

ULTRACAVITACIÓN DE BAJA FRECUENCIA: ESTUDIO DE CASO

Oscar Ariel Ronzio • Universidad Maimónides, Universidad Favaloro, Universidad Del Salvador – Argentina. E-mail: oronzio@gmail.com | **Carlos Antonelli** • Universidad Maimonides – Argentina. E-mail: profesor.antonelli@gmail.com | **Karen Fuchs** • Maimonides Universidad – Argentina. E-mail: k_rulita2@hotmail.com | **Débora Brienza** • Maimonides Universidad – Argentina. E-mail: dlbrienza@yahoo.com.ar | **Ignacio Deveikis** • Favaloro Universidad – Argentina. E-mail: ignaciodeveikis@gmail.com | **Diamela Gomez** • Favaloro Universidad – Argentina. E-mail: diame.g@hotmail.com | **Rodrigo Marcel Silva** • UFRN. E-mail: marcelvalentim@hotmail.com | **Patricia Froes Meyer** • Doutora em Ciências da Saúde. Universidade Potiguar. E-mail: patricia.froesmeyer@gmail.com

Data de Submissão: dezembro de 2011.

Data de Aceite: março de 2012.

Resumen: El ultrasonido de alta intensidad focalizado (HIFU) es una tecnología que actúa generando una cavitación inestable, dañando así los adipocitos. Este estudio pretende analizar la viabilidad de la aplicación del ultrasonido de alta potencia y baja frecuencia en la adiposidad localizada. Para esta investigación de tipo estudio de caso, se seleccionó un individuo, sexo femenino de 28 años de edad, 57 Kg, IMC 22,6. Las mediciones fueron hechas en las áreas de aplicación bilateral en la región antero lateral interna del muslo. Después de la delimitación de la región, se realizó perimetría, plicometría y ecografía. Para la realización de la ultracavitación se utilizó un equipo LipoActive®, marca Sveltia®, realizándose una aplicación de 10 minutos en un área de 2 veces el área de radiación efectiva, ciclo de trabajo 100% (emisión continua), potencia de 50 W, frecuencia 40 KHz. El paciente recibió 4 sesiones semanales de ultracavitación. También se realizaron hemogramas antes de la primera sesión, a las 24 hs de la misma y luego de una semana de finalizado el protocolo (semana 5). La plicometría arrojó una reducción de 0,625 cm en el muslo izquierdo y 0,4 cm en el derecho. En la perimetría hubo una reducción bilateral de 1 cm. En la ecografía axial, en contracción, se observó una reducción de 0,51 cm del lado izquierdo y 0,16 cm en el muslo derecho. Los niveles de colesterol permanecieron dentro del rango normal al finalizar el tratamiento y el peso corporal no refirió cambios.

Palabras claves: Ultracavitación. HIFU. Adiposidad localizada. Ultrasonido focalizado de alta intensidad.

ULTRACAVITAÇÃO DE BAIXA FREQUÊNCIA: ESTUDO DE CASO

Resumo: O ultrassom de alta intensidade focado (HIFU) é uma tecnologia que atua gerando uma cavitação instável, danificando os adipócitos. Este estudo teve como objetivo analisar a viabilidade da aplicação do ultrassom de alta potência e baixa frequência na adiposidade localizada. Para esta pesquisa, de tipo “estudo de caso”, foi selecionado um indivíduo de do sexo feminino de 28 anos de idade, 57 Kg, IMC 22,6. Foram realizadas as medidas nas zonas bilaterais de aplicação na região anterolateral da coxa. Após a delimitação da região, foram realizados os exames de plicometria, perimetria e ecografia. Para a realização da Ultracavitação foi utilizado o equipamento LipoActive®, marca Sveltia®, com aplicação de 10 minutos em uma área de 2 vezes a área de radiação efetiva, ciclo de trabalho de 100 % (emissão contínua), potência 50 W, frequência 40 KHz. A paciente foi submetida a 4 sessões semanais de ultracavitação. Foram realizados hemogramas antes da primeira sessão, as 24 horas após a mesma e uma semana depois (semana 5) de ter realizado a última e última aplicação. Na plicometria observou-se uma redução de 0,625 cm na coxa esquerda e de 0,4 na direita. Na perimetria observou-se uma redução bilateral de 1 cm. Na ecografia axial, em contração, observou-se uma redução de 0,51 cm no lado esquerdo e de 0,16 cm no lado direito. Os níveis de colesterol permaneceram dentro da normalidade ao finalizar o tratamento e o peso no peso corporal não teve modificações. Sugere-se que a ultracavitação poderia resultar efetiva para o tratamento da adiposidade localizada. A metodologia fica recomendada para posteriores pesquisas.

