



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1283>

Ciencias de la salud
Artículo de investigación

*Tratamiento del dolor en la tendinitis calcificada de hombro mediante el uso de
Ondas de Choque Focales*

*Treatment of pain in calcified tendinitis of the shoulder using Focal Shock
Waves*

*Tratamiento da dor na tendinite calcificada do ombro usando ondas de choque
focal*

Abel David Giler-Sarmiento ^I
abelgilersarmiento@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-7538-1333>

Luis Alberto Malla-Valdiviezo ^{II}
dr.mallaginecologo@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8631-8348>

Juan Bosco Solórzano-Rosado ^{III}
juan24bosco@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-6040-0661>

Jonathan Rafael Álava-Arteaga ^{IV}
jonathanrafaelalavaarteaga@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-9932-187X>

Correspondencia: abelgilersarmiento@gmail.com

***Recibido:** 20 de mayo de 2020 ***Aceptado:** 29 de junio de 2020 ***Publicado:** 18 de julio de 2020

- I. Médico Cirujano, Especialista en Medicina Física y Rehabilitación, Hospital Verdi Cevallos Balda, Clínica de Rehabilitación física y Dolor Giler Sarmiento, Portoviejo, Ecuador.
- II. Especialista en Ginecología y Obstetricia, Médico Cirujano, Hospital universitario de Guayaquil, Hospital Alfredo G. Paulson, Ecuador.
- III. Médico Cirujano, Medicina general y Cirugía, Hospital Básico Israel Quinto Paredes, Ecuador.
- IV. Médico Cirujano, Especialista en Toxicología, Centro de investigación Toxicológica Álava (CITOXÁ), Ecuador.

Resumen

El presente artículo pretende informar acerca de los alcances que tiene la terapia con ondas de choque Focales en el tratamiento de lesiones músculo esqueléticas en general, y de la tendinitis calcificada de hombro en particular, basándose en una revisión detallada de los diversos artículos científicos que se han escrito acerca del tema, haciendo un análisis de la misma, aplicación, efectos y resultados que se han plasmado y que se utilizan en un estudio en una muestra de pacientes con la dolencia. La innovación en cuanto a opciones de tratamiento es un tema relevante y de vital importancia en materia de salud, ya que esto permite ofrecer al paciente diversas posibilidades que se adapten mejor a su padecimiento en el proceso de rehabilitación. Como objetivo general, se planteó la profundización en el conocimiento sobre el tratamiento del dolor, ocasionado por la tendinitis calcificada de hombro, mediante el uso de las ondas de choque focalizada. La recopilación de información y la actividad efectuada en el campo arrojó como resultado, una mejoría importante en todos los tipos de lesiones músculo esqueléticas aquí mencionadas con la terapia con ondas de choque.

Palabras claves: Ondas de choque focal; músculo esquelético; lesión de hombro; tendinitis calcificada de hombro.

Abstract

This article aims to inform about the scope of Focal shock wave therapy in the treatment of musculoskeletal injuries in general, and calcified tendonitis of the shoulder in particular, based on a detailed review of the various scientific articles that are They have written about the subject, making an analysis of it, application, effects and results that have been captured and that are used in a study in a sample of patients with the condition. Innovation in treatment options is a relevant and vitally important issue in terms of health, since this allows the patient to be offered various possibilities that are better adapted to their condition in the rehabilitation process. As a general objective, the deepening of knowledge about the treatment of pain, caused by calcified tendonitis of the shoulder, was proposed through the use of focused shock waves. The collection of information and the activity carried out in the field resulted in a significant improvement in all the types of musculoskeletal injuries mentioned here with shock wave therapy.

Keywords: Focal shock waves; skeletal muscle; shoulder injury; calcified tendonitis of the shoulder.

Resumo

Este artigo tem como objetivo informar sobre o escopo da terapia por ondas de choque focais no tratamento de lesões musculoesqueléticas em geral e da tendinite calcificada do ombro em particular, com base em uma revisão detalhada dos vários artigos científicos que são Eles escreveram sobre o assunto, fazendo uma análise, aplicação, efeitos e resultados capturados e utilizados em um estudo em uma amostra de pacientes com a doença. A inovação em termos de opções de tratamento é uma questão relevante e de vital importância para a saúde, pois permite ao paciente oferecer várias possibilidades que são melhor adaptadas à sua condição no processo de reabilitação. Como objetivo geral, foi proposto o aprofundamento do conhecimento sobre o tratamento da dor, causado por tendinite calcificada do ombro, por meio do uso de ondas de choque focadas. A coleta de informações e a atividade realizada em campo resultaram em uma melhoria significativa em todos os tipos de lesões osteomusculares aqui mencionadas na terapia por ondas de choque.

