

Análise comparativa do pico de força e controle motor do músculo tibial anterior após cinesioterapia e estimulação neuromuscular

Comparative analysis of strength peak, and motor control of the tibialis anterior muscle after Kinesiotherapy and Neuromuscular stimulation

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.

RESUMO: **Introdução:** O fortalecimento muscular pode ser realizado por exercícios ativos, ativos resistidos e também, a estimulação elétrica neuromuscular (EENM), são algumas dentre as diversas técnicas terapêuticas utilizadas pelo fisioterapeuta. **Objetivo:** Analisar se existe diferença entre o fortalecimento muscular ativo somente e com associação de Eletroestimulação Neuromuscular no músculo Tibial Anterior em mulheres sedentárias. **Métodos:** Participaram 18 voluntárias, selecionadas aleatoriamente, divididas em 3 grupos com a mesma quantidade em cada, sendo que o primeiro grupo foi realizado apenas fortalecimento ativo com carga (Cinesioterapia), o segundo grupo realizou o fortalecimento ativo com carga do músculo tibial anterior associado a estimulação com a corrente FES, e o terceiro grupo, fortalecimento ativo com carga associado a estimulação com a corrente Russa. Para avaliação foram coletados o Pico máximo de força e Controle motor através da célula de carga. **Resultados:** Com relação ao pico de força, o grupo que obteve um melhor desempenho mantendo a média mais próxima do valor anterior foi o grupo que associou a corrente FES, já no controle motor o grupo que teve menor variação após a terapêutica foi o que associou a corrente Russa, seguida da que associou corrente FES porém, apenas 48 horas depois. **Conclusão** Os exercícios de fortalecimento associado a corrente FES teve um melhor desempenho no pico máximo de força, e o grupo associado à corrente Russa teve um melhor controle motor após a terapêutica.

Palavras-chave: Controle motor; Eletroestimulação; Fortalecimento muscular; Pico máximo de força.

ABSTRACT: **Introduction:** Muscle strengthening can be accomplished by active exercise, weathered assets and also the neuromuscular electrical stimulation (NMES), are some among the various therapeutic techniques used by the physiotherapist. **Goal:** Analyze whether there are differences between the active muscle strengthening and only with neuromuscular electrical stimulation association in anterior tibialis muscle in sedentary women. **Methods:** 18 volunteers participated, selected randomly divided into 3 groups with the same amount in each, and the first group was conducted only active strengthening load (kinesiotherapy), the second group performed the active strengthening with load of the tibialis anterior muscle associated with the stimulation current FES, and the third group, strengthening active with load associated with stimulation with Russian current. For evaluation were collected the maximum peak strength and motor control through the load cell. **Results:** with relation to strength peak, the group that achieved a better performance by keeping the closest measure of the previous value, was the group that used the FES current, about the motor control, the group that had less variation after therapy, was the group that used the Russian current, followed by those who used the FES current, however, only 48 hour after. **Conclusion:** Strengthening exercises associated with FES current performed better at the max strength peak, and the group associated with the current Russian had a better motor control after therapy.

Key Words: Motor control; Electrostimulation; Muscle strengthening; Maximum peak strength.

Daziane dos S. Alves¹
Allison Gustavo Braz¹
Euller Cunha F. Machado¹
Franciane Assis Moraes¹
Rodrigo Paschoal Prado¹

¹ Curso de Fisioterapia da
Universidade Federal de
Goias - Regional Jataí

Introdução

O sedentarismo é constituído por uma atividade física insuficiente e sem padrão ou por uma inatividade física. Segundo a última Pesquisa Nacional de Saúde em 2013, na região Centro-Oeste apenas 24,1% dos adultos praticam um nível recomendado de atividade física no seu lazer. O índice de insuficiência em atividade física em mulheres foi maior na região Norte com 56,4% e de homens na região Nordeste com 41%¹. Na região leste de Goiânia – GO a prevalência de adultos sedentários é de 62,3%².

A organização Mundial de Saúde (OMS) estima que em todo o mundo, pouco mais de 60% dos adultos não cumprem os níveis mínimos de atividade física que seriam benéficos para saúde. O sedentarismo é identificado como o 4º principal fator de risco para mortalidade global^{3,4,5}.