Palavras chaves: Ultracavitação. HIFU. Adiposidade localizada. Ultrassom focado de alta intensidade.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales manifestaciones clínico-estéticas del aumento de triglicéridos almacenados es el depósito de adiposidad localizada, causada por el proceso de lipogénesis. En la actualidad este hecho repercute en la sociedad que está cada vez más preocupada por la apariencia física y es por ello que han intentado combatirla mediante múltiples tratamientos, preferentemente no invasivos. Uno de los que se encuentran en auge en éste momento es la ultracavitación¹.

El tejido adiposo es uno de los tejidos más abundantes y representa alrededor del 15-20% del peso corporal del hombre y del 20-25% del peso corporal en mujeres. Su función principal es almacenar los triglicéridos hasta que sean reclamados para suministrar energía en algún lugar del organismo, y otra subsidiaria es la de proporcionar aislamiento térmico al cuerpo. La lipogénesis ocurre cuando ingresa al organismo una cantidad de hidratos de carbono mayor a la que puede consumirse de inmediato para obtener energía o para almacenarla como glucógeno.

El exceso se transforma en triglicéridos y se deposita en el tejido adiposo. En dicho tejido conjuntivo especializado predominan los adipocitos, fibroblastos modificados que almacenan energía en forma de triglicéridos. Los triglicéridos, moléculas formadas por un núcleo de glicerol y tres cadenas laterales de ácidos grasos, se encuentran generalmente en forma líquida dentro de los adipocitos, permaneciendo siempre en ese estado, lo que es de gran importancia ya que sólo la grasa líquida puede hidrolizarse y transportarse².

Los ultrasonidos son ondas mecánicas con una frecuencia superior a los 16.000Hz que se propagan por los tejidos con un movimiento ondulatorio produciendo compresiones y expansiones periódicas³.

Dentro de las variables de los equipos de ultrasonido se encuentran la potencia (medida en Watts), el ERA (*Effective radiation area* ó área de radiación efectiva) que es la superficie del cabezal que realmente emite ultrasonido (cuya unidad es el cm²) y la intensidad que se determina mediante la relación de estas dos primeras variables (W/cm²).

La cavitación es un fenómeno físico que sucede ante la aplicación de ultrasonido. La misma puede ser estable e inestable. La primera es la formación de microburbujas en el seno de los líquidos con gases disueltos⁴. Cuando la intensidad del ultrasonido es lo suficientemente grande se produce el colapso (implosión) de éstas burbujas, denominándose a esto cavitación inestable⁵. Este último fenómeno que habitualmente sucede en las interfaces de los tejidos ocasionará la ruptura de las células y adyacentes.^{5,6}

Para el tratamiento con ultrasonido de la adiposidad localizada se emplean equipos que mediante elevadas intensidades pico generan cavitación estable e inestable, creando aberturas transitorias de las membranas celulares³, por lo que se los denomina ultracavitadores. Esta

abertura produce la liberación de triglicéridos al líquido intersticial. Además, el daño de los adipocitos produce señales quimiotácticas que activan los mecanismos inflamatorios del cuerpo, compuesta fundamentalmente de macrófagos con neutrófilos insignificantes, células plasmáticas y linfocitos atraídos para fagocitar y transportar las células dañadas^{1,7,8,9}. Los triglicéridos se dividen en ácidos grasos libres (AGL) y glicerol (GL). Los AGL podrán luego del tratamiento podrán ser oxidados en los tejidos que necesiten energía, para que sus productos finales del metabolismo sean eliminados por orina con el paso de la sangre por los riñones; o bien ser transportados hasta el hígado. El GL es transportado hasta el hígado y transformado en triacilglicerol. El hígado no hace distinción entre los ácidos grasos que se originan de los adipocitos destruidos por la ultracavitación, los obtenidos de los metabolismos fisiológicos o los procedentes de la comida consumida. Esto implica que los desechos son eliminados naturalmente, resultando en una reducción del tejido adiposo⁹.