Palavras-Chave: Ondas de choque focal; músculo esquelético; lesão no ombro; tendinite calcificada do ombro.

Introducción

La litotricia ha reemplazado la indicación de cirugía en los casos de litiasis renal, hasta ser considerada el patrón oro para el tratamiento de dicha patología. Si bien, la aplicación del principio físico de la onda de choque en el campo de la ortopedia y la traumatología es más reciente, ya ha ganado aceptación internacional para el tratamiento de cuadros de entesopatías y otros trastornos del aparato musculo-esquelético, debido a sus probados efectos biológicos. Estos se manifiestan como un aumento en la vascularización, mayor celularidad y fenómenos reparativos a nivel histológico. A nivel molecular, se produce un aumento en las concentraciones de factores de crecimiento y óxido nítrico. Este último es de fundamental importancia en el proceso de neovascularización. (Moya, y Patiño, 2012).

Tratamiento del dolor en la tendinitis calcificada de hombro mediante el uso de Ondas de Choque Focales

Las Tendinitis calcificadas, como fuente de dolor de hombro, fueron descritas inicialmente hace más de 100 años por Maladie de Duplay, el tratamiento actual incluye fisioterapia, antiinflamatorios no esteroideos, inyección de esteroides, e intervención quirúrgica para extirpar los depósitos de calcio y descomprimir el espacio subacromial. El tratamiento de pacientes con tendinitis calcificada es típicamente conservador.

El rango de tasas de éxito reportadas es entre el 30% y el 85%, si el dolor se vuelve crónico o intermitente después de varios meses de tratamiento conservador, a menudo se recomienda la cirugía. Los efectos de estos diferentes tratamientos varían significativamente, y no se muestran resultados consistentes y fiables a largo plazo. ODCE representa un nuevo tratamiento no invasivo para la tendinitis calcificada del hombro. (Hsu, et al. 2008)

El hombro doloroso, es una de las principales causas de dolor osteoarticular que se presentan en la práctica clínica cotidiana, y a menudo provoca discapacidad funcional considerable.

La prevalencia de la omalgia en la población general se ha estimado entre el 3 y el 7%. Dicha prevalencia aumenta con la edad, y sus causas pueden ser múltiples, aunque se estima que la mayoría de los casos de hombro doloroso se deben a lesiones degenerativas de alguna estructura periarticular, debiéndose sólo en el 5% a una afectación del hombro de otra naturaleza (artritis reumatoide, gota, etc.). (Ruiz, 2003; 2004).

Al dejar de un lado, las enfermedades neoplásicas, sistémicas y traumáticas directas, la principal causa de dolor de hombro es la patología inflamatoria o degenerativa del manguito rotador, que puede ser responsable de hasta un 65% de los casos de hombro doloroso del adulto. (Ruiz, 2003; 2004).

La terapia de ondas de choque extracorpóreas (ODCE) se ha utilizado para tratar afecciones como pseudoartrosis, epicondilitis, fascitis plantar y tendinitis calcificada del hombro se ha mostrado prometedor en la promoción de curación de fracturas y reparación de tendinopatías. (Romero, 2015; Del Gordo, Guardiola, y Acuña, 2016).

En el estudio en cuestión se realiza una revisión del tratamiento del dolor en la tendinitis calcificada de hombro con la aplicación de la onda de choque focalizada, lo que permitirá valorar su eficacia, así como las ventajas y desventajas que posee.

Los objetivos esenciales tenidos en cuenta en el desarrollo del estudio, parte del objetivo general, en el cual se planteó la profundización en el conocimiento sobre el tratamiento del dolor,

ocasionado por la tendinitis calcificada de hombro, mediante el uso de las ondas de choque focalizada.

Como objetivos específicos se plantearon:

- Analizar la importancia del dolor de hombro
- Describir la tendinitis calcificada de hombro, como fuente generadora de dolor.
- Explicar los efectos terapéuticos en las aplicaciones de las ondas de choque en el aparato musculo- esquelético

En vista de que el número de pacientes con problemas de hombro doloroso, ocasionado por tendinitis calcificada, va en aumento, su frecuencia oscila entre el 3- 20% de la población. Constituye el 10% de todas las consultas por omalgia, aunque también un 2,7 al 20% de los pacientes afectados refieren encontrarse asintomáticos (Jiménez, et al. 2012). El periodo de la vida de mayor afectación se encuentra entre los 30 y los 50 años. Los tendones más afectados son los de los músculos supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y sub-escapular. La localización más frecuente de aparición, se ubica entre 1 y 2 cm medial a la inserción tendinosa en el troquíter. Se trata de una patología que afecta a ambos hombros simultáneamente en el 13-47% de los casos y se ha relacionado con la diabetes mellitus hasta en el 25% de los casos. (Jiménez, et al. 2012).

