

Artículo original

Ondas de choque en población deportiva y no deportiva: resultados preliminares

Serviat-Hung N,* Carvajal-Veitía W,** Medina-Sánchez M,*** Gutiérrez-Jorge Y,****
Croas-Fernández A*****

Instituto de Medicina del Deporte. La Habana, Cuba

RESUMEN. *Antecedentes:* Las alteraciones inflamatorias y calcificantes de las partes blandas son trastornos con importante repercusión económica y social. Su tratamiento puede realizarse con fármacos o con terapia física, ante cuyo fracaso, la cirugía era el último escalón terapéutico existente. En los últimos años se está utilizando una alternativa no quirúrgica para tratarlas: la aplicación de ondas de choque extracorpóreas. El objetivo de este trabajo es comprobar la capacidad para disminuir el dolor en diferentes alteraciones con esta técnica terapéutica y definir las pautas de aplicación. *Métodos:* Se trataron 18 deportistas y 12 pacientes de la población normal todos con alguna alteración: espolón calcáneo, tendinitis calcificada y no calcificada y fascitis plantar. Los resultados se evaluaron por la escala analógica visual de dolor y por la ecografía, antes y después del tratamiento. *Resultados:* Hubo un porcentaje de reducción del dolor de 100%, siendo la población normal atendida la que mostró síntomas de una mejor evolución en el período de tiempo evaluado. *Conclusiones:* Se concluye que agotadas las medidas terapéuticas médicas y de terapia física, el tratamiento con ondas de choque extracorpóreas es una buena alternativa al empleo de la cirugía.

Palabras clave: Ondas de choques, deporte, fascitis plantar, tendinitis, atleta.

ABSTRACT. *Background:* Inflammatory and calcifying diseases of the soft tissues are disorders having significant economical and social repercussions. They can be treated with drugs or physical therapy, and if these fail, surgery used to be the last existing therapeutic step. In recent years, a non-surgical alternative is being used to treat them, the application of extracorporeal shock waves. This work aims to verify the capacity of this therapeutic technique to diminish pain and to define its application rules. *Method:* We treated 18 athletes and 12 patients from normal population with heel spurs, calcified and noncalcified tendinitis and plantar fasciitis. The results were evaluated with a visual analogical scale of pain and by echography, prior to treatment and after. *Results:* The treatment was effective in 100% of the subjects. *Conclusions:* We conclude that once the medical therapeutic and the physical therapy measures are used up, treatment with shock waves is a good alternative to using surgery.

Key words: Shock wave therapy, sport, plantar fascitis, tendinitis, athlete.

Nivel de evidencia: IV

* Médico especialista en medicina física y rehabilitación. Máster en control médico del entrenamiento deportivo.

** Lic. en Biología. Máster en antropología.

*** Médico especialista en imagenología.

**** Médico especialista en medicina deportiva. Máster en control médico del entrenamiento deportivo.

***** Médico especialista en ortopedia y traumatología.

Dirección para correspondencia:

Noemí Serviat Hung

Instituto de Medicina del Deporte.

Cerro Pelado, calle 100 s/n entre 10 y 14. Reparto Embil. Altahabana, La Habana, Cuba. Teléfono: (53) 76439172

E-mail: gnb@infomed.sld.cu

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actaortopedica>

Introducción

En 1970 se observaron los primeros datos experimentales sobre la capacidad de las ondas de choque extracorpóreas para desintegrar los cálculos renales y en 1980 se publicó el primer estudio clínico¹ en un paciente que había sido sometido a litotricia extracorpórea por ondas de choque para destruir un cálculo renal. Desde entonces esta modalidad terapéutica ha revolucionado el tratamiento de la urolitiasis,^{2,3} especialmente en los últimos años, debido al surgimiento de nuevos aparatos cada vez más perfeccionados que tienden siempre a mejorar la eficacia y minimizar los efectos secundarios.⁴ Desde 1985 se utilizan también para destruir cálculos en otras localizaciones como la vesícula, el conducto biliar, el páncreas o las glándulas salivales.^{5,6,7} Loew y Jurgowski publicaron en 1993⁸ los primeros resultados obtenidos con este tratamiento para la tendinitis calcificante del hombro y en el Departamento de Ortopedia la Universidad de Mainz desde hace algunos años vienen realizándose investigaciones con esta técnica.