Para iniciar um programa de exercícios é importante uma avaliação funcional e cardiovascular para identificar possíveis condições que possam interferir no desempenho ou até mesmo oferecer riscos⁶. O fortalecimento muscular entre eles, os exercícios ativos, ativos resistidos e também, a estimulação elétrica neuromuscular (EENM), são algumas dentre as diversas técnicas terapêuticas utilizadas pelo fisioterapeuta⁷.

Nas práticas clínicas os exercícios de fortalecimento são muito utilizados no sentido de prevenção e colaborando na reabilitação de diferentes disfunções. No que se refere à eletroestimulação, a corrente Russa é uma das mais utilizada, estimula os nervos motores, despolarizando as membranas, induzindo a contração muscular mais forte e sincronizada, resultando no fortalecimento muscular⁸. Para essa mesma função tem a Estimulação Elétrica Funcional (FES – Functional Electrical Stimulation), técnica de estimulação elétrica dos neurônios motores que tem também como objetivo a contração muscular⁹. Ambos são usados na prática clínica para o fortalecimento de músculos enfraquecidos e para a recuperação ou preservação da função do mesmo, durante atividades reduzidas por algum fator ou de imobilização¹⁰. Apesar das diferenças de parâmetros físicos entre as correntes de média e baixa frequência, não há diferença entre elas em relação à eficiência da estimulação¹¹. Atribui-se às correntes de média frequência maior conforto sensorial à estimulação, pois esse tipo de corrente, em função da alta frequência, minimizaria o desconforto sensorial na pele, permitindo que a estimulação seja mais intensa e profunda, o que resultaria em maior indução de força de contração muscular quando comparadas a de baixa frequência¹².

Um fator que diferencia a contração muscular através da EENM e da contração voluntária é na forma de recrutamento das unidades motoras. Uma vez que a contração voluntária de baixa intensidade, as fibras do tipo I são recrutadas primeiramente. Logo em seguida quando a contração torna-se mais intensa as fibras do tipo IIa são recrutadas e então, as fibras IIx. Porém em uma contração provocada pela EENM, as fibras tipo IIx se contraem antes das fibras tipo I, tornando assim a contração mais intensa, já que pesquisas recentes revelaram que a fibra muscular mais rápida nos humanos é a fibra tipo IIx.¹³

Os exercícios resistidos classificados como “isotônicos” são normalmente realizados com movimentação articular, alternando contrações musculares concêntricas e excêntricas. O estímulo mecânico é influenciado pela quantidade de resistência (peso) oferecida além do número de repetição, que variam normalmente em séries 10/12 repetições dependendo do programa de exercícios no qual a pessoa será inserida¹⁴. Lembrando que é classificado por “repetição” o conjunto de movimento concêntrico e excêntrico que se realiza sequencialmente, e por “séries” os exercícios realizados em um conjunto de repetições¹⁵.

Na literatura não existem muitos trabalhos que avaliam os efeitos da realização apenas da cinesioterapia, ou associado à eletroestimulação com Estimulação elétrica funcional (FES) e Russa, no trabalho muscular, hipertrofia, ganho de força e controle motor. Desse modo, há necessidade da realização de estudos que abordassem essas técnicas a fim de obter um tratamento mais eficaz e seguro para o paciente.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo analisar o pico de força e controle motor de mulheres

sedentárias saudáveis após a realização de uma sessão de cinesioterapia somente ou associados a estimulação elétrica neuromuscular (FES e Corrente Russa).

Materiais e métodos

Trata-se de um estudo analítico experimental e randomizado, sendo desenvolvido em seres humanos, onde a intervenção foi controlada pelos pesquisadores e aplicadas de forma aleatória em um grupo de participantes¹⁶. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Rio Verde (UNIRV), número 1.454.646 em 17 de Março de 2016.

Grupo Amostral

Participaram da pesquisa 18 voluntárias selecionadas aleatoriamente, com idade entre 18 a 27 anos, não praticavam nenhum tipo de exercício físico regular, interessaram pela pesquisa e não possuíam nenhum tipo de problema neuromuscular e/ou articular de membros inferiores. Todas as voluntárias concordaram e assinaram o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido).