Materiales y Métodos

Búsqueda bibliográfica

La búsqueda bibliográfica arrojó una cantidad considerable de artículos y bibliografía especializada, sin embargo para la presente recopilación se incluyeron solamente los que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión:

Palabras claves: Ondas de choque, lesiones, tratamiento.

Información contenida: El texto debe contener información referente al tratamiento de lesiones que se consideren dentro del sistema músculo esquelético, y en específico, las lesiones de hombro, dentro de sus resultados arrojen información acerca de los alcances de la terapia con ondas de choque focal.

Aplicaciones de la técnica: La onda mecánica viaja a través del tejido a partir del empleo de un aplicador y con la ayuda de un medio de acoplamiento como puede ser el gel para ultrasonido. Se

Tratamiento del dolor en la tendinitis calcificada de hombro mediante el uso de Ondas de Choque Focales

dirige hacia un punto focalizado en el tejido, aunque a lo largo de su paso se expande hasta abarcar una zona mayor.

Su absorción depende de las estructuras que se encuentran durante su recorrido mientras que la onda se propaga. De acuerdo a la información recopilada la terapia con ondas de choque fue mayormente aplicada en las siguientes patologías: Tendinitis; Epicondilitis; Osteonecrosis; Fracturas; Fascitis plantar, entre otros.

Todas estas lesiones se clasifican dentro del sistema músculo esquelético. Cada aplicación se basa en mayor medida en desde una específica dosificación de acuerdo a diversos criterios establecidos en cuestión, tales como: el grado de lesión, el tiempo de evolución, parámetros del equipo, periodicidad del tratamiento, características físicas del paciente entre otros.

En la tabla 1, se presenta la dosificación más comúnmente empleada de acuerdo a diversas patologías. (Pettrone, y McCall, 2005).

Tabla 1. Dosificación de la terapia de choque

PATOLOGÍA	INTENSIDAD	FRECUENCIA
Epicondilitis	0.12 mJ/mm ²	1000 a 2500 disparos
Tendinitis del manguito rotador	0.3 a 0.4 mJ/mm ²	22000 a 3000 disparos
Fascitis plantar	0.06 mJ/mm ²	1000 a 2000 disparos
Pseudoartrosis	0.6 mJ/mm ²	3000 disparos
Retardos de consolidación	0.6 mJ/mm ²	3000 disparos

- Fase física: se producen cavilaciones extra-celulares, ionización molecular y un incremento de la permeabilidad de las membranas celulares.
- Fase fisicoquímica: se produce la difusión de radicales libres y la interacción con biomoléculas.
- Fase química: se generan reacciones intracelulares y cambios moleculares.
- Fase biológica: son la consecuencia de los fenómenos previos.

Resultados

El hombro se considera la articulación más móvil del cuerpo humano, pero también la más inestable. Posee tres grados de libertad, permitiendo orientar el miembro superior con relación a los tres planos del espacio, en disposición a los tres ejes. (Vilar, y Sureda, 2005).

El eje transversal incluye el plano frontal, lo cual permite al hombro movimientos de flexo-extensión realizados en el plano sagital; en el eje anteroposterior, que incluye el plano sagital, se permiten los movimientos de abducción y aducción los cuales se realizan en el plano frontal; finalmente, en el eje vertical, determinado por la intersección del plano sagital y del plano frontal, se producen los movimientos de flexión y extensión realizados en el plano horizontal, con el brazo en abducción de 90° (Vilar, y Sureda, 2005).

El eje longitudinal del húmero permite la rotación externa e interna del brazo en dos formas diferentes: la rotación voluntaria y la automática. La voluntaria utiliza el tercer grado de libertad y la rotación automática, que se realiza sin ninguna acción voluntaria en las Articulaciones de dos o tres ejes, se explica por la paradoja de Codman. (Vilar, y Sureda, 2005).

El miembro superior pende en forma vertical a lo largo del cuerpo, de tal forma que el eje longitudinal del humero coincide con el eje vertical. En la posición de abducción a 90°, el eje longitudinal coincide con el eje transversal, y en la posición de flexión de 90° coincide con el eje anteroposterior; por lo anterior se concluye, que el hombro es una articulación que consta de tres ejes principales y tres grados de libertad permitiendo movimientos de rotación interna y externa (Vilar, y Sureda, 2005; Kapandji, y Torres, 2006).

