

Artigo originalArtigo premiado - 1º lugar do I Encontro
Internacional de Fisioterapia Dermato-funcional**Efeitos da eletrolipoforese nas concentrações séricas do glicerol e do perfil lipídico*****Effects of abdomen electrical stimulation with subcutaneous electrodes in serum levels of glycerol and lipid profile***

Mariana Ribeiro de Paula*, Geraldo Picheth**, Naudimar Di Pietro Simões***

.....
*Especialista em Fisioterapia Dermato-Funcional – Realmed, **Departamento de Patologia Médica, Universidade Federal do Paraná, ***Especialista em Acupuntura, Diretora do IBRATE.

Trabalho realizado no curso de especialização em Fisioterapia Dermato-Funcional do Instituto Brasileiro de Therapias e Ensinos (IBRATE).

Resumo

O aumento da gordura abdominal está relacionado ao maior risco para doenças cardiovasculares e síndrome plurimetabólica. Este estudo analisou os efeitos da estimulação elétrica na redução de medidas do abdômen e nas concentrações séricas de glicerol e perfil lipídico. A amostra contempla dez voluntários, com o mesmo número de homens e mulheres. A idade média foi $34,2 \pm 11,2$ anos todos com aumento da adiposidade abdominal e sem manifestações clínicas. A estimulação elétrica (eletrolipoforese) foi realizada por seis sessões, sendo uma por semana. Observou-se reduções significativas ($p < 0,01$) no perímetro abdominal após as seis sessões. As determinações séricas do perfil lipídico (colesterol total, HDL-C, LDL-C e triglicérides) não apresentaram diferenças significativas durante o experimento. As concentrações séricas de glicerol apresentaram redução significativa ($p < 0,02$) entre a medida basal e após a sexta sessão. O HDL-colesterol apresentou uma correlação significativa e negativa ($-0,68$; $p = 0,03$) com a variação na medida do abdômen entre o início e o final do estudo. Este estudo preliminar demonstrou que a estimulação elétrica reduziu a medida do perímetro abdominal e pode exercer um efeito na mobilização dos lípidos, considerando a variação nos níveis de glicerol sérico.

Palavras-chave: gordura abdominal, estimulação elétrica, eletrolipoforese, lipólise.

Introdução

A obesidade, segundo a Organização Mundial da Saúde, é uma doença causada pelo excesso de gordura no organismo e está se tornando um dos fatores mais importantes associados à perda da saúde [1]. No Brasil, a estimativa é que 40% da população esteja acima do peso normal. A associação entre o

Abstract

The increase in abdominal fat is related to the increase risk of cardiovascular disease and plurimetabolic syndrome. The aim of this study was analyzed the effects of electric stimulation in the abdominal perimeter reduction and in the serum levels of glycerol and lipid profile. The sample contemplates ten volunteers, with the same number of men and women. The subjects mean age was 34.2 ± 11.2 years and all presented increase of the abdominal adiposity and without clinical manifestations. The electric stimulation was performed once a week during six weeks. It was observed reductions in the abdominal perimeter after six sessions ($p < 0.01$). The serum levels of lipid profile (total cholesterol, HDL-C, LDL-C and triglycerides) did not change during the study. The serum levels of glycerol showed a significantly reduction ($p < 0.02$) between the basal and sixth procedure. The HDL-c levels showed a negative and significant correlation (-0.68 ; $p = 0.03$) with the abdominal perimeter variation during the study. In this preliminary study, with low number of subjects, we concluded that the electrical stimulation reduced the abdomen perimeter and could affect the lipid mobilization considering the variation of serum glycerol levels.

Key-words: abdominal fat, electrical stimulation, electrolipophoresis, lipolysis.

excesso de peso e o risco para doenças cardiovasculares [2,3], que são a principal causa de morte no Brasil [4] esta bem estabelecida.

O predomínio de adiposidade na região abdominal associa-se freqüentemente à intolerância a glicose, alterações no perfil lipídico do plasma e hipertensão arterial [4,5]. A associação desses fatores de risco cardiovasculares (hiperinsulinemia,

Recebido 23 de janeiro de 2007; aceito 24 de janeiro de 2007.