En la reunión en 1995 el grupo ortopédico de la Sociedad Germana de Litotricia recomendó el empleo de las ondas de choque para el tratamiento de diversas patologías, incluyendo la pseudoartrosis y el retardo de consolidación de fracturas, las entesitis (codo de tenis, patología del hombro, talalgias y/o espolón calcáneo) y el dolor en tejidos blandos con calcificaciones extraóseas. Para la pseudoartrosis lo incluían como de primera elección,⁹ posteriormente se han realizado otros estudios.^{10,11,12,13,14}

En la última década se han investigado ampliamente los principios físicos y los efectos de las ondas de choque en los tejidos.¹⁵ Son útiles para aliviar el dolor yuxtaarticular, ligamentoso y tendinoso, así como para desintegrar las calcificaciones.¹⁶ Las ondas de choque inducidas extracorpóreamente y enfocadas en una diana apropiada como un cálculo renal o una calcificación producen tensiones mecánicas que al superar la fuerza lítica del material consiguen su desintegración completa tras repetidas aplicaciones. Sus resultados no se deben a efectos térmicos, pues no causa calentamiento en los tejidos.¹⁷ Producen los siguientes efectos: 1) analgésicos, su mecanismo de acción se explica por la sobreestimulación de los puntos gatillos de los nervios y por la teoría de la puerta de entrada; 2) desarrollo de burbujas de cavitación. Al llegar la onda de choque se produce una cavitación por la formación de burbujas que posteriormente estallan, liberando energía y esto a su vez produce cambios de consis-

tencia del depósito cálcico y desarrollo de hematomas que estimulan el callo óseo. Este efecto se utiliza en la ruptura de los cálculos renales, depósitos cálcicos y pseudoartrosis; y 3) estimulación de las reacciones metabólicas en los tejidos mediante desarrollo de tensión en las fibras y cambios en la permeabilidad de las membranas.

Su aplicación está contraindicada en infección de la zona a tratar, embarazo, tumores, menores de 18 años, epífisis en adolescentes, costillas, cuerpos vertebrales y huesos del cráneo, alteraciones de la coagulación y uso de medicación anticoagulante.

Actualmente esta terapia es ampliamente usada en ortopedia y traumatología. En una búsqueda bibliográfica efectuada por los autores en PubMed (*US National Library of Medicine National Institutes of Health*) en el mes de Julio de 2014 aparecieron 698 artículos con las palabras clave: *shock wave therapy*.

El objetivo de este trabajo fue verificar la efectividad en la mejoría del dolor y la destrucción de calcificaciones de las ondas de choque extracorpóreas en alteraciones de partes blandas en población deportiva y normal.

Material y métodos

Se trata de un estudio descriptivo prospectivo en el que se incluyeron 18 deportistas (11 mujeres y 7 varones), con media y desviación estándar de edad de 24.2 ± 5.2 años y a 12 pacientes de la población normal (*Figura 1*) (7 mujeres y 5 varones) con una edad media de 50.2 años y desviación estándar de 6.2 (*Tabla 1*).

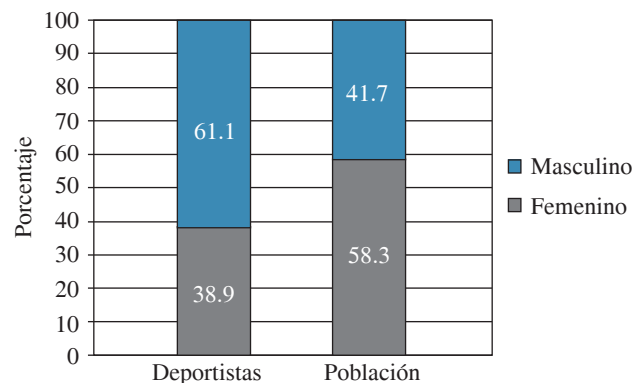


Figura 1. Distribución de los deportistas y pacientes de la población normal según sexo. Fuente: *Tabla 1*.

Tabla 1. Distribución de los deportistas y pacientes de la población normal según sexo.

Sexo	Deportistas		Población		Total	
	Número	%	Número	%	Número	%
Femenino	11	38.9	7	58.3	14	46.6
Masculino	7	61.1	5	41.7	16	53.4
Total	18	100	12	100	30	100

A todos ellos se les explicó en qué consistía el tratamiento y firmaron el consentimiento informado. Se les realizó a todos un examen físico inicial y ecografía diagnóstica.

Los criterios de inclusión fueron sintomatología dolorosa con fracaso de todos los tratamientos anteriores y tiempo de evolución de los síntomas superior a un año. Los criterios de exclusión fueron cambios degenerativos y síndromes dolorosos neurógenos.

La valoración de los resultados se obtuvo por la Escala Visual Análoga (EVA)¹⁸ para todas las patologías y la ecografía. Se evaluaron los resultados antes del tratamiento y al finalizarlo.

