



ORIGINAL

## Efectos del ultrasonido de alta potencia en la adiposidad localizada<sup>☆</sup>

R.M. Valentim da Silva<sup>a,\*</sup>, P. Froes Meyer<sup>b,e</sup>, B. Ranaco Santos<sup>c</sup>, J. Lira de Oliveira Félix<sup>c</sup> y O.A. Ronzio<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Máster en Fisioterapia, Universidade Federal de Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

<sup>b</sup> Doctora en Fisioterapia, Universidad Federal de Rio Grande do Norte (UFRN), Universidad de Potiguar (UnP), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

<sup>c</sup> Fisioterapeuta graduado en la Facultad Natalense de Rio Grande do Norte (FARN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

<sup>d</sup> Investigador y Docente de la Universidad Maimónides, Universidad Favaloro, Universidad Nacional Arturo Jauretche e Instituto Universitario de Ciencias de la Salud de la Fundación H.A. Barceló, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

<sup>e</sup> Facultad Natalense, UN Desenvolvimento de Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

Recibido el 14 de febrero de 2014; aceptado el 19 de junio de 2014

### PALABRAS CLAVE

Adiposidad;  
Modalidades de  
fisioterapia;  
Terapia ultrasónica;  
Ablación por  
ultrasonido de alta  
intensidad  
focalizado;  
Ecografía

### Resumen

**Objetivo:** El objetivo de este estudio fue analizar los efectos de la ultracavitación de alta frecuencia (UCV-AF) sobre la adiposidad localizada abdominal.

**Material y método:** Se realizó un estudio descriptivo sobre 40 pacientes. Para evaluar los efectos del tratamiento sobre el tejido adiposo, se consideraron el peso corporal, la circunferencia abdominal, la plicometría y la ecografía. Se realizaron 8 sesiones de UCV-AF durante 2 meses, frecuencia: 3 MHz, con una potencia de 30 vatios, ciclo de trabajo del 100%, durante 15 min. El área de tratamiento fue de 10 cm<sup>2</sup>.

**Resultados:** Los promedios pre y postratamiento del peso corporal, la circunferencia abdominal, la plicometría y la ecografía fueron 66,88 y 66,85 kg, 86,24 y 81,93 cm, 34,825 y 26,825 mm, y 1,925 mm y 1,692 mm, respectivamente. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en el peso corporal ( $p < 0,8444$ ,  $t = 0,1976$ ) pero en la circunferencia, la plicometría y la ecografía las diferencias fueron extremadamente significativas:  $p < 0,0001$ ,  $t = 10,594$ ;  $p < 0,0001$ ,  $t = 10,241$ ;  $p < 0,0001$ ,  $t = 6,030$ , respectivamente.

**Conclusiones:** El tratamiento UCV-AF provocó una disminución significativa del tejido adiposo abdominal a través de la reducción de la circunferencia, plicometría y en la ecografía, sin generar cambios en el peso corporal.

© 2014 Asociación Española de Fisioterapeutas. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

<sup>☆</sup> Institución de realización de la investigación: Facultad Natalense para el Desenvolvimento de Rio Grande do Norte-FARN Natal/RN.

\* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: [marcelvalentim@gmail.com](mailto:marcelvalentim@gmail.com), [marcelvalentim@hotmail.com](mailto:marcelvalentim@hotmail.com) (R.M. Valentim da Silva).

## KEYWORDS

Adiposity;  
Physiotherapy  
modalities;  
Ultrasonic therapy;  
High-intensity  
focused ultrasound  
ablation;  
Ultrasonography

## Effects of high power ultrasound in localized subcutaneous adiposity

### Abstract

**Objective:** The aim of this study was to analyze the effects of high frequency ultracavitation (UCV-HF) on localized abdominal fat tissue.

**Material and method:** A descriptive study was conducted on 40 patients. Body weight, abdominal circumference, plicometry and diagnostic ultrasound were used to measure the effects of the treatment on fat tissue. Eight sessions of UCV-HF were applied in a period of 2 months. Frequency: 3 MHz, and 30 watts, a duty cycle of 100%, for 15 minutes. The treatment area was 10 cm<sup>2</sup>.

**Results:** The pre-and post-treatment weight, abdominal circumference, diagnostic ultrasound and plicometry average was 66.88 and 66.85 Kg, 86.24 and 81.93 cm, 34.825 and 26.825 mm, 1.925 and 1.692 mm, respectively. The statistical analysis did not show significant differences in body weight ( $P < 0.8444$ ,  $P = 0.1976$ ). However, the differences in the circumference, plicometry and diagnostic ultrasound the difference were extremely significant:  $P < 0.0001$ ,  $t = 10.594$ ;  $P < 0.0001$ ,  $t = 10.241$ ;  $P < 0.0001$ ,  $t = 6.030$  respectively.

**Conclusions:** The UCV-HF resulted in a significant decrease of abdominal fat tissue by reducing circumference, plicometry and fat thickness, without significant changes in body weight.

© 2014 Asociación Española de Fisioterapeutas. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

La obesidad androide es el aumento del tejido adiposo en la región del abdomen y es reconocida principalmente como un factor de riesgo para enfermedades cardiovasculares, diabetes, dislipidemia y síndrome metabólico<sup>1-4</sup>. Junto con estos factores de riesgo coexiste un trastorno estético, ya que no es posible disminuir la adiposidad localizada del abdomen a través de dietas controladas, por lo que se requieren tratamientos complementarios. Es por eso que han aparecido en los últimos años gran variedad de alternativas terapéuticas, como ser tratamientos tópicos, masajes reductores y lipoaspiración, algunos sin resultados clínicamente objetivos y otros que presentan riesgos para la salud del paciente<sup>5,6</sup>.

Gracias a los avances tecnológicos en medicina estética han aparecido nuevas alternativas de tratamiento, no invasivas, con el objetivo de tratar la adiposidad localizada, como por ejemplo la radiofrecuencia, la electrolipoforesis y el ultrasonido (US), entre otros<sup>7</sup>.

Los equipos de US emiten una onda mecánica cuya frecuencia es superior al espectro audible del ser humano (16 KHz)<sup>8</sup>. La absorción de la energía ultrasónica, y por ende, lugar donde se genere el efecto biológico, depende de la frecuencia. Las frecuencias más altas (3 MHz) poseen una absorción más superficial que las frecuencias más bajas (1 MHz). A su vez, los tejidos con alto contenido de colágeno en sus estructuras absorben mayor energía ultrasónica<sup>9</sup>. El US puede causar un aumento en la temperatura de los tejidos, dependiendo de la intensidad, la frecuencia, el tiempo de exposición, el ciclo de trabajo, la técnica de aplicación, la calidad del equipo y el tipo de tejido tratado. Los mecanismos atérmicos de los US se deben a la conformación de un microflujo acústico que incrementa la permeabilidad de las membranas celulares, favoreciendo así la difusión de iones. Otro de los efectos asociados al US es la cavitación. Existen 2 tipos de cavitación, la estable y la inestable. La primera es la formación de burbujas en el seno de los líquidos con

gases disueltos y la segunda es la implosión de las burbujas, lo que conlleva a una gran liberación de energía. En el US convencional no se da *in vivo* el fenómeno de cavitación inestable<sup>10</sup>.

Recientemente, han aparecido en el mercado equipos emisores de US de alta intensidad que permiten, a través de la cavitación inestable, destruir los adipocitos sin dañar los microvasos sanguíneos y así reducir la adiposidad localizada en forma no invasiva<sup>11</sup>. A este procedimiento se lo conoce como ultracavitación (UCV) o bien como USs de alta intensidad focalizados (del inglés, *High Intensity Focused Ultrasound [HIFU]*). Las ondas ultrasónicas de alta intensidad crean ciclos de presión positiva y negativa, generando cavitación inestable, lo que genera la rotura de los adipocitos a través de necrosis coagulativa<sup>7,12</sup>. Luego de la fragmentación celular, se difunde la matriz lipídica al espacio intercelular<sup>13</sup>. Los equipos de UCV pueden ser de baja frecuencia (UCV-BF) y de alta frecuencia (UCV-AF). Los primeros habitualmente son de 40 KHz y los segundos de 3 MHz. Este parámetro, junto con la intensidad pico y media, son variables clave para generar la cavitación inestable. La focalización de la onda ultrasónica también es muy importante pero no siempre los equipos de UCV son focalizados<sup>14</sup>.

Hasta el momento, son muy pocas las investigaciones que comprueban los resultados de la UCV-AF sobre la adiposidad localizada<sup>15</sup>. Es por eso que el objetivo de este trabajo fue corroborar los efectos de este tipo de US sobre la adiposidad localizada abdominal.

## Materiales y métodos

Se trata de un trabajo descriptivo, retrospectivo, experimental donde se analizaron los datos de 40 pacientes tratados con UCV en el período de junio del 2010 a febrero del 2011, en la Clínica Biofísio, ubicada en Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

Tabla 1 Resultados de la evaluación pre y postratamiento

	Peso (kg)		Perimetría (cm)		Plicometría (mm)		Ecografía (mm)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
Media	66,888	66,85	86,24	81,903 <sup>a</sup>	34,825	26,825 <sup>a</sup>	1,926	1,693 <sup>a</sup>
Error estándar	1,37	1,382	1,554	1,573	1,243	1,259	0,08568	0,07564
Mínimo	51	50,5	66	62	20	14	1	0,8
Máximo	87	88	113	107	47	41	3,7	2,9

<sup>a</sup> Diferencia extremadamente significativa con un valor de  $p < 0,0001$ .

Previamente, se realizó una recolección bibliográfica sobre la literatura existente bases de datos científicas y libros.

Los instrumentos para la recolección de datos en este estudio fueron historias clínicas de pacientes que concurren a la Clínica Biofisiología por consulta espontánea para tratamiento con US de alta intensidad y alta frecuencia. Todos los pacientes otorgaron su consentimiento informado por escrito para la utilización de los datos en la presente investigación. Para la medición del peso se empleó una balanza marca Camry®. Para la medición de la circunferencia abdominal se utilizó una cinta métrica ORD 180 (1,5 m). Para la cuantificación de la plicometría se empleó un plicómetro marca Sanny®. Las ecografías fueron realizadas con un equipo marca GE Vivi 3 Pro, con una onda multifrecuencial de 7,5 a 15 MHz. La ecografía, a pesar de requerir un equipo y personal especializado, es un examen útil, de buena aplicabilidad y probablemente más precisa que las medidas antropométricas para cuantificar el espesor visceral. La imagen ecográfica permite visualizar y medir las distancias (en cm) de grasa abdominal subcutánea y visceral, separadamente<sup>16</sup>. El equipo de US empleado fue el modelo Liposonic®, marca Meditea®, Buenos Aires, Argentina (el equipo cumple con la norma ISO 9001: 2008/ISO 13485: 2003/IEC 6060). Dicho equipo posee una potencia pico de 30 W, ERA de 5 cm<sup>2</sup>.

Se solicitó la autorización para el desarrollo de la investigación en la clínica Biofisiología y, después de la aprobación, se realizó la selección de las historias clínicas que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión. Los criterios de inclusión fueron: pacientes sexo femenino, entre 20 y 60 años de edad, índice de masa corporal inferior a 30 kg/m<sup>2</sup>, que hayan completado el tratamiento de 8 sesiones de UCV con el equipo antes indicado, cuyas fichas de evaluación se encuentren completas con los datos de peso, perimetría abdominal, plicometría y evaluación ecográfica, tanto pre como postratamiento. Los criterios de exclusión fueron: pacientes que no cumplan con los criterios de inclusión o que hayan abandonado el tratamiento o bien presentado efectos adversos por antecedentes de problemas hepáticos. De un total inicial de 87 historias clínicas, solo cumplieron estos requisitos 40.

Después de la primera evaluación, fueron realizadas 8 sesiones de UCV durante 2 meses, una vez por semana. Los parámetros utilizados en el equipo fueron: potencia: 30 vatios; ciclo de trabajo: 100%; tiempo de aplicación: 15 min; área de tratamiento: 10 cm<sup>2</sup>, y zona de tratamiento: región infraumbilical, 2 cm por debajo del ombligo. Tomando esa misma referencia, fue realizada la ecografía.

Los datos obtenidos del peso corporal, la perimetría abdominal, la plicometría y la ecografía fueron volcados y organizados en una tabla de Microsoft Office Excel 2007®. Para describir las variables cuantitativas se calcularon la media y el error estándar, mínimo y máximo. Se analizaron estadísticamente los datos pre y postratamiento mediante la prueba de la t para datos pareados mediante el *software* GraphPad InStat, versión 3.01.

## Resultados

La **tabla 1** presenta los valores de la media, error estándar, mínimo y máximo del peso corporal, perimetría, plicometría y ecografía antes y después del tratamiento con UCV. Los valores medios del peso pre y postratamiento fueron 66,88 y 66,85 kg. La diferencia no fue significativa ( $p < 0,8444$ ,  $t = 0,1976$ ). Las medias de los valores de perimetría antes y después de la aplicación de la UCV fueron de 86,24 y 81,93 cm, respectivamente. El análisis estadístico arrojó una diferencia extremadamente significativa ( $p < 0,0001$ ,  $t = 10,594$ ). La plicometría pre y postratamiento fue de 34,825 y 26,825 mm, respectivamente. La diferencia estadística fue extremadamente significativa ( $p < 0,0001$ ,  $t = 10,241$ ). Las medias de los valores de las ecografías pre y postratamiento fueron 1,925 y 1,692 mm, respectivamente. Los datos analizados estadísticamente arrojaron una diferencia estadísticamente extremadamente significativa ( $p < 0,0001$ ,  $t = 6,030$ ).

## Discusión

Con relación a los pesos de las pacientes, no se percibió diferencia significativa, por lo que este estudio aporta mayor evidencia a lo encontrado por otros autores con otro tipo de UCV (40 KHz)<sup>14</sup>.

La evaluación de la perimetría pre y postratamiento presentó resultados que confirman la eficacia del tratamiento de UCV. Si bien este método de evaluación antropométrica presenta fallas debido a su subjetividad, se encuentra validado y reconocido por la comunidad científica como un método de evaluación de adiposidad abdominal e incluso ha sido empleado para cuantificar la adiposidad visceral<sup>17</sup>. Esta reducción podría bastar para que los pacientes obtengan satisfacción en lo que a estética refiere, lo que concuerda con hallazgos de otros autores<sup>18</sup>.

Los valores de la plicometría disminuyeron, indicándose que hubo una disminución de la adiposidad localizada de la zona tratada. La plicometría está entre los métodos más

frecuentemente utilizados para la evaluación de la grasa abdominal, entre los que se incluyen la relación de la circunferencia cintura-cadera y los pliegue cutáneos<sup>19,20</sup>.

El análisis estadístico de los valores obtenidos mediante ecografía demostró una reducción significativa de la adiposidad localizada. La medida del espesor de la grasa visceral es un importante indicador de riesgo cardiovascular, debido a las alteraciones metabólicas que surgen de este depósito de grasa<sup>16</sup>.

Como consecuencia de los resultados obtenidos en investigaciones previas con US, la industria desarrolló equipos *ad hoc* para estética, denominados US de alta intensidad, que permiten tratar un área mayor en menor tiempo de aplicación, permitiendo una mejor distribución de la energía en tejidos<sup>21</sup>. Otros autores han obtenido también resultados positivos con UCV. En un estudio con 30 pacientes sometidos a 3 sesiones en las regiones del abdomen, flancos, pantalón de montar, rodillas y mamas, la reducción media en la circunferencia fue de  $3,95 \pm 1,99$  cm al final del tratamiento<sup>22</sup>. En otro trabajo con 137 pacientes tratados en las regiones del abdomen, flancos y pantalón de montar la reducción media de la circunferencia fue de 2 cm en una única sesión. El menor resultado encontrado fue en la región trocantérea, lo que puede estar relacionado con una mayor presencia de fibrosis en esa región, dificultando la actuación del US focalizado<sup>23</sup>.

El equipo de US de alta potencia promueve la destrucción selectiva del tejido adiposo ubicado debajo de la dermis, que tiene un aspecto de múltiples y pequeños poros<sup>24</sup>. La lisis celular de adipocitos, rodeados de vasos y nervios intactos, fue confirmada histológicamente<sup>22,25</sup>. Posterior a la rotura de las células grasas, el contenido, compuesto principalmente de triglicéridos, es dispersado en el espacio intersticial y es transportado a través del sistema linfático hasta el hígado. Esos triglicéridos son lentamente metabolizados por la lipasa endógena y convertidos en ácidos grasos y glicerol. Los ácidos grasos son transportados para el hígado, donde serán procesados de modo semejante a los ácidos grasos provenientes de la dieta<sup>26</sup>.

Es importante resaltar que la inexistencia de resultados sobre peso no interfirió en los resultados del tratamiento y la importancia de considerar otras variables para verificar los efectos de la UCV. Es necesario destacar las limitaciones de este trabajo: la población estaba compuesta solamente por individuos de género femenino, el rango etario fue amplio, solo se analizaron resultados sobre la región abdominal y solo fue explorada una dosis de UCV-HF. No obstante, queda planteada la metodología para ulteriores investigaciones.

## Conclusión

La UCV-HF de 3 MHz, con una dosis de 30 vatios de potencia, con un ciclo de trabajo del 100%, aplicada en mujeres durante 15 min, sobre 10 cm<sup>2</sup> de la zona infraumbilical, fue efectiva para disminuir la perímetría en 4,33 cm y la plicometría en 8 mm (diferencias estadísticas extremadamente significativas). La diferencia de la medición mediante ecografía también arrojó diferencias extremadamente significativas, a pesar de que la reducción fue solamente de 0,23 mm. La UCV-AF es un recurso prometedor para el tratamiento de la adiposidad subcutánea localizada.

## Responsabilidades éticas

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

1. Fitzpatrick R, Geronemus R, Goldberg D, Kaminer M, Kilmer S, Ruiz-Esparza J. Multicenter study of noninvasive radiofrequency for periorbital tissue tightening. *Lasers Surg Med.* 2003;33:232–42.
2. Alster TS, Tanzi EL. Cellulite treatment using a novel combination radiofrequency, infrared light, and mechanical tissue manipulation device. *J Cosmet Laser Ther.* 2005;7:81–5.
3. Dierickx CC. The role of deep heating for noninvasive skin rejuvenation. *Lasers Surg Med.* 2006;38:799–807.
4. Goldberg DJ, Fazeli A, Berlin AL. Clinical, laboratory, and MRI analysis of cellulite treatment with a unipolar radiofrequency device. *Dermatol Surg.* 2008;34:204–9.
5. Avram MM, Avram AS, James WD. Subcutaneous fat in normal and diseased states: 1. Introduction. *J Am Acad Dermatol.* 2005;53:663–70.
6. Manuskiatti W, Wachirakaphan C, Lektrakul N, Varothai S. Circumference reduction and cellulite treatment with a TriPollar radiofrequency device: A pilot study. *J Eur Acad Dermatol Venerol.* 2009;23:820–7.
7. Kyele M, Coleman WP, Coleman A, Benchetrit A. Non-invasive. External ultrasonic lipolysis. *Semin Cutan Med Surg.* 2009;28:263–7.
8. Haar GT, Coussios C. High intensity focused ultrasound: Physical principles and devices. *Int J Hyperthermia.* 2007;23:89–104.
9. Chan AK, Myrer JW, Measom GJ, Draper DO. Temperature changes in human patellar tendon in response to therapeutic ultrasound. *J Athl Train.* 1998;33:130–5.
10. Watson T. *Electroterapia: Práctica basada en la evidencia.* Barcelona España: Elsevier-Churchill Livingstone; 2009.
11. Lentacker I, Geers B, Demeester J, de Smedt SC, Sanders NN. Design and evaluation of doxorubicin-containing microbubbles for ultrasound-triggered doxorubicin delivery: Cytotoxicity and mechanisms involved. *Mol Ther.* 2010;18:101–8.
12. 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;34:577–82.
13. Graf R, Auersvald A, Damasio RCC, Araújo LRR, Rippel R, Neto LG, et al. Lipoaspiração ultra-sônica — análise de 348 casos. *Rev Soc Bras Cir Plast.* 2002;17:37–46.

14. Ronzio OA, Antonelli C, Fuchs K, Brienza D, Deveikis I, Gomez D, et al. Ultracavitación de baja frecuencia: estudio de caso. *Cattussaba*. 2012;1:11–20.
15. Meyer PF, de Carvalho MGF, de Andrade LL, Souza RN. Efeitos da ultracavitación no tecido adiposo de coelhos. *Fisioterapia Brasil*. 2012;13:113–8.
16. Armellini F, Zamboni M, Robbi R, Todesco T, Rigo L, Bergamo-Andreis IA, et al. Total and intra-abdominal fat measurements by ultrasound and computerized tomography. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1993;17:209–14.
17. Olinto MT, Nacul LC, Gigante DP, Costa JS, Menezes AM, Macedo S. Waist circumference as a determinant of hypertension and diabetes in Brazilian women: A population-based study. *Public Health Nutr*. 2004;7:629–35.
18. 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;5:577–82.
19. Martins IS, Marinho SP. O potencial diagnóstico dos indicadores da obesidade centralizada. *Rev Saude Publica*. 2003;37:760–7.
20. Ribeiro Filho FF, Mariosa LS, Ferreira SRG, Zanella MT. Gordura visceral e síndrome metabólica: mais que uma simples associação. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2006;50:230–6.
21. Sant’Ana EMC. Fundamentação teórica para terapia combinada Heccus®: ultrassom e corrente aussie no tratamento da lipodistrofia ginóide e da gordura localizada. *Revista Brasileira de Ciência & Estética*. 2010;1:1–15.
22. Moreno-Moraga J, Valero-Altes T, Riquelme AM, Isarria-Marcosy MI, de la Torre JR. Body contouring by non-invasive transdermal focused ultrasound. *Lasers Surg Med*. 2007;39:315–23.
23. 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;120:779–89 [discussion 90].
24. 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;124:92–101.
25. Coleman KM, Coleman 3rd WP, Benchetrit A. Non-invasive, external ultrasonic lipolysis. *Semin Cutan Med Surg*. 2009;28:263–7.
26. Dos Santos Borges F. *Dermato Funcional: modalidades terapêuticas nas disfunções estéticas*. 2da ed Phorte Editora: São Paulo; 2010.