Endereço para correspondência: Naudimar Di Pietro Simões, Rua Voluntários da Pátria 215, 2º andar, 80020-000 Curitiba PR, Tel: (41) 32251844, E-mail: naudiopietro@hotmail.com

hipertensão arterial, diabetes tipo 2, HDL-colesterol baixo) caracterizam a síndrome plurimetabólica [6].

A obesidade está relacionada a múltiplos fatores como: genética, distúrbios hormonais, metabólicos, psicológicos e outros fatores possivelmente ainda desconhecidos [7]. A localização e a distribuição da gordura corporal caracterizam dois tipos de obesidade: andróide e ginóide [8].

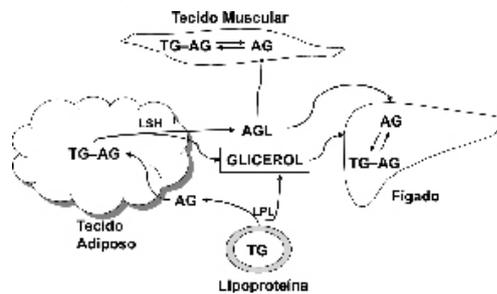
Na obesidade masculina, ou andróide, observa-se maior quantidade de células adiposas na região abdominal. Segundo Ciporkin [8], neste tipo de obesidade os triglicérides são mais sensíveis aos estímulos lipolíticos, mediados pelos receptores beta-adrenérgicos. Sua maior associação às complicações metabólicas vincula-se com o fato de que o fígado sobrecarregado de ácidos graxos livres (AGL) aumenta o metabolismo da insulina [8]. O incremento da gordura visceral, aumenta o risco para doenças cardíacas e para o desenvolvimento do diabetes mellitus tipo 2.

O tipo de obesidade feminina, ou ginóide, é caracterizada por grande número de células adiposas na região de fêmur e glúteos e em menor quantidade na região abdominal. Estes adipócitos são mais resistentes à lipólise e as complicações metabólicas surgem quando existe um grau significativo de excesso de peso.

A estimulação elétrica subcutânea abdominal (eletrolipoforese) é um procedimento freqüentemente utilizado em clínicas de Fisioterapia Dermato funcional para redução do perímetro abdominal. A literatura com abordagem científica é escassa com relação ao procedimento e sobre os mecanismos fisiológicos associados ao processo.

Um dos principais marcadores bioquímicos do aumento da degradação de triglicérides (lipólise) é o aumento da concentração sérica do glicerol, também designado glicerol livre [9]. A Figura 1 mostra de forma simplificada o metabolismo lipídico evidenciando as principais fontes de glicerol livre no soro.

Figura 1 - Esquema simplificado do metabolismo lipídico adaptado de Coppack et al 1994.



Duas enzimas lipolíticas principais, **LSH** (lipase-sensível a hormônio) e **LPL** (lipoproteína lipase), atuam respectivamente, no interior do adipócito e nas lipoproteínas ricas em triglicérides (**TG**). A ação da **LSH** causa a liberação do **glicerol** (glicerol livre) e ácidos graxos livres (**AGL**) na circulação sistêmica. A **LPL** atua liberando glicerol e ácido graxo (**AG**) na circulação principalmente pela ação sobre as VLDL (lipoproteínas de densidade muito baixas). O **AG** é captado pelo tecido adiposo produzindo triglicérides (**TG-AG**). Os **AGL** são captados pelo músculo e fígado para serem oxidados (obtenção energia), parcialmente oxidação (produção de corpos cetônicos) ou reesterificados para formarem triglicérides (**TG-AG**) novamente.

Neste trabalho, o objetivo foi analisar o efeito a ação da estimulação elétrica na redução do perímetro abdominal e correlacionar com os níveis séricos de glicerol e do perfil lipídico.

