaliação de desconforto também demonstrou diferenças em seus resultados. Apesar de todas promoverem um grau de desconforto considerável, não é possível afirmar qual das correntes é mais confortável no momento da aplicação, isto porque o grau de desconforto é subjetivo.

Por fim, embora os resultados sejam inconclusivos com relação a qual a melhor frequência da corrente de EENM, muitos estudos têm demonstrado melhores resultados quando comparado a EENM ao grupo controle. Dessa forma, sugere-se que sejam realizados mais trabalhos práticos comparando os diferentes tipos de correntes na produção de força.

► REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Macedo ACB, Buck GR, Cavalli LMM. Análise comparativa da eletroterapia de média e baixa frequência no fortalecimento muscular do quadríceps em homens e mulheres sedentárias através da dinamometria isocinética. *Fisioter Bras* 2017; 9: 322.
2. Pinheiro DLSA, Alves GÂS, Fausto FMM, Pessoa LSF, Silva LA, Pereira SMF et al. Effects of electrostimulation associated with masticatory training in individuals with down syndrome. *Codas* 2018; 30: 1–6.
3. Araújo JM, Santos E. Dois protocolos distintos de reabilitação pulmonar em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica . Relato de casos e revisão de literatura. *Rev Bras Clin Med São Paulo* 2012; 10: 87–90.
4. Castro AR, Angelo RCO, Schwingel PA. Uso da corrente russa na reabilitação neurológica de paciente com traumatismo crânio encefálico: relato de caso. *ABCS Heal Sci* 2017; 42: 109–114.
5. Meireles ALF, Meireles LCF, Queiroz JCEDS, Tassitano RM, Soares FO, Oliveira AS. Eficácia da eletroestimulação muscular expiratória na tosse de pacientes após acidente vascular encefálico. *Fisioter e Pesqui* 2012; 19: 314– 319.
6. Fischer A, Spiegl M, Altmann K, Winkler A, Salamon A, Themessl-Huber M et al. Muscle mass, strength and functional outcomes in critically ill patients after cardiothoracic surgery: Does neuromuscular electrical stimulation help? The Catastim 2 randomized controlled trial. *Crit Care* 2016; 20: 1–13.
7. Dirks ML, Wall BT, Snijders T, Ottenbros CLP, Verdijk LB, Van Loon LJC. Neuromuscular electrical stimulation prevents muscle disuse atrophy during leg immobilization in humans. *Acta Physiol* 2014; 210: 628–641.

8. Shimazu T, Noguchi K, Shimizu K, Shiozaki T, Ohnishi M, Mouri T, et al. The effect of electrical muscle stimulation on the prevention of disuse muscle atrophy in patients with consciousness disturbance in the intensive care unit. *J Crit Care* 2013; 28: 536.e1-536.e7.
9. Gerovasili V, Stefanidis K, Vitzilaios K, Karatzanos E, Politis P, Koroneos A, et al. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: A randomized study. *Crit Care* 2009; 13: 1–8.
10. Karatzanos E, Gerovasili V, Zervakis D, Tripodaki ES, Apostolou K, Vasileiadis I, et al. Electrical muscle stimulation: An effective form of exercise and early mobilization to preserve muscle strength in critically ill patients. *Crit Care Res Pract*; 2012; 12: 1-8.
11. Williams N, Flynn M. A review of the efficacy of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients. *Physiother Theory Pract*, 2013; 13: 1-6.
12. Dantas LO, Vieira A, Junior ALS, Salvani TF, Durigan JLQ. Comparison between the effects of four different electrical stimulation current waveforms on isometric knee extension torque and perceived discomfort in healthy women. *Accepted Article*, 2012; 12: 1–27.
13. Bansal G, Tewari RP, Shukla KK. State of art: Functional Electrical Stimulation (FES). *Int. J. Biomedical Engineering and Technology*; 2011; 5(1): 77-99.
14. Bohórquez IJR, Souza MN, Pino AV. Influência de parâmetros da estimulação elétrica funcional na contração concêntrica do quadríceps. *Rev Bras Eng Biomed* 2013; 29: 153–165.
15. Sijobert B, Le Guillou R, Fattal C, Azevedo Coste C. FES-Induced Cycling in Complete SCI: A Simpler Control Method Based on Inertial Sensors. *Sensors* 2019, 19: 4268, 1-10.
16. Lima EPF, Rodrigues GB de O. A estimulação russa no fortalecimento da musculatura abdominal. *ABCD Arq Bras Cir Dig*, 2012; 25: 125–128.

