



ATIVIDADE FÍSICA CONVENCIONAL (MUSCULAÇÃO) E APARELHO ELETROESTIMULADOR: UM ESTUDO DA CONTRAÇÃO MUSCULAR. ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA: MITO OU VERDADE?

Denise Elena Grillo

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Antonio Carlos Simões

Universidade de São Paulo

Resumo: A eletroestimulação, difundida na mídia, vende a idéia de reduzir a gordura localizada e aumentar a força e resistência muscular localizada. Coube-se propor um estudo comparativo entre a atividade física convencional e a eletroestimulação, para que tivéssemos informações sobre a diferença de rendimento obtido pelos dois métodos. Esta pesquisa investigou grupos de indivíduos do sexo feminino que foram submetidos a uma atividade com sobrecarga e sessões de um aparelho eletroestimulador. Foram feitos testes de hipótese, para verificação das diferenças dos resultados no nível de significância 5%. O eletroestimulador, utilizado nesta pesquisa na sua potência máxima, apresenta resultados significantes, porém limitados em relação ao método tradicional, uma vez que os indivíduos que trabalharam com a musculação utilizaram pesos de apenas 40% da carga máxima.

Palavras-chave: Eletroestimulação; Força; Resistência muscular.

CONVENTIONAL WORKOUT ACTIVITY AND ELECTRICAL STIMULATION: A MUSCULAR CONTRACTION STUDY. ELECTRICAL STIMULATION: BELIEVE IT OR NOT?

Abstract: Electric stimulation tries to show us its capabilities to reduce and to improve weight and the strength and muscular endurance. So, we did a comparative study to see the differences between two methods. We created female group that were submitted a strength work and a electric stimulation device. It was done hypothesis to verify the difference about results levels of 5%. The electrical stimulation that we use in this study, on its maximum power, show us significant results. Nonetheless, it is limited, because the people work with up to 40% of the maximum weight.

Keywords: Electrostimulation; Muscular strength; Muscular resistance; Weight lifting.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente há vários motivos que impelem à procura da atividade física. Um deles, obtenção da saúde, é uma das principais justificativas dos indivíduos para tal procura. De acordo com Kuntzleman (1978, p. 18), o

movimento é necessário à saúde: “[...] o Dr. Donald Cooper da Oklahoma State University estima que somente 2% dos americanos adultos realizam uma quantidade suficiente de exercícios físicos no seu cotidiano, ao passo que, há cem anos atrás, pelo menos 50% exercitavam-se adequadamente”.

A importância da atividade física foi motivo de estudo para muitos pesquisadores (GUEDES e GUEDES, 1998). Esses estudos comprovam os benefícios que a atividade física traz ao organismo: melhora da irrigação sanguínea, aumento da oxigenação celular, diminuição de batimentos cardíacos, aumento do metabolismo basal, diminuição nos índices de ocorrências de hipertensão arterial, diabetes e obesidade. Outros importantes motivos de procura da atividade física são a estética e a beleza. A busca pelo corpo ideal é incessante, principalmente pelas mulheres, que apresentam tecido adiposo em maior proporção que o homem.

Ao longo da última década, também nas mulheres já se valorizavam contornos musculares mais definidos. Não basta ser magra. É necessário evidenciar a anatomia muscular.

A estética entra como fator motivacional à prática da atividade física, com uma relação transcendental com o ser belo, o ser bom e o ser verdadeiro, colocando o homem dentro de uma perspectiva metafísica. Pelo jogo da estética, o homem chega à realização suprema e o esporte pode ser o caminho para modelar, esteticamente, o corpo e a mente, o corpo indivisível (TUBINO, 1996).

No mundo contemporâneo, a sociedade dos países mais conscientes dá mais valor à qualidade de vida, enquanto a sociedade dos países em desenvolvimento valoriza mais os bens materiais.

Novaes (1998) afirma que, diante de tal fato, pode-se atribuir à valorização estética uma forma de despertar da consciência de uma sociedade para o amadurecimento social. Isso porque a cobiçada “beleza do corpo” ou a aparência física não está sendo analisada aqui, simplesmente, como expressão da vaidade pessoal, mas como um fenômeno presente consciente ou inconsciente na vida das pessoas. A aparência estética atua no comportamento e na decisão de valores.

A tecnologia a favor da estética está bem avançada. A eletroestimulação, que era usada anteriormente no tratamento muscular, em sessões de fisioterapia, como terapêutica em atrofia muscular ou para aumento de força muscular, está cada vez mais sendo divulgada e utilizada como método de tratamento estético. As pessoas buscam, muitas vezes, o método mais fácil para ficar em forma. Muitas perguntas surgem a respeito do trabalho muscular convencional, trabalhos resistidos como na musculação e o uso da eletroestimulação.

A aparência estética da pessoa pode ser tratada como resultado visível do processo complexo da evolução humana, fenômeno obviamente polivalente, pelas suas magnitudes filosófica, biológica, psicológica e sociológica. Educar esteticamente a personalidade, portanto, não é tarefa elementar, já que transcende o simples gestual dos músculos (NOVAES, 1998).