Os critérios de exclusão foram: voluntárias que apresentaram alguma desordem neuromuscular e/ou articular de membros inferiores, que não se classificava como sedentária ou não concordaram em assinar o TCLE.

Instrumentação

A análise eletromiográfica foi obtida através do eletromiógrafo da marca Miotec, com conversor Analógico-Digital CAD 12/32 de oito canais e com um ganho de sinal de 1000 vezes, filtro de 500 Hz (passa baixa) e filtro de 20 Hz (passa alta), frequência de amostragem de 1000 Hz, software de aquisição de dados AQD5, sendo a técnica bipolar com eletrodos de superfície. Os sensores foram padronizados de acordo com a entidade SENIAM (*Surface EMG for a Non-Invasive Assessment of Muscles*) para posicionamento adequado na voluntária. Para captação do sinal EMG utilizou-se eletrodos de superfície conectados a um módulo de aquisição de sinais biológicos. Eletrodos de superfície bipolar descartáveis (MediTrace), de 1 centímetro de diâmetro, foram posicionados sobre o músculo Tibial Anterior do membro inferior dominante, na porção do ventre muscular, com distância intereletrodos de 2 centímetros. Para a eletroestimulação das correntes FES e corrente Russa foram através do aparelho da marca KLD que contém quatro (4) canais^{17,18}.

Mensuração da força máxima

Para a mensuração da força máxima (Kg) foi utilizada uma célula de carga modelo MM-100 (KRATOS). O sinal gerado pela célula de carga durante a tração exercida pela dorsiflexão isométrica voluntária máxima da perna foi captado simultaneamente ao sinal eletromiográfico.

Previamente ao início da avaliação, a célula de carga foi devidamente calibrada de acordo com o manual fornecido pelo fabricante do equipamento.

Mensuração do controle motor

Após a avaliação da força máxima da voluntária, foi realizado o cálculo de 20% desta força para estabelecer o valor alvo. Este valor foi utilizado para analisar o controle motor de cada voluntária.

Após estabelecido o valor alvo, a voluntária recebeu um feedback visual, onde observava uma linha e o valor determinado no monitor do computador. Cada voluntária foi instruída a fazer o mesmo movimento de dorsiflexão e elevar o sinal da força até o valor alvo e manter neste valor por 30 segundos. Nesta avaliação, quando a voluntária

realizava a contração muscular (dorsiflexão) aumentava a força e quando relaxava a musculatura diminuía a força. A ideia desta avaliação é a voluntária realizar a contração muscular até a atingir a força correspondente a 20% da força máxima e manter neste valor durante 30 segundos, assim mostrando o controle motor do músculo Tibial Anterior. Com isso, foram analisadas as variações entre a força máxima e mínima que a voluntária realizava para manter o valor alvo e a diferença entre o valor alvo e a média da força (entre força máxima e mínima) que cada voluntária exercia (Figura 1).



Figura 1. Posicionamento para captura do Pico máximo de força e Controle Motor.

Procedimentos experimentais

Todas as voluntárias ao chegar ao local da pesquisa para avaliação e intervenção descansavam sentadas por 10 minutos antes de qualquer procedimento.

Antes da colocação dos eletrodos, a pele era preparada com tricotomia e limpeza com álcool a 70%, permitindo boa aderência dos eletrodos à pele.

As voluntárias foram divididas em 3 grupos com a mesma quantidade em cada, sendo que o primeiro grupo foi realizado apenas Cinesioterapia, o segundo grupo realizou a cinesioterapia associado a estimulação com a corrente FES do tibial anterior, e o terceiro grupo, cinesioterapia associado a estimulação com a corrente Russa.

Para a realização do procedimento de avaliação, as voluntárias ficavam sentadas em uma cadeira posicionadas com o quadril em 90° de flexão, joelho em flexão de 40° graus e tornozelo em posição neutra. Um dispositivo com a célula de carga foi acoplado nos metatarsos do membro inferior dominante, realizado a limpeza da região do ventre muscular do músculo tibial anterior, após foi fixado o eletrodo do EMG a 1/3 entre a cabeça da fíbula e maléolo medial e o eletrodo de referência no processo estiloide da ulna.

