

Electrolipólise mediada por TENS e Microcorrente em associação com exercício físico

M F Couto¹, C Argel de Melo² & C S Ruiz³

¹ Fisioterapia, ESTSP – Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto,

Porto, PORTUGAL

² PhD– Área Científica da Fisioterapia, ESTSP,

Porto, PORTUGAL

³ Coordenador Pós-Graduação em Fisioterapia Dermato-Funcional, Faculdades Redentor,

Itaperuna – Rio de Janeiro, BRASIL

¹ *miriam.faria.couto@gmail.com*

RESUMO

Introdução: A gordura visceral e subcutânea do abdómen poderá aumentar o risco de diferentes patologias. **Objetivo:** Verificar se a lipólise induzida pela corrente eléctrica, é eficaz na redução de massa gorda. **Métodos:** Vinte e três mulheres foram divididas em três grupos: controlo só com exercício físico, experimental com TENS e exercício físico e experimental com microcorrente e exercício físico. **Resultados:** Nos grupos experimentais, aumentaram os triglicéridos ($p < 0,05$), diminuiu a prega supra-ilíaca ($p > 0,05$) e observaram-se valores tendencialmente menores de parâmetros específicos e globais. No grupo da Microcorrente diminuiu a prega abdominal ($p > 0,05$). **Conclusão:** A electrolipólise poderá ter efeito coadjuvante ao exercício físico, na redução da massa gorda.

Palavras-chave: Fisioterapia Dermato-funcional, Electrolipólise não-invasiva, TENS, Microcorrente, Exercício aeróbio.

ABSTRACT

Introduction: The centripetal obesity may increase the risk of several pathologies. **Objective:** Explore if lipolysis, prompted by the electric current (electrolipolysis), would have an additional effect on physical exercise in the reduction of fat mass. **Methods:** 23 women were divided in three groups: Control, Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) and Microcurrent. **Results:** In the experimental groups, there was an increase in the level of triglyceride ($p < 0,05$), a decrease in suprailiac skinfold ($p > 0,05$) and several global and localized parameters was tendentially reduced. In the Microcurrent group, there was a decrease in abdomen skinfold ($p > 0,05$). **Conclusions:** Electrolipolysis may have an additional effect on physical exercise in the reduction of fat mass in the global and localized form.

Key-words: Dermato-functional physiotherapy, Non-invasive electrolipolysis, TENS, Microcurrent, Aerobic exercise.

1. INTRODUÇÃO

Em Portugal, cerca de 40% da população adulta tem excesso de peso ou obesidade e os custos das complicações a ela associadas podem ser responsáveis por 5 a 10% dos custos em saúde (Direcção-Geral da Saúde, 2004). Tendo em conta a distribuição de gordura, aquela que mais parece contribuir para as complicações metabólicas associadas à obesidade, é a gordura abdominal visceral (Silva, Guedes, Barbosa, Oliveira, & Guedes, 2002).

Os adipócitos localizados na região abdominal, em especial no compartimento visceral e na camada profunda da gordura subcutânea abdominal, têm altas taxas metabólicas, quer de lipólise, quer de lipogénese, comparativamente à gordura subcutânea abdominal superficial e subcutânea de outras regiões do corpo, nomeadamente da metade inferior do corpo (Silva, Guedes, Barbosa, Oliveira, & Guedes, 2002). Esta característica metabólica traduz-se em níveis elevados e persistentes de ácidos gordos em circulação, leva ao aumento dos níveis de triglicérides sanguíneos, o que se traduz em dislipidemia, resistência à insulina/intolerância à glicose, criando condições para o desenvolvimento de *Diabetes mellitus*, hipertensão, culminando com aterosclerose (Silva, Guedes, Barbosa, Oliveira, & Guedes, 2002; Paula, Picheth, & Simões, 2007). Estes mecanismos, reforçam a importância do uso de exercício físico específico que promova gasto predominante de lípidos, em qualquer intervenção que vise diminuir a massa gorda. Todavia, durante a prática de exercício físico, o gasto das reservas lipídicas parece ser global, o que sustenta a utilidade de ferramentas que promovam o gasto de gordura localizado, uma vez que o combate à obesidade centrípeta parece acarretar maiores ganhos em saúde (Silva, Guedes, Barbosa, Oliveira, & Guedes, 2002; Attallah, Friedlander, & Hoffman, 2006). A acumulação de gordura no compartimento visceral e subcutâneo do tronco e abdómen (obesidade centrípeta – padrão andróide), é mais característico do sexo masculino, contudo quando ocorre no sexo feminino está associada a um risco relativo 10,3 vezes superior para desenvolver *Diabetes mellitus* (Silva, Guedes, Barbosa, Oliveira, & Guedes, 2002).

Devido aos fenómenos bioquímicos relacionados com o aumento de ácidos gordos em circulação supramencionados, é de todo pertinente que se associe o exercício físico em condições que favoreçam o gasto predominante de lípidos, a técnicas que promovam a lipólise, como é o caso dos protocolos de electroterapia testados no presente estudo.

