

# Os efeitos clínicos e histológicos dos ultrassons de alta frequência minimamente focados no tecido subcutâneo humano

*Clinical and histological effects of weakly focused high-frequency ultrasounds on human subcutaneous adipose tissue*

DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/scd1984-8773.201572633>

## Autores:

Daniele Bani<sup>1</sup>  
Alessandro Quattrini Li<sup>2</sup>  
Giulia Lo Russo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Professor Titular de Histologia, Universidade de Florença - Florença, Itália.

<sup>2</sup> Cirurgião Plástico, Universidade de Florença - Florença, Itália.

<sup>3</sup> Cirurgião Plástico, Chefe da Unidade de Cirurgia Plástica, Universidade de Florença - Florença, Itália.

## Correspondência:

Daniele Bani  
University of Florence  
Dept. Experimental & Clinical Medicine,  
Research Unit of Histology & Embryology  
viale G.Pieraccini 6  
I-50139 Florence, Italy  
Phone: +39 055 2758 153  
E-mail: [daniele.bani@unifi.it](mailto:daniele.bani@unifi.it)

Estudo realizado no Departamento de Medicina Experimental e Clínica, Unidade de Pesquisa de Histologia e Embriologia, Departamento de Cirurgia e Medicina Translacional, e Unidade de Cirurgia Plástica da Universidade de Florença - Florença, Itália.

Data de recebimento: 21/12/2014  
Data de aprovação: 17/06/2015

Suporte financeiro: O presente estudo foi custeado pelos próprios autores.

Conflito de interesses: nenhum

## RESUMO

**Introdução:** Os aparelhos lipo-redutores de ultrassom são comumente utilizados em procedimentos não-invasivos para a estética corporal por provocarem reduções clinicamente significativas dos depósitos de gordura subcutânea.

**Objetivo:** Avaliar as alterações morfológicas induzidas em componentes das células da pele humana, causadas por ultrassom de alta frequência minimamente focado.

**Métodos:** Amostras de pele de espessura total expostas ou não à ultrassonografia ex-vivo e biópsias de pele de pacientes pré-tratados ou não com ultrassom antes da cirurgia lipo-redutora foram analisadas para avaliação de possíveis alterações morfológicas em adipócitos. Foram analisadas apoptose dos adipócitos, liberação de triglicérides e mudança clínica após tratamento repetitivo com ultrassom, em comparação a tratamentos placebo.

**Resultados:** Em comparação com as amostras-controle, o tratamento de ultrassom induziu uma redução significativa no tamanho dos adipócitos, assim como o aparecimento de microporos na membrana plasmática e liberação de triglicérides, sem alterações apreciáveis em componentes microvasculares, do estroma e da epiderme, assim como no número de adipócitos apoptóticos. Clinicamente, o tratamento com ultrassom provocou uma significativa redução, tempo-dependente, da gordura abdominal.

**Conclusões:** O presente estudo reforça a segurança e a eficácia do ultrassom transcutâneo de alta frequência minimamente focado na redução da gordura localizada, fornecendo evidência experimental de um possível mecanismo de ação.

**Palavras-chave:** ablação por ultrassom focalizado de alta intensidade; adipócitos brancos; gordura subcutânea

## ABSTRACT

**Introduction:** Lipo-reductive ultrasound devices are commonly used for non-invasive body sculpting purposes because they can achieve clinically appreciable subcutaneous fat pad reduction and are safe and well tolerated by patients.

**Objective:** This study aims to evaluate the morphological changes induced on the different cell components of human skin as a result of weakly focused high-frequency ultrasound.

**Methods:** Full-thickness skin samples exposed or not to ultrasound ex vivo, and skin biopsies from patients pre-treated or not with ultrasound before lipo-reductive surgery, were analyzed to evaluate possible morphological changes of adipocytes. Adipocyte apoptosis and triglyceride release were also assayed. Clinical evaluation of the effects of repeated ultrasound treatment vs. sham-treatment was also performed.

**Results:** Compared with the control samples, ultrasound treatment induced an appreciable reduction in adipocyte size, the appearance of plasma membrane micropores and triglyceride release, without appreciable changes in microvascular, stromal and epidermal components, and in the number of apoptotic adipocytes. Clinically, the ultrasound treatment resulted in a time-dependent significant reduction of abdominal fat.

**Conclusions:** This study supports the safety and efficacy of trans-cutaneous weakly focused high-frequency ultrasounds for localized fat reduction, and provides experimental evidence for a possible mechanism of action.