La capsula articular y sus refuerzos, en particular el complejo ligamentoso glenohumeral inferior, junto con el rodete glenoideo, son los mecanismos estabilizadores primarios o estáticos.

Los estabilizadores secundarios o dinámicos son los músculos del manguito rotador: supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y sub-escapular (Kapandji, y Torres, 2006). La contracción de sus fibras musculares crea fuerzas compresivas que estabilizan la cabeza glenohumeral en la cavidad glenoidea.

La cápsula articular tiene múltiples terminaciones nerviosas propioceptivas que captan posiciones extremas de la articulación, y a través de un mecanismo reflejo, provoca una contracción del manguito de los rotadores, estabilizando la articulación glenohumeral (Kapandji, y Torres, 2006).

La rotación escapular, al producirse la elevación del brazo gracias al par de fuerzas generadas por la acción combinada del serrato anterior y el trapecio, permite orientar la glenoide hacia la cabeza humeral, ampliando el área de contacto entre ambas superficies articulares, y de esta forma mejorando la estabilidad articular.

Un factor importante que le añade firmeza a la articulación del hombro es el mecanismo amortiguador o de retroceso de la articulación escapulotorácica.

El deslizamiento de la escapula por toda la pared torácica absorbe los impactos directos e indirectos sobre el hombro (Kapandji, y Torres, 2006).

El ritmo escapulo-humeral consiste en el movimiento coordinado y simultáneo de la escápula con relación al húmero, permitiendo la elevación hasta los 180°. Por otra parte, la elevación del brazo en pronación pone al tubérculo mayor y al tendón del supraespinoso bajo el arco acromial, provocando de esta forma un pinzamiento acromial. A la inversa, la elevación del brazo en supinación aleja al tubérculo mayor y al supraespinoso del arco acromial, disminuyendo así el fenómeno de pinzamiento subacromial. (Vilar, y Sureda, 2005; Kapandji, y Torres, 2006; Drake, Vogl, y Mitchell, 2010).

La movilidad gleno-humeral se produce por la acción sinérgica de dos grupos musculares, el deltoides y el manguito de los rotadores. El deltoides genera la palanca del movimiento, elevando la cabeza del humero hacia arriba, lo que ocasiona un pinzamiento de los tendones rotadores en el espacio subacromial.

El manguito rotador deprime y estabiliza la cabeza humeral, comprimiéndola hacia la glenoide, mejorando así la acción del deltoides. (Vilar, y Sureda, 2005; Kapandji, y Torres, 2006; Drake, Vogl, y Mitchell, 2010). Un manguito rotador potente permite, a través de su acción estabilizadora y depresora de la cabeza humeral, mejorar el funcionamiento bio-mecánico de la articulación glenohumeral, dando una mayor congruencia mecánica a la misma y disminuyendo de forma secundaria, el posible pinzamiento subacromial resultante.

El componente escapulo torácico de la elevación, se efectúa por la acción sinérgica de varios grupos musculares que provocan un giro de la escapula hacia arriba. El principal par de fuerzas que provocan este movimiento está constituido por el trapecio y el serrato mayor. La rotación escapular a través de los ligamentos coraco-claviculares provocan una rotación de la clavícula a lo largo de su eje, a modo de manivela, de unos 40°, permitido por las articulaciones acromioclavicular y

esternocostoclavicular. (Vilar, y Sureda, 2005; Kapandji, y Torres, 2006; Drake, Vogl, y Mitchell, 2010).

Cuando se realiza la circunducción, la articulación glenohumeral transiciona de manera progresiva por cada uno de los movimientos a una máxima amplitud de: flexión, extensión, aducción, abducción, rotación interna y externa. Lo cual, se describe como base del cono de circunducción, que se expresa en una curvatura alabeada y sinuosa que recorre cada uno de los segmentos en los cuales se divide el espacio por la intersección de los tres planos y los tres ejes de movimiento.

Sobre la Omalgia, es pertinente mencionar que es la localización de dolor a nivel del hombro, sus causas pueden ser múltiples dada sus características anatómicas, al tratarse de un conjunto de articulaciones con variadas funciones. Las patologías de la articulación glenohumeral u óseos representan tan sólo un 10% de estos; los procesos extra-articulares representan el resto, de los que un 70% son tendinitis del manguito de los rotadores de origen variado (Ucar, y Quirós, 1997).

La principal causa de dolor de hombro es la enfermedad degenerativa del manguito rotador, que puede ser responsable de hasta un 65% de los casos de hombro doloroso del adulto. (Suárez, y Osorio, 2013).