Como a atividade física propiciaria uma desejável qualidade de vida?

Tal pergunta torna imprescindível clarificar a noção de qualidade de vida. Ao argüirem-se diversos indivíduos diferentes sobre o tema, provavelmente haverá tantas respostas quantas forem as inquisições. O conceito individual de qualidade de vida depende das carências que a pessoa apresenta.

Ausubel e Hanesian (1980) explicam que os motivos obedecem à seguinte ordem de prioridade:

- 1) conservar a vida (subsistência);
- 2) manter a segurança (conforto);
- 3) conseguir o prazer (humor e diversão);
- 4) experimentar mudanças e novidades;
- 5) expandir o ego;
- 6) sentir auto-respeito.

Para Ausubel e Hanesian (1980), expandir o ego e sentir auto-respeito, estão diretamente ligados à boa forma física.

Muitas pessoas, em busca dessa qualidade de vida, procuram profissionais de Educação Física para tentar definir qual tipo de trabalho seria mais eficiente: atividade física convencional para contração muscular ou o uso do aparelho eletroestimulador.

As dúvidas começam com um programa de treinamento que difere do método convencional de atividade física e que está à disposição no mercado: os aparelhos eletroestimuladores difundidos na mídia, com apelos de busca da estética e até de melhoria de saúde em geral.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. EXERCÍCIOS COM A UTILIZAÇÃO DE PESOS

Para podermos comparar os métodos propostos, temos de rever os conceitos básicos do treinamento físico neuromuscular, os quais consistem basicamente na aplicação de sobrecargas dos sistemas musculoesquelético, com o objetivo de estimular adaptações na musculatura solicitada.

Sobrecarga deve ser entendida, conforme Santarem (1999), como uma solicitação da função acima dos níveis de repouso, sendo, portanto, uma situação de estresse que leva à desestruturação tecidual, ao consumo de substratos energéticos, de enzimas e de outras substâncias essenciais, comprometendo a homeostase. Um treinamento físico, bem orientado, com sobrecargas bem dosadas, traz aumento na capacidade física força.

Sabemos que o que induz o músculo a aumentar a força são programas de treinamento com pesos realizados regularmente. Para o homem e mulher em idade universitária, as mudanças na composição corporal após um programa de treinamento com pesos consistirão em um possível aumento significativo no peso corporal magro (massa muscular) (FOSS e KETEVIAN, 2000).

Os exercícios resistidos são, geralmente, realizados com pesos, justificando a expressão genérica: “treinamento com pesos”. Não se trata de uma modalidade esportiva, mas de uma forma de preparação física, utilizada por atletas em geral. Há também o uso de “treinamento com pesos” com objetivos terapêuticos e de reabilitação. Atualmente o termo “musculação” costuma ser utilizado para designar o treinamento com pesos (SANTAREM, 1999).

Guedes e Guedes (1998) enfatizam que os exercícios com pesos maiores, que permitem poucos movimentos (repetições), produzem aprimoramento na força, tanto por hipertrofia das fibras como também por aumento da capacidade de recrutamento das unidades motoras. Pesos menores (40% da força máxima), que permitem mais repetições, também produzem força, apesar de enfatizar a resistência. Os métodos de treinamento considerados produtivos podem ser realizados duas vezes por semana.

Matsudo (1997) enfatiza que os exercícios com pesos são considerados os mais completos entre todas as formas de treinamento físico, embora não sejam ideais para aumentar a resistência para esforços contínuos de baixa intensidade. Por outro lado aumentam a capacidade de trabalho físico, estimulando a força e a resistência musculares, a flexibilidade e a capacidade de aceleração. Além disso, melhoram a forma do corpo, evitam a incapacidade física, de sedentários e idosos, e contribuem para evitar doenças crônicas tão bem ou melhor do que outros tipos de atividade física.

2.2 COMPONENTES MECÂNICOS DO MÚSCULO

É importante verificar as propriedades mecânicas dos músculos e articulações, pois há uma diferença de solicitação delas nos trabalhos aqui propostos. Temos três tipos de componentes distintos: os componentes elásticos, os componentes plásticos e os componentes inextensíveis (GUYTON e HALL, 1997).

Componentes elásticos – são os que retornam à sua forma original, após o relaxamento da musculatura, sem influência de forças externas. São basicamente os miofilamentos e os tecidos conjuntivos. O tecido conjuntivo é disposto tanto em série como em paralelo com as fibras musculares e provoca, durante a contração mus-

cular, a participação de três componentes elásticos: 1) miofilamentos – elementos contráteis fundamentais; 2) componente elástico paralelo (CEP) – que envolve sarcolema (endomísio), fascículos (perimísio) e o músculo (epimísio) como se fossem tubos de borracha; 3) componente elástico em série (CES) – está disposto em série com as miofibrilas que respondem por 3% do comprimento do músculo esquelético, em tensão máxima e até 65% em estiramento passivo. Ao submeter o músculo a uma rotação, esta repercutirá, inicialmente, sobre o CES, deformando-o quase totalmente, para, somente depois, fazer sentir no CEP e nos elementos contráteis. A repetição dos procedimentos citados no parágrafo anterior, seguidas vezes, terá um efeito de treinamento sobre o CES, tornando-o mais elástico e com maior capacidade de estirabilidade. Esse tipo de procedimento fará com que o CES passe a atuar, cada vez mais, como amortecedor das forças externas sobre os elementos contráteis ou da força gerada por elementos sobre o meio ambiente.