Se empleó el litotriptor WellWave (Physiomed) (Figura 2) con generador electromagnético de ondas de choque instalado sobre el cabezal de tratamiento que permite dos posiciones para terapia. Consta de 20 niveles de intensidad de los impulsos y de 1-8 Hz de frecuencia. Frecuencias altas minimizan el tiempo de tratamiento. Las ondas de choque se producen mediante una espiral plana y una membrana. La espiral recibe impulsos de alto voltaje y la membrana, que está en contacto directo con ella, es empujada por el impulso de alto voltaje y se produce una onda de choque, caracterizada por un fuerte aumento de presión durante un corto período, lo que da como resultado una alta velocidad de impulsos. Las ondas de choque

son enfocadas e intensificadas por medio de una lente acústica y producen un efecto físico en el punto focal.

El área a tratar se sitúa en el punto focal de la onda de choque. El tamaño del foco varía de 43 x 2.3 mm a 10% de energía, hasta 85 x 3.3 mm a 100% (Figura 3). La energía de tratamiento puede aumentarse de 10 a 100% de cinco en cinco unidades. La profundidad máxima de penetración de la onda de choque es de 145 mm.

El equipo ultrasónico usado fue el ALOKA alpha, con transductor de 3.5 MHz, montado coaxialmente sobre un brazo articulado que mantiene al transductor isocéntrico hacia el punto focal.

El cabezal de tratamiento se colocó en posición vertical para localización ecográfica. Para la aplicación de las ondas de choque el cabezal de tratamiento estaba provisto de un cojín hinchable de agua que se acopla a distintas presiones sobre el área a tratar, según la profundidad de la lesión. Se aplicó gel ultrasónico entre el cojín y la superficie de la piel para la transmisión de las ondas de choque. Todos los tratamientos se realizaron con localización ecográfica (Figura 4), lo que permitió el control del foco en tiempo real, evitó radiaciones ionizantes y se obtuvieron imágenes de tejidos blandos. El cabezal de terapia se mantuvo en posición vertical.



Figura 2. Equipo WellWave (Physiomed).

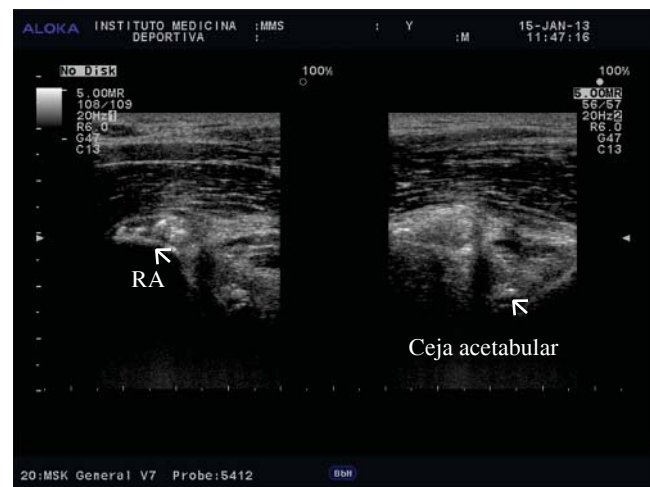


Figura 4. Ecografía de un paciente del estudio.



Figura 3.

Procedimiento de aplicación de la terapia con ondas de choque.

Normalmente no se empleó anestesia, lo que permitió la colaboración del paciente para centrar las ondas de choque en el lugar exacto del dolor. Puede utilizarse crema anestésica local para evitar el dolor en la zona donde penetra la onda. Si había mejoría en el dolor, las sesiones se repetían a los siete días. Después de la terapia no se usaron analgésicos para comprobar la efectividad del tratamiento y si era necesario utilizamos analgésicos o antiinflamatorios no esteroideos.

Resultados

De los 18 deportistas tratados nueve padecían tendinitis calcificada, seis tendinitis no calcificada, dos fascitis plantar y uno espolón calcáneo. En la población normal 12 pacientes presentaban tendinitis calcificada, ocho tendinitis no calcificada, cuatro fascitis plantar y cinco espolón calcáneo (Tabla 2) (Figura 5).

El tiempo medio de evolución de los síntomas dolorosos fue de 2.3 años (rango de uno a cinco años). Todos habían recibido como tratamiento previo medicación antiinflamatoria y/o tratamientos con agentes físicos.

La pauta de tratamiento utilizada fue de 2.000 ± 500 ondas de choque por sesión, con una intensidad de $45 \pm 15\%$ y el número de sesiones media de 3.2.