Aunque se considera que la causa principal de la degeneración del manguito es el roce con el espacio coraco-acromial a nivel anterosuperior, como lo plantea Neer (De Alvear, 2010), se han descrito también otras causas como: el roce postero-superior que afecta a deportistas, el roce con la apófisis coracoides que repercute sobre el tendón sub-escapular, o la compresión del nervio supraescapular a nivel de la fosa espino-glenoidea que conduce a inflamación, atrofia del músculo infraespinoso y posterior calcificación. (Ministerio de la Protección Social. 2006).

En definitiva, se concluye que dicha degeneración es de origen multifactorial, ya que se ha demostrado que los desgarros tendinosos no son más frecuentes en el lado bursal del manguito, como sería lógico pensar, en caso que el rozamiento extrínseco fuese la causa principal (Rebelatto, y Morelli, 2005). Las causas etiológicas más comunes de la omalgia son: Neoplásicas, Dolor referido, dolor de causa mecánica, Capsulitis retráctil y teninopatías calcificantes, espectos esenciales para el presente estudio.

Patogenia de las lesiones del manguito rotador

Aunque Neer atribuyó a causas mecánicas por atrapamiento o colisión subacromial la génesis de estas lesiones, se conocen otros mecanismos desencadenantes de las lesiones del manguito rotador. Inicialmente, se pueden dividir en causas intrínsecas, que asientan en el propio manguito rotador, o extrínsecas, que asientan fuera de él. A su vez, estas causas extrínsecas de origen mecánico pueden ser primarias, por la presencia de estructuras anatómicas, como el arco coracoacromial, que provoca el atrapamiento, o secundarias a una inestabilidad glenohumeral, a una disfunción escapular o a otros procesos traumáticos, inflamatorios, degenerativos o incluso iatrogénicos, que causan una disminución funcional del tamaño del desfiladero de salida del supraespinoso (supraspinatus outlet). Los mecanismos intrínsecos pueden ocasionar disfunciones en la articulación glenohumeral, creando causas extrínsecas secundarias de lesión del manguito rotador. La progresión de las lesiones del manguito abocará a cambios degenerativos importantes de la AGH por la alteración de la biomecánica, lo que conlleva a la calcificación de los tendones. (Bigliani, L.U. y Gómez, F. 2003).

Dentro de las causas extrínsecas se tienen en cuenta la Tendinopatías calcificantes, la cual se trata de una enfermedad tendinosa que debe distinguirse del conflicto subacromial y de la rotura del manguito. Aún no se conoce factor etiológico preciso sin embargo, se caracterizan por el hallazgo de un depósito cálcico a nivel tendinoso, que se originaría a partir de una metaplasia de los tenocitos que, en un lapso muy variable de tiempo, puede evolucionar hacia la resolución espontánea. (Moya, y Patiño, 2012). La tendinitis cálcica es una causa frecuente de dolor de hombro en el adulto, pudiendo llegar a resultar altamente incapacitante, afectando su independencia y calidad de vida. Se origina por depósito de cristales de hidroxapatita en los tendones del manguito rotador con una prevalencia reportada del 2,5-7,5% de las radiografías en adultos asintomáticos. Aproximadamente, la mitad de éstos presentarán síntomas, siendo más frecuente en mujeres (70%) y en mayores de 40 años. (Guiloff, S., Niedmann, J.P., Hebel, E., y Villacres, F. 2017).

La periartritis calcificada aguda es la presentación clínica más frecuente relacionada con los depósitos de cristales; la articulación del hombro es la localización más habitual (70%) y se denomina tendinitis calcificada del hombro. Suele afectar al manguito de los rotadores, y más concretamente al tendón del músculo supraespinoso. La prevalencia de calcificación en el manguito de los rotadores se sitúa entre el 7,5 y el 20% de los adultos asintomático, y en el 6,8% de aquellos que tienen dolor de hombro. (García, González, y Cordal, 2014).

Tratamiento del dolor en la tendinitis calcificada de hombro mediante el uso de Ondas de Choque Focales

Esta patología es más común entre los 30 y los 60 años de edad. Afecta ligeramente más a la mujer que al varón. La sintomatología, puede desencadenarse por traumatismos leves o por trabajos con actividades que conlleven movilidad del hombro. (García, González, y Cordal, 2014).