Após o posicionamento da voluntária os testes foram executados em quatro etapas: na primeira etapa foi realizado o teste de força máxima, onde a voluntária sustentava por 10 segundos a contração para determinação da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) encontrando neste teste o pico de força máxima e foi realizado o teste de controle motor onde a voluntária sustentava por 30 segundos a carga de 20% da CIVM.

Posteriormente, foi calculado o valor de 30% do pico de força máxima de cada voluntária para a determinação

da quantidade de carga a ser utilizado para a realização do protocolo de fortalecimento muscular. Este protocolo realizado com a voluntária sentada na maca com tornoeleiras correspondente a sua carga, foram realizadas 3 series de 10 repetições e imediatamente após os exercícios era realizado novamente a avaliação do pico de força e do controle motor, sendo esta a segunda etapa da avaliação (Figura 2).



Figura 2. Fortalecimento ativo com carga (Cinesioterapia).

Após 10 minutos do protocolo de exercício as voluntárias executaram o teste de recuperação, avaliado novamente o pico de força e controle motor, sendo este teste a terceira etapa.

O teste de comprovação, quarta etapa, após recuperação do músculo foi realizado 48 horas e novamente avaliado o pico de força máxima e controle motor como feedback visual a intensidade da força externa monitorada pela célula de carga.

As voluntárias do segundo grupo realizaram os mesmos procedimentos do primeiro grupo, porém o protocolo de exercício de fortalecimento era realizado com tornoeleiras correspondente a sua carga, 3 series de 10 repetições,

associado a eletroestimulação com a corrente de eletroestimulação FES, acoplada exatamente onde os eletrodos do eletromiógrafo estavam posicionados, com os parâmetros de: frequência de 50 Hz, com rampa de subida 1 segundo, rampa de contração 4 segundos, rampa de descida 2 segundos, rampa de repouso 4 segundos, esses parâmetros foram modulados para acompanhar a contração natural durante a execução do exercício. A intensidade aplicada a cada indivíduo foi estabelecida respeitando a sensibilidade de cada voluntária, sendo o limite a intensidade máxima suportada pela voluntária dentro do limiar motor. Imediatamente após a intervenção e após 10 minutos (teste de recuperação) e após 48 horas do protocolo de exercício com a eletroestimulação com FES foram avaliados novamente o pico de força máxima e controle motor (Figura 3).



Figura 3. Fortalecimento associado eletroestimulação FES/Russa.

O terceiro grupo de voluntárias realizaram os mesmos procedimentos dos grupos anteriores, porém o protocolo de exercício era realizado com tornoeleiras correspondente a sua carga, 3 series de 10 repetições, associado a eletroestimulação com a corrente RUSSA, acoplada exatamente onde os eletrodos do eletromiógrafo estavam posicionados, com os parâmetros de: frequência de 50 Hz, ciclo ativo de 50%, com rampa de subida 1 segundo, rampa

de contração 4 segundos, rampa de descida 2 segundos, rampa de repouso 4 segundos, esses parâmetros foram modulados para acompanhar a contração natural durante a execução do exercício. A intensidade aplicada a cada indivíduo foi estabelecida respeitando a sensibilidade de cada voluntária, sendo o limite a intensidade máxima suportada pela voluntária dentro do limiar motor. Imediatamente após a intervenção e após 10 minutos (teste de recuperação) e após 48 horas do protocolo de exercício com a eletroestimulação com a corrente Russa foram avaliados novamente o pico de força máxima e controle motor.

Depois de coletados os dados, a análise estatística foi realizada pelo programa GraphPad Prism 6.