A electroestimulação abdominal com vista à lipólise, já é um procedimento frequente em Fisioterapia Dermato-funcional, contudo ainda é um processo pouco estudado (Paula, Picheth, & Simões, 2007). A Fisioterapia Dermato-funcional, debruça-se especialmente sobre o sistema tegumentar, com o objectivo de restaurar a função e manter a sua integridade, e assim se distingue da estética que apenas procura os resultados visíveis (Milani, João, & Farah, 2006).

Portanto, este estudo teve como objectivos verificar se a lipólise induzida pela corrente eléctrica (electrolipólise), é um método coadjuvante do exercício físico na redução de massa gorda, analisar o impacto da eletrolipólise no perfil lipídico, comparar o efeito da eletrolipólise mediada por TENS e por Microcorrentes e verificar se a electrolipólise poderá ser considerada uma técnica com efeitos localizados.

2. Métodos

2.1 Amostra

A amostra foi constituída por voluntárias seleccionadas e distribuídas (figura 1) por três grupos: grupo controlo sujeito apenas ao protocolo de exercício aeróbio e dois grupos experimentais sujeitos a eletrolipólise não-invasiva, via electroestimulação transcutânea (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation – TENS) ou via Microcorrentes, ambos em associação simultânea com exercício aeróbio.

Incluíram-se indivíduos do sexo feminino, saudáveis, com ou sem excesso de peso, gordura localizada na região abdominal (considerada significativa para a participante) e sedentárias (sem prática regular de exercício físico). Excluíram-se indivíduos sob efeito de beta-bloqueadores ou outros fármacos que pudessem influenciar as vias metabólicas que se pensa estarem envolvidas na electrolipólise. Indivíduos com alterações metabólicas (ex. *Diabetes mellitus* ou alterações da função tiroideia), com patologia/disfunção cardíaca, respiratória ou venosa que condicionasse a actividade física.

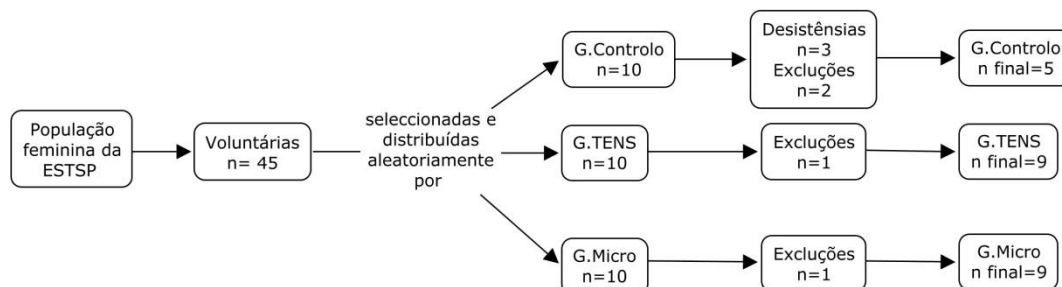
Antes do início do estudo, ocorreram 3 desistências no grupo controlo (participantes alegaram não puder assegurar a permanência até ao final do estudo) e no decorrer do estudo houve a necessidade de excluir 4 elementos, por incompatibilidade de horários (figura 1).

2.2 Instrumentos

As frequências cardíacas alvo, foram calculadas usando a fórmula “Frequência Cardíaca Máxima (FCM)= 208 - (0.7x idade)”, obtida a partir de uma população de adultos (18-81 anos de idade) saudáveis, não sendo esta fórmula dependente do sexo ou nível de actividade física habitual (Tanaka, Monahan, & Seals, 2001).

Para avaliar a percentagem de massa gorda e massa magra, foi usada a balança da marca Soehnle, modelo FITNESS SCALE 7850, que possui dois eléctrodos (mão-mão) e tem em conta a altura, idade, género e número de horas de actividade física diária (a partir de uma hora por dia).

Figura 1. Diagrama do processo de selecção, distribuição e variação da amostra ao longo do estudo.



Na avaliação de pregas cutâneas foi usado um adipómetro analógico da marca *Harpenden*®, com a precisão de 2mm. Foi realizado um estudo piloto para análise da fiabilidade intra-observador das medições a cinco níveis (Bicípíte, Tricípíte, Subescapular, Abdómen e Supra-ilíaco), (n=5 não amostral) tendo-se encontrado um ICC (3,2) de aproximadamente 1,00, acompanhado de um Erro Padrão da Medida (SEM) de 0,93. Por conseguinte, consideraram-se diferenças com significado clínico, aquelas que apresentavam valores superiores a 0,9 milímetros (mm).