El dolor por calcificación del manguito rotador tiene una prevalencia del 20 %. Se describen como factores de riesgo para el desarrollo de la lesión de estas estructuras, aspectos como la sobre carga de trabajo, el haber trabajado durante 13 años consecutivos desempeñando actividades como la conducción automovilística, realizar labores con elevación de los brazos frecuentemente, ejecutar trabajos que impliquen la aplicación de fuerza, desde los miembros superiores o el manejo de elementos vibratorios. (Ministerio de la Protección Social. 2006).

La razón para que se depositen cristales, generalmente de fosfato cálcico, en bursas y tendones no está aclarada. Parece que debe existir una fibrosis y necrosis del tendón con la consiguiente degeneración, para que se favorezca el depósito de cristales. Sin embargo, otros autores dicen que no es un proceso de tipo degenerativo.

Los métodos de tratamiento que se suelen adoptar en este tipo de patología están dirigidos fundamentalmente a controlar el dolor y mantener la función de la articulación. La mayoría de los episodios se resuelven lentamente, en 2 o 3 semanas, con reposo y antiinflamatorios no esteroideos (AINE); pero con frecuencia, el dolor y la limitación son muy importantes, y requieren habitualmente infiltraciones intraarticulares de corticoides y la fisioterapia para restaurar o mejorar el recorrido articular debe instaurarse tempranamente. (Ministerio de la Protección Social. 2006; Rebelatto, y Morelli, 2005).

Finalmente, si los métodos conservadores fracasan, la utilización de cirugía o aspiración con aguja es el siguiente escalón terapéutico. No obstante, dichas técnicas invasivas no solucionan el problema en todos los casos. (Ministerio de la Protección Social. 2006; Rebelatto, y Morelli, 2005). Varias publicaciones recientes sobre la utilización de ondas de choque extracorpóreas (ODCE) en tendinopatías calcificadas, aportan buenos resultados con esta técnica.

Onda de choque

En el tratamiento de tejidos vivos, la respuesta es biológica y se basa en el fenómeno de la "Mecano-transducción", este es un fenómeno por el cual las células son capaces de reconocer los

estímulos mecánicos y generar una respuesta biológica. Los efectos terapéuticos en las aplicaciones de las ondas de choque en el aparato músculo-esquelético están determinadas por este mecanismo. (Ruiz, 2010).

Las ondas de choque son impulsos de presión de duración de micro-segundos, capaces de producir, tras su aplicación en las áreas afectadas por las tendinitis calcificadas, reducción del dolor e incluso fragmentación del depósito cálcico, dependiendo de la energía utilizada

Bajo el nombre de ondas de choque se incluyen las ondas focales y las ondas radiales, estas últimas, también llamadas ondas neumáticas o balísticas, pueden ser aplicadas por médicos y kinesiólogos. Estas ondas tienen un efecto superficial, no tienen un foco, son efectivas para el tratamiento de lesiones en tendones, fascias y puntos gatillo.

Las ondas focales, son de uso estrictamente médico, son similares a las utilizadas en urología para la disolución de los cálculos renales. Como su nombre lo indica tienen un foco de acción terapéutica, tienen un efecto profundo. Pueden ser utilizadas en lesiones de tendones, fascias, calcificaciones del manguito rotador y patología ósea. (Rompe, et. al. 2007).

La onda de choque focal aplicada al tratamiento médico puede considerarse como una explosión controlada que genera un pulso sónico. Existen distintas formas de generar este pulso. Todas ellas dependen de la conversión de energía eléctrica en mecánica. (Moya, y Patiño, 2012).

Los tres mecanismos de generación de la onda habitualmente usados son:

1. **Sistemas electrohidráulicos:** representan la primera generación de dispositivos. Se genera la onda a partir de una chispa como en la ignición de los automóviles. A partir de un capacitor cargado se produce una descarga de alto voltaje que a través de electrodos produce un impulso sobre un reflector elíptico que contiene agua. La chispa generada produce calor y vaporiza el agua circundante produciendo una burbuja de gas constituida por vapor de agua y plasma. Los sistemas electrohidráulicos son los más efectivos desde el punto de vista terapéutico por las características de distribución de la presión en el área de tratamiento. (Fig. 1) (Moya, y Patiño, 2012).