Resultados

No primeiro grupo Cinesioterapia, as seis voluntárias do grupo apresentavam idade de $20,83 \pm 1,41$ anos, massa de $60,15 \pm 1,62$ Kg e altura de $1,41 \pm 0,05$ m, no segundo grupo Cinesioterapia associado FES, as seis voluntárias apresentavam idade de $22,7 \pm 1,87$ anos, massa de $32 \pm 9,65$ Kg e altura de $1,63 \pm 0,07$ m e no terceiro grupo Cinesioterapia associado Russa, as seis voluntárias do grupo apresentavam idade de $20,7 \pm 3,39$ anos, massa de $55,37 \pm 8,04$ Kg e altura de $1,6 \pm 0,06$ m.

Estes gráficos (Figura 4 e Figura 5) são um boxplot, onde o quadrado do meio é a média, o traço do centro é a mediana, a base e o topo são o desvio padrão e os asteriscos ligados por uma linha são o mínimo e o máximo. Nele observa-se nitidamente a variação do desvio padrão.

Na figura 4, apresenta a porcentagem do pico de força máxima de cada grupo, sendo que a porcentagem é comparada sempre tomando como referência a avaliação antes de cada terapêutica. Onde o certo seria o indivíduo apresentar uma fadiga maior logo após a terapêutica, sendo que a única média que fica próximo do anterior é do grupo FES.

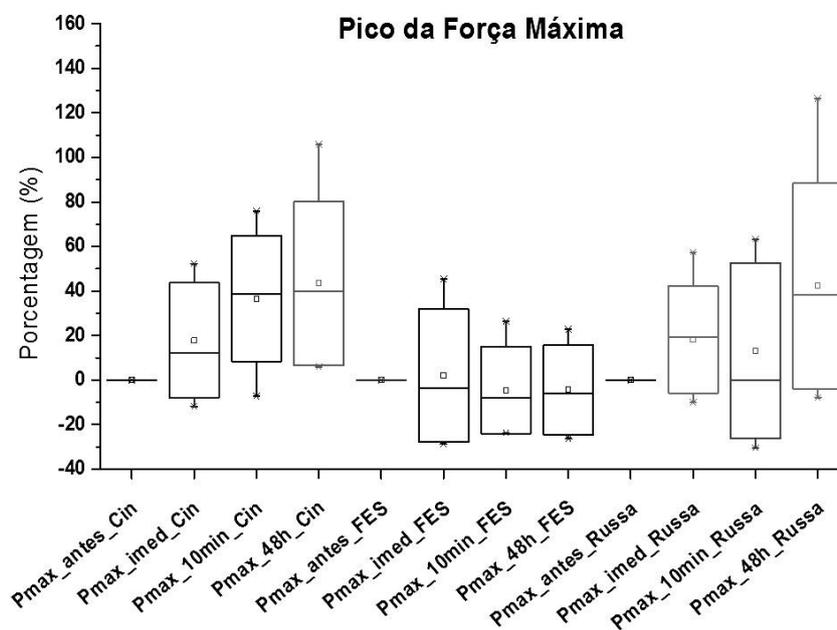


Figura 4. Porcentagem do Pico máximo de força em cada grupo.

Em relação ao controle motor, foram analisadas as variações entre a força máxima e mínima que a voluntária realizava para manter o valor alvo (20% da força máxima) e a diferença entre o valor alvo e a média da força (entre força máxima e mínima) que cada voluntária exercia, observa-se na figura 5 que quanto mais próximo do zero é melhor, pois mostra que a amplitude de contração foi mais baixa, ou seja, apresentando pouca variação.

Portanto nota-se que o grupo que associou a corrente Russa foi o que apresentou melhor controle motor imediatamente após a terapêutica e os outros grupos apresentam melhores resultados 10min após, mas em 48h o melhor resultado foi apresentado pelo grupo que associou a corrente FES.