Componentes plásticos – são aqueles que não retornam à forma original após cessada a contração, caso não haja influência de força externa. São basicamente: mitocôndrias (30% a 35% de volume muscular); reticulum e sistema tubular (5% do volume muscular); ligamentos (tecido conjuntivo existente nas articulações); cisco intervertebral.

Ao se realizar o alongamento de um músculo com a mobilização da articulação anexa, provoca-se uma deformação dos componentes plásticos. De manhã cedo, quando se espreguiça, na verdade o que se está fazendo é uma deformação dos componentes plásticos, conduzindo-os à sua forma original pela ação da gravidade, atuando em um sentido diferente do observado durante o dia quando a pessoa está em pé. Essa deformação dos componentes plásticos é que irá possibilitar a realização dos movimentos corriqueiros sem o risco de distensões.

Componentes inextensíveis – esses componentes são os que não trabalham quando submetidos à ação de forças longitudinais. Por mais intensas que estas sejam, não provocam deformações (FOX et al., 1991). Estruturalmente, são ossos e tendões.

Os ossos, estruturas rígidas, não trabalham sob a influência de tensões ou trações longitudinais e somente apresentam pequeno momento flexor se submetidos às forças transversais. Níveis mais intensos de força provocarão fraturas ósseas. Já os tendões, estruturas parcialmente resistentes às trações, modificam sua posição se submetidos a pressões ou forças transversais, fato que lhes confere maior grau de resistência às lesões.

Por outro lado, se compararmos a ação de componentes mecânicos na eletroestimulação com a contração muscular voluntária, percebemos que há apenas participação de componentes elásticos (miofilamentos). Não há a participação de componentes plásticos (ligamentos e discos intervertebrais) nem de componentes inextensíveis (ossos e tendões) no trabalho com o eletroestimulador (LOW e REED, 2001).

2.3 FIBRAS MUSCULARES

As fibras musculares devem ser citadas também, porque atuam de modo inverso nos dois métodos propostos.

As fibras musculares lentas, que também são chamadas tipo I, ou fibras vermelhas, são de contração lenta, pois são altamente vasculares, predominam nos músculos posturais e são mais resistentes à fadiga.

As fibras musculares rápidas, que também são chamadas de tipo II ou fibras brancas, são de contração rápida e de menor vascularização.

Fibras do tipo II A – possuem elevado potencial oxidativo e glicolítico, resistentes à fadiga, produção de força relativamente alta e com diâmetro de 28 milímetros.

Fibras do tipo II B – grande capacidade glicolítica, sensíveis à fadiga, têm alta produção de força e com diâmetro de 46 milímetros.

Fibras do tipo II C – intermediárias entre II A e II B, pouco diferenciadas e representam cerca de 1% do total das fibras (SALGADO, 1999).

Salgado (1999) afirma, também, que a contração muscular voluntária recruta preferencialmente as fibras do tipo I e, segundo Low e Reed (2001), a contração por estimulação elétrica recruta, em primeiro lugar, as fibras do tipo II.

Essas diferenças neurofisiológicas entre os tipos de fibras recrutadas são confirmadas por Zatsiorsky (1999), a seguir:

- 1) na estimulação elétrica temos a ativação predominante das fibras de contração rápida;
- 2) na contração convencional por atividade física temos a ativação predominante das fibras de contração lenta. Em teoria essa é uma vantagem da estimulação elétrica.

Outra vantagem da estimulação elétrica, citada por Weineck (1991), é que a inibição de fadiga do SNC (sistema nervoso central) é evitada, com isto é possível maior número de repetições e, portanto, maior carga, o que também leva a maior massa muscular. Além disso, é possível um treinamento isolado.

Costa (1998) cita que algumas pessoas possuem predomínio de um tipo de fibra sobre o outro, o que as tornam mais aptas para as atividades que dependem do tipo de fibras predominante. Essas fibras, as vermelhas, são normalmente solicitadas em atividades de baixa intensidade, quando a tensão muscular durante a contração é pequena e quando o metabolismo energético predominante é o aeróbio. As fibras brancas, com metabolismo predominante anaeróbio, são ativadas preferencialmente nas atividades de velocidade e nas tarefas de força. Nesse último caso, no entanto, geralmente em conjunto com as fibras vermelhas.

Costa (1998) acrescenta que, no treinamento com pesos e em exercícios menos intensos, recrutam-se poucas unidades motoras e utilizam-se apenas fibras vermelhas. Exercícios com intensidades maiores recrutam maior quantidade de fibras, mas todas vermelhas. Cargas maiores do que as necessárias para ativar todas as fibras vermelhas começarão a solicitar fibras brancas. Normalmente, cargas em níveis de treinamento para hipertrofia entre 70% e 90% de carga máxima ativam todas as fibras vermelhas e a maior parte das fibras brancas. Na ativação muscular voluntária nunca é possível ativar, simultaneamente, todas as fibras musculares.