En el diagnóstico inicial se encontró que la mitad de los deportistas (9 para 50%) y la mitad de los pacientes de la po-

blación normal (6 pacientes para 50%) calificaban la sensación de dolor en la escala máxima de la EVA. Mientras que 22.2% de los atletas la calificaban en nueve en contraste con 16.7% de los pacientes. El figura 6 refleja cómo se manifestó la sensación del dolor antes del tratamiento.

En el figura 7 se muestra la evolución de la sensación del dolor en los deportistas antes y después del tratamiento con ondas de choque.

La evolución de la sensación del dolor en los pacientes de la población normal antes y después del tratamiento con ondas de choque se muestra en el figura 8.

Es notable que luego del tratamiento con ondas de choque la distribución de la sensación del dolor tanto en deportistas como en los pacientes de la población normal fue entre uno y cinco, niveles considerados significativos tanto clínica como estadísticamente ($p = 0.0001$).

En la evaluación posterior al tratamiento todos los deportistas y los pacientes (100%) refirieron sentir mejoría.

No se observaron efectos secundarios, exceptuando equimosis en la zona de entrada de la onda. Los pacientes comentaron que el dolor era muy molesto pero tolerable.

Discusión

El presente es un estudio preliminar realizado con el objetivo de valorar la efectividad de este tratamiento. Su em-

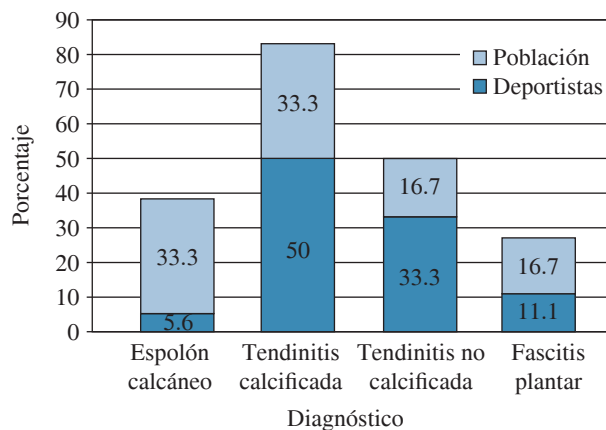


Figura 5. Distribución de los deportistas y pacientes de la población normal según diagnóstico. Fuente: Tabla 2.

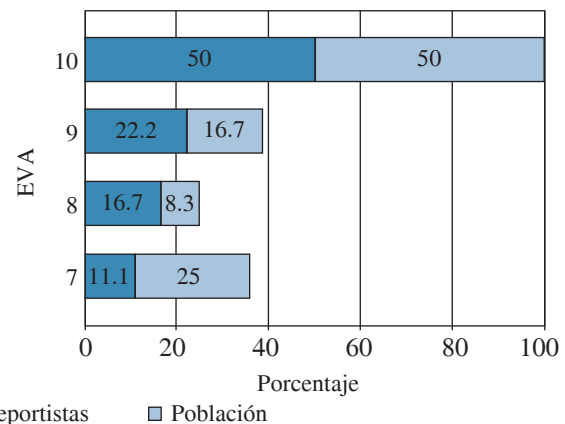


Figura 6. Distribución de los deportistas y pacientes de la población normal según sensación del dolor de acuerdo con la Escala Visual Análoga (EVA) antes del tratamiento.

Tabla 2. Distribución de los deportistas y pacientes de la población normal según diagnóstico.

Diagnóstico	Deportistas		Población		Total	
	Número	%	Número	%	Número	%
Tendinitis calcificada	9	50	4	33.3	13	43.0
Tendinitis no calcificada	6	33.3	2	16.7	8	26.6
Fascitis plantar	2	11.1	2	16.7	4	13.0
Espolón calcáneo	1	5.6	4	33.3	5	16.0
Total	18	100	12	100	30	100

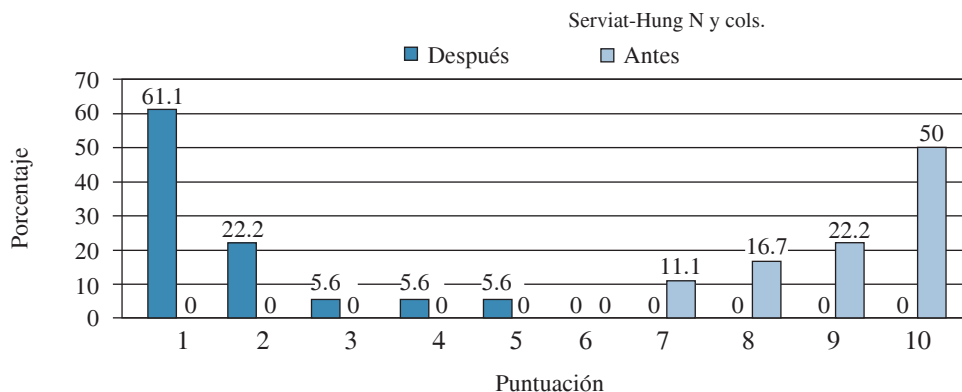


Figura 7.