Avaliaram-se as circunferências corporais com uma fita-métrica inelástica, com a precisão de 0,5 cm. Foi realizado um estudo piloto (n=5 não amostral) para análise da fiabilidade intra-observador, com medições a 2 níveis (cintura e anca). As diferenças dos somatórios das medições apresentaram um ICC (3,2) de aproximadamente 1,00 e SEM de 0,55, pelo que se consideraram diferenças com significado clínico aquelas cuja variação foi superior a 0,55 cm.

2.3 Procedimentos

O presente estudo decorreu entre 7/06/2010 e 9/08/2010. Foi realizado um estudo piloto, tanto do questionário de selecção de amostra (n=4 não amostral), como dos procedimentos do protocolo das sessões de intervenção (n=1 não amostral), em indivíduos do sexo feminino.

As participantes receberam 12 sessões de intervenção (em média, 2 sessões por semana). Antes de as sessões serem iniciadas e após o seu término, as participantes foram sujeitas a análises sanguíneas (12 horas de jejum) para observar possíveis variações da glicose, glicerol e perfil lipídico (colesterol, triglicéridos, HDL – lipoproteína de alta densidade –, e LDL – lipoproteína de baixa densidade). No início e no final das sessões as participantes foram avaliadas por bioimpedância respeitando todos os cuidados identificados na literatura: medição realizada no mesmo período do dia, na mesma fase do ciclo menstrual, jejum de 4 horas, suspensão de diuréticos 7 dias antes, de bebidas alcoólicas 48 horas antes, de actividades físicas extenuantes 24 antes e urinar 30 minutos antes da medição (Conterato & Vieira, 2001; Kylea, et al., 2004; Costa, 1999; Eston & Reilly, 2009). Com o objectivo de observar variações de massa gorda e massa magra, as participantes foram sujeitas a medições (avaliações intercalares) de bioimpedância, a cada 2 sessões, no início das mesmas, sem respeitar o jejum.

Na primeira, sexta e última sessão procedeu-se às medições de circunferências e pregas cutâneas, em ortostatismo, para aferir possíveis variações de volume, obter indicador local (prega do Abdómen e Supra-ilíaco) e estimador de massa gorda (equação de quatro locais – Bicípíte, Tricípíte, Subescapular e Supra-ilíaco). Os procedimentos das pregas cutâneas foram os descritos no manual do adipómetro (Durnin & Womersley, 1974; Eston & Reilly, 2009). Para calcular a percentagem de massa gorda a partir dos valores em milímetros das pregas, foi usado o “Harpenden Skinfold Caliper Bodyfat Calculating Software Calculator” versão 1.0.0.2. A medição de circunferências realizou-se ao nível da cintura e anca, na avaliação inicial segundo os procedimentos descritos por Eston e Reilly (2009), contudo verificou-se ser necessário introduzir mais níveis de avaliação para que os resultados objectivos melhor espelhassem os resultados

subjectivos. Para tal, acrescentaram-se as medições ao nível do umbigo (sobre a cicatriz umbilical, com o avaliador no plano sagital, com os olhos alinhados horizontalmente ao nível da medição) e na barriga (ponto mais proeminente do ventre, com o avaliador no plano frontal, com os olhos alinhados horizontalmente ao nível da medição). Todas as medições foram realizadas com apneia no final da expiração a volume corrente.

Foi pedido às participantes que não ingerissem alimentos ou bebidas calóricas pelo menos 2 horas antes da sessão de intervenção (Fonseca-Alaniz, Takada, Alonso-Vale, & Lima, 2006; Horowitz, Mora-Rodriguez, Byerley, & Coyle, 1997).

O exercício físico foi do tipo aeróbio, em cicloergómetro ou tapete rolante (distribuído aleatoriamente de modo a que no final do estudo todas as participantes fizeram 6 sessões em cada um dos aparelhos), com a seguinte estrutura:

- [0; 5[min de tapete/bicicleta: elevar gradualmente a frequência cardíaca (FC) até ao intervalo alvo;
- [5; 25[min de tapete/bicicleta: manter um Borg de 12/13 (Fletcher, et al., 2001; Hills & Byrne 1998) e a FC entre:
 - Tapete: 66,0% a 72,3% da FCM (Achten, Venables & Jeukendrup, 2003);
 - Bicicleta: 69,0% a 76,1% da FCM (Achten, Venables & Jeukendrup, 2003);
- [25; 30[min de tapete/bicicleta: reduzir gradualmente a FC e número de ciclos respiratórios por minuto.

Foi ensinado a cada participante a auto-monitorizar a sua FC, com periódicas avaliações do investigador.



Figura 2. Esquema de colocação dos eléctrodos, antes de colocar as bandas de velcro.