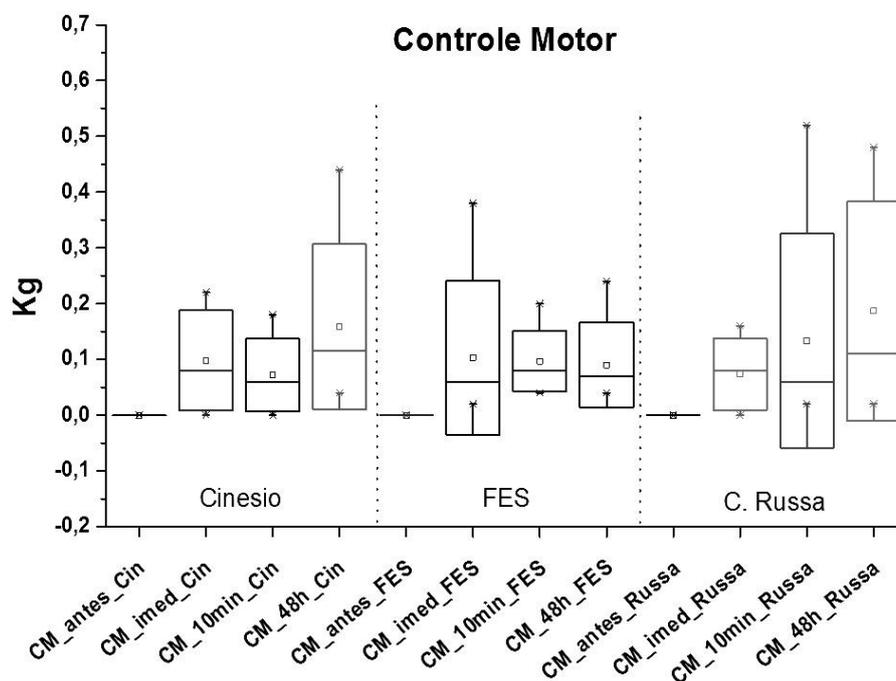


Figura 5. Médias do controle motor de cada grupo.

Com a análise estatística, 2way ANOVA observou-se que não houve diferença estatisticamente significante entre os Grupos Cinesioterapia, FES e Russa, ($p>0,05$).

Discussão

Dentre os diversos recursos terapêuticos, a estimulação elétrica é capaz de promover uma contração intensa, são responsáveis por isso as fibras do tipo IIx por produzir mais força. Em seu estudo Lima *et al.*¹⁹ afirmam em seu artigo de revisão bibliográfica, que a eletroterapia pode ser utilizada no plano de treinamento de força, porém leva desvantagem quando comparada aos exercícios resistidos, pois este, oferece uma maior vantagem, já que proporciona ao paciente um aprendizado psicomotor, recrutamento assíncrono das unidades motoras, estimulando os órgãos tendinosos de Golgi, protegendo o músculo e diminuindo o risco de lesões.

Um fator que pode ter interferido nos resultados, do presente estudo, foi o fato de ser realizado apenas 1 (uma) intervenção em cada grupo, pois, já foi comprovado em outros estudos a eficácia da eletroestimulação no fortalecimento muscular Briel *et al.*²⁰, encontraram resultados satisfatórios em ganho de força e trofismo dos flexores de antebraço após 10 sessões de Russa.

Existem poucos estudos que comparam a EENM com a contração voluntária máxima (CVM). Porém, Cuzzolin *et al.*²¹ em seu artigo contendo 16 voluntárias, observou hipertrofia na musculatura abdominal após 18ª e a 36ª sessão associando a EENM com a CVM ou apenas a eletroestimulação isoladamente. Em contrapartida Siqueira *et al.*²², em um estudo com corrente Russa associado à contração voluntária, obteve um melhor resultado com a aplicação somente da corrente Russa ganhando 10 cm acima da patela no quadríceps esquerdo, 5,55% de trofismo comparado associado à (CVM) e teve apenas 1,02% de ganho.

No presente estudo, foi calculado o valor de 30% do pico de força máxima de cada voluntária para a

determinação da quantidade de carga a ser utilizado para a realização do protocolo de cinesioterapia. Esse valor foi baseado em um estudo onde se realizou o teste de carga máxima e as cargas de aproximadamente 20%, 30%, 40% e 50% foram utilizadas, do qual nesse trabalho utilizamos 30%²³.

Após realizar um exercício, o esperado é que o indivíduo esteja com a musculatura fadigada, portanto, sua força estará automaticamente diminuída. Nos dados observa-se o grupo que manteve mais próximo da média de força da avaliação inicial foi o que associou a corrente FES, mostrando ser mais eficaz na geração de fadiga quando comparada a Cinesioterapia e associada com a corrente Russa. Nos grupos da Cinesioterapia somente e com a associação com a corrente Russa, observa-se que os picos de força aumentaram após a intervenção mostrando que o protocolo usado não foi suficiente para gerar fadiga muscular ou também, pode sugerir que houve uma maior ativação das fibras musculares. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Soares *et al.*²⁴ verificaram que a corrente de média frequência é mais eficaz no aumento de força muscular comparada as correntes de baixa frequência apesar de ambas terem ganho de força. Sendo essa diferença de 22,7% para as de média frequência e 8,7% para as de baixa frequência.

O estudo foi realizado por mulheres sedentárias, devido ao fácil acesso e por acreditar que o desuso (inatividade) do músculo estudado pode levar à fraqueza muscular, porém, todas as voluntárias eram saudáveis. Pernambuco *et al.*²⁵, em um estudo realizado com voluntárias saudáveis submetidas a 30 sessões de estimulação não associada a exercícios regulares e concluíram que apenas isso foi incapaz de promover hipertrofia, sendo necessário para um resultado mais satisfatório associação da pratica de exercício regular.

Santos *et al.*²⁶ realizou um estudo comparando o exercício resistido e a eletroestimulação (FES) no fortalecimento e hipertrofia do musculo quadríceps, observou que o resultado foi favorável para aqueles que executaram exercício resistido promoveu aumento no volume da massa e força muscular, porém não foi observado o mesmo com a utilização apenas da eletroestimulação (FES). Posteriormente, vários autores afirmaram que a eletroestimulação (FES) matem a preservação funcional do musculo auxiliando na restauração da força muscular através da facilitação neuromuscular com recrutamento neuromuscular das unidades motoras^{27,10}.

Analisando o controle motor do presente estudo, sabendo que quanto menor a variação melhor o controle motor, o grupo que associou a corrente Russa apresentou melhor controle motor logo após a terapêutica e os demais grupos apresentaram melhor controle motor 10 minutos depois da intervenção, destacando o grupo que associou a corrente FES após 48 horas tendo melhor controle motor. Entretanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Por fim, sugere-se a continuidade do presente estudo, porém com uma amostragem maior, e também número de sessões, para que os futuros resultados possam ser ainda mais satisfatórios, melhorando assim a qualidade nos exercícios e de aplicação das correntes FES e Russa para seus devidos fins.

Conclusões

A partir dos dados encontrados neste estudo, conclui-se que a cinesioterapia isoladamente ou associada a eletroestimulação FES e Russa, em uma única intervenção não apresentou diferenças significativas entre os grupos para o pico de força e controle motor.

Referências

1. Pesquisa Nacional De Saúde. Percepção do Estado de Saúde, Estilos de Vida e Doenças Crônicas. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: 2014.

2. Jardim PCBVJ, *et al.* Hipertensão arterial e alguns fatores de risco em uma capital brasileira. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia*. 2007; 88(4) 452-457.
3. World Health Organization: Health and Development Through Physical Activity and Sport. Geneva: WHO; 2003.
4. World Health Organization: Global Recommendations on Physical Activity for Health: WHO; 2010.
5. Mendes R, Souza N, Barata JLT. Atividade Física e Saúde. Publica Recomendações para a Prescrição do Exercício. *Acta Med Port*. 2011; 24(1): 1025-1030.
6. Valim V. Benefícios dos exercícios Físicos na Fibromialgia. *Revista Brasileira Reumatologia*. 2006; 46(1): 49-55.
7. Agne JE. Eletrotermoterapia, teoria e prática. Santa Maria: Orium; 2005.
8. Lima E, Rodrigues GBO. A Estimulação Russa no Fortalecimento da musculatura abdominal. *Arq Bras Cir Dig*. 2012; 25(2): 125-128.
9. Lopes PGS. Manual do Equipamento TENS/FES. Indústria de Equipamentos Eletro-Eletronicos Ltda. Disponível em: www.capefisio.com.br [2015 out 02].
10. Bohorquez IJR, Souza MN, Pino AV. Influência de parâmetros da estimulação elétrica funcional na contração concêntrica do quadríceps. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*. 2013; 29(2): 153-165.
11. Medeiros FVA. Influência de Correntes de Média e Baixa frequência e da dobra cutânea sobre o desconforto sensorial e o pico de torque extensor do joelho. [Dissertação de Mestrado]. Brasília: Universidade de Brasília; 2014.
12. Liebano RE, Alaves LM. Comparação do índice de desconforto sensorial durante a estimulação neuromuscular com correntes excitomotoras de baixa e média frequência em mulheres saudáveis. *Rev Bras Med Esporte*. 2009; 15(1): 50-53.
13. Wilmore JH, Costill D, Kenndy LWL. Fisiologia do esporte e do exercício. Barueri: Manole; 2013.
14. Gentil P, Oliveira E, Fontana K, *et al.* treinamento de força no lactato sanguíneo e características de cargas em homens treinados recreacionalmente. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2006; 12(6).
15. Pizzato LM, Arakaki JC, Vasconcelos R, *et al.* Análise da Frequência Mediana do Sinal Eletromiográfico de Indivíduos com Lesão do Ligamento Cruzado Anterior em Exercícios Isométricos de Cadeia Cinética Aberta e Fechada. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2007; 13(1).
16. Souza JA. Postura e disfunção temporomandibular: avaliação fotogramétrica, baropodométrica e eletromiográfica. [Dissertação de Mestrado]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2010.
17. Marchetti PH, Uchida MC. Influência da fadiga Unilateral de membro inferior sobre o salto vertical Bilateral. *Rev. Bras Med Esport*. 2011; 17(6).
18. Silva L. Atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo após estimulação elétrica neuromuscular. *Revista Terapia Manual*. 2011; 9(42): 119-125.
19. Lima APT, Ribeiro LA, Coimbra LMC, Santos MRN, Andrade EN. Mecanoterapia e fortalecimento muscular: Um Embasamento Seguro para um tratamento eficaz. *Revista Saúde*. 2006; 2(2): 143-152.
20. Briel AF, Pinheiro MF, Lopes LG. Influência da corrente russa no ganho de força e trofismo muscular dos flexores do antebraço não dominante. *Arq. Ciênc. Saúde Unipar*. 2003; 7(3): 205-210.
21. Cuzzolin JS, Ferreira LMN, Cirillo F, Evandro ES, Garcia SLC, Koeke P. Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular associada ou não a exercícios de contração muscular voluntária máxima. *Fisioterapia Brasil*. 2005; 6(3): 186-191.
22. Silqueira TF, Souza CL, Santos BS, Fonseca CSM, Nascimento WM, Junior JGS, Lima LM. Corrente russa isolada e associada à contração voluntária na flacidez. XIII Jornada De Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX 2013 – UFRPE: Recife; 2013.
23. Silva SRD, Gonçalves M. Análise da fadiga muscular pela amplitude do sinal eletromiográfico. *Revista Brasileira Ciência e movimento*. 2003; 11(3): 15-20.
24. Soares AV, Pagliosa F, Oliveira GO. Estudo comparativo entre a estimulação elétrica neuromuscular de baixa e média frequência para o incremento da força de preensão em indivíduos sadios não treinados. *Fisioter Bras*. 2002; 3(6): 45-50.
25. Pernambuco AP, Carvalho NM, Santos H. A eletroestimulação pode ser considerada uma ferramenta válida para desenvolver hipertrofia muscular? *Fisioter. Mov*. 2013; 26(1): 123-131.
26. Santos GC, Freire EF, Freire RF, Junior ES. Análise Comparativa da Hipertrofia e Fortalecimento do músculo quadríceps a partir do exercício resistido x eletroestimulação (FES). *Ciências Biológicas e da Saúde*. 2015; 2(3): 21-22.

27. Abdalla RJ, Monteiro DA, Dias L, *et al.* Comparação entre os resultados obtidos na reconstrução do ligamento cruzado anterior do joelho utilizando dois tipos de enxertos autólogos: tendão patelar versus semitendíneo e grácil. *Revista Brasileira de Ortopedia.* 2009; 44(3).