Distribución de los deportistas según sensación del dolor de acuerdo con la Escala Visual Análoga (EVA) antes y después del tratamiento.

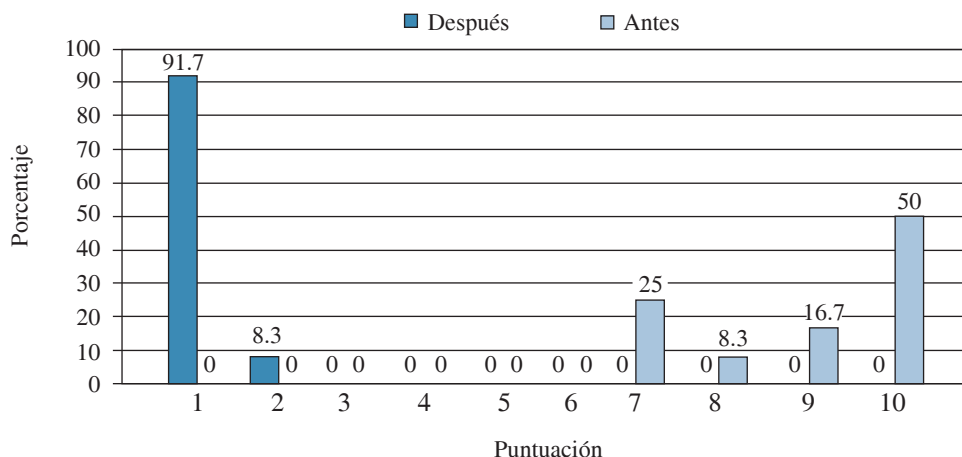


Figura 8.

Distribución de la población normal según sensación del dolor de acuerdo con la Escala Visual Análoga (EVA) antes y después del tratamiento.

pleo es sencillo, pero requiere preparación en el manejo e interpretación de la ultrasonografía de partes blandas para efectuarlo con la seguridad de aplicarlo sobre el punto diana, así como en la utilización del aparato.

La técnica es molesta, pero tolerable cuando el paciente está afectado por una patología crónica excesivamente dolorosa. En nuestra área los pacientes son reticentes a que se les aplique un nuevo tratamiento que está comenzando a utilizarse y son los pacientes con dolor de muchos años de evolución los que acuden para que se les aplique de forma voluntaria. Nuestro objetivo primordial fue obtener alivio del dolor. Pensamos que tal objetivo se logró, ya que la media de la EVA antes del tratamiento era de 9.1 y bajó a 1.8 después del mismo.

García Estrada¹⁹ realizó un estudio de intervención en el período comprendido entre Agosto de 2001 y Diciembre de 2003 en el CCOI «Frank País» en 74 pacientes (10 con afección bilateral/84 pies), con talalgia asociada o no con espolones calcáneos, 71.7% eran del sexo femenino y 28.3% masculino. Se observó mayor afección del pie derecho en este estudio. Se encontró que había 80.9% con espolones calcáneos y 19.1% sin espolones. Se les practicó tratamiento por ondas de choque extracorpóreas. Se aplicaron tres sesiones con una frecuencia de 2,000 impulsos cada una en pacientes en estadio crónico y en los que habían fracasado en todas las terapias convencionales. El estudio reveló que más de 75% de los resultados fueron buenos, con remisión del dolor e incorporación de los pacientes a sus actividades

habituales. No hubo complicaciones o efectos adversos ni necesidad de aplicar sedación o analgésicos. En general fue un tratamiento bien tolerado por el paciente y los resultados se obtuvieron en un corto período. Los resultados obtenidos según los parámetros objetivos y subjetivos fueron satisfactorios, lo cual coincide con el presente estudio.