Relativamente à electrolipólise, esta foi aplicada na região abdominal, com 8 eléctrodos de borracha (5x5cm), com uma distância de 3 a 6 cm, até cobrir toda a região abdominal com acúmulo de gordura (figura 2) (Scorza, Figueiredo, Liao, & Borges, 2008). Foram usados dois aparelhos por participante da marca *Enraf Nonius*®, modelo *Sonopuls 692*®. Os protocolos de correntes dividiam-se em duas fases (10 minutos com frequência a 30Hz seguidos de 20 minutos a 10Hz) e as características de cada corrente usada, foram as seguintes: TENS – bifásica, rectangular, simétrica, com 500 µs de largura de pulso e 255 µs de repouso, com intensidade que provoque uma sensação suave e confortável, abaixo do limiar de contracção (Boucher, Savard, Portmann, & Hamida, 2008; Scorza, Figueiredo, Liao, & Borges, 2008); Microcorrente: monofásica, rectangular, com alternância da polaridade a cada segundo e intensidade máxima 1 mA abaixo do limiar de sensibilidade (Paula, Picheth, & Simões, 2007). Os valores de intensidade da electroestimulação usados variaram entre 2,2 a 6,9 mA para a TENS e 30 µA a 1mA para a Microcorrente.

Foi pedido às participantes que mantivessem inalterados os seus hábitos alimentares e nível de actividade física extra-sessões (Paula, Picheth, & Simões, 2007; Scorza, Figueiredo, Liao, & Borges, 2008).

2.4 Ética

Uma declaração de consentimento informado (ver anexos) foi acompanhada de uma explicação oral e escrita (ver anexos) a cada participante, que abordou os procedimentos de que seriam alvo.

Os dados recolhidos que permitem a identificação dos sujeitos não foram inseridos na base de dados e serviram apenas para associar ao mesmo indivíduo os resultados dos diferentes meios de avaliação.

2.5 Estatística

Para análise estatística foi usado o *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 17.0, com um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). O teste estatístico usado na análise inter-grupos foi o Mann-Whitney.

3. RESULTADOS

Antes de iniciar a análise de resultados, foi testada a homogeneidade (Mann-Whitney) entre os grupos, a qual não se verificou para as seguintes variáveis: Controlo*TENS ao nível da circunferência da anca, gordura balança, gordura pregas e albumina; Controlo*Micro ao nível da gordura balança.

Tabela 1. Diferenças inter-grupos, após 12 sessões*².

	Grupo Controlo			Grupo TENS			Grupo Micro			C*TENS		C*Micro	
	Mediana 0	Mediana 1	Mediana 2	Mediana 0	Mediana 1	Mediana 2	Mediana 0	Mediana 1	Mediana 2	Mann-Whitney U	Valor prova	Mann-Whitney U	Valor prova
Prega abdominal (mm)	14,8	14	13,5	15,8	14,4	14,1	15,0	12,8	12,3	12,5	NS	12,0	NS
Prega supra-iliaca (mm)	18,2	17,5	19,8	18,5	17,8	17,7	19,0	18,2	18,2	11,0	NS	16,0	NS
Circunferência cintura (cm)	69,8	68,5	67,5	74,3	73,3	71,5	74,8	74,0	72,3	12,0	NS	21,0	NS
Circunferência anca (cm)	97,3	98,0	98,3	103,1	102,0	102,3	102,3	102,1	99,8	10,0	NS	15,0	NS
Circunferência umbigo * ¹ (cm)	-	78,5	76,0	-	86,0	84,3	-	85,8	82,8	17,0	NS	10,0	NS
Circunferência barriga * ¹ (cm)	-	84,5	76,0	-	90,1	87,3	-	93,8	89,8	17,0	NS	17,0	NS
Rácio cintura/anca	0,717	0,708	0,705	0,738	0,735	0,718	0,734	0,723	0,724	9,0	NS	0,0	,008
Gordura pregas (Kg)	16,2	-	16,1	20,3	-	19,8	21,0	-	19,4	4,0	,024	11,0	NS
Músculo balança (Kg)	23,7	-	23,8	25,7	-	26,7	25,7	-	25,2	8,0	NS	13,0	NS
IMC (Kg/m ²)	21,5	-	21,4	23,4	-	23,1	23,7	-	23,4	2,5	,010	5,0	,034
Glicose (mg/dl)	91,7	-	83,6	90,9	-	82,6	90,5	-	76,7	19,0	NS	12,0	NS
Albumina (g/dl)	4,7	-	4,8	4,4	-	4,5	4,6	-	4,7	2,0	,012	7,5	NS
Proteínas totais (g/dl)	7,0	-	7,0	7,1	-	7,0	6,9	-	7,0	16,5	NS	15,0	NS
Creatinina (mg/dl)	0,87	-	0,95	0,84	-	0,88	0,89	-	0,96	11,5	NS	10,0	NS
Glicerol (mmol/l)	0,04	-	0,02	0,03	-	0,02	0,03	-	0,02	10,5	NS	7,5	NS
Colesterol (mg/dl)	201,5	-	181,3	172,1	-	162,5	184,7	-	186,6	10,0	NS	16,0	NS
HDL (mg/dl)	63,8	-	56,9	64,3	-	57,2	49,7	-	51,0	13,0	NS	8,0	NS
LDL (mg/dl)	95,4	-	93,4	68,0	-	79,8	108,8	-	105,2	14,0	NS	19,0	NS
Triglicédeos (mg/dl)	59,4	-	52,1	83,6	-	85,3	102,7	-	91,1	4,0	,015	4,0	,006

Legenda: ND – não significativo; HDL – lipoproteína de alta densidade; IMC – índice de massa corporal; LDL – lipoproteína de baixa densidade; *¹ Introduzidas à 6ª sessão; *² Teste de Mann-Whitney.