**Keywords:** adipocytes, white; high-intensity focused ultrasound ablation; subcutaneous fat

## INTRODUÇÃO

Para atender a crescente demanda por métodos não invasivos de redução de gordura alternativos à lipoaspiração,<sup>1</sup> inúmeros tratamentos físicos, especificamente a estimulação mecânica e elétrica, a radiofrequência, e o laser de baixa intensidade, foram desenvolvidos, porém em sua maioria não atenderam às expectativas<sup>1-4</sup> e alguns também suscitaram questões relativas à segurança.<sup>5</sup> Entre as abordagens não-invasivas mais promissoras para a lipo-redução, o ultrassom tem um lugar fundamental.<sup>6-9</sup> Apesar de sua crescente utilização em medicina estética com resultados satisfatórios, seus mecanismos de ação sobre as células adiposas ainda precisam ser completamente elucidados e, provavelmente, variam de acordo com o modo de aplicação de ultrassom. De fato, a energia ultrassônica pode ser transmitida para a pele de forma não focada ou focada. Na forma não focada, a energia decresce com a profundidade: assim, a quantidade de energia suficiente para atingir a gordura subcutânea, expõe a superfície da pele à intensidade máxima, podendo causar lesões. Por outro lado, o ultrassom focado pode ser concentrado numa zona subcutânea definida para produzir lise da gordura clinicamente relevante e ao mesmo tempo limitar os danos nos tecidos superiores.<sup>10,11</sup> No entanto, o ultrassom focado pode induzir aquecimento excessivo, levando à necrose dos adipócitos na área de tratamento.<sup>12</sup> Os equipamentos lipo-redutores de ultrassom mais recentes são especificamente projetados para evitar a lesão tecidual. O Contour I<sup>TM</sup> (UltraShape, Yoqneam, Israel), um emissor de ultrassom focado, foi o primeiro equipamento a realizar a lise seletiva dos adipócitos e obter redução clinicamente relevante do volume dos depósitos de gordura subcutânea com ausência de reações adversas significativas.<sup>7,13</sup> O Med2Contour<sup>TM</sup> (General Project, Montespertoli, Itália) tem a vantagem de possuir dois transdutores angulares não focais que criam um campo de ultrassom minimamente focado, onde os dois focos se sobrepõem dentro dos depósitos de gordura subcutânea.<sup>14,15</sup>

Os mecanismos celulares que estão por trás dos efeitos lipo-redutores do ultrassom não são totalmente compreendidos, sendo matéria para investigação. Demonstrou-se que o impacto do ultrassom nas células adiposas pode induzir a abertura transitória de poros na membrana plasmática e permitir o vazamento de triglicérides.<sup>14,15</sup>

O presente estudo tem como objetivo fornecer evidências adicionais da eficácia do ultrassom de alta frequência minimamente focado, emitido pelo Med2Contour<sup>TM</sup> em lipo-reduções não invasivas e investigar a existência de possíveis indícios morfológicos que possam ajudar a compreender os seus mecanismos de ação sobre as células adiposas.

## MÉTODOS

O presente estudo seguiu as diretrizes da Declaração de Helsinque, de acordo com a revisão realizada em Edimburgo em 2008. Houve aprovação pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Florença, Itália. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento esclarecido.

*Estudo das amostras de pele humana* - Biópsias de espessura

total de pele normal com cerca de 15 mm de espessura foram colhidas de 3 pacientes submetidos a abdominoplastia (1 homem, 2 mulheres, com idades entre 40-65), no momento da cirurgia. Cada biópsia foi cortada em duas metades, sendo cada uma colocada numa placa de Petri sobre gelo, com o tecido subcutâneo virado para baixo, com a adição de 2 ml de meio de incubação pré-oxigenado (meio Eagle modificado de Dulbecco, DMEM; Gibco Invitrogen, Milão, Itália). A primeira amostra foi tratada com ultrassom não focado usando o dispositivo Med2Contour<sup>TM</sup> (General Project, Montespertoli, Itália), de acordo com os seguintes parâmetros: 3W de potência, frequência de 20kHz, modo pulsado (2 pulsos de 6s cada, separados por uma pausa de 10s). Um único transdutor do Med2Contour<sup>TM</sup> foi colocado em contato direto com a epiderme através de uma fina camada de gel para ultrassom Aquasonic Clear<sup>TM</sup> (Parker, Fairfield, EUA). As configurações de energia e frequência acima indicadas foram adotadas porque eram semelhantes às que levaram a melhores resultados clínicos,<sup>7,14,15</sup> ao passo que o protocolo de tempo foi definido de forma a evitar o superaquecimento do tecido, dado que os explantes de pele não possuíam a homeostase do fluxo sanguíneo relacionada à temperatura. A temperatura do tecido foi monitorada continuamente com um termômetro digital, não tendo ultrapassado 38°C. A outra amostra foi tratada com placebo (isto é, foi sujeita ao mesmo procedimento de manuseamento, porém sem a emissão de ultrassom) e usada como controle. No final dos experimentos, fragmentos de tecido adiposo foram colhidos da parte central das amostras tratadas e de controle, fixados em glutaraldeído isotônico a 4% e OsO<sub>4</sub> a 1%, desidratados e embebidos em resina epoxi Epon (Fluka, Buchs, Suíça), em preparação para estudos de microscopia ótica e eletrônica.