Para la cuantificación de la grasa subcutánea y mesentérica se han utilizado numerosos métodos. Aunque el uso de la ecografía no ha sido totalmente estandarizada para este objetivo^{10,11,12}, es una opción económica, segura y accesible. Además, esta metodología, ha mostrado buenas correlaciones con mediciones tomográficas de adiposidad intraabdominal, motivo por el cual ha sido utilizada por diversos grupos de investigación^{10,11,13,14,15}.

Existen en el mercado equipos de ultracavitación de baja frecuencia con alta potencia y, equipos de alta frecuencia con alta potencia.

El objetivo del presente estudio fue analizar la variabilidad de perimetría, plicometría, ecografía (longitudinal y transversal) y hemograma antes y luego de la aplicación de ultracavitación de baja frecuencia.

■ 2. MÉTODOS

Se seleccionó una paciente sexo femenino, 28 años, 57 kg, IMC 22,26, a quién se le explicó los procedimientos a realizar y firmó el consentimiento informado según la declaración de Helsinki. El proyecto fue presentado al Comité De Ética del Área de Investigación de la Carrera de Kinesiología y Fisiatría, Universidad Maimónides (Número de registro 2011-104) y aprobado. La investigación fue realizada en la Universidad Maimónides, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

Se estandarizó una medición para establecer las zonas bilaterales de tratamiento, que consistió de los siguientes pasos:

- 1 – Localización de la espina ilíaca ántero-superior.
- 2 – Trazado de una línea vertical de 18 cm, distancia que coincidía con la zona de mayor adiposidad en aductores.
- 3 – Trazado de una línea de 10 cm perpendicular a la anterior en dirección a los aductores.
- 4 – Localización en ese punto de una transparencia con la forma de 2 x ERA. La línea coincidió con la mitad de la transparencia en lo que a altura respecta.
- 5 – Marcado de la zona a tratar en base a la transparencia.

Posteriormente se realizou plicometría, perimetría y ecografía. La ecografía fue realizada con un equipo Sonosite Turbo con transductor lineal de 7 a 13 MHz, con la que se midió el tejido adiposo considerando la distancia piel-músculo de la zona a tratar en 3 puntos longitudinales (en reposo) y uno axial (en contracción).

Para la realización de ultracavitación fue empleado un equipo modelo LipoActive®, marca Sveltia®. Se aplicaron 10 minutos en un área de 2 x ERA, ciclo de trabajo al 100 % (continuo), potencia 50 W, Frecuencia 40 kHz.

Los procedimientos se realizaron en el siguiente orden (Cuadro 1):

1 – Semana 1:

- a) Extracción de sangre para realización de hemograma pre-tratamiento.
- b) Delimitación del área a tratar.
- c) Medición de perimetría y plicometría pre-tratamiento.
- d) Ecografía.
- e) Ultracavitación.
- f) Medición de perimetría y plicometría post-tratamiento inmediato.
- g) Extracción de sangre para realización de hemograma a las 24 hs del tratamiento.

2 – Semana 2:

- a) Delimitación del área a tratar.
- b) Medición de perimetría y plicometría pre-tratamiento.
- c) Ecografía.
- d) Ultracavitación.

3 – Semana 3:

- a) Delimitación del área a tratar.
- b) Medición de perimetría y plicometría pre-tratamiento.
- c) Ultracavitación.

4 – Semana 4:

- a) Delimitación del área a tratar.
- b) Medición de perimetría y plicometría pre-tratamiento.
- c) Ultracavitación.