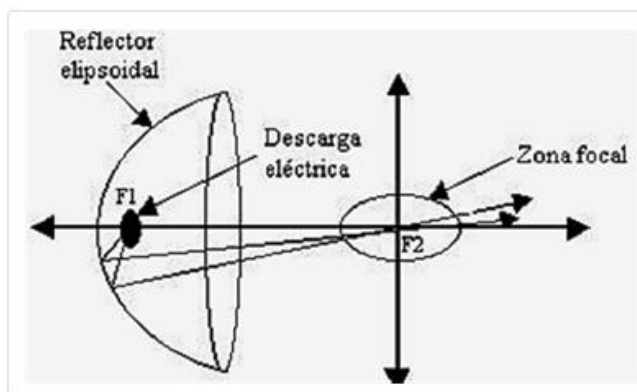


Figura 1 Sistema Electrohidráulico

Gráfico extraído de la página web de la Sociedad Española de Tratamientos con Ondas de Choque. (SETOC)
<http://www.setoc.es>

2. Sistemas piezo-eléctricos: la oscilación de cristales de cuarzo determinada por una rápida descarga eléctrica genera un pulso de presión en el agua circundante que produce una onda de choque. Son los sistemas más caros por su mantenimiento. (Moya, y Patiño, 2012).
3. Sistemas electromagnéticos: un pulso generado por un campo magnético produce la deflexión de una membrana metálica altamente conductora que genera la onda de sonido. Una vez emitida la onda pasa a través de una lente acústica que de acuerdo con su distancia focal determina un punto focal terapéutico determinado. (Fig. 2) (Moya, y Patiño, 2012).

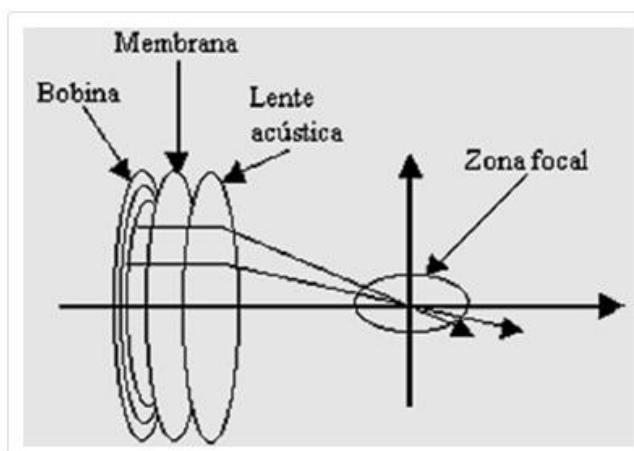


Figura 2. Sistemas electromagnéticos

Gráfico extraído de la página web de la Sociedad Española de Tratamientos con Ondas de Choque. (SETOC)
<http://www.setoc.es>

Los aparatos utilizados para el tratamiento en tejido musculo-esquelético están constituidos por:

1. Una unidad generadora de ondas.
2. Controles de intensidad de potencia y contador de número de ondas aplicadas.
3. Almohada de acoplamiento con control de su volumen.
4. Unidad de circulación de agua.
5. Sistemas de localización (ecógrafo, intensificador de imágenes, marcadores láser). (Moya, y Patiño, 2012).

La onda de choque genera efectos físicos en los tres planos del espacio pasando de la presión ambiente al pico máximo de presión en el frente de la onda. Al atravesar un medio, causa una expansión y concentración de éste que altera su densidad. La propagación puede describirse como una compresión y relajación alternadas del medio a lo largo de la dirección de propagación. Cuando la onda de choque ingresa en un tejido se disipa y refleja, siendo la energía cinética absorbida de acuerdo con la estructura del medio. Así, van cambiando sus propiedades físicas por atenuación al viajar por un medio y por reflexión y refracción cuando pasa de un medio a otro. En el aire la atenuación es muy alta, en el medio acuoso en cambio es aproximadamente mil veces menor. Para que la onda de choque tenga un efecto terapéutico adecuado la energía debe ser focalizada en el punto que se va a tratar. (Moya, y Patiño, 2012; Ruiz, 2010).

Si bien la onda es dirigida a un punto focal tiene efectos sobre un área mayor o volumen focal. Se determina en los tejidos un efecto de carga mecánica que viaja a través de ellos a una velocidad levemente superior a la del sonido. La presión positiva y el corto tiempo de ascenso son responsables de este efecto directo de carga. Esto es lo que se llama efecto primario o directo de la onda de choque. La onda negativa secundaria es responsable del fenómeno de cavitación, que es el llamado efecto indirecto o secundario de la onda de choque. Está determinado por la formación de burbujas gaseosas debido al efecto de las variaciones de presión sobre el agua. La primera parte de la onda comprime las burbujas de gas de 1 mm a unos pocos micrones con lo que la presión y la energía dentro de ellas aumentan destacadamente. (Moya, y Patiño, 2012).