Mediu-se o tamanho dos adipócitos das secções semi-finas (2 mm de espessura) através de morfometria auxiliada por computador de fotomicrografias digitais. A área de superfície dos vacúolos lipídicos dos adipócitos foi medida a partir de 10 micrografias escolhidas aleatoriamente (área de teste: 65.700 mm) de cada amostra, utilizando o software de análise de imagem ImageJ 1.33 (<http://rsb.info.nih.gov/ij/>), mediante a fixação de um limiar adequado que levasse apenas à inclusão dos vacúolos lipídicos osmiofílicos dos adipócitos. Perfis vacuolares  $\leq 1.000 \text{ mm}^2$  consistentes com as secções polares foram excluídos. Os dados foram registrados como valores médios ( $\pm$  SEM) dos grupos de controle e tratado. Para a microscopia eletrônica de transmissão, cortes ultrafinos foram corados com acetato de urânio e subnitrito alcalino de bismuto, observados e fotografados através de um microscópio eletrônico de transmissão JEM 1010 (Jeol, Tóquio, Japão).

*Estudo in vivo* - Foi realizado em 3 voluntários obesos (2 homens, 1 mulher, com faixa etária de 34-53 anos) programados para passar por cirurgia lipo-redução abdominal, tendo sido submetidos a ultrassom minimamente focado de alta frequência utilizando o Med2Contour<sup>TM</sup> configurado da seguinte forma: 2W de potência, modo pulsado, frequência de 20kHz, 15 minutos de tratamento. Em cada paciente, a área de

teste foi o hipogástrio direito enquanto o hipogástrio esquerdo foi submetido ao tratamento simulado. Dois pacientes receberam 4 tratamentos (a 27, 20, 12 e 1 dia antes da cirurgia). O paciente restante recebeu 3 tratamentos (a 27, 20 e 12 dias antes da cirurgia): este protocolo teve como objetivo estudar se os efeitos do ultrassom seriam mantidos com o tempo. No momento da cirurgia, os fragmentos de tecido adiposo subcutâneo foram colhidos a partir da parte central das áreas de teste e de controle, sendo processados para exame ultraestrutural, tal como descrito acima. Da mesma forma que no experimento com os explantes de pele, a morfometria do tamanho dos adipócitos foi realizada em cortes semi-finos e a análise ultra estrutural foi realizada em seções ultra-finas dos espécimens incorporados em Epon.

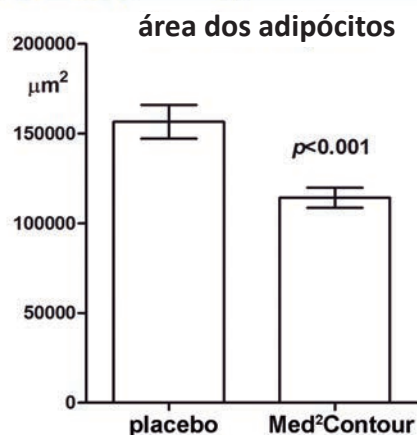
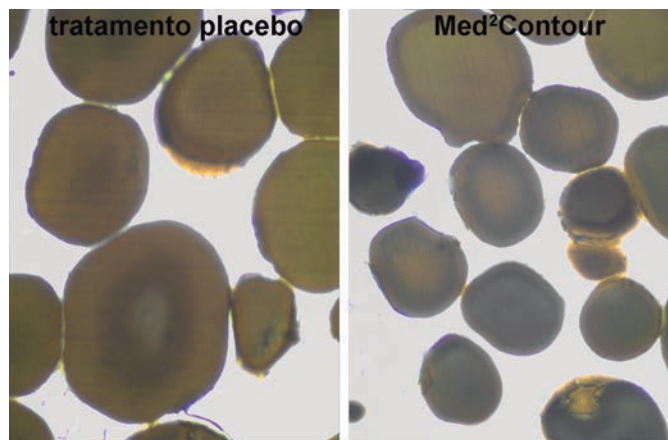
Mais 3 pacientes com sobrepeso (2 homens, 1 mulher, com idades entre 30–33 anos) foram incluídos para avaliação da massa de tecido adiposo subcutâneo como controle e pele abdominal tratada com ultrassom. Tais pacientes foram submetidos a 4 tratamentos semanais de ultrassom, de forma semelhante ao protocolo acima descrito. Antes de cada tratamento e 1 semana após o último tratamento, a espessura do depósito de gordura subcutânea nas áreas de controle e de teste foi avaliada através da medida da profundidade das dobras da pele com um adipômetro Harpenden (FitnessAssist, Wrexham, UK). Para normalizar as diferenças individuais, os valores foram expressos como percentual de mudança em relação às medidas iniciais.

**Análise estatística** – Os parâmetros quantitativos do ensaio clínico foram analisados estatisticamente com software estatístico Graph Pad Prism 4.03 (GraphPad, San Diego, CA, EUA), assumindo pacientes individuais como unidades da amostra ( $n = 3$ ). A significância estatística das diferenças entre os grupos foi avaliada pelo teste *t* de Student desemparelhado; um  $p \leq 0,05$  foi considerado significativo.

## RESULTADOS

A microscopia ótica e a análise morfométrica das seções semi-finas de tecido adiposo subcutâneo dos explantes de pele *ex vivo* ( $n = 3$ ) mostrou que o tratamento com ultrassom Med2Contour™ induziu uma diminuição considerável e estatisticamente significativa (-23%) no tamanho de vacúolos lipídicos dos adipócitos (Figura 1). Achado semelhante foi observado nas biópsias de gordura subcutânea colhidas na cirurgia (tanto do grupo submetido ao procedimento simulado como daquele que teve a pele abdominal pré-tratada com o Med2Contour™) (Figura 2). Nas biópsias realizadas 1 dia após a última aplicação do ultra-som ( $n = 2$ ), verificou-se uma redução significativa (-26%) do tamanho de vacúolos lipídicos dos adipócitos. Nas biópsias feitas 12 dias após a última aplicação do ultra-som ( $n = 1$ ), o tratamento induziu uma redução ainda mais acentuada (-47%) dos vacúolos lipídicos dos adipócitos. Não foram observadas diferenças entre as biópsias tratadas de forma simulada de 3 pacientes (dados não exibidos).

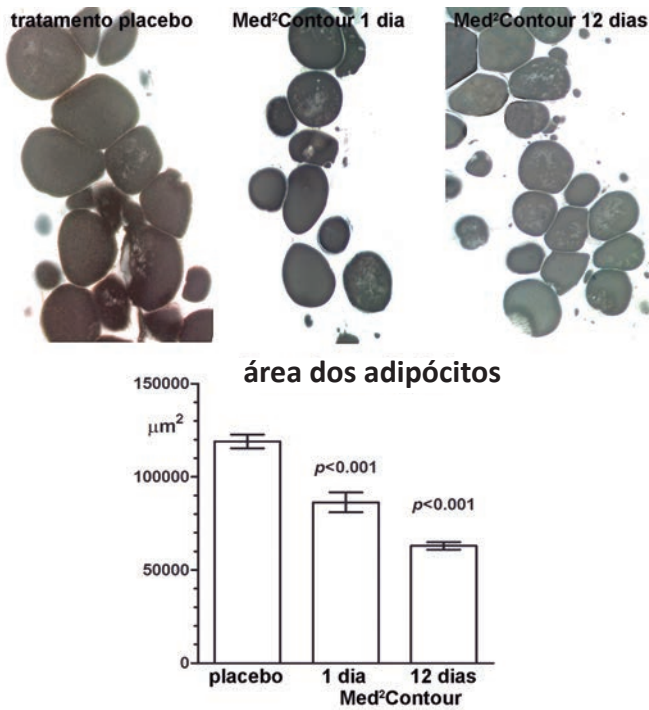
A análise ultra-estrutural do tecido adiposo de explantes *ex vivo* de pele tratados de forma simulada demonstrou adipócitos normais, evidenciando um grande vacúolo lipídico osmiofílico com uma borda periférica elétron-lucente contígua



**FIGURA 1:** Achados histológicos e morfométricos dos adipócitos subcutâneos dos explantes de pele *ex vivo*

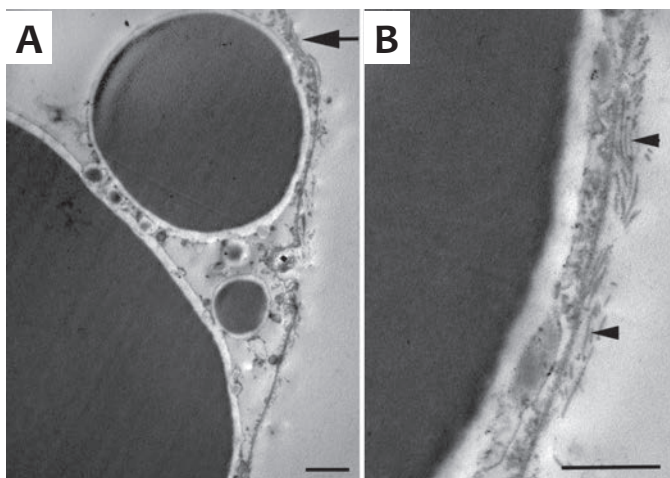
Comparado com o tratamento simulado, o tratamento de ultrassom utilizando o Med2Contour provoca uma redução estatisticamente significativa da área média da superfície de secção transversal de vacúolos lipídicos, correlacionada com o volume global dos adipócitos (teste *t* de Student). Fixação/coloração com OsO<sub>4</sub> e corante de contraste com azul de toluidina. Barras = 10 µm.

a uma fina camada citoplasmática contendo escassas organelas, microvesículas de pinocitose e gotículas lipídicas (Figura 3). As células estavam cercadas por uma membrana basal contínua. Microvasos sanguíneos – principalmente capilares – e tecido conjuntivo intersticial composto por matriz frouxa contendo finas fibras de colágeno, apresentaram aparência normal (dados não exibidos). Características normais de adipócitos e componentes do estroma também foram observados nas biópsias do tecido adiposo que foram retiradas das áreas tratadas de forma simulada nos 3 pacientes inclusos no estudo (dados não disponíveis). Por outro lado, o tecido adiposo subcutâneo de amostras de pele *ex vivo* tratado com ultrassom apresentou diferenças bastante visíveis se comparado às amostras tratadas de forma simulada. Em particular, muitos adipócitos mostraram alterações peculiares consistindo de aglomeração de gotículas lipídicas e rupturas focais da borda citoplasmática periférica (Figura 4). Tais rupturas (de aproximadamente 0,5–1,5 mm de diâmetro) estavam



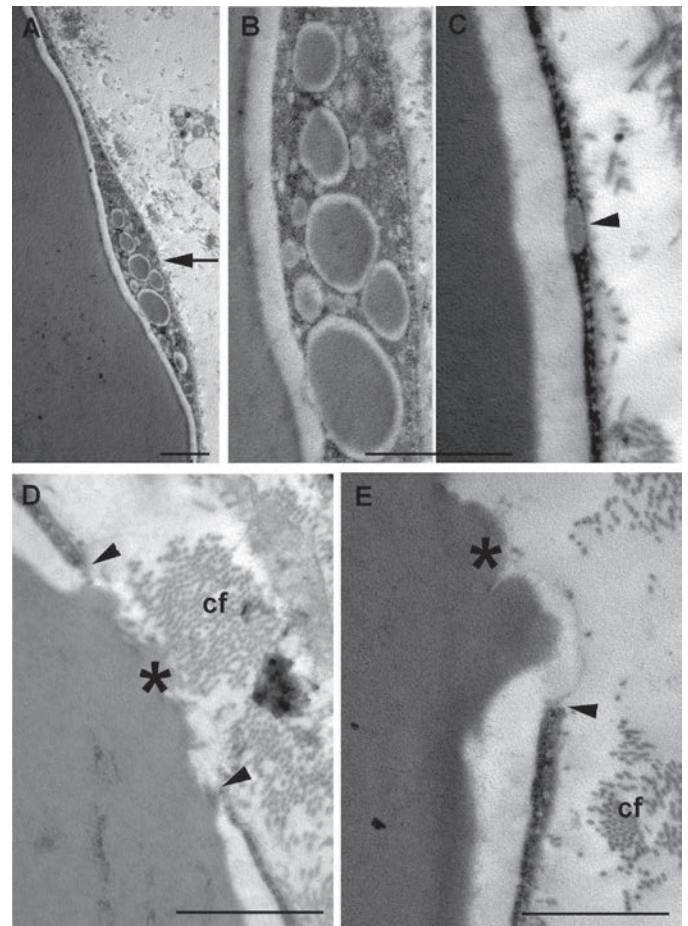
**FIGURA 2:** Os achados histológicos e morfométricos de adipócitos subcutâneos de biópsias de pele abdominal colhidas nos instantes experimentais após o tratamento

Comparado com o tratamento simulado, o tratamento de ultrassom utilizando o Med2Contour provoca uma redução estatisticamente significativa da área média da superfície da secção transversal de vacúolos lipídicos, correlacionada com o volume global dos adipócitos (teste t de Student). Fixação/coloração com OsO4 e corante de contraste com azul de toluidina. Barras = 10 µm.



**FIGURA 3:** Imagens de microscopia eletrônica representativas de tecido adiposo de explantes de pele ex vivo tratados de forma simulada

A) Um dos adipócitos evidenciando gotículas lipídicas de diferentes tamanhos no citoplasma periférico. B) Detalhe da imagem anterior (seta) mostrando o citoplasma intacto e membrana plasmática contínua margeada por uma lâmina basal (setas). Barras = 1 µm.



**FIGURA 4:** Imagens de microscopia eletrônica representativas de tecido adiposo de explantes de pele ex vivo tratados com ultrassom Med2ContourTM

A) Adipócito evidenciando agrupamento de gotículas lipídicas no citoplasma marginal. B) Detalhe da imagem anterior (seta) mostrando o agrupamento de gotículas. C) Uma gota lipídica prestes a romper a borda citoplasmática (seta). D e E) Rupturas citoplasmáticas (setas), permitindo o vazamento de gotículas de triglicérides no interstício (asteriscos); cf: fibras de colágeno. Barras = 1 µm.

geralmente restritas a pequenas áreas da superfície da célula, mas eram suficientemente grandes para permitir o vazamento de gotículas de triglicérides do vacúolo citoplasmática interior para o espaço extracelular. Faz-se importante notar que não foram observados sinais de morte dos adipócitos ou restos celulares. Também é importante notar que os componentes celulares e intercelulares do estroma possuíam uma aparência normal, sem sinais de danos (dados não exibidos).

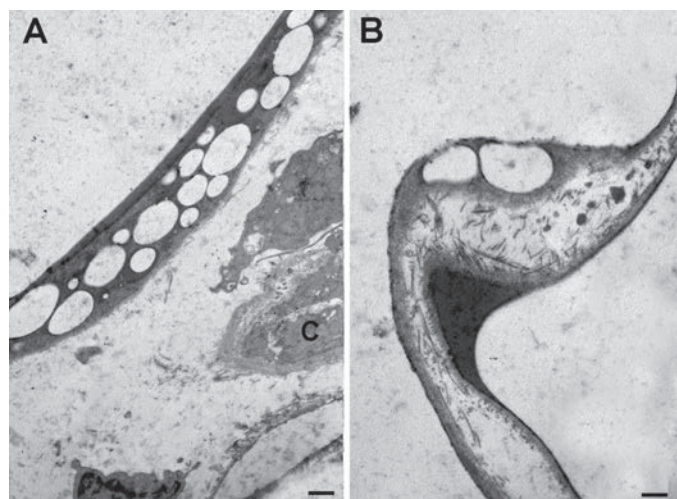
O exame ultrastrutural das biópsias de gordura subcutânea colhidas durante a cirurgia nas áreas de pele abdominal pré-tratadas com ultrassom mostrou características diferentes daquelas dos espécimes *ex vivo*. Imagens de vazamento de triglicérides de adipócitos não foram detectados em nenhum dos pacientes examinados, independentemente das biópsias terem sido feitas 1 ou 12 dias após a última aplicação de ultrassom. Os componentes do estroma intersticial demonstraram aparência

normal (dados não exibidos). No entanto, os adipócitos que haviam sido expostos ao ultrassom, consistentemente mostraram perfis irregulares e sinuosos assim como múltiplas gotículas lipídicas agrupadas na borda citoplasmática (Figura 5). Estas características nunca foram encontrados nos adipócitos tratados de forma simulada e são consistentes com a significativa redução do volume celular, possivelmente relacionada com a liberação de triglicérides.

A avaliação da massa de tecido adiposo subcutâneo através de plicometria evidenciou uma diminuição dos valores medidos nas regiões de pele abdominal tratada com ultrassom correlacionada ao tempo, em comparação às áreas correspondentes tratadas de forma simulada (Tabela 1). Uma observação importante é a de que a tendência decrescente nas regiões tratadas com no Med2Contour continuou durante 1 semana após o último tratamento (períodos mais longos não foram analisados).

## DISCUSSÃO

Os achados do presente estudo indicam que o ultrassom de alta frequência minimamente focado aplicado pelo dispositivo Med2Contour™ na pele humana pode levar a uma redução substancial da gordura subcutânea e do tamanho das células adiposas, confirmando as observações clínicas e histológicas anteriores do significativo efeito lipo-redutor desta técnica.<sup>7,14,15</sup> O presente estudo fornece indícios morfológicos adicionais para melhor compreender o mecanismo de ação do ultrassom em adipócitos. De fato, a exposição de explantes de pele de espessura total a 2 ciclos curtos de ultrassom (6 seg. cada), em nível de energia semelhante à utilizada para fins clínicos, resultou numa diminuição estatisticamente significativa de



**FIGURA 5:** Imagens de microscopia eletrônica representativas do tecido adiposo de áreas de pele abdominal que foram sujeitas a pré-tratamento de ultrassom (1 dia) utilizando o Med2Contour™

A) Adipócito evidenciando múltiplas gotículas lipídicas agrupadas na borda citoplasmática. B) Adipócito evidenciando perfis irregulares e sinuosos, e duas gotículas lipídicas periféricas; um capilar próximo (C) evidencia características normais. Barras = 1 μm.

**TABELA 1:** Alteração percentual da massa de tecido adiposo avaliada com plicômetro na quarta semana de tratamento e uma semana após a última sessão de tratamento (+1).

Semana	Tratamento-placebo	Med2Contour	Teste t de Student
1*	100	100	
2	101.6 ± 0.5	94.1 ± 1.1	p<0.01
3	100.1 ± 1.5	85.8 ± 2.4	p<0.001
4	101.2 ± 0.8	77.2 ± 0.5	p<0.001
+1	100.4 ± 1.5	77.7 ± 1.0	p<0.001

\* Os valores mensurados após o primeiro tratamento foram considerados como sendo 100%.

adipócitos subcutâneos. À microscopia eletrônica, o tratamento de ultrassom pareceu causar a desestabilização do citoplasma dos adipócitos e da membrana plasmática que envolve o vacúolo lipídico, possivelmente pela coalescência de gotículas lipídicas. Por sua vez, este fenômeno provoca rupturas focais do citoplasma dos adipócitos (aprox. 0,5–1,5 mm de diâmetro), que permitem o vazamento de lipídeos do vacúolo interior para o espaço extracelular. Resultados similares foram observados em biópsias de tecido adiposo obtidas de pacientes que foram tratados com Med2Contour™. Em particular, em comparação às áreas tratadas de forma simulada, o tamanho médio de adipócitos subcutâneos foi significativamente reduzido 1 dia após o último tratamento, com esse resultado mantendo-se claramente observável após 12 dias. Ultraestruturalmente, já não foi mais possível observar imagens de vazamento de triglicérides dos adipócitos em nenhum dos pacientes estudados, embora os adipócitos ainda possuíssem características ultra-estruturais compatíveis com o esvaziamento de triglicérides.

Digno de nota é o fato de que em ambos os experimentos (*ex vivo* e *in vivo*), a liberação de lipídeos não foi acompanhada por quaisquer sinais morfológicos de danos adipócitos ou inflamação intersticial. Além disso, os efeitos do tratamento com ultra-som parecem estar restritos a adipócitos, enquanto que os vasos sanguíneos e o estroma intersticial mostraram características normais, como observado nos controles tratados de forma simulada. Tais observações estão de acordo com estudos *in vivo* anteriores realizados em porcos e em humanos, com ambos os equipamentos Contour I™ e Med2Contour™, quando foi demonstrado que os tratamentos de ultra-som causaram a redução seletiva de células adiposas sem lesionar a pele, vasos, nervos, ou tecido conjuntivo.<sup>7,14,15</sup> Os resultados do presente estudo sugerem que o tratamento com ultrassom de alta frequência minimamente focado, com configurações adequadas de parâmetros e *timing*, não cria condições adversas locais que podem favorecer lesão tecidual e reação inflamatória ou fibrótica subsequente. Por outro lado, a integridade dos componentes vasculares do tecido adiposo pode favorecer a remoção de gotículas de gordura intersticiais e supostos mediadores pró-inflamatórios liberados dos adipócitos, possivelmente devido à drenagem linfática.<sup>14,15</sup>

A observação de que o tratamento de ultra-som induz

o vazamento de triglicérides do interior dos adipócitos para o estroma intersticial implica no questionamento sobre o seu destino final. Os triglicérides possivelmente seriam absorvidos e metabolizados por lipases endógenas, ao glicerol e a ácidos graxos livres, bem como incorporados no conjunto total de lipoproteínas. É importante notar que os lipídeos séricos permaneceram inalterados<sup>7,11,14</sup> ou ligeiramente elevados, mas ainda dentro da faixa normal,<sup>13</sup> tanto em animais experimentais como em pacientes submetidos a tratamentos lipo-redutores com ultrassom, sendo substancialmente responsáveis pela segurança deste procedimento do ponto de vista metabólico. Em desacordo com um estudo anterior,<sup>16</sup> não foram observados quaisquer sinais de desarranjo da rede de colágeno do tecido adiposo ou indução de apoptose dos adipócitos – porém esta discrepância provavelmente foi devida à exposição consideravelmente mais longa (10 min.) das amostras de pele ao ultrassom utilizado no presente estudo.<sup>16</sup>

Em conclusão, o presente estudo reforça ainda mais a visão corrente de que o ultrassom transcutâneo não invasivo de alta frequência, um dos mais procurados procedimentos estéticos plásticos e cirúrgicos, é uma tecnologia promissora para a redução de gordura localizada. A generalização do significado do presente estudo é dificultada pelo número limitado de pacientes da amostra, porém a consistência dos resultados observados está em linha com a noção de que o Med2Contour<sup>TM</sup>, devido à sua concepção única que gera um campo de ultrassom minimamente focado no interior do depósito de gordura subcutânea, pode ser uma ferramenta eficaz e segura para fins de lipo-redução.

#### AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem o Dr. Moreno Naldoni, MSEE, CEO da General Project Ltd., por gentilmente fornecer o equipamento Med2Contour<sup>TM</sup> utilizado neste estudo. ●

#### REFERÊNCIAS

1. Coleman KM, Coleman WP 3rd, Benchetrit A. Non-invasive, external ultrasonic lipolysis. *Semin Cutan Med Surg.* 2009;28(4):263-7.
2. Neira R, Arroyave J, Ramirez H, Ortiz CL, Solarte E, Sequeda F, et al. Fat liquefaction: effect of low-level laser energy on adipose tissue. *Plast Reconstr Surg.* 2002;110(3):912-22.
3. Jackson RF, Dedo DD, Roche GC, Turok DI, Maloney RJ. Low-level laser therapy as a non-invasive approach for body contouring: a randomized controlled study. *Lasers Surg Med.* 2009;41(10):799-809.
4. Manuskiatti W, Wachirakaphan C, Lektrakul N, Varothai S. Circumference reduction and cellulite treatment with a Tri-Polar radiofrequency device: a pilot study. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2009;23(7):820-7.
5. de Felipe I, Del Cueto SR, Pérez E, Redondo P. Adverse reactions after nonablative radiofrequency: Follow-up of 290 patients. *J Cosmet Dermatol.* 2007;6(3):163-6.
6. Zocchi ML. Clinical aspects of ultrasonic liposculpture. *Perspect Plast Surg.* 1993;7:153-174.
7. Teitelbaum SA, Burns JL, Kubota J, Matsuda H, Otto MJ, Shirakabe Y, et al. Noninvasive body contouring by focused ultrasound: safety and efficacy of the Contour I device in a multicenter, controlled, clinical study. *Plast Reconstr Surg.* 2007;120(3):779-89.
8. Brown SA, Greenbaum L, Shtukmaster S, Zadok Y, Ben-Ezra S, Kushkuley L. Characterization of nonthermal focused ultrasound for noninvasive selective fat cell disruption (lysis): Technical and preclinical assessment. *Plast Reconstr Surg.* 2009;124(1):92-101.
9. Ascher B. Safety and efficacy of UltraShape Contour I treatments to improve the appearance of body contours: multiple treatments in shorter intervals. *Aesthetic Surg J.* 2010;30(2):217-24.
10. Fatemi A, Kane MA. High-intensity focused ultrasound effectively reduces waist circumference by ablating adipose tissue from the abdomen and flanks: a retrospective case series. *Aesthetic Plast Surg.* 2010;34(5):577-82.
11. Jewell ML, Baxter RA, Cox SE, Donofrio LM, Dover JS, Glogau RG, et al. Randomized sham-controlled trial to evaluate the safety and effectiveness of a high-intensity focused ultrasound device for noninvasive body contouring. *Plast Reconstr Surg.* 2011;128(1):253-62.
12. Kennedy JE, ter Haar GR, Cranston D. High intensity focused ultrasound: surgery of the future? *Br J Radiol.* 2003;76(909):590-9.
13. Moreno-Moraga J, Valero-Altés T, Riquelme AM, Isarria-Marcosy MI, de la Torre JR. Body contouring by non-invasive transdermal focused ultrasound. *Lasers Surg Med.* 2007;39(4):315-23.
14. Garcia O Jr, Schafer M. The effects of nonfocused external ultrasound on tissue temperature and adipocyte morphology. *Aesthetic Surg J.* 2013;33(1):117-127.
15. Bani D, Quattrini Li A, Freschi G, Russo GL. Histological and ultrastructural effects of ultrasound-induced cavitation on human skin adipose tissue. *Plast Reconstr Surg Glob Open.* 2013;1(6):e41.
16. Palumbo P, Cinque B, Miconi G, La Torre C, Zoccali G, Vrentzos N, et al. Biological effects of low frequency high intensity ultrasound application on ex vivo human adipose tissue. *Int J Immunopathol Pharmacol.* 2011;24(2):411-22.