Loew y Jurgowski⁸ publicaron resultados obtenidos con este tratamiento para la tendinitis calcificante. 13 pacientes con una larga historia de tendinitis calcificante (media de 5.5 años) fueron tratados con una o dos sesiones de 1,500 a 2,000 ondas de choque con buenos resultados. Existen estudios prospectivos^{9,10,11} en los que han quedado demostrados los efectos beneficiosos en epicondilitis y en tendinitis calcificantes en más de 60% de los casos. En los dos últimos años se han publicado estudios prospectivos para otras indicaciones como talalgias y pseudoartrosis con buenos resultados.^{11,12,13,14}

Si bien el efecto terapéutico en tendinopatías y en otros cuadros no está todavía totalmente claro, se han estudiado diferentes mecanismos de acción. Se ha propuesto que al ingresar en el organismo, las ondas de choque actúan en cuatro fases:²⁰

1. Fase física: se producen cavitaciones extracelulares, ionización molecular y un incremento de la permeabilidad de las membranas celulares.
2. Fase fisicoquímica: se produce la difusión de radicales libres y la interacción con biomoléculas.

3. Fase química: se generan reacciones intracelulares y cambios moleculares.
4. Fase biológica: son la consecuencia de los fenómenos previos.

Los efectos terapéuticos en el tejido musculoesquelético varían de acuerdo con la densidad de energía aplicada. La utilización de niveles bajos de energía, con un promedio de 0.08 mJ/mm^2 , determinaría analgesia por el llamado efecto de hiperestimulación o contrairritación. Al transmitir un estímulo inusualmente fuerte al cerebro a través del cuerno posterior de la médula espinal por la activación de los filamentos amielínicos C, se dispara el sistema inhibitorio descendente ubicado en la sustancia gris periacueductal, lo que bloquea el ingreso de la información nociceptiva. De la misma manera, la activación de las fibras delgadas mielinizadas tipo A también bloquearía a las fibras C. La disminución del dolor permite evitar patrones de movimiento articular anormal previniendo las recurrencias al perderse la «memoria» del dolor.²¹

En una revisión sistemática efectuada por Díaz López²² en 2014 con el objetivo de determinar si las distintas terapias físicas utilizadas en el tratamiento conservador de la fascitis plantar de al menos un mes de evolución son efectivas individualmente y/o combinadas entre sí, en la cual se revisó un total de 32 artículos a texto completo. Las técnicas más empleadas fueron los estiramientos y las ondas de choque, aunque los mejores resultados se obtuvieron combinando varias técnicas. Los autores concluyeron que las ondas de choque fueron efectivas cuando otras técnicas fracasaron.

Por su parte, Martínez Lozano²³ encontró que la asociación de la adaptación de órtesis plantares semirrígidas y las ondas de choque extracorpóreas resultó de gran beneficio clínico y funcional para las actividades de la vida diaria al acabar el tratamiento y a lo largo de tres meses de seguimiento. Para ello realizó un estudio prospectivo aleatorizado con 40 pacientes diagnosticados de fascitis plantar, 30 tratados con órtesis asociada a ondas de choque y diez a ondas de choque exclusivamente. Se midió el dolor a la palpación en la tuberosidad interna del calcáneo y el dolor al comienzo de la marcha después de un período de reposo por medio de la EVA. Se midió la funcionalidad para las actividades de la vida diaria con el cuestionario FAAM (*Foot and Ankle Ability Measure*). Se encontró mejora en el dolor en ambos grupos tras tres meses de seguimiento, aunque sólo se consiguió que la mejoría fuera progresiva a lo largo de esos tres meses cuando se asocian órtesis semirrígidas a ondas de choque. La funcionalidad para las actividades de la vida diaria sólo mejoró asociando ambos tratamientos.

El efecto de la onda de choque en las membranas celulares activa el intercambio transcelular de iones y determina una eliminación y reabsorción más rápida de los productos del catabolismo. También tendría un efecto analgésico y antiinflamatorio, la activación de radicales libres, la estimu-

lación de la actividad macrofágica y un incremento en la vascularización de la zona objeto de tratamiento.²¹

La microrruptura del tejido cicatrizal fibroso y mal vascularizado favorece su invasión por brotes vasculares y *stem cells* determinando un efecto reparador.

Niveles mayores de energía determinan efectos de desintegración en materiales como los depósitos calcáreos por la formación de burbujas de cavitación. Éste es el mecanismo por el que se desintegran las calcificaciones. En el caso del manguito rotador el material residual se vuelca a la bursa subacromial para ser degradado y metabolizado. Es necesaria mayor densidad de flujo de energía para el tratamiento de los retardos de consolidación y pseudoartrosis que producen rupturas capilares y formación de hematomas.²⁰

Para conocer la efectividad clínica de las ondas de choque como tratamiento del espolón calcáneo, Rodríguez Mansilla²⁴ realizó una revisión sistemática en la que se identificaron 78 publicaciones mediante búsqueda electrónica en bases de datos Medline, Dialnet, Cochrane Library Plus, PEDro y CSIC publicadas desde Enero de 2000 hasta Enero de 2013, ensayos controlados y clínicos. Los resultados de la revisión indicaron que la utilización de esta técnica mejora el dolor en pacientes con espolón calcáneo.

Las complicaciones dependen de la dosis de energía. En todos los pacientes es común la formación de equimosis en el área de aplicación de las ondas de choque. Al igual que en otros trabajos publicados no encontramos efectos secundarios, ni lesiones en partes blandas u óseas.^{22,23,24,25}

Aproximadamente 20% de las personas con síndrome doloroso pueden necesitar tratamiento con ondas de choque. No es una alternativa al tratamiento médico, sino al empleo de la cirugía, pues debido al alto coste de los aparatos no puede utilizarse de rutina, salvo en los servicios donde se disponga previamente de ellos. Es un tratamiento semiconservador.

Existe una población numerosa afectada por patología ortopédica y teniendo en cuenta la importancia socioeconómica de estas enfermedades este tratamiento puede ser de gran importancia en un futuro no muy lejano. Los urólogos saben utilizar los aparatos para el tratamiento de la urolitiasis, nosotros deberíamos adquirir conocimientos sobre la técnica y cómo aplicarla para tratar todas las patologías de partes blandas y está al alcance de nuestras manos formar parte de «unidades de ondas de choque». Se abre una nueva vía para posible aplicación en el tratamiento de paraosteomas, aunque todavía no hay datos sobre esta indicación. En nuestro estudio preliminar no hemos incluido ninguna pseudoartrosis, aunque existe numerosa bibliografía en la que se encuentran buenos resultados.^{12,13,14} También existen estudios con las primeras experiencias en pacientes afectados con parálisis cerebral para relajar los músculos espásticos.²⁶ Es necesaria la realización de ensayos clínicos aleatorizados para poder prescribir esta técnica como tratamiento de rutina.

Se concluye que el efecto de la terapia de ondas de choques fue satisfactorio en pacientes con fascitis plantar.

En el dolor musculoesquelético crónico (tendinopatías) con calcificación el tratamiento fue muy efectivo, no así cuando había ausencia de calcificación y epicondilitis lateral crónica. El tratamiento logró reducir el dolor de la tendinitis calcificada del hombro. El 34% de la muestra de pacientes con calcificación mostró efectos visibles en la reducción y/o eliminación de la calcificación un mes después del tratamiento. Hubo un porcentaje de reducción del dolor de 100%, siendo la población normal atendida la que mostró síntomas de una mejor evolución en el período evaluado. Los hallazgos imagenológicos evolutivos sólo fueron relevantes en 16.6% de la muestra estudiada, el resto no mostró signos visibles de cambios desde el punto de vista ecográfico.

Bibliografía

1. Chaussy C, Eisenberger F, Wanner K, Forssman F: The use of shock waves for the destruction of renal calculi without direct contact. *Urol Res.* 1976; 4: 175-8.
2. Chaussy C, Brendel W, Schmiedt E: Extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *Lancet.* 1980; 2(8207): 1265-8.
3. Chaussy C, Schmiedt E, Jocham D, Brendel W, Forssmann B, Walther V: First clinical experience with extracorporeally induced destruction of kidney stones by shock waves. *J Urol.* 1982; 127: 417-9.
4. Tailly GG: The Dornier Lithotripter U/15/50: a multifunctional and multidisciplinary workstation. *J Endourol.* 1998; 12: 301-5.
5. Sauerbruch T, Delius M, Paumgartner G, Holl J, Wess O, Weber W, et al: Fragmentation of gallstones by extracorporeal shock waves. *N Engl J Med.* 1986; 314: 818-21.
6. Sackmann M, Delius M, Sauerbruch T, Holl J, Weber W, Ippisch E, et al: Shock-wave lithotripsy of gallbladder stones. The first 175 patients. *N Engl J Med.* 1988; 318(7): 393-7.
7. Iro H, Zenk J, Waldfahrer F, Benzel W, Schneider T, Ell C: Extracorporeal shock wave lithotripsy of parotid stones. Results of a prospective clinical trial. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1998; 107(10 Pt 1): 860-4.
8. Loew M, Jurgowski W: Initial experiences with extracorporeal shock-wave lithotripsy (ESWL) in treatment of tendinosis calcarea of the shoulder. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1993; 131(5): 470-3.
9. Thiele R: The German extracorporeal shock wave society. In: Siebert W, Buch M (eds.). *Extracorporeal shock waves in orthopaedics.* Alemania: Ed. Springer; 1998: 189-200.
10. Rompe JD, Hope C, Küllmer K, Heine J, Bürger R: Analgesic effect of extracorporeal shock-wave therapy on chronic tennis elbow. *J Bone Joint Surg Br.* 1996; 78(2): 233-7.
11. Loew M, Daecke W, Kusnierczak D: The effects of extracorporeal shock wave application (ESWA) in treatment of calcifying tendinitis of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 1997; 79: 202-3.
12. Rompe JD, Hopf C, Nafe B, Burger R: Low-energy extracorporeal shock wave therapy for painful heel: a prospective controlled single-blind study. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1996; 115(2): 75-9.
13. Vogel J, Hopf C, Eysel P, Rompe JD: Application of extracorporeal shock-waves in the treatment of pseudarthrosis of the lower extremity-preliminary results. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1997; 116(8): 480-3.
14. Haupt G: Use of extracorporeal shock waves in the treatment of pseudarthrosis, tendinopathy and other orthopedic diseases. *J Urol.* 1997; 158(1): 4-11.
15. McCormack D, Lane H, McElwain J: The osteogenic potential of extracorporeal shock wave therapy. An *in vivo* study. *Ir J Med Sci.* 1996; 165(1): 20-2.
16. Cass AS: Litotricia extracorpórea por ondas de choque. ¿Cómo funciona? ¿Qué pacientes son candidatos a ella? *Jano.* 1989; 853: 63-6.
17. Verbeke F: Extracorporeal shock-wave therapy. In: Siebert W, Buch M (eds.). *Extracorporeal shock waves in orthopaedics.* Alemania: Ed Springer; 1998: 5-98.
18. Price DD, McGrath PA, Rafii A, Buckingham B: The validation of visual analogue scales as ratio scale measures for chronic and experimental pain. *Pain.* 1983; 17(1): 45-56.
19. García-Estrada EM, Álvarez-Cambras R, Rodríguez-Vázquez MI, Valdés-Díaz A, González-Fundora N: Fascitis plantar tratada con ondas de choque extracorpóreas. *Rev Cubana Ortop Traumatol* [revista en Internet]. 2005 [citado 8 de agosto de 2014]; 19 (1). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-215X2005000100006&lng=es
20. Notarnicola A, Moretti B: The biological effects of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) on tendon tissue. *Muscles Ligaments Tendons J* [revista en Internet]. 2012 [citado 1 de agosto de 2014]; 2(1): 33-7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3666498>
21. Speed C: A systematic review of shockwave therapies in soft tissue conditions: focusing on the evidence. *Br J Sports Med* [revista en Internet]. 2014 [citado 1 de agosto de 2014]; 48(21): 1538-42. Disponible en: <http://bjsm.bmj.com/cgi/lookup?view=long&pmid=23918444>
22. Díaz-López AM, Guzmán-Carrasco P: Efectividad de distintas terapias físicas en el tratamiento conservador de la fascitis plantar: revisión sistemática. *Rev Esp Salud Pública* [revista en Internet]. 2014 [citado 9 de agosto de 2014]; 88(1): 157-78. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272014000100010&lng=es
23. Martínez-Lozano JA: Ortesis plantares rígidas conformadas y ondas de choque extracorpóreas en el tratamiento de la fascitis plantar. Proyecto de investigación. 2013 [citado 21 de julio de 2014]. Disponible en: <http://digitum.um.es/jspui/handle/10201/35512>
24. Rodríguez-Mansilla J, González-Sánchez B, de Toro-García A, González-López-Arza MV: Eficacia de las ondas de choque como método de tratamiento en espólón calcáneo. *Rev Fisioterapia* [revista en Internet]. 2014 [citado 14 de julio de 2014]; 36(3): 135-42. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0211563813001132>
25. Herrera-Galante A, Díaz-Ramírez F, Godoy-Ramírez AM, Pérez-Fernández F, López-Rueda B, Flores-Jurado M: Aplicación de ondas de choque extracorpóreas en el tratamiento de patologías de partes blandas (estudio preliminar). *Rehabilitación (Madr).* 2000; 34(2): 159-63.
26. Gonkova MI, Ilieva EM, Ferriero G, Chavdarov I: Effect of radial shock wave therapy on muscle spasticity in children with cerebral palsy. *Int J Rehabil Res* [revista en Internet]. 2013 [citado 11 de Julio de 2014]; 36(3): 284-90. Disponible en: http://journals.lww.com/intjrehabilres/Abstract/2013/09000/Effect_of_radial_shock_wave_therapy_on_muscle.13.aspx