Después de un tiempo determinado las burbujas colapsan o implosionan en forma descontrolada generando ondas de choque secundarias. La interacción entre las ondas de choque y las burbujas

Tratamiento del dolor en la tendinitis calcificada de hombro mediante el uso de Ondas de Choque Focales

genera chorros de agua de gran energía y alta temperatura. Este fenómeno también se produce cuando la onda impacta una burbuja de gas ya presente en el medio. En la inter-fase entre medios de distinta densidad la simetría de los fenómenos de implosión es alterada con un mayor potencial destructivo. Así por ejemplo en los límites entre tejido muscular y óseo es en los que se producen mayores cambios y mayor emisión de energía con lo que se genera un mayor efecto biológico.

Si el chorro de agua corre a través de una superficie dura se formara en esta un orificio, la desintegración de un cálculo renal es desde el punto de vista físico una combinación entre los efectos directo e indirecto de la onda de choque. (Moya, y Patiño, 2012).

La carga se distribuye en un campo llamado “foco de onda de choque” que es definido como el área de distribución de la presión en sentido axial y lateral en la cual se puede medir hasta la mitad del valor máximo de la onda de presión. Dicha área tiene típicamente una forma elíptica o de cigarro, con su eje mayor en la dirección de propagación de las ondas y es crítica al considerar el valor terapéutico de la onda de choque. (Moya, y Patiño, 2012). (Fig. 3)

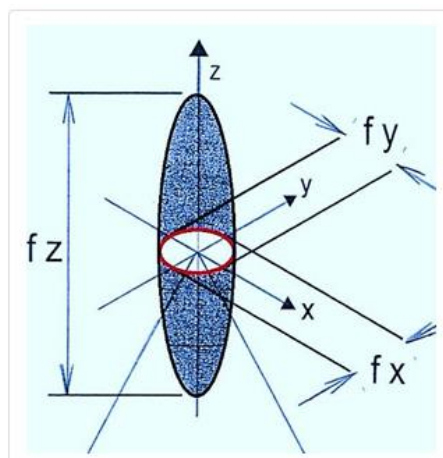


Figura 3. Foco de la onda de choque.

Gráfico extraído de la página web de la Sociedad Española de Tratamientos con Ondas de Choque. (SETOC)
<http://www.setoc.es>

Efecto Hopkins: en una calcificación el efecto destructivo se inicia en la parte contraria a la zona de entrada de la onda donde las fuerzas tensiles sobrepasan la resistencia del material. La onda al salir se transmite de un medio de alta impedancia a uno de baja impedancia como ocurre con el músculo que rodea a una calcificación. (Fig. 4).

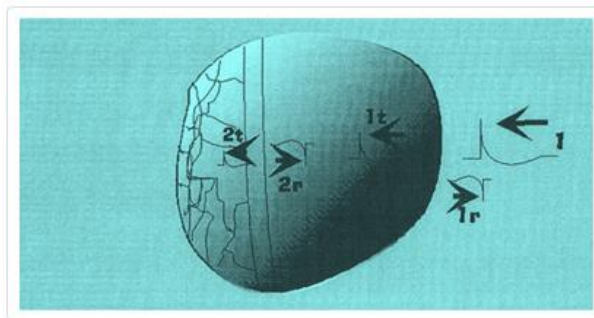


Figura 4 Efecto Hopkins.

Gráfico extraído de la página web de la Sociedad Española de Tratamientos con Ondas de Choque. (SETOC)
<http://www.setoc.es>

El tratamiento con ondas de choque ha sido usado con éxito durante más de 15 años en patologías ortopédicas, se expandió rápidamente por todo el mundo para las siguientes indicaciones:

- Pseudoartrosis y fracturas con retraso de consolidación.
- Tendinopatía calcificante del hombro.
- Fasciopatía plantar (con o sin espolón).
- Epicondilopatía (“codo de tenista”).

En estas patologías, el uso de ondas de choques muestra su eficacia en la consolidación ósea, la disminución del dolor y la recuperación de la funcionalidad.

La constante investigación ha permitido un aumento del conocimiento sobre las respuestas biológicas y los mecanismos de acción de las ondas de choque. Los conceptos de estimulación, mecano-transducción, angiogénesis y regeneración tisular permiten ampliar la gama de indicaciones terapéuticas a otras patologías crónicas del sistema músculo-esquelético: Tendinopatía aquilleana (Rompe, Furia, y Maffulli, 2008; Rompe, et. al. 2009), Síndrome doloroso del trocánter mayor (“bursitis trocantérea”) (Cacchio, et al. 2011) y en otros síndromes dolorosos de inserción muy frecuentes en el mundo del deporte como el síndrome de los músculos isquiotibiales (Moen, et. al 2011) y el síndrome medial de la tibia. (Asociación Argentina de Terapia por ondas de choque extracorpórea, AAOC., