

Artigo original

Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular associada ou não a exercícios de contração muscular voluntária máxima

Effects of the neuromuscular electrical stimulation associated or not with exercises of maximum voluntary muscular contraction

Janine Cuzzolin E Silva, M.Sc.*, Luis Ferreira Monteiro Neto, M.Sc.*, Flávio Cirillo, M.Sc.** , Evandro Emanuel Sauro, D.Sc.** , Selma Garcia Laraia Colman, D.Sc.***, Paulo Koeke, M.Sc****, Nivaldo Antonio Parizotto, D.Sc.****

.....

**Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Programa de Pós-graduação em Bioengenharia, Universidade Vale do Paraíba,*
 Curso de Fisioterapia, Faculdade de Educação Física de Lins, Faculdades Salesianas de Lins,* *Hospital e Maternidade São Lucas Lins – SP,* *****Departamento de Fisioterapia, Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos*

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) sobre o tecido muscular e panículo adiposo, suprajacente ao músculo reto do abdome, comparando os resultados entre 18 e 36 sessões. A pesquisa envolveu 16 voluntários do sexo feminino, com idade variando entre 18 e 23 anos, divididos, aleatoriamente, em dois grupos distintos, classificados segundo aplicação da EENM e da EENM associada ao exercício de contração voluntária máxima (CVM). Os participantes foram estimulados durante 12 semanas, 3 vezes por semana, totalizando 36 sessões, utilizando um eletroestimulador, de média frequência, de 2500 Hz, com pulsos de 50 Hz, modulado em salvas de 200 ms e repouso de 10 ms, amplitude acima de 100 mA, suficiente para produzir contração muscular visível. Não houve controle alimentar durante a pesquisa e, também, nenhuma alteração da rotina alimentar dos indivíduos. Para variável de controle, todos os indivíduos foram submetidos à mensuração da espessura do tecido muscular e do panículo adiposo, antes e após o programa proposto por meio de ultra-sonografia. Para avaliar os efeitos da eletroestimulação foi utilizado o teste de *t* student para amostras dependentes. Após análise do exame ultra-sonográfico e tratamento dos dados, constatou-se aumento significativo na espessura ântero-posterior do tecido muscular dos dois grupos ($p < 0,05$), tanto em 18, como em 36 sessões. Não houve resultados satisfatórios no panículo adiposo. Portanto, a EENM mostrou-se eficaz com os parâmetros descritos apenas para o tecido muscular.

Palavras-chave: eletroestimulação, estimulação elétrica neuromuscular, ultra-sonografia.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effects of the neuromuscular electrical stimulation (EENM) in the muscular tissue and in the upper adiposus panniculus of the abdominal rectum muscle. The survey include 16 female individuals between 18 and 23 years, randomized in two groups, to the application of EENM and EENM associated with exercises of maximum voluntary contraction (MVC). The groups were stimulated during 12 weeks. Each individual was stimulated 3 times a week, totaling 36 sections. A medium frequency electrical stimulators of 2500 Hz with 50 Hz pulse modulated in 200 ms bursts and 10 ms interpulse interval with an amplitude over 100 mA was used to produce visible muscular contraction. There was no food control during the period and no changes in the food intake. As a variant of control the diameter of the muscular and adiposus tissue was measured in all individuals before and after the program. In order to evaluate the effects of the electrical stimulation, the Test-*t* was used. After analyzing the ultrasonographic exam and processing the data, a significant increase was noticed in diameter of the muscular tissue in both groups ($p < 0,05$). There were no satisfactory results in the adiposus panniculus. Therefore the EENM was efficient only in the muscular tissue with the parameters just described.

Key-words: electrical stimulation, neuro-muscular electrical stimulation, ultrasonography.

Artigo recebido em 20 de agosto de 2004; aceito em 15 de março de 2005.

Endereço para correspondência: Nivaldo Antonio Parizotto, Depto de Fisioterapia da UFSCar, Via Washington Luiz, km 235 Caixa Postal 676 13.565-905 São Carlos SP, E-mail: parizoto@power.ufscar.br

Introdução

A eletroestimulação tem sido utilizada amplamente, há muitos anos, para promover contração muscular, na reabilitação e na área desportiva, na tentativa de melhorar a performance dos atletas. A popularidade da EENM se deve ao fato de ela apresentar um baixo custo e de ter grande aplicabilidade em diversas enfermidades clínicas [1].

A utilização da EENM, na diminuição da espasticidade e espasmos, tem sido relatada por diversos autores [2,3]. Seu uso na área desportiva, para aumento de força muscular, tem obtido resultados satisfatórios em diversas aplicações [4].

Este crescente interesse na EENM é ainda mais motivado pelas pesquisas na área de engenharia biomédica, na elaboração de eletroestimuladores cada vez mais sofisticados [5,6].

Diferenças de respostas à EENM entre sexos, foram demonstradas por Alon *et al.* [7] e Laufer *et al.* [1]. Portanto, é importante separar as análises, ao se efetuar EENM em grupos de pessoas de diferentes sexos.

O número de pessoas que procuram técnicas alternativas ao exercício convencional vem crescendo, visando obter resultados mais rápidos no âmbito estético. Alguns relatos têm sido descritos sobre a aplicação de eletroestimulação, visando melhorar o aspecto estético em diversos grupos musculares, entretanto, estes relatos apresentam apenas dados qualitativos, ficando impossibilitada a repetição do experimento para comparação dos resultados, por outros pesquisadores. Este foi um dos motivos que motivou a elaboração desta pesquisa, objetivando apresentar resultados de uma maneira quantitativa e não de forma empírica.

O programa de tratamento com a EENM foi proposto com a intenção de melhorar o aspecto estético que, nos dias atuais, tem sido uma das causas da procura de tratamentos ligados à fisioterapia estética. Quando essa musculatura não é freqüentemente estimulada, como na ausência de atividade física e devido a vários outros fatores, como a condição genotípica, desequilíbrio endócrino, hábito nutricional inadequado e postura viciosa sentada, pode apresentar acúmulo de panículo adiposo e flacidez local.

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) sobre a região do reto do abdome, visando observar, principalmente, as alterações na espessura do tecido muscular e do panículo adiposo suprajacente à parede abdominal.

Material e métodos

Condições ambientais

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Eletrotermofototerapia da Faculdade Salesiana, e no Hospital e Maternidade São Lucas, na cidade de Lins, São Paulo.

Sujeitos

Para a realização deste estudo, a amostra experimental foi composta de 16 voluntários do sexo feminino, univer-

sitárias, com idade entre 18 e 23 anos, divididas, aleatoriamente, em dois grupos distintos, classificados segundo o protocolo de tratamento.

Como critério de inclusão, estava o fato dos indivíduos serem sedentários, além de aceitarem a orientação para não realizarem atividade física durante o período de tratamento, assim como nenhuma alteração na ingestão alimentar. Nenhum controle alimentar foi realizado durante o período. Não havia qualquer história de patologia músculo-esquelético em nenhuma das 16 voluntárias. Um termo de consentimento, livre e esclarecido, para participar do experimento foi assinado pelas participantes. O protocolo não envolveu riscos a elas e foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFSCar, segundo os termos da Resolução CNS 196/96.

Materiais

Foi utilizado aparelho de eletroestimulação de média freqüência de 2.500 Hz, forma de onda senoidal, duração de fase simétrica, modulada em salvas, conhecida como Corrente Russa. Foram utilizados dois canais, com os eletrodos de superfície auto-adesivos comerciais, posicionados sobre o ventre muscular do reto abdominal próximos a inserção e origem, bilateralmente.

Para mensuração da espessura do tecido muscular e do panículo adiposo foi utilizado um equipamento de ultrasonografia da marca Medison, modelo Sonoace 6000 C-digital, com um transdutor linear para regiões pequenas, com freqüência variável de 7,5 à 10,0 MHz, tendo sido optado, nas análises realizadas neste trabalho, pela freqüência de 7,5 MHz.

Procedimentos

Foram estabelecidos os seguintes parâmetros experimentais e protocolos para o tratamento. Os dois grupos receberam o mesmo tratamento com EENM, com 50 Hz de freqüência de pulso, salvas de 200 ms e intervalo de 10 ms, tendo sido estabelecido tempo do ciclo *on* de 9 segundos e tempo do ciclo *off* de 27 segundos, com um ciclo útil de 1:3, durante 20 minutos. Foram realizadas 36 sessões, três vezes por semana, em dias alternados. A posição escolhida para estimulação foi decúbito dorsal, com membros inferiores fletidos e relaxados para ambos os grupos. Em um dos grupos, que chamaremos de A, as voluntárias foram orientadas a não realizarem nenhuma contração voluntária do músculo reto do abdome durante a eletroestimulação e foi utilizada a EENM isoladamente.

No grupo chamado de B, utilizou-se de EENM associada à CVM (contração voluntária máxima), com o exercício abdominal realizado de forma isométrica durante o tempo *on*, realizando uma elevação do ombro do divã de, aproximadamente, 20° de flexão da lombar. A intensidade de estimulação para os dois grupos foi sempre superior a

100 mA, respeitando o limiar doloroso das pacientes. As contrações eletricamente evocadas foram sempre suficientes para promover contração visível.

Foi selecionado, para controle mensurável das variações apresentadas pelo músculo reto do abdome e pânículo adiposo, o exame de ultra-sonografia em modo bidimensional. Pelo exame, foram aferidas as medidas da espessura das regiões do terço proximal, médio e distal direita e esquerda do músculo reto do abdome. Pode ser observado, na figura 1 um exemplo de exame ultra-sonográfico, com as respectivas medidas. O exame de ultra-sonografia mostrou-se um método eficaz no controle da espessura do tecido muscular e do pânículo adiposo [8] e, por isso, adotou-se o mesmo protocolo de avaliação de trabalhos similares já realizados.

Os dados foram tabelados, segundo a média dos três valores encontrados em cada músculo abdominal, realizadas bilateralmente, totalizando seis medidas de cada voluntário, tomadas antes, na 18ª sessão e após o período de tratamento, completando 36 sessões.

Análise estatística

Os dados do exame foram analisados, através do teste-*t* de Student para amostras dependentes para os dois grupos e para os dois períodos, e teste-*t* para amostras independentes para os resultados dos tecidos musculares, com nível de significância de 5%.

Resultados

Foram analisadas as médias das seis medidas da parede abdominal referente aos dois grupos protocolados e entre os períodos de 18 e 36 sessões e, para a análise ficar mais objetiva, os resultados foram divididos em dados do pânículo adiposo e, posteriormente, dados relativos ao tecido muscular.

Pânículo adiposo 18 sessões

O grupo A mostrou que a EENM não apresentou diferenças significativas entre os valores obtidos para o pânículo adiposo, antes e após o protocolo de tratamento ($p > 0,05$), apresentando também aumento na espessura do pânículo adiposo em 2 dos 8 voluntários (Tabela I). A média do grupo antes da eletroestimulação foi de 13,64 mm e após, de 13,16 mm de espessura.

O grupo B, cujos voluntários receberam EENM associado a CVM, também não apresentou diferenças significativas entre os valores, antes e após o protocolo de tratamento ($p > 0,05$), apresentando apenas 3 voluntários com aumento na espessura do pânículo adiposo. A média do grupo antes da eletroestimulação foi de 12,54 mm e após, de 12,45 mm de espessura (Tabela I).

Tabela I - Valores das médias (*X*) e desvios padrão (*DP*), relativos à espessura (dados em mm) do tecido adiposo sobre a região abdominal. Cada dado relativo a um indivíduo representa a média de seis medidas tomadas sobre as regiões dos músculos retos do abdome (proximal, média e distal) bilateralmente (três de cada lado).

	Grupo A – EENM 18 sessões		Grupo B – EENM + CVM 18 sessões	
	ADI-PRE	ADI-POS	ADI-PRE	ADI-POS
1	23,50	22,00	18,17	17,17
2	13,83	13,00	14,33	13,50
3	7,33	7,83	8,83	9,00
4	10,17	11,83	11,00	10,17
5	14,83	13,33	10,83	10,33
6	17,67	17,67	7,50	6,50
7	9,17	8,33	10,83	11,50
8	12,67	11,33	18,83	21,50
X	13,64	13,16	12,54	12,45
DP	5,17	4,70	4,17	4,82
(p)	0,26742		0,85725	

Pânículo adiposo 36 sessões

O grupo A mostrou que a EENM não apresentou diferenças significativas entre os valores obtidos para o pânículo adiposo, antes e após o protocolo de tratamento ($p > 0,05$), apresentando, também, aumento na espessura do pânículo adiposo em 4 dos 8 voluntários (Tabela 1). A média do grupo, antes da eletroestimulação, foi de 13,66 mm e após, de 12,47 mm de espessura.

O grupo B, cujos voluntários receberam EENM associado a CVM, também não apresentou diferenças significativas entre os valores, antes e após o protocolo de tratamento ($p > 0,05$), apresentando apenas 2 voluntários com aumento na espessura do pânículo adiposo. A média do grupo antes da eletroestimulação foi de 12,54 mm e após, de 12,50 mm de espessura (Tabela II).

Tabela II - Valores das médias (*X*) e desvios padrão (*DP*) relativos à espessura (dados em mm) do tecido adiposo sobre a região abdominal. Cada dado relativo a um indivíduo representa a média de seis medidas tomadas sobre as regiões dos músculos retos do abdome (proximal, média e distal) bilateralmente (três de cada lado).

	Grupo A – EENM 36 sessões		Grupo B – EENM + CVM 36 sessões	
	ADI-PRE	ADI-POS	ADI-PRE	ADI-POS
1	23,50	18,33	18,16	16,50
2	13,83	12,16	14,33	13,50
3	7,33	7,50	8,83	10,33
4	10,16	10,66	11,00	10,16
5	14,83	13,83	10,83	10,16
6	17,50	16,00	7,50	6,83
7	9,16	8,83	10,83	11,00
8	13,00	12,50	18,83	21,50
X	13,66	12,47	12,54	12,50
DP	5,15	3,58	4,17	4,59
(p)	0,100503		0,93688	

Tecido muscular 18 sessões

Tanto o grupo A, de EENM, como o grupo B, de EENM associado a CVM, apresentaram diferenças significativas nos resultados, antes e após o protocolo de tratamento ($p < 0,05$), com todos os voluntários dos dois grupos apresentando aumento na espessura do tecido muscular (Tabela III). A média do grupo A, antes da eletroestimulação, foi de 9,06 mm e após, de 9,83 mm de espessura, apresentando um aumento de 0,77 mm, correspondente a ganho de 8,4 %. A média do grupo B, antes da eletroestimulação, foi de 8,54 mm e após, de 9,60 mm de espessura, apresentando um aumento de 1,06 mm, correspondente a ganho de 12,4 %.

Tabela III - Valores das médias (X) e desvios padrão (DP) relativos à espessura (dados em mm) do tecido muscular sobre a região abdominal. Cada dado relativo a um indivíduo representa a média de seis medidas tomadas sobre as regiões dos músculos retos do abdome (proximal, média e distal) bilateralmente (três de cada lado).

	Grupo A – EENM 18 sessões		Grupo B – EENM+CVM 18 sessões	
	MUS-PRE	MUS-POS	MUS-PRE	MUS-POS
1	10,17	10,33	8,83	9,83
2	7,83	8,83	7,17	9,00
3	9,50	9,83	7,50	8,50
4	9,17	9,50	10,50	10,83
5	9,33	10,50	7,67	8,83
6	9,17	10,67	9,50	10,17
7	8,17	9,33	8,83	10,17
8	9,17	9,67	8,33	9,50
X	9,06	9,83*	8,54	9,60*
DP	0,73	0,62	1,11	0,79
(p)	0,003157		0,000264	

* Valores estatisticamente significante em relação a avaliação realizada anteriormente com $p \leq 0,05$.

Após verificar as respostas do tratamento no tecido muscular, procedeu-se a uma análise dos dados, observando as médias das diferenças de aumento da espessura entre os dois grupos, detectando que os mesmos não apresentam diferenças significativas na resposta de ganho entre eles ($p > 0,05$) (Tabela IV).

Tabela IV - Valores das médias (X) e desvios padrão (DP) relativos ao aumento das diferenças da espessura (em mm) de tecido muscular, entre os dois grupos, após a aplicação dos protocolos de EENM e a associação de EENM+CVM.

N	EENM 18	EENM+CVM 18
1	0,17	1,00
2	1,00	1,83
3	0,33	1,00
4	0,33	0,33
5	1,17	1,17
6	1,50	0,67
7	1,17	1,33
8	0,50	1,17
X	0,77	1,06
DP	0,49	0,44

Tecido muscular 36 sessões

Tanto o grupo A, de EENM, como o grupo B, de EENM associado a CVM, apresentaram diferenças significativas nos resultados, antes e após o protocolo de tratamento ($p < 0,05$), com todos os voluntários dos dois grupos apresentando aumento na espessura do tecido muscular (Tabela V). A média do grupo A, antes da eletroestimulação, foi de 9,16 mm e após, de 11,02 mm de espessura, apresentando um aumento de 1,85 mm, correspondente a ganho de 20,2 %. A média do grupo B, antes da eletroestimulação, foi de 8,54 mm e após, de 10,60 mm de espessura, apresentando um aumento de 2,06 mm, correspondente a ganho de 24 %.

Após verificar as respostas do tratamento no tecido muscular, dirigiu-se a uma análise dos dados, observando as médias das diferenças de aumento da espessura entre os dois grupos, detectando que os mesmos não apresentam diferenças significativas na resposta de ganho entre eles ($p > 0,05$) (Tabela VI).

Tabela V - Valores das médias (X) e desvios padrão (DP) relativos à espessura (dados em mm) do tecido muscular sobre a região abdominal. Cada dado relativo a um indivíduo representa a média de seis medidas tomadas sobre as regiões dos músculos retos do abdome (proximal, média e distal) bilateralmente (três de cada lado).

	Grupo A – EENM 36 sessões		Grupo B – EENM+CVM 36 sessões	
	MUS-PRE	MUS-POS	MUS-PRE	MUS-POS
1	10,16	10,33	8,33	10,33
2	7,83	11,00	7,16	9,66
3	9,50	10,33	7,50	9,50
4	9,16	11,50	10,50	12,00
5	9,33	11,00	7,66	9,66
6	9,16	11,66	9,50	11,33
7	8,16	10,00	8,83	11,50
8	10,00	12,33	8,33	10,83
X	9,16	11,02*	8,54	10,60*
DP	0,81	0,78	1,11	0,95
(p)	0,000974		0,000004	

* Valores estatisticamente significante em relação a avaliação realizada anteriormente com $p \leq 0,05$.

Tabela VI - Valores das médias (X) e desvios padrão (DP) relativos ao aumento das diferenças da espessura (em mm) de tecido muscular entre os dois grupos, após a aplicação dos protocolos de EENM e a associação de EENM+CVM.

N	EENM 36 sessões	EENM+CVM 36 sessões
1	0,17	1,50
2	3,17	2,50
3	0,83	2,00
4	2,33	1,50
5	1,67	2,00
6	2,50	1,83
7	1,83	2,67
8	2,33	2,50
X	1,85	2,06
DP	0,96	0,45

Discussão

Os resultados obtidos neste trabalho podem ser analisados em duas vertentes. Sob a ótica da eletroestimulação sobre o pâncreo adiposo e sob o que se fez sobre o tecido muscular.

Pode-se observar, também, que não houve modificação na espessura da camada de gordura localizada sobre o abdome das mulheres submetidas a um programa de 36 sessões de tratamento, tanto naquelas que usaram apenas EENM, como também nas que usaram a CVM, simultaneamente. Portanto, pode-se observar, através dos resultados, que este tipo de tratamento é ineficaz para o protocolo e parâmetros propostos para redução da gordura localizada. As variações observadas foram, provavelmente, decorrentes de interferências, como modificações alimentares, parâmetros estes, não controlados neste trabalho ou de variações nas medidas. Utilizando protocolos diferentes, mas com objetivos semelhantes, Jarussi *et al.* [9] observaram que não havia interferência da EENM no pâncreo adiposo, assim como no músculo das mulheres tratadas com protocolo de 15 sessões.

Outro dado importante que deve ser ressaltado é o fato de que, mesmo tendo havido contrações voluntárias máximas por parte das mulheres, não houve redução da camada de gordura suficiente, para alterar o resultado da ação da EENM.

Por outro lado, quando analisamos o músculo, há diferenças significantes, observando um aumento da sua espessura, tanto para o grupo que recebeu apenas a EENM como para aquele que recebeu a associação de EENM e CVM. Porém, não houve diferença quando comparados os dois grupos. Portanto, a CVM parece que, dentro do protocolo proposto, não desempenhou papel importante.

Brasileiro *et al.* [10] verificaram que parece não depender da eletroestimulação, o recrutamento para se conseguir torques aumentados e, mesmo sob associação com a contração voluntária máxima, a eletroestimulação não elevou o torque para uma contração isolada em indivíduos saudáveis.

Devemos lembrar que as mulheres que se submeteram ao experimento eram sedentárias e foi orientado a não realizarem atividades físicas no período de aplicação do protocolo. Os treinamentos propostos para ganho de força muscular ou torque por Eriksson *et al.* [11], Laughman *et al.* [12] e Currier e Mann [4] se mostraram ineficazes no sentido de relacionar a associação da CVM com a EENM, estabelecendo que, para o quadríceps, não há aumento significativo do recrutamento de fibras musculares, além daquele produzido pela CVM isoladamente.

Os nossos resultados corroboram este dado para os músculos abdominais, já que não houve diferença entre os aumentos de espessuras das mulheres que se submeteram à EENM isoladamente, e à associação da EENM com CVM. Eriksson *et al.* [11] também avaliou aspectos do metabolismo muscular sob treinamento do quadríceps e não observou

diferenças entre o uso isolado da EENM e a sua associação com a CVM [13].

A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) pode ser usada para aumentar a força do músculo saudável ou lesado. A força é definida como a força máxima, ou torque máximo, que um músculo ou um grupo muscular pode gerar em uma determinada velocidade [14].

Grupos de indivíduos do sexo feminino, submetidos a regime de treinamento com EENM, conseguiram menor proporção de ganho de força quando comparados com indivíduos do sexo masculino. Os autores atribuem isso ao fato de que as mulheres, geralmente, têm menor força inicial, o que dificultaria o ganho adicional, já que o músculo não treinado poderia ganhar mais força que um músculo pré-treinado. Os nossos resultados podem ser analisados à luz deste fato, uma vez que, para haver aumento do trofismo, que normalmente, é o fator desencadeador de maior torque, há a necessidade adaptativa de elevar o número de sarcômeros em paralelo, aumentando o volume e, portanto, a espessura da estrutura muscular [13].

A variação das dosagens influi diretamente no grupo muscular estimulado, conforme estudo de Massey *et al.* [15]. Eles analisaram o efeito do fortalecimento da EENM em 4 grupos de soldados da marinha americana, nos quais uma corrente pulsada monofásica, de duração de pulso desconhecida e frequência de 1000 Hz foi aplicada nos músculos deltóide médio, peitoral maior, trapézio, bíceps braquial, tríceps braquial, entre outros. Todos os grupos treinaram 3 vezes por semana, durante 9 semanas. O treinamento com EENM produziu ganhos de força equivalentes aos do exercício voluntário. Todos os três grupos experimentais estudados demonstraram força aumentada, versus os grupos controle, sem exercícios. Este estudo é um dos poucos que demonstraram aumentos similares nos grupos com EENM e a sua associação com CVM.

Variações na forma de pulso, alterações da sensibilidade à EENM, entre outros fatores, têm sido estudados por diversos autores [1,7]. Além disso, a variabilidade de resposta à estimulação elétrica dependente do sexo é um fator que não se deve deixar de lado. Neste estudo, foram escolhidos indivíduos do sexo feminino e analisados parâmetros idênticos de estimulação, dentro das faixas mais recomendadas nos diversos trabalhos, inclusive os mais recentes [1]. Foi detectada menor resposta de torque nas mulheres, quando comparadas com os homens, cujos autores detectaram diferenças significantes, o que nos leva a crer que há um potencial de resposta preservado nas voluntárias utilizadas neste trabalho, em função do déficit de treinamento e do sedentarismo. Portanto, como não houve treinamento adicional, além daquele protocolizado, podemos sugerir que o resultado sobre o aumento na espessura do músculo abdominal foi decorrência do treinamento com a EENM e, também, da associação da EENM com CVM.

Um dado importante, do ponto de vista metodológico é o tipo de medida realizada neste trabalho, ou seja, espessura do músculo e a correlação com o desenvolvimento de força muscular. Maughan *et al.* e Winter e Maughan [16,17] utilizaram ressonância magnética nuclear e tomografia computadorizada para mensurar a área da secção transversa de fibras musculares e conseguiram determinar boa correlação entre os seus achados e a força muscular desenvolvida pelos músculos estudados. Os dados foram corroborados por Mayhew [18] e em outro trabalho de 1993 [19], cujos resultados mostraram boa aplicabilidade da tomografia computadorizada e medidas antropométricas com a força muscular mensurada, por meio de ótima correlação de Pearson, entre ambos os parâmetros.

Portanto, sugere-se que a EENM pode ser usada clinicamente para produzir mudanças fisiológicas dentro do músculo para fortalecimento e movimento, o que permite que os indivíduos atuem melhor nas suas atividades diárias [20], mas não é um método eficiente, dentro dos parâmetros aqui utilizados, para reduzir a espessura do pânículo adiposo na região abdominal.

Conclusão

Podemos concluir, com base nos resultados apresentados, que a EENM mostrou-se eficaz na elevação da espessura do tecido muscular em ambos os grupos, tanto com 18, como com 36 sessões, nas mulheres tratadas com a EENM isoladamente, ou com sua associação à CVM na região abdominal. Porém, não ocorreu diferença significativa entre os grupos quando comparados, em relação ao aumento desta espessura do músculo. Com relação ao pânículo adiposo, não houve diferenças significativas, mostrando que a EENM isolada ou a sua associação com a CVM são ineficazes com relação aos parâmetros descritos neste trabalho.

Referências

1. Laufer Y, Ries JD, Leininger PM, Alon G. Quadriceps femoris muscle torques and fatigue generated by neuromuscular electrical stimulation with three different waveforms. *Phys Ther* 2001;81(7):1307-16.
2. Peterson T, Klemar KB. Electrical stimulation as a treatment of lower limb spasticity. *J Neuro Rehab* 1988;2:103-8.
3. Apkarian JA, Naumann S. Stretch reflex inhibition using electrical stimulation in normal subjects and subjects with spasticity. *J Biomed Eng* 1991;3:67-73.
4. Currier DP, Mann R. Muscular strength development by electrical stimulation in healthy individuals. *Phys Ther* 1983;63(6):915-21.
5. Scholze S, Nohama D, Nohama P. Sistema EENM de dois canais sincronizados. In: I Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica; 1996; Curitiba. Anais. Curitiba: CEFET-PR; 1996. p.37-40.
6. Teixeira CC, Nohama P. Sistema de EENM multicanal microcontrolado. In: I Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica; 1996; Curitiba. Anais. Curitiba: CEFET-PR; 1996. p.33-6.
7. Alon G, Kantor G, Smith GV. Peripheral nerve excitation and plantar flexion force elicited by electrical stimulation in males and females. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999;29(4):208-13.
8. Radominski RB, Vezozzo DP, Cerri GG, Halpern A. O uso da ultra-sonografia na avaliação da distribuição de gordura abdominal. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2000;44:5-12.
9. Jarussi GO, Neto LFM, Koeke PU, Moreno BGD, Sauro EE, Cirillo FP et al. Estudo dos efeitos da NMES sobre o tecido adiposo e muscular do abdômen. *Fisioter Bras* 2001;2(3):138-41.
10. Brasileiro JS, Castro CES, Parizotto NA, Sandoval MC. Estudio comparativo entre la capacidad de generación de torques y la incomodidad sensorial producidos por dos formas de estimulación eléctrica neuromuscular en sujetos sanos. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología* 2001;4(2):56-65.
11. Eriksson E, Haggmark T, Kiessling H. Effect of electrical stimulation on human skeletal muscle. *Int J Sports Med* 1981;2(1):18-22.
12. Laughman RK, Youdas J, Garret TR. Strength changes in normal quadriceps femoris muscle as a result of electrical stimulation. *Phys Ther* 1983;63(4):494-9.
13. Lieber RL. Skeletal muscle structure and function: implications for rehabilitation and sports medicine. Baltimore: Williams & Wilkins; 1992. p.159-209.
14. Knuttgen HQ, Kraemer WJ. Terminology and measurement in exercise performance. *Journal of Applied Sport Science Research* 1987;1:1-10.
15. Massey BH, Nelson RC, Comden T. Effects of high frequency electrical stimulation on the size and strength of skeletal muscle. *J Sports Med Phys Fitness* 1965;5:136-44.
16. Maughan RJ, Watson JS, Weir J. Strength and cross-sectional area of human skeletal-muscle. *J Physiol* 1983;338:37-49.
17. Winter EM, Maughan RJ. Strength and cross-sectional area of the quadriceps in men and women. *J Physiol* 1991;438:P175
18. Mayhew JL, Ball TE, Ward TE, Hart CL, Arnold MD. Relationships of structural dimensions to bench press strength in college males. *J Sports Med Phys Fitness* 1991;31:135-41.
19. Mayhew JL, Piper FC, Ware JS. Anthropometric correlates with strength performance among resistance trained athletes. *J Sports Med Phys Fitness* 1993;33:159-65.
20. Delitto A, Snyder-Mackler L, Robinson AJ. Estimulação elétrica do músculo: técnicas e aplicações. In: Robinson AJ, Snyder-Mackler L. Eletrofisiologia clínica: eletroterapia e teste eletrofisiológico. 2a ed. Porto Alegre: Artmed; 2001. p.119-43. ■