O treinamento com pesos realizado na musculação esportiva e em reabilitação estimula aumento de volume tanto nas fibras brancas como nas fibras vermelhas. Em síntese, podemos afirmar que as fibras rápidas são adaptadas para as contrações musculares fortes e rápidas, como as do salto e a da corrida forte por curtas distâncias. As fibras lentas são adaptadas para a atividade muscular prolongada e continuada, como o suporte do corpo contra a gravidade e os eventos atléticos de longa duração, por exemplo, corridas de maratona (GUYTON e HALL, 1997).

Observando as informações sobre as fibras musculares, pode-se utilizar, para que o aumento da massa muscular seja eficiente, repetições em torno de 10. Repetições mais altas são indicadas para maior vascularização da musculatura. O grau de sobrecarga tensional, ou seja, a quantidade de peso a ser utilizada, costuma ser determinado experimentalmente em cada sessão. Utilizam-se pesos leves nas primeiras séries para aquecimento, e nas últimas séries do exercício escolhe-se um peso que permita a realização das repetições planejadas com dificuldades (CAMPBELL, 1994).

O método de determinação de carga máxima para uma repetição (1RM) costuma ser utilizado como parâmetro de avaliação do desempenho em trabalhos científicos.

Resumidamente, a sobrecarga ou treinamento com pesos estimula diretamente a força (LEITE, 1993).

Sabe-se que existe um limiar de intensidade acima do qual nada se consegue. Esse limiar (mínimo) de intensidade varia de um indivíduo para outro e relaciona-se com o nível inicial de aptidão física (condicionamento) do participante (FOX et al., 1991). Pode-se, portanto, afirmar que para que se obtenha aumento na qualidade física força deve-se aumentar gradativamente a sobrecarga utilizada.

2.4 A ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA MUSCULAR

Alguns conceitos básicos sobre a eletroestimulação devem ser revistos, neste estudo, pois são importantes para entendermos as possíveis diferenças dos métodos aqui discutidos.

A eletroestimulação é um método suplementar de treinamento de força muito útil. Ela pode aumentar não somente a força máxima estimulada, mas também a força voluntária, a velocidade do movimento e a resistência muscular. O tempo para acomodação é geralmente de 20 a 25 dias para a velocidade máxima (FLECK e KRAEMER, 1997).

De acordo com Weineck (1991), na eletroestimulação, a contração muscular não ocorre devido a um impulso comandado pelo SNC (sistema nervoso central), mas devido a um estímulo elétrico.

Atualmente a estimulação elétrica é utilizada na complementação dos programas de exercícios e, nos últimos 10 anos, vimos a capacidade da musculatura esquelética alterar suas propriedades funcionais contráteis em resposta à estimulação elétrica prolongada de baixa frequência (O'LEARY et al., 1998).

Low e Reed (2001) nos mostram vários tipos de frequências que ocorrem em diferentes tipos de aparelhos de estimulação elétrica: as estimulações de baixa frequência, de média frequência, as correntes interferências e as correntes de alta frequência.

Estimulação de *baixa frequência* ocorre quando o pulso de corrente despolariza a fibra nervosa. A frequência de repetição do pulso pode ser de até 1.000Hz. Os pulsos podem ser todos em uma direção – unifásicos – ou em ambas as direções – bifásicos. Pulsos utilizados para a estimulação do músculo através do nervo motor com frequência entre 30Hz e 100Hz podem ser chamados de pulsos farádicos, utilizados para a musculatura inervada.

Estimulação considerada de *média frequência* tem frequências de repetição de pulso maiores que 1.000Hz. Nessa frequência, cada fase de corrente não pode estimular um impulso nervoso, já que os pulsos que se sucedem caem no período refratário. Os métodos usuais para permitir a repolarização de membrana nervosa são a modulação da amplitude ou interrupção (corrente russa).

As *correntes russas* consistem em uma corrente de média frequência homogeneamente alternada de 2.500Hz, aplicada como uma série de disparos separados. Ocorrem, assim, 50 períodos de 20ms de duração que consistem em um disparo de 10ms e um intervalo de 10ms. Cada disparo de 10ms contém 25 ciclos de corrente alternada, ou seja, 50 fases de 0,2ms de duração.

As *correntes interdiferenciais* produzem duas correntes de média frequência levemente diferentes uma da outra, porém, interferem umas nas outras. Desse modo, uma nova corrente resultante é estabelecida. A amplitude resultante em qualquer ponto dado é a soma de duas amplitudes de correntes individuais, de modo que onde dois picos ou duas depressões coincidirem, elas se tornarão maiores, mas onde um pico e uma depressão coincidirem, eles se cancelarão.

As correntes de *altas frequências* de milhões de Hertz não podem estimular nervos ou músculos, pois se alteram rápido demais e são usadas terapeuticamente.

A estimulação elétrica neuromuscular (EENM) é uma técnica de fortalecimento baseada na estimulação dos ramos intramusculares dos motoneurônios, que induz à contração muscular, utilizada na reabilitação para o tratamento de hipotrofia, elasticidade, contraturas e fortalecimento, além de programas de treinamento em atletas, gerando um ganho de torque isométrico (PICHON et al., 1995).

Outra informação importante sobre a eletroestimulação é que a literatura nos aponta pesquisas em que foram utilizados aparelhos denominados de “aparelhos de corrente russa”, que possuem frequência de onda de até 2.500Hz.

Devemos observar a frequência, medida em Hz (hertz), com a qual se obtêm resultados significativos.

Kitchen e Bazin (1998) afirmam que ganhos de força têm sido obtidos por meio de estimulação elétrica de baixa frequência (25 a 200Hz), porém concordam com a carência de estudos da eletroestimulação em relação à estética.

A literatura realça uma série de fatores relacionados à contração muscular. Existe a atividade física convencional ou musculação, e também a atividade com a utilização de aparelhos eletroestimuladores. Isso nos levou a formular questões sobre a comparação entre as duas técnicas, a saber:

- Quais seriam os benefícios obtidos com a musculação em comparação com a eletroestimulação?
- Que possíveis diferenças técnicas estariam inseridas entre as duas metodologias, em relação aos benefícios musculares alcançados pelas mulheres?

3. OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo são:

- 1) conceituar os benefícios dos métodos: musculação (exercícios executados com sobrecarga de 40%) e estimulação elétrica (executado com aparelhos que são vendidos sem orientação científica específica);
- 2) identificar a diferença entre os dois métodos na obtenção da força e resistência muscular;
- 3) verificar possível aumento da massa muscular e perda de calorías (diminuição da porcentagem de gordura) no trabalho com a estimulação elétrica, conforme é divulgado na mídia;
- 4) embasar profissionais de Educação Física sobre a utilização de aparelhos de estimulação elétrica.

4. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo restringiu-se a trabalhar e comparar os benefícios que as mulheres com idade cronológica entre 19 a 21 anos teriam com a utilização da eletroestimulação e do método convencional – musculação, no ambiente da Universidade Presbiteriana Mackenzie, na cidade de São Paulo.

Foram consideradas as diferenças em relação à composição corporal, obtidas na avaliação de peso corporal, estatura e dobras cutâneas dos sujeitos da pesquisa, durante todo o período investigatório.

As alunas que apresentaram perfis de comportamento inadequado (fumantes, fazendo uso de medicamentos e mulheres que praticavam modalidades esportivas competitivas/não competitivas) foram eliminadas, pois poderiam alterar os objetivos desta pesquisa. As alunas selecionadas tinham em comum a ausência de qualquer atividade física há mais de um ano.

5. METODOLOGIA

Para responder a algumas questões formuladas pelo público em geral, foi realizada uma pesquisa exploratória e descritiva, que, conforme Thomas e Nelson (2002), é aquela que permite a inclusão de técnicas exploratórias, estudos de casos e pesquisas descritivas.

5.1 SUJEITOS

Fizeram parte do presente estudo vinte indivíduos do sexo feminino, pertencentes a diferentes classes sociais, com idade cronológica entre 19 e 21 anos, com média de idade em torno de 20 anos, pertencentes à Universidade Presbiteriana Mackenzie, na cidade de São Paulo. Os indivíduos foram divididos em dois grupos, a saber:

Grupo A – composto por 10 pessoas que foram submetidas a sessões de sobrecarga.

Grupo B – composto por 10 pessoas que foram submetidas a sessões de eletroestimulação.

5.2 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

O programa foi realizado com dois grupos, simultaneamente, no período de 12 semanas (24 sessões). A frequência foi de duas sessões por semana.

Para o trabalho utilizamos:

- Caneleiras – 2kg e 3kg –, que auxiliaram no trabalho para os grupos musculares adutores, abdutores e posteriores da coxa.
- Cadeira flexo-extensora, que foi empregada nos testes de uma repetição máxima e nos exercícios para musculatura anterior da coxa – quadríceps.
- Pesos livres – halteres, que foram utilizados, quando necessários, para aumentar a graduação de pesos na mesa flexo-extensora.

Todos os aparelhos foram adquiridos da empresa Pórtico – aparelhos de musculação.

No que diz respeito às atividades de eletroestimulação, o instrumento utilizado foi:

- Aparelho de eletroestimulação denominado Slym Gym Power.

Este aparelho foi aferido pelo IEE – Instituto de Eletrotécnica e Energia na Universidade de São Paulo. O Serviço Técnico de Aplicações Médico-Hospitalares realizou ensaio de adequação no estimulador neuromuscular utilizado neste estudo.

O objetivo do ensaio foi verificar a frequência do trem de estímulo, a amplitude da forma da onda e a duração do pulso. O aparelho apresenta um botão de amplitude de oito níveis, porém somente acima do nível três é que ocorrem incrementos da amplitude de onda. Apresenta também um botão de frequência de oito níveis, porém somente acima do nível dois ocorre atuação da parte aplicada (saída).

As diferenças entre os estimuladores situam-se em sua saída elétrica, cuja natureza pode ser de corrente constante ou de voltagem constante. A saída elétrica, quer seja de corrente ou de voltagem, permanece constante mesmo diante de mudanças na resistência ou impedância da pele, provocadas por alterações na temperatura ou suor etc. As características e os parâmetros do trem de pulso produzido por diferentes estimuladores neuromusculares são variáveis (KITCHEN e BAZIN, 1998), o que faz com que este estudo seja específico para o aparelho aqui utilizado.

Foi confirmado que os controles são de ajuste contínuo e excedem as marcações de níveis do equipamento, tanto para o comando de frequência como para o comando de amplitude.

Na configuração de amplitude e frequência máxima há demonstração de que o aparelho possui uma *frequência máxima* de 0,538 Hz, em 0,8422 segundos. Possui uma *amplitude de pulso* (tensão pico a pico) de 56,8 Vpp (volts) e uma *duração de pulso* de aproximadamente 217 microssegundos.

Esses dados são encontrados apenas em aparelhos eletroestimuladores profissionais utilizados por profissionais em fisioterapia. A maioria dos aparelhos de eletroestimulação, vendidos no mercado é desprovida dessas informações.

No que diz respeito à *duração do pulso*, a mais adequada para estimulação motora de um músculo do tamanho do tríceps braquial é determinada como situando-se entre 20 e 200 microssegundos (LOW e REED, 2001). Portanto o aparelho utilizado apresentou duração de pulso suficiente, pois avaliamos a musculatura do quadríceps.

Kitchen e Bazin (1998) afirmam que a *amplitude* da forma da onda pode ser definida como a amplitude pico a pico, sendo expressa em volts (V). Os estimuladores de alta voltagem geram saídas em torno de 150V e os estimuladores de baixa voltagem, 100V ou menos, o que nos deixa claro que o aparelho deste estudo possui voltagem inferior aos de alta voltagem.

Como vimos, a frequência é uma característica que depende do tempo e é mensurada em Hertz (Hz). Correntes de média frequência têm *frequências de repetição de pulso* maiores que 1.000Hz (LOW e REED, 2001).

O aparelho utilizado, Slym Gym, caracteriza-se, portanto, como um aparelho de frequência inferior a 1.000Hz e que não pode ser comparado a aparelhos de “corrente russa”, que apresentam uma frequência de pulso acima de 2.500Hz. Kitchen e Bazin (1998) consideram a “corrente russa” transportadora de alta frequência.

5.3 INSTRUMENTOS DA PESQUISA

Na avaliação antropométrica foi verificada a composição corporal (peso, estatura, percentual de gordura, massa magra).

Para observarmos a resistência e a força dos quadríceps foram realizados testes de agachamento e teste com o dinamômetro de perna, respectivamente.

O material utilizado para seleção dos indivíduos foi um instrumento denominado inventário.

Para a avaliação corporal foram utilizados os seguintes materiais:

- Lange Skinfold Caliper (compasso de dobras cutâneas), vendido pela Cardiomed – Medicine, Sports e Fitness e fabricado por Beta Technology Incorporated. Foi utilizado para medidas de dobras cutâneas de tríceps, coxa e abdome.
- Back Strenght Dinamometer T.K.K. 5002 (dinamômetro), vendido pela Cardiomed – Medicine, Sports e Fitness e fabricado por Takei Scientific Instruments Co., LTD. Foi utilizado para mensurar a força da musculatura do quadríceps.
- Fita métrica foi utilizada para medidas de circunferência e também foi adquirida da Cardiomed/Curitiba – Paraná e fabricada pela MABIS (Japão).

5.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

No programa muscular foram utilizados, sempre, três séries de 15 repetições, com intervalos de, no máximo, um minuto. Os exercícios físicos solicitaram o músculo quadríceps nas modalidades: agachamento, mesa flexo-extensora, extensão e flexão de joelhos com caneleiras. As cargas representaram até 40% da força máxima.

Cada sessão de eletroestimulação teve duração de 20 minutos, utilizando estímulos de voltagem máxima, conforme instruções do fabricante do aparelho.

5.5 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada na ordem e forma que se segue:

- 1) complementação do cadastramento dos indivíduos por meio de tomada de medidas: peso, estatura, medidas de circunferência e dobras cutâneas;
- 2) verificação de porcentagem de gordura, ou seja, avaliação da composição corporal por meio do protocolo de Guedes;
- 3) teste de força com pesos livres em quadríceps (dinamômetro) e teste de força através IRM (repetição máxima), apesar das participantes serem iniciantes;
- 4) teste de resistência muscular localizada em quadríceps (agachamentos).

5.6 LIMITAÇÃO DO MÉTODO

Os dados obtidos devem ser discutidos com devida cautela, já que o aparelho de eletroestimulação utilizado nesta pesquisa é de potência inferior aos utilizados pelos profissionais da área de fisioterapia. Devemos observar que as participantes tiveram dificuldade no manuseio do dinamômetro e atribuímos a isso a diferença dos resultados do teste de força IRM e dinamometria.

5.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Hipótese estatística é a afirmação sobre um parâmetro ou forma de uma distribuição de valores observados. Teste de uma hipótese estatística é um procedimento que nos permite decidir, com base em informações

experimentais, pela rejeição de uma hipótese estatística. Nível de significância de um teste é a probabilidade de rejeitar H_0 , dado que H_0 é verdadeiro (CYMROT, 2001).

Neste estudo foram feitos testes de hipótese, para a verificação das diferenças dos grupos de eletroestimulação e musculação, nas qualidades físicas força, resistência muscular e percentual de gordura no nível de significância 5%.

6. RESULTADOS

Conforme a Tabela 1, o grupo da musculação obteve melhores resultados, quando comparado ao grupo da eletroestimulação, embora os dois grupos tenham aumentado a força, significativamente.

Tabela 1

Resultados dos grupos da musculação (1) e eletroestimulação (2) no que diz respeito à qualidade física **força** medida pela **dinamometria** (medida em Newtons)

	Diferença inicial e final em relação ao aumento da força musculação	Diferença inicial e final em relação ao aumento da força eletroestimulação
%	28,4	12,9
Média	9,7	4,5
S	4,19	3,69

S – Desvio-padrão.

Conforme a Tabela 2, os dois grupos aumentaram a força. Não houve diferença significativa entre os dois.

Tabela 2

Resultados dos grupos da musculação e eletroestimulação no que diz respeito à qualidade física **força**, medida pelo teste de **IRM na mesa extensora** (medida em kg)

	Diferença inicial e final em relação ao aumento da força musculação	Diferença inicial e final em relação ao aumento da força eletroestimulação
%	95,6	85,2
Média	5	5,2
S	2,98	1,62

S – Desvio-padrão.

Conforme a Tabela 3, os dois grupos obtiveram melhora na capacidade física resistência e não houve diferença significativa entre eles.

Tabela 3

Resultados dos grupos da musculação e eletroestimulação no que diz respeito à capacidade física de **resistência muscular**, medida pela **máxima repetição de agachamentos**

	Diferença inicial e final em relação ao aumento da resistência musculação	Diferença inicial e final em relação ao aumento da resistência eletroestimulação
%	22,8	18,3
Média	4,7	4,9
S	4,95	5

S – Desvio-padrão.

Conforme a Tabela 4, observa-se um aumento significativo no percentual de gordura no grupo da musculação, embora o grupo da eletroestimulação tenha aumentado, também, esse percentual, porém não significativamente.

Tabela 4

Resultados dos grupos musculação e eletroestimulação no que diz respeito ao percentual de gordura, analisado pela composição corporal

	Diferença inicial e final em relação à % de gordura musculação	Diferença inicial e final em relação à % de gordura eletroestimulação
%	12,2	4,4
Média	2,6	0,8
S	1,65	1,28

S – Desvio-padrão.

7. DISCUSSÃO

De acordo com os conceitos descritos e os resultados obtidos, pode-se afirmar que os exercícios com pesos são considerados os mais completos entre todas as formas de treinamento. Verifica-se, também, um aumento da resistência muscular e da força com uma carga de 40% da força máxima, considerando que as participantes não praticavam atividade física havia um ano.

Pode-se levar em conta o que observam FOX et al. (1991), que, com a mulher em idade universitária, é possível conseguir alterações fisiológicas significativas com programas de treinamento realizados apenas duas vezes por semana, Guedes e Guedes (1999), quando dizem que pesos menores (40% da carga máxima), apesar de enfatizarem a resistência, também podem produzir força, e Kitchen e Bazin (1998), que confirmam também que elevações de força também foram registradas em regime de treinamento de baixa intensidade, cerca de 30% da força máxima.

No decorrer do texto observa-se que Fleck e Kraemer (1997) apontam que o desenvolvimento das capacidades físicas força e resistência também se dá por meio de estimulação elétrica, e Enoka (citado por KITCHEN e BAZIN, 1998) esclarece que ganhos de força são obtidos com estimulações de 25Hz a 200Hz, consideradas de baixa frequência.

Observa-se, neste estudo, a eficiência da eletroestimulação. Entretanto, o relatório de ensaio do aparelho utilizado neste estudo apresentou uma frequência 0,538Hz aquém daquelas empregadas em pesquisas como as de Baker, Bowman e Mcneal (citado por KITCHEN e BAZIN, 1998), em que relatam a estimulação do músculo quadríceps em uma frequência de 50Hz.

O treinamento da eletroestimulação obteve um resultado de expressão, neste estudo, tal qual o treinamento com sobrecargas. Ambos os grupos obtiveram resultados positivos, ou seja, melhoraram a capacidade de força muscular em aproximadamente 50% e resistência muscular em média 20%, em relação ao início do trabalho.

O percentual de gordura foi medido por meio do protocolo de Guedes e Guedes (1999), pois a grande propaganda para a venda dos aparelhos eletroestimuladores é a perda de calorias (emagrecimento). Devemos observar, também, que nenhum dos grupos foi submetido a nenhum tipo dieta, o que justifica o aumento do percentual de gordura para os dois grupos, embora não significativo para o grupo da eletroestimulação.

Nosso estudo apenas confirma o que dizem Fox, Bowers e Foss (citado por COSTA, 1998), que negam a hipótese de haver diminuição em células adiposas no trabalho muscular localizado com sobrecargas, e Krotkiewski, Antasson, Grimby, Björntorp e Sjöström (citado por COSTA, 1998), que relatam nenhuma redução local de gordura e nenhum esvaziamento de depósitos de gordura nas áreas de músculos que estavam sendo exercitados.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função dos objetivos estabelecidos neste estudo, conclui-se que:

- 1) há aumento das capacidades força e resistência muscular, no quadríceps, quando se trabalha com pesos de até 40% da carga máxima e quando estimulado eletricamente com um aparelho considerado de baixa potência (0,538Hz);
- 2) não há diferença significativa entre os dois métodos aqui propostos, desde que se utilizem cargas de até 40% e aparelho eletroestimulador de 0,538Hz;
- 3) não há diminuição do percentual de gordura com o uso dos aparelhos eletroestimuladores, tampouco aumento da massa muscular, a despeito dos anúncios veiculados na mídia;
- 4) o aparelho foi utilizado neste estudo em sua capacidade máxima, enquanto o trabalho de musculação foi realizado apenas com carga de até 40%, devido ao tempo de treino e à capacidade física das participantes. Isso permite que profissionais de Educação Física possam orientar seus alunos sobre a limitação dos aparelhos divulgados pela mídia em relação ao trabalho de musculação.

O incremento de carga no treinamento de musculação aumentará, sobremaneira, os resultados da atividade física convencional, como verificamos na literatura. Porém não se pode afirmar o mesmo em relação à atividade realizada com aparelhos eletroestimuladores vendidos no mercado, até então. Sugerimos que se faça um estudo com aparelhos eletroestimuladores de maior potência.

REFERÊNCIAS

- AUSEBEL, D. N.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- CAMPBELL, W. Increased energy requirements and changes in body composition with resistance training in older adults. *American Journal of clinical nutrition*, 60, p. 175, 1994.
- COMANMDRE, F. Electromusculatión. *Medicine of sport*, 6, p. 4-9, 1977.
- COSTA, M. G. *Ginástica localizada*. Sprint: Rio de Janeiro, 1998.
- CYMROT, R. *Apostila de estatística*. São Paulo: Faculdades Oswaldo Cruz, 2001.
- FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. Designing resistance training programs. *Human Kinetics*, 1997.
- FOSS, M. L.; KETEYIAN, S. C. J. *Bases fisiológicas do exercício e do esporte*. São Paulo: Manole, 2000.
- FOX, E. L.; BOWERS, R. W.; FOSS, M. L. *Bases fisiológicas da educação física e dos desportos*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.
- GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. *Controlo de peso corporal: composição corporal, atividade física, nutrição*. Paraná: Midiograf, 1998.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Fisiologia humana*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1997.
- KITCHEN, S.; BAZIN, S. *Eletroterapia de Clayton*. São Paulo: Manole, 1998.
- KUNTZLEMAN, C. T. *Rating the exercisís*. New York: Willian Morrow & Company, 1978.
- LEITE, F. P. *Fisiologia do exercício*. São Paulo: Robe, 1993.
- LOW, J., RED, A. *A eletroterapia aplicada – princípios e prática*. São Paulo: Manole, 2001.
- MATSUDO, V. Exercícios resistidos. *Revista Âmbito Esportivo*, 2, p. 24-26, 1997.
- NOVAES, J. *A Ginástica de academia brasileira analisada segundo os postulados da estética de Schiller, Vieira de Mello e Mafessoli*. Tese (Doutorado) – Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, 1998.
- O'LEARY, D. D.; HOPE, K.; SALE, D. G. Influence of gender on potentiation in humam dorsiflexors. *Journal Physiol Pharmacol*, 76 (7-8), p. 772-779, 1998.
- PICHON, F.; CHATARD, J. C.; MARTIN, A.; COMETTI, G. Electrical stimulation and swimming performance. *Medical Science Sports and Exercice*, 27(12): p. 1.671-1.676, 1995.
- SALGADO, A. S. *Eletrofisioterapia*. São Paulo: Midiograf, 1999.

- SANTAREM, J. M. Exercícios resistidos em grupos especiais. *Revista Âmbito Esportivo*, 6, p. 37-42, 1999a.
- _____. Musculação: abordagem clínica. *Revista Âmbito Esportivo*, 10, p. 14-16, 1999b.
- THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. *Métodos de pesquisa em atividade física*. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- TUBINO, M. G. *O esporte no Brasil, do período colonial aos nossos dias*. São Paulo: Ibrasa, 1996.
- WEINECK, J. *Biologia do esporte*. São Paulo: Manole, 1991.
- ZATSIORSKY, V. M. *Ciência e prática do treinamento de força*. São Paulo: Phorte, 1999.

Contato

Universidade Presbiteriana Mackenzie
Faculdade de Educação Física
Av. Mackenzie, 905
Barueri – SP
06460-130
E-mail: denisegrillo@hotmail.com

Tramitação

Recebido em agosto/2003
Aprovado em outubro/2003