Os valores de albumina e proteínas totais, dentro dos intervalos de normalidade considerados pelos fabricantes dos reagentes, apontam para um estado nutricional adequado e estável. Os valores de creatinina e glicose, dentro da normalidade, sugerem a ausência de alteração renal ou *Diabetes mellitus*, respectivamente.

Decorrente da análise da tabela 1, encontraram-se valores significativamente maiores no IMC e triglicédeos nos grupos experimentais e rácio cintura/anca no grupo de Microcorrente. Todavia, ao observar o comportamento destas variáveis ao longo do estudo, verifica-se que todas diminuíram (com excepção dos triglicédeos no grupo de TENS), contudo a diminuição nos grupos experimentais não terá sido tão

acentuada que permitisse compensar as diferenças (não significativas) já existentes no início, comparativamente ao grupo controlo, que apresenta valores menores para a generalidade de variáveis.

Continuando a analisar o comportamento das variáveis, chama-se a atenção para os valores das pregas abdominal, no grupo da microcorrente e supra-ílica em ambos os grupos experimentais, que no final do estudo atingiram valores em média mais baixos do que os valores do grupo controlo. Tal observação apoia a hipótese do efeito localizado promovido pela electrolipólise, contudo é possível que devido ao reduzido número de elementos, não se verificaram reduções significativas.

Em outra perspectiva ainda, observaram-se diminuições em média superiores às verificadas no grupo controlo, para as variáveis circunferência da cintura, circunferência da anca, rácio cintura/anca, IMC, em ambos os grupos experimentais e circunferência do umbigo e gordura estimada pelas pregas cutâneas no grupo da microcorrente. Tais tendências continuam a sugerir um efeito localizado da electrolipólise, e surgem ainda indicadores de gordura global a diminuir (IMC, circunferência da anca e gordura estimada pelas pregas cutâneas).

4. DISCUSSÃO

Estudos comparativos entre diferentes métodos de estimativa de percentagem de gordura corporal, referem que tanto a bioimpedância como as fórmulas antropométricas sobre estimam a percentagem de gordura corporal comparativamente à análise com *Dual Energy X-ray Absorptiometry* (DEXA). Contudo, o método que apresenta maior correlação com a DEXA, é o baseado em fórmulas de adipometria ($r=0,93$), enquanto a bioimpedância apresenta uma correlação inferior ($r = 0,88-0,89$) (Lintsi, Kaarma, & Kull, 2004). Por este facto, consideram-se mais representativas variações de massa gorda estimada pelas pregas cutâneas.

Neste estudo observaram-se nos grupos experimentais em relação ao grupo controlo, tendência para diminuição da massa gorda estimada pelas pregas cutâneas, circunferência da anca e do IMC com mínima variação da massa magra, o que apoia um efeito coadjuvante da electrolipólise na redução de massa gorda global, não observado noutros estudos (Paula, Picheth, & Simões, 2007; Scorza, Figueiredo, Liao, & Borges, 2008).

As tendências apresentadas pelos grupos experimentais comparativamente ao grupo controlo, para diminuição das pregas abdominal e supra-ílica, circunferências da cintura e do umbigo, para além do rácio cintura/anca, apoiam a hipótese do efeito localizado proporcionado por esta, também encontrado em outros estudos (Paula, Picheth, & Simões, 2007).

Não foi possível esclarecer se existe maior eficácia por parte de uma das correntes, o que se pode dever ao reduzido número de participantes. É ainda plausível, que devido à amostra possuir médias de IMC, perímetro da cintura e rácio Cintura/anca dentro dos valores normais, tenha existido um *Efeito de Chão*, que se repercute em menores oscilações das variáveis em teste.

Uma possível via de acção da electrolipólise será a estimulação do sistema nervoso simpático (SNS), que através dos beta-receptores estimulados pelas catecolaminas, promoverá a libertação de glicerol e ácidos gordos livres na circulação sistémica. Os últimos são captados pelos músculos ou fígado para formação de ATP, corpos cetónicos ou originarem novamente triglicéridos (Scorza, Figueiredo, Liao, & Borges, 2008; Yen & Farese, 2006; Brasaemle, 2010). Os ácidos gordos captados pelo tecido adiposo são armazenados sobre a forma de triglicéridos, enquanto o glicerol libertado não pode voltar a ser captado pelos adipócitos e é captado no fígado (Scorza, Figueiredo, Liao, & Borges, 2008; Paula, Picheth, & Simões, 2007). Portanto, um dos principais marcadores bioquímicos da degradação de triglicéridos armazenados nos adipócitos é o glicerol que no presente estudo não apresentou diferenças ou tendências entre grupos, ao contrário de outro estudo (Paula, Picheth, & Simões, 2007).

Este mecanismo fisiológico poderá explicar a razão do aumento de triglicéridos. Tendo em conta os diferentes destinos possíveis dos ácidos gordos, tais resultados poderiam indicar que a quantidade de exercício ministrada nos grupos experimentais não foi suficiente para a quantidade de ácidos gordos e glicerol que estavam a ser libertados pela corrente e assim sintetizarem-se mais triglicéridos hepáticos com o excedente de ácidos gordos libertados e/ou ainda, os ácidos gordos serem novamente armazenados em adipócitos. Por outro lado, existem referências ao efeito prolongado da corrente (até 45 dias), o que em indivíduos sedentários, como o caso da população em estudo, poderia acentuar ainda mais o fenómeno de excesso de ácidos gordos libertados (Garcia, Garcia, & Borges, 2006). Sugere-se que em futuras investigações, a prática de electrolipólise ocorra sempre associada à prática de exercício físico regular (mais do que duas vezes por semana) e se possível ao aumento da actividade física diária, para potenciar o gasto mais contínuo de ácidos gordos.

Por outro lado, alguns autores levantam a hipótese de que em indivíduos com obesidade mórbida, a perda de peso numa fase inicial, se deva à estimulação do SNS, que parece actuar principalmente ao nível da gordura visceral. Sabe-se ainda que, uma elevação da sensibilidade lipolítica em resposta às catecolaminas, pode provocar um aumento da libertação de ácidos gordos na circulação sanguínea da veia porta, com prejuízo no metabolismo da glicose, lipoproteínas e insulina (Silva, Guedes, Barbosa, Oliveira, & Guedes, 2002; Tentolouris, Liatis, & Katsilambros, 2006). Em contra-ponto, o exercício físico regular parece conseguir diminuir e prevenir a lipogénese no compartimento visceral, mesmo que se mantenham altos níveis de ingestão calórica e massa gorda total (Silva, Guedes, Barbosa, Oliveira, & Guedes, 2002). Posto isto, sugere-se alguma precaução no uso de electrolipólise em indivíduos obesos, que por si mesmos podem ter a taxa de lipólise elevada, característica da gordura visceral e que muitas vezes terão a prática de exercício físico condicionada por limitações cardiovasculares e articulares.

Poderia pôr-se em causa se o aumento da lipólise proporcionaria aumento da taxa de oxidação de ácidos gordos. Sabendo que a ingestão de hidratos de carbono tem um efeito inibidor da lipólise que pode durar até 4h, *Horowitz et al.* (1997), verificou que mesmo com ligeira ingestão de hidratos de carbono, durante o exercício físico, se a taxa de lipólise for aumentada, a taxa de oxidação de ácidos gordos pode elevar-se em cerca de 30% (Horowitz, Mora-Rodriguez, Byerley, & Coyle, 1997).

A estimulação via SNS não será a única via a promover lipólise, uma vez que esta não explica os resultados obtidos por *Boucher et al.* (2008), que usou uma suspensão de células adiposas humanas (Fonseca-Alaniz, Takada, Alonso-Vale, & Lima, 2006). Ainda esse autor, refere que a via dos receptores beta-adrenérgicos poderá estar dessensibilizada em pessoas obesas e este provou que a corrente provoca lipólise mesmo em células com essa via dessensibilizada (Boucher, Savard, Portmann, & Hamida, 2008). Pelo que serão necessários mais estudos a fim de identificar todas as vias estimuladas pela electrolipólise, com o objectivo de melhor potenciar esta técnica, sem prejuízo para a saúde.

Os valores de intensidade usados neste estudo, não vão de encontro às intensidades máximas citadas em algumas fontes, uma vez que *Boucher et al.* (2008) chama à atenção para os parâmetros da corrente a fim de não inviabilizar a função da célula (Garcia, Garcia, & Borges, 2006). Os valores a que *Boucher et al.* (2008) chegou para intensidade da corrente (2 a 6 mA), ainda que verificados ao nível celular e portanto não têm em conta taxas de absorção dos diferentes tecidos, contrastam com as intensidades máximas de 40mA citadas em algumas fontes (Garcia, Garcia, & Borges, 2006). Esta discrepância de valores pode residir no objectivo com que se usa a corrente: favorecer vias metabólicas fisiológicas responsáveis pela lipólise mantendo as funções celulares, ou produzir a destruição celular (Boucher, Savard, Portmann, & Hamida, 2008; Scorza, Figueiredo, Liao, & Borges, 2008).

Outra limitação do estudo para além do tamanho da amostra, relaciona-se com o facto de não ter sido controlada a alimentação, não só em termos de quantidade, como a qualidade e intervalos de ingestão, uma vez que é um factor com grande influência sobre o metabolismo das gorduras (Horowitz, Mora-Rodriguez, Byerley, & Coyle, 1997). É ainda aconselhado em futuros estudos um registo fotográfico, para melhor objectivar e espelhar os resultados obtidos.

5. CONCLUSÕES

Em suma, as tendências verificadas neste estudo, sugerem um efeito coadjuvante da electrolipólise ao exercício físico, na redução de massa gorda local e global, todavia não foi possível observar se e qual será o tipo de corrente que produz melhores resultados. Em relação aos dados encontrados no perfil lipídico, destaca-se o aumento de triglicédeos, que poderá estar relacionado quantidade insuficiente de exercício físico pelo que se sugere que tal relação seja explorada em investigações futuras.

Agradecimentos: ao meu marido pela paciência e apoio; às amigas, colegas e participantes que permitiram possível a realização deste trabalho; a todos os docentes da ESTSP que colaboraram, quer em termos técnico como logísticos, e em especial à minha orientadora que foi incansável em reunir as condições de trabalho necessárias.

8. REFERÊNCIAS

- Achten, Juul, Michelle Venables, e Asker Jeukendrup. "Fat Oxidation Rates Are Higher During Running Compared With Cycling Over." *Metabolism*, 06 de 2003: 747-752.
- Attallaha, Hamdee, Anne Friedlander, e Andrew Hoffman. "Visceral obesity, impaired glucose tolerance, metabolic syndrome, and growth hormone therapy." *Growth Hormone & IGF Research*, Julho de 2006: 62-67 .
- Boucher, Jean, Roland Savard, Michael Portmann, e Zied Hamida. Methods of Increasing Lipolysis. Estados Unidos da América Patente US20080145906A1. 19 de Junho de 2008.
- Brasaemle, Dawn. "Lipolysis Control: The Plot Thickens." *Cell Metabolism*, Março de 2010: 173-174.
- Costa, Roberto. "Qual a melhor técnica de avaliação da composição corporal?" *Revista Nutrição em Pauta*, Julho/Agosto de 1999: 31-35.
- Direcção-Geral da Saúde. *Estatísticas de saúde*. 7 de Junho de 2004. <http://www.dgs.pt/> (acedido em 15 de Agosto de 2010).
- Durnin, J, e J Womersley. "Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years." *British Journal of Nutrition*, 1974: 77-97.
- Eston, Roger, e Thomas Reilly. *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual: Tests, procedures and data*. 3ª. Vol. 1. Oxfordhire: Routledge, 2009.
- Fletcher, Gerald, et al. "Exercise Standards for Testing and Training: A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association." *Circulation* , 2001: 1694-1740.
- Fonseca-Alaniz, Miriam, Julie Takada, Maria Isabel Alonso-Vale, e Fábio Bessa Lima. "O Tecido Adiposo Como Centro Regulador." *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, Abril de 2006: 216-229.
- Garcia, Paula Gasparini, Fernanda Gasparini Garcia, e Fábio dos Santos Borges. "O uso da eletrolipólise na correcção de assimetria no contorno corporal pós-lipoaspiração: Relato de caso." *Revista Fisioterapia Ser*, Outubro-Dezembro de 2006.
- Heyward, Vivian, e Dale Wagner. *Applied body composition assessment* . Champaign: Human Kinetics, 2004.
- Hills, Andrew, e Nuala Byrne. "Exercise prescription for weight management." *Proceedings of the Nutrition Society*, 1998: 93-103.
- Horowitz, Jeffrey, Ricardo Mora-Rodriguez, Lauri Byerley, e Edward Coyle. "Lipolytic suppression following carbohydrate ingestion limits fat oxidation during exercise." *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*, 1997: 768-775.
- Kylea, Ursula, et al. "Bioelectrical impedance analysis—part II:utilization in clinical practice." *Clinical Nutrition*, 2004: 1430–1453.
- Lintsi, Mart, Helje Kaarma, e Ingrid Kull. "Comparison of hand-to-hand bioimpedance and anthropometry equations versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of body fat percentage in 17–18-year-old conscripts." *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 22 de 03 de 2004: 85 - 90.
- Milani, Giovana Barbosa, Sílvia Amado João, e Estela Adriana Farah. "Fundamentos da Fisioterapia dermatofuncional: revisão de literatura." *Fisioterapia e Pesquisa*, 2006: 37-43.
- Paula, Mariana Ribeiro de, Geraldo Picheth, e Naudimar Di Pietro Simões. "Efeitos de electrolipogorese nas concentrações séricas do glicerol e do perfil lipídico." *I Encontro Internacional de Fisioterapia Dermato-funcional*. Belo Horizonte, 2007. 5-9.
- Scorza, Flávia, Milenna Figueiredo, Claudia Liao, e Fábio Borges. "Estudo comparativo dos efeitos da eletrolipólise com uso de TENS modo Burst e modo Normal no tratamento de adiposidade localizada abdominal." *Ensaio e Ciências: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 12 de Dezembro de 2008: 49-62.
- Silva, José Luciano, Dartagnan Pinto Guedes, Décio Sabattini Barbosa, Jair Aparecido de Oliveira, e Joana Pinto Guedes. "Obesidade centrípeta e disfunções metabólicas:patogenia,mensuração e papel profilático do exercício físico." *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde*, 01 de 2002: 49-65.
- Spiegelman, Bruce, e Sven Enerback. "The Adipocyte: A Multifunctional Cell." *Cell Metabolism*, Dezembro de 2006: 425–427.
- Tanaka, Hirofumi, Kevin Monahan, e Douglas Seals. "Age-predicted maximal heart rate revisited." *Journal of the American College of Cardiology*, 2001: 153-156.
- Tentolouris, N, S Liatis, e N Katsilambros. "Sympathetic System Activity in Obesity and Metabolic Syndrome." *Annals of the New York Academy of Sciences*, Novembro de 2006: 129-152.
- Yen, Chi-Liang Eric, e Robert Farese. "Fat breakdown: A function for CGI-58 (ABHD5) provides a new piece of the puzzle." *Cell Metabolism*, Maio de 2006: 305-307.