Materiais e métodos

Amostra

A amostra foi constituída de dez (10) indivíduos voluntários, randomicamente selecionados, com o mesmo número de homens e mulheres. A idade média foi $34,2 \pm 11,2$ anos, e o fator de inclusão foi à queixa de adiposidade localizada na região abdominal presente em todos os participantes do projeto. Foram excluídos indivíduos em uso de medicamentos, portadores de doenças cardíacas e diabetes. Os participantes não foram submetidos a qualquer tipo restrição alimentar e foram solicitados a manterem suas atividades usuais, sendo que apenas duas mulheres e um homem praticavam atividade física de modo regular. Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (990).

Os voluntários foram submetidos à avaliação biométrica. Para aferir o peso corporal, os indivíduos encontravam-se na posição ortostática, descalços e com a menor quantidade de roupa possível sendo utilizado balança aferida da marca Glicomed. A medida da altura foi realizada com fita métrica não elástica em posição ortostática e em apnéia respiratória. Com a mesma fita métrica e na mesma posição foi realizada a perimetria de cintura (abaixo da última costela), abdômen (em cima da cicatriz umbilical), abdômen inferior (em cima da crista ilíaca antero-superior) e quadril (na linha dos trocanteres maiores). O índice de massa corpórea (IMC) foi determinado pela razão do peso pela altura ao quadrado (kg/m^2) e a razão cintura/quadril (C/Q) pelo quociente entre as perimetrias da cintura e quadril.

Eletrolipoforese

A estimulação elétrica do abdômen foi conduzida com os voluntários em decúbito dorsal, com os membros inferiores fletidos e relaxados. Após a delimitação e assepsia (álcool 70%) da área a ser tratada; agulhas de acupuntura descartáveis de 0,30 X 75 mm foram introduzidas na região de abdômen inferior em inserção horizontal ao tecido adiposo. O número de agulhas variou de oito a doze de acordo com o tamanho da área de tratamento. A fonte de corrente elétrica utilizada foi o equipamento de eletrolipoforese da marca Tone Derm® (mod 2004) que possibilita variações nas formas de ondas utilizadas. Após a implantação das agulhas os cabos conectores do tipo garra foram fixados às agulhas, o equipamento foi programado em cinco etapas, com as especificações físicas descritas na tabela I e a intensidade da corrente elétrica ajustada de acordo com a sensibilidade individual de cada voluntário foi de 0,5 mA a 1 mA.

Tabela I - Protocolo para aplicação da estimulação elétrica abdominal.

Etapa	Tipo de Onda	Freqüência	Tempo
1º	Retangular Ampla	50 Hz	10 minutos
2º	Retangular Aguda	20 Hz	5 minutos
3º	Trapezoidal Aguda	30 Hz	20 minutos
4º	Retangular Aguda	30 Hz	10 minutos
5º	Retangular Ampla	50 Hz	5 minutos
			Total: 50 min.

Determinações laboratoriais

Amostras de sangue de 5 ml foram coletadas com os pacientes em jejum de 12 horas, com seringa e agulha, transferidas para tubos e centrifugadas após 30 a 60 minutos da coleta. O soro foi separado e estocado em tubos do tipo *ependorff*, mantido em freezer a -20°C até a realização das análises. A primeira coleta (basal) precedeu a primeira sessão e a última coleta, designada de 6º amostra, foi obtida após a realização da sexta sessão.

As quantificações bioquímicas de proteínas totais, albumina, creatinina, perfil lipídico (colesterol total, HDL-colesterol, LDL-colesterol e triglicérides) foram realizadas em sistema automatizado com reagentes comerciais (Abbott) utilizando

calibradores e controles preconizados pelo fabricante do equipamento. A determinação de glicerol sérico foi realizada utilizando ATP e as enzimas glicerol quinase e glicerol-3-fosfato oxidase sendo o peróxido formado identificado colorimetricamente pela reação de Trinder (boletim técnico Randox, cat nº GY 105). Os valores de referência sugeridos para o glicerol sérico são 28 a 128 µmol/L para homens e 36 a 125 µmol/L para mulheres.

Análise estatística

A análise estatística foi feita à partir da determinação da média, desvio padrão e mediana. As comparações foram analisadas pelo teste “t” de Student para variáveis dependentes e a correlação linear pelo coeficiente de Pearson. Foi considerado como significativo uma probabilidade (P) menor que 0,05 em todas as análises. O software Statistica for windows versão 5.5 (StatSoft, Tulsa) foi utilizado nas análises.

Resultados

As características antropométricas e bioquímicas da amostra classificada por sexo e grupo total encontram-se na Tabela II.

Tabela II - Características antropométricas e bioquímicas da amostra.

Variáveis	Homens (N = 5)	Mulheres (N = 5)	Todo Grupo (N = 10)
Idade (anos)	27,8 ± 3,8	40,6 ± 12,8	34,2 ± 11,2
Peso (kg)	80,6 ± 9,6	62,7 ± 12,1	71,7 ± 13,9
Altura (cm)	179,0 ± 11,3	154,8 ± 5,3	166,9 ± 15,2
IMC (kg/m ²)	25,1 ± 0,7	26,2 ± 5,4	25,7 ± 3,7
Cintura/Quadril	0,86 ± 0,03	0,81 ± 0,08	0,83 ± 0,07
Creatinina (mg/dL)	1,1 ± 0,11	0,99 ± 0,09	1,05 ± 0,11
Glicose (mg/dL)	85,2 ± 6,0	82,2 ± 8,3	83,7 ± 7,2
Proteínas totais (g/dL)	8,0 ± 0,4	7,7 ± 0,6	7,9 ± 0,5
Albumina (g/dL)	5,1 ± 0,4	4,6 ± 0,3	7,9 ± 0,4

Os valores representam a média (± 1 desvio padrão)

Tabela III - Comparação entre as medidas do abdômen e marcadores bioquímicos no início do tratamento (basal) e após a 6ª sessão de estimulação elétrica no abdômen.

Variáveis	Basal	Após 6ª sessão	Teste t (P)
Cintura (cm)	83,6 ± 10,7	81,9 ± 10,1	4,25 (0,002)*
Abdômen (cm)	88,6 ± 9,6	87,0 ± 9,5	4,31 (0,002)*
Abdômen inferior (cm)	92,7 ± 10,7	91,1 ± 10,3	5,36 (0,0004)*
Cintura/Quadril	0,83 ± 0,07	0,81 ± 0,06	4,39 (0,002)*
Peso (kg)	71,7 ± 13,9	71,5 ± 14,1	0,36 (0,73)
IMC (kg/m ²)	25,7 ± 3,7	25,6 ± 3,7	0,30 (0,77)
Colesterol total (mg/dL)	192,2 ± 71,1	190,8 ± 65,3	0,19 (0,85)
HDL-C (mg/dL)	52,5 ± 12,5	52,0 ± 11,6	0,27 (0,79)
LDL-C (mg/dL)	113,4 ± 60,7	106,5 ± 48,7	0,84 (0,42)
Triglicérides (mg/dL)	131,3 ± 64,8	161,4 ± 112,5	-1,10 (0,30)
Glicerol (µmol/L)	64,1 ± 24,8	41,4 ± 16,4	2,70 (0,02)*

Os valores representam a média (± 1 desvio padrão)

* valores significativos (P < 0,05)

Os resultados das medidas do perímetro abdominal e das quantificações bioquímicas comparadas no estado basal e após a 6^o sessão estão mostrados na Tabela III.

A análise de correlação linear entre as variações de medidas e as concentrações séricas de HDL-colesterol estão mostradas na Tabela IV.

Tabela IV - Correlação linear (Pearson) entre as variações das medidas (basal e 6^o sessão) e as concentrações séricas de HDL-colesterol.

Variáveis	HDL-C (basal)	HDL-C (6 ^o sessão)
Varição na cintura [1,7 ± 1,2]	-0,28 (P = 0,43)	-0,33 (P = 0,34)
Varição no abdômen [1,6 ± 1,2]	-0,68 (P = 0,03)*	-0,65 (P = 0,04)*
Varição no abdômen inferior [1,6 ± 1,0]	-0,379 (P = 0,28)	-0,24 (P = 0,50)

* valores significativos (P < 0,05); entre colchetes os valores da média ± 1DP das variáveis em análise.

Discussão

A estimulação elétrica é uma das técnicas utilizadas em clínicas de fisioterapia dermatofuncional na busca de redução de medidas, na melhora do aspecto da lipodistrofia ginóide e na tonificação e rejuvenescimento de várias regiões do corpo [10]. A resposta celular a estímulos elétricos pode desencadear alterações em nível celular, tecidual e sistêmico [11].

A amostra foi constituída (Tabela II) por um grupo com idade média de 34 anos e com homens mais jovens (27,8 anos) em relação às mulheres (40,6 anos). Esta distribuição reflete o perfil dos pacientes da clínica em que os procedimentos foram realizados. Os voluntários participantes do projeto apresentaram excesso ponderal e aumento na perímetria abdominal muito discretos evidenciados pelo IMC (desejável < 25) e pela relação cintura/quadril (desejável < 0,90 para homens e < 0,80 para mulheres). As concentrações séricas de creatinina e glicemia dentro da referência sugerem respectivamente, as ausências de lesão renal [12] e diabetes [13]. Também os valores séricos consistentes com a normalidade das medidas da proteína total e da albumina apontam que os participantes da amostra apresentavam estado nutricional adequado e estável [14].

A comparação da perímetria abdominal (Tabela III) mostrou redução significativa

(p < 0,01) nas medidas da cintura, abdômen, abdômen inferior e da relação cintura/quadril, quando os valores basais foram comparados àqueles obtidos após a 6^o aplicação da estimulação elétrica no abdômen. Durante o período do experimento os valores médios do peso e IMC não mostraram diferenças significativas (p > 0,05). Estes dados sugerem que os efeitos da estimulação elétrica abdominal estão localizados na região estimulada e são discretos.

Os componentes do perfil lipídico não sofreram alterações significativas associadas ao processo de estimulação elétrica abdominal durante o período do experimento. É possível que a estimulação elétrica aplicada em apenas um segmento corporal, não seja suficiente para afetar o metabolismo dos lípides de modo sistêmico. Outro fator a ser considerado é o número de sessões utilizadas no desenho experimental. É possível que substâncias que possam ser liberadas do tecido adiposo pela estimulação elétrica com capacidade de alterar as concentrações séricas dos lípides tenham um tempo de resposta mais longo que o tempo de seis semanas utilizado

no presente estudo.

As concentrações séricas de glicerol reduziram significativamente (p < 0,05) quando comparado as médias basais e após a 6^o sessão em aproximadamente de 35%. A concentração de glicerol livre em jejum é mantida pela lipólise das reservas de gordura do tecido adiposo, pela hidrólise dos triglicérides em partículas de VLDL (lipoproteína de densidade muito baixa) e uma pequena fração de outras fontes teciduais não relacionadas aos adipócitos [15]. O glicerol liberado pela hidrólise dos triglicérides pode ser utilizado na síntese de glicose através da neoglicogênese [16]. A quantificação dos ácidos graxos livres, do glicerol sérico e urinário, e análise de outros marcadores do metabolismo lipídico como a adiponectina serão necessários para explicar a redução do glicerol associada ao processo de estimulação elétrica do abdômen observada neste estudo. No entanto, algumas hipóteses podem ser apresentadas. Primeiro, a estimulação elétrica utilizada pode reduzir o perímetro do tecido adiposo e conseqüentemente reduzir o pool de glicerol circulante proveniente da lipólise. A estimulação elétrica no abdômen aumenta a circulação sanguínea local [17] o que poderia facilitar a passagem do glicerol liberado do tecido adiposo para o sangue e sua posterior eliminação renal, reduzindo o pool circulante. Finalmente, a estimulação elétrica esta relacionada ao aumento na geração de ATP pela célula [18] o que sugere que parte do glicerol produzido pela lipólise, estimulada pelo processo de eletrolipoforese, possa ser utilizado na produção de glicose (neoglicogênese) e esta consumida na produção de energia.

As concentrações séricas do HDL-colesterol mostram correlação negativa e significativa (P < 0,05) com a variação da perímetria abdominal (Tabela IV) no período do experimento. A redução na medida abdominal foi correlacionada a um incremento na concentração de HDL-C. Deve-se realçar que as medidas da cintura e abdômen inferior, regiões muito próximas ao abdômen, não apresentaram correlação com o HDL-C. Esta observação deve ser melhor avaliada em futuros estudos e gera especial interesse, uma vez que um aumento nos níveis de HDL-C são considerados fator de proteção para doenças cardiovasculares [19]. Na possibilidade do processo de estimulação elétrica do abdômen permitir uma futura otimização, que significativamente propicie o aumento na concentração de HDL-C, estaríamos frente a uma tecnologia de grande interesse clínico.

Conclusão

Os resultados deste trabalho precisam ser avaliados na perspectiva que foram obtidos com uma amostra pequena. Neste sentido, variações biológicas, sensibilidades individuais ou respostas peculiares de poucos indivíduos que compõe a amostra podem significativamente induzir a conclusões que não podem ser transpostas para a população em geral. No entanto, este não parece ser o caso da amostra utilizada no presente estudo, uma vez que todos os indivíduos da amostra apresentaram, em graus diferentes, concordância com os principais achados significativos reportados.

Em síntese, a estimulação elétrica do tecido adiposo com eletrodos subcutâneos, usualmente designada como eletrolipoforese, significativamente reduziu as medidas de abdômen e cintura, não alterou as concentrações séricas do perfil lipídico e promoveu uma redução nos níveis de glicerol livre após seis aplicações do procedimento. Em nosso conhecimento, este é o primeiro estudo brasileiro que aborda este tema.

Referências

1. Sharma AM. Obesity and cardiovascular risk. *Growth Horm IGF Res* 2003;13:S10-S17.
2. Plegas LS, Avezum A, Pereira JCR, Neto JMR, Hoephner C, Ferran JA et al. Risk factors for myocardial infarction in Brazil. *Am Heart J* 2003;146:331-338.
3. Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath Junior CW. Body mass index and mortality in a prospective cohort of US adults. *N Engl J Med* 1999;341:1097-105.
4. Lotufo PA. Mortalidade precoce por doenças do coração no Brasil; comparação com outros países. *Arq Bras Cardiol* 1998;70:321-325.
5. Reaven GM. Pathophysiology of insulin resistance in human disease. *Physiol Rev* 1995; 75:473-86.
6. Lopes AC, Martinez T. Dislipidemias - da teoria à prática. São Paulo: Atheneu; 2004.
7. Guirro E, Guirro R. Fisioterapia dermatofuncional-fundamentos, Recursos e Patologias. 3a ed. São Paulo: Manole; 2004. p.53-54.
8. Ciporkin, H. Atualização terapêutica e fisiopatogenica da LDG "celulite". São Paulo: Santos; 1992. p.61-62.
9. Large V, Peroni O, Letexier D, Ray H, Beylot M. Metabolism of lipids in human white adipocyte. *Diabetes Metab* 2004;30(4):294-309.
10. Maio M. Tratado de medicina estética. São Paulo: Roca; 2004. p.1546-47.
11. Charman RA. Bioelectricity and electrotherapy towards a new paradigm. *Physiotherapy* 1990;76:502-508.
12. Tietz NW. Clinical guide to laboratory tests. 3a ed. Saunders: Philadelphia, 1995, p. 186.
13. American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2006; 29:S37-S42.
14. Don BR, Kaysen G. Serum albumin: relationship to inflammation and nutrition. *Semin Dial* 2004;17:432-7.
15. Jensen, MD, Chandramouli, V, Schumann WC, Ekberg K, Previs SF, Gupta S, Landau BR. Sources of blood glycerol during fasting. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2001; 281: E998-E1004.
16. Marks DB, Marks AD, Smith CM. Basic Medical Biochemistry. A clinical approach. Williams & Wilkins: Baltimore; 1966. p. 28-480.
17. Silva M. Eletroterapia em estética. São Paulo: Robe;1999. p.59-60.
18. Cheng N, Van Hoff H, Bockx E. The effect of electric currents on ATP generation protein synthesis, and membrane transport in rat skin. *Clin Orthop*1982;171:264-72.
19. III Diretrizes brasileiras em dislipidemias e diretriz de prevenção da aterosclerose. *Arq Bras Cardiol* 2001; 77(supl. III):5-19.