5 – Semana 5:

- a) Extracción de sangre para realización de hemograma.
- b) Delimitación del área a tratar.
- c) Medición de perimetría y plicometría pre-tratamiento.
- d) Ecografía.
- e) Extracción de sangre para realización de hemograma

Actividad / Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
Extracción de sangre para hemograma.	■				■
Delimitación del área a tratar.	■	■	■	■	■
Perimetría y plicometría.	■	■	■	■	■
Ecografía pre-tto	■	■			
Ultracavitación.	■	■	■	■	
Ecografía					■
Perimetría y plicometría post-tratamiento inmediato.	■				
Extracción de sangre para realización de hemograma a las 24 hs. del tratamiento.	■				

Quadro 1: Diagrama de Gantt de la metodología empleada.

3. RESULTADOS

La plicometría del muslo izquierdo, antes de realizar la primera sesión fue de 2,825 cm y al finalizar la misma fue de 2,36 cm. En el muslo derecho fue de 2,6 y 2,36 cm respectivamente. A la semana el muslo izquierdo poseía 2,4 cm y al finalizar el protocolo 2,2 cm. A la semana el muslo derecho poseía 2,06 cm y al finalizar el protocolo 2,2 cm. Esto significó una reducción de 0,625 cm en el muslo izquierdo y de 0,4 cm en el derecho (Tabla 1).

La perimetría se mantuvo en 58,5 cm en pre y post tratamiento inmediato. Bajó a la semana a 58 cm en el muslo izquierdo y a 57,5 en el derecho. Al finalizar el protocolo los valores fueron de 57,5 cm en ambos muslos, significando una reducción bilateral de 1 cm (Tabla 1).

PERÍODO	PLICOMETRIA		PERIMETRIA	
	Izquierda	Derecho	Izquierda	Derecho
Pre-TTT	2,825	2,6	58,5	58,5
Póst TTT inmediatamente	2,36	2,36	58,5	58,5
1 sesión + 1 semana	2,4	2,06	58	57,5
4 sesiones + 1 semana	2,2	2,2	57,5	57,5
Diferencia (fin-inicio)	-0,625	-0,4	-1	-1

Tabla 1: Análisis de la plicometría y perimetría izquierda y derecha en las cinco semanas.

Los valores de la ecografía longitudinal en el muslo izquierdo para el punto A fueron de 1,96; 1,24 y 1,26 cm (reducción de 0,7 cm). Para el B de 1,61; 1,4 y 1,72 cm (incremento de 0,11 cm). Para el C 2,33; 1,65 y 1,94 cm (reducción de 0,39 cm). El corte axial en contracción bajó de 1,14 a 1,3 y 0,63 cm (reducción de 0,51 cm)(Tabla 2).

Para el muslo derecho, cortes longitudinales, para el punto A fueron de 1,63; 1,6 y 1,67 cm (incremento de 0,04 cm). Para el B de 1,86; 1,83 y 1,77 cm (reducción de 0,09 cm). Para el C 2,03; 1,98 y 1,96 cm (reducción de 0,07 cm). En el corte axial en contracción los valores fueron de 1,11; 1,42 y 0,95 cm (reducción de 0,16 cm) (Tabla 2).

ULTRASONIDO								
Período	Músculo izquierdo				Músculo derecho			
	Longitudinal			Contracción axial	Longitudinal			Axial Contracción
	EL	(B)	(C)		EL	(B)	(C)	
Pre-TTT	1,96	1,61	2,33	1,14	1,63	1,86	2,03	1,11
1 sesión + 1 semana	1,24	1,4	1,65	1,3	1,6	1,83	1,98	1,42
4 sesiones + 1 semana	1,26	1,72	1,94	0,63	1,67	1,77	1,96	0,95
Diferencia (fin-inicio)	-0,7	0,11	-0,39	-0,51	0,04	-0,09	-0,07	-0,16

Tabla 2: Análisis de ultrasonido en tratamiento.

Con respecto al hemograma los valores de colesterol total pre-tratamiento fueron de 171 mg% y post-protocolo 196 mg% (incremento de 25 mg%). El HDL se mantuvo en 67 mg%. El LDL de 93 se incrementó a 119 mg% (26 mg% más). Los triglicéridos de 53 mg% bajaron a 50 mg%. Los valores se mantuvieron dentro de los parámetros normales (Tabla 3). El peso inicial y final fue de 57,1 Kg.