17. Ward AR, Shkuratova N, Russian Electrical Stimulation: The Early Experiments Perspective. *Physical Therapy*, 2002. 82: 10, 1019-1030.
18. Lloyd T, Domenico G, Strauss GR, Singer K. A Review of the Use of ElectroMotor Stimulation in Human Muscles. *The Australian J. of Physiother.* 1986; 32: 1, 18-30.
19. Kramer JF, Mendryk SW. Electrical Stimulation as a Strength Improvement Technique: A Review. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1982; 4: 2, 91-98.
20. Pernambuco AP, Carvalho NM, Santos AH. A eletroestimulação pode ser considerada uma ferramenta válida para desenvolver hipertrofia muscular? *Fisioter em Mov* 2013; 26: 123–131.
21. Montenegro EJM, dos Santos KV, de Alencar GG, Siqueira GR, Maia JN, Andrade MA. Use of russian and aussie current in isometric tetanization of the quadriceps femoris. *Rev Bras Med do Esporte* 2019; 25: 142–146.
22. Domingues PW, Moura CT, Onetta RC, Zinezi G, Buzzanello MR, Bertolini GRF. Efeito da eem associada à contração voluntária sobre a força de preensão palmar. *Fisioter. Mov.* 2009; 22: 19–25.
23. Oliveira P, Modesto KAG, Bottaro M, Babault N, Durigan JLQ. Training Effects of Alternated and Pulsed Currents on the Quadriceps Muscles of Athletes. *Int J Sports Med* 2018; 39: 535–540.
24. Alves PGJM, Nunes FR, Guirro ECO. Comparison between two different neuromuscular electrical stimulation protocols for the treatment of female stress urinary incontinence: a randomized controlled trial. *Rev Bras Fisioter.* 2011;15(5): 393-8.
25. Campos-Jara C, Martínez-Salazar C, Carrasco-Alarcón V, Arcay-Montoya R, Ramírez-Campillo R, Mariscal-Arcas M, et al. Medicina del Deporte Original Efecto de 8 semanas de corriente TENS modificada y la corriente rusa, sobre la fuerza muscular y la composición corporal. *Rev Andal Med Deport* 2016; 9: 3– 6.

26. Sijobert B, Le Guillou R, Fattal C, Azevedo Coste C. 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.
27. Pinfildi CE, Antonio Carvalho Andraus R, Megumi Iida L, Prado RP. Neuromuscular electrical stimulation of medium and low frequency on the quadriceps femoris estimulação elétrica neuromuscular de média e baixa frequência no músculo quadríceps femoral. *Acta Ortop Bras.* 2018;26(5):346-9.
28. Modesto KAG, Oliveira PFA, Fonseca HG, Azevedo KP, Guzzoni V, Bottaro MF, et al. Russian and Low-Frequency Currents Training Programs Induced Neuromuscular Adaptations in Soccer Players: Randomized Controlled Trial. *Journal of Sports Rehabilitation.* 2019, 1-25.
29. Guimarães RM, Pereira JS, Batista LA, Scianni CA. Dinamômetro: Dinamômetro Manual Adaptado: Medição de Força Muscular do Membro Inferior. *Fit Perform J* 2005; 4: 145–149.
30. Jones DA. High-and low-frequency fatigue revisited. *Acta Physiol Scand* 1996; 156: 265–270.
31. 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: 435–440.
32. Guirro R, Nunes C, Davini R. Comparacao dos efeitos de dois protocolos de estimulacao eletrica neuromuscular sobre a forca muscular isometrica do quadriceps. *Rev. fisioter. Univ. São Paulo* 2000; 7: 10–5.
33. Liebano RE, Alves LM. 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: 50–53.

34. Bax L, Staes F, Verhagen A. Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? A systematic review of randomised controlled trials. *Sport Med* 2005; 35: 191–212.
35. Ribeiro DC, Loss JF, Cañeiro JPT, Lima CS, Martinez FG. Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão do joelho em diferentes velocidades. *Acta Ortopédica Bras* 2005; 13: 189–193.
36. Briel AF, Pinheiro MF, Lopes LG. Influência da corrente russa no ganho de força 27 e trofismo muscular dos flexores no antebraço não dominante. 2003; 7(3): 205- 210.
37. Selkowitz DM, Rossman EG, Fitzpatrick S. Effect of burst-modulated alternating current carrier frequency on current amplitude required to produce maximally tolerated electrically stimulated quadriceps femoris knee extension torque. *Am J Phys Med Rehabil* 2009; 88: 973–978

Recebido em 04/11/2020
Revisado em 12/08/2021
Aceito em 31/08/2021