ICH Gaia-Porto 2010, ESTSP-IPP

Acordo de Publicação e Atribuição de Direitos de Autor

Contrato: Temos o privilégio de publicar seu artigo no 1º Congresso Internacional de Saúde Gaia-Porto (coletivamente "ICH Gaia-Porto/AA"). Pela apresentação do seu trabalho, decide conceder ao ICH Gaia-Porto/AA ICH todo o direito, título e interesse, incluindo direitos de autor no e para o artigo tal como aparece nas Actas do ICH Gaia-Porto/AA ("o Artigo"). A gestão dos direitos de autor de todos os artigos será mantida pelo ICH Gaia-Porto.

Direitos Reservados pelo Autor(es): Decide manter e reserva para si uma licença não-exclusiva: 1.) fotocopiar o Artigo para o seu uso próprio em actividades de ensino; e 2.) publicar o Artigo, ou permitir que este seja publicado, como parte de qualquer livro que possa escrever, ou em qualquer antologia de que seja um editor, na qual o seu Artigo é incluído ou que se expanda ou seja elaborada sobre o Artigo, a menos que a antologia seja feita principalmente a partir ICH Gaia-Porto/AA. Como condição de reserva desse direito, concorda que ao ICH Gaia-Porto/AA será dado crédito pela primeira publicação, e o apropriado aviso de direitos de autor será exibido no trabalho (tanto no trabalho como um todo como, quando aplicável, também no artigo) sempre que a publicação ocorra.

Direitos do ICH Gaia-Porto 2010, ESTSP-IPP: Este acordo significa que ICH Gaia-Porto/AA terá os seguintes direitos exclusivos, entre outros: 1.) licença para resumos, citações, extractos, separatas e / ou traduções da obra para publicação, 2.) licença para reedições do Artigo de terceiros para fotocópia de ensino; 3.) para conceder licenças a outros para criar resumos do Artigo 4.) para conceder licenças para editores secundário para que reproduzam o Artigo na impressão, microform, ou qualquer suporte informático legível, incluindo bases de dados electrónicas on-line. Isto inclui o licenciamento do Artigo para a inclusão em uma antologia do ICH Gaia-Porto/AA 2010

Garantias: Garante que o Artigo não tenha sido previamente publicado de nenhuma forma, que não concedeu nenhuma licença ou transferência para ninguém no que respeita à sua autoria no mesmo, e que é(são) o(s) autor(es) único(s) e, de forma geral têm o direito de fazer as concessões ao ICH Gaia-Porto/AA. Todas as excepções devem ser descritas a seguir. Garante que o Artigo não: prejudica/difama ninguém, invade a privacidade de ninguém, infringe direitos autorais de alguém, ou infringe qualquer lei ou direito comum a todos. Concorda em indemnizar o ICH Gaia-Porto/AA em relação a qualquer reivindicação ou acção alegando factos que, se verdadeiros, constitui uma violação de qualquer das garantias anteriores.

Relativamente aos Funcionários Governamentais: Algumas das concessões anteriores e garantias não se aplicam se o documento foi escrito por funcionários do Governo agindo no âmbito das suas funções. Os funcionários do Governo reservam-se o direito de reproduzir o livro para fins relacionados com o mesmo, fazendo um pedido no momento da submissão do Artigo. Se nenhum direito autoral pode ser afirmado neste trabalho e deve ser considerado no domínio público, o ICH Gaia-Porto/AA deve ser notificado no momento da submissão do artigo.

Conclusão: Esta é a totalidade do acordo entre o autor e o ICH Gaia-Porto/AA e só pode ser modificado por escrito. Ele não se aplicará se não publicar o seu artigo no ICH Gaia-Porto/AA 2010.