CBC				
Período	Colesterol total (mg %)	HDL (mg %)	LDL (mg %)	Triglicéridos (mg %)
Pre-TTT	171	67	93	53
1 sesión + 1 semana	154	62	83	47
4 sesiones + 1 semana	196	67	119	50
Diferencia (fin-inicio)	25	0	26	-3

Tabla 3- Niveles de diferentes tipos de triglicéridos colesterole antes y después del tratamiento con la UC.

4. DISCUSIÓN

Actualmente existen equipos en el mercado con grandes diferencias técnicas. Algunos son de alta y otros de baja frecuencia. Estudios previos han determinado que la lipólisis es mayor con frecuencias bajas en comparación con las altas¹⁶. No obstante que un equipo sea de baja frecuencia no garantiza que ocasionará lipólisis ya que existen otros factores técnicos como la potencia media y pico (W), intensidad (W/cm²), ERA, energía aplicada (J/cm²), forma de emisión (pulsado o continuo), si la emisión es focalizada o no, que intervendrán en la generación de la cavitación inestable⁵. De hecho existen publicaciones

que han demostrado lipólisis tanto con baja¹⁶ como con alta frecuencia^{8,9,17,18,19}. Una de las grandes diferencias es la terapia con ultrasonidos de baja frecuencia es atérmica²⁰ o bien genera muy poco incremento de temperatura. En cambio, la emisión de ultrasonidos de alta frecuencia genera un incremento de temperatura (a mayor frecuencia, mayor incremento de temperatura)³. Otra diferencia es que durante la aplicación de ultrasonido de baja frecuencia el paciente consigue oír un sonido en los oídos, imperceptible para el operador. Desafortunadamente no se han encontrado publicaciones sobre éste fenómeno observado empíricamente.

En este estudio de caso la aplicación de ultrasonidos de 40 kHz y 50 W ha demostrado a corto plazo (5 semanas) ser efectiva para la reducción del tejido adiposo, cuantificado mediante plicometría, perimetría y ecografía. Si bien la ecografía es un método aceptado por la comunidad científica para la medición de tejido adiposo, ya sea intramuscular²¹ como subdérmica^{10, 11}, se ha observado que las mediciones pueden ser viciadas con facilidad. Dada esta observación se sugiere realizar la ecografía siempre en contracción y con un brazo soporte, en vez de que el cabezal sea sostenido por el operador. Según algunos autores^{9, 18, 22} los efectos de la destrucción por necrosis coagulativa de la cavitación son visibles a largo plazo, 3 meses, por lo que sería conveniente para ulteriores investigaciones realizar una sexta medición a los 3 meses de finalizado el protocolo.

Los valores del hemograma son indicativos de que dicha terapia es segura en lo que al metabolismo de los lípidos respecta. En lo que a efectos adversos se refiere no se han encontrado publicaciones a largo plazo. Prat *et.al.* ha descrito los efectos citotóxicos de la cavitación causada las ondas de choque en las células cancerígenas. De todas formas sin duda alguna la ultracavitación es mucho más segura que otros procedimientos médicos invasivos tales como la hidrolipoclasia (que no puede ser realizada por fisioterapeutas) donde se han encontrado efectos adversos como infecciones²³.

■ 5. REFERENCIAS

¹Fodor P, Smoller B, Stecco K, editors. Annual Meeting of the American Society of Aesthetic Plastic Surgery. Biochemical changes in adipocytes and lipid metabolism secondary to the use of high-intensity focused ultrasound for non-invasive body sculpting 2006; Orlando, FL.

²Hall G. Tratado de Fisiología médica. In: SAUNDERS E, editor. Madrid, España; 2006.

³Watson T. Electroterapia: Práctica basada en la evidencia. Barcelona España: Elsevier Churchill Livingstone; 2009.

⁴Low J, Reed A. Electrotherapy explained : principles and practice. 3rd ed. Oxford ; Boston, MA: Butterworth-Heinemann; 2000.

⁵O'Brien Jr. WD. Ultrasound–Biophysics Mechanisms. Progress in Biophysics and Molecular Biology 2007;93(1-3):212-55.

⁶Prat F, Chapelon JY, Chauffert B, Ronchon T, Cathignol D. Cytotoxic Effects of Acoustic Cavitation on HT-29 Cells and a Rat Peritoneal Carcinomatosis in Vitro. Cancer Research. June 1991;51(1):3024-9.

⁷Garcia-Murray E, Rivas O, Stecco K, Desilets C, Kunz L, editors. Annual meeting of the American Society of Plastic Surgeons. The use and mechanism of action of high intensity focused ultrasound for adipose tissue removal and non-invasive body sculpting; 2005; Chicago, IL.

⁸Fatemi A. High-intensity focused ultrasound effectively reduces adipose tissue. *Semin Cutan Med Surg.* 2009 Dec;28(4):257-62.

⁹Fatemi 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 Apr 10;5:577-82.

¹⁰Armellini F, Zamboni M, Rigo L, Tudesco T, Bergamo-Andreis I. The contribution of sonography to the measurement of intraabdominal fat. . *J Clin Ultraosound.* 1990;18:563-7.

¹¹Reyes M, Espinoza A, Rebollo MJ, Moraga F, Mericq V, Durán CC. Mediciones de Adiposidad Intraabdominal por Ultrasonido y Factores Asociados con Riesgo Vascular en Niños Obesos. *Revista médica de Chile.* 2010;138(2):152-9.

¹²Wajchenberg B. Subcutaneous and visceral adipose tissue: their relation to the metabolic syndrome. *Endocr Rev.* 2000;21:697-38.

¹³Ferrozzi F, Zuccoli G, Tognini G, Castriota-Scanerberg A, Bacchini E, S. B. An assessment of abdominal fatty tissue distribution in obese children. A comparison between echography and computed tomography. *Radiol Med (Torino).* 1999;98:490-4.

¹⁴Guimaraes M, De Oliveira Junior A, Penido M, Queiroz L, Goulart E. Ultrasonographic measurement of intraabdominal fat thickness in HIV-infected patients treated or not with antiretroviral drugs and its correlation to lipid and glycemic profiles. . *Ann Nutr Metab* 2007;51:35-41.

¹⁵Tamura A, Mori T, Hara Y, Komiyama A. Preperitoneal fat thickness in childhood obesity: association with serum insulin concentration. *Pediatr Int* 2000;42:155-9.

¹⁶Miwa H, Kino M, Han L-K, Takaoka K, Tsujita T, Furuhashi H, et al. Effect of Ultrasound Application on Fat Mobilization. *Pathophysiology.* 2002;9(1):13-9.

¹⁷Gadsden E, Aguilar MT, Smoller BR, Jewell ML. Evaluation of a novel high-intensity focused ultrasound device for ablating subcutaneous adipose tissue for noninvasive body contouring: safety studies in human volunteers. *Aesthet Surg J.* 2011 May;31(4):401-10.

¹⁸Fatemi A. High-Intensity Focused Ultrasound Effectively Reduces Adipose Tissue Advances in Body Shaping 2009;28(4):257-62.

¹⁹Fatemi 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 Oct;34(5):577-82.

²⁰Spencer A, Brown PD, Lior Greenbaum PD, Stella Shtukmaster MS, Zadok Y, Ben-Ezra S, Leonid Kushkuley PD. Characterization of Nonthermal Focused Ultrasound For Noninvasive Selective Fat Cell Disruption (Lysis): Technical and Preclinical Assessment. *Noninvasive Fat Cell Disruption.* 2009;24(1):92-101.



²¹Whittaker AD, Park B, Thane BR, Miller RK, Savellt JW. Principles of Ultrasound and Measurement of Intramuscular Fat. *J Anim Sci.* 1992(70):942-52.

²²O'Daly BJ, Morris E, Gavin GP, O'Byrne JM, McGuinness GB. High-power low-frequency ultrasound: A review of tissue dissection and ablation in medicine and surgery. Dublin Institute of Technology: Faculty of Engineering; 2008.

²³Herreros FO, Velho PE, De Moraes AM, Cintra ML. Cutaneous atypical mycobacteriosis after ultrasound hydrolipoclasia treatment. *Dermatol Surg.* 2009 Jan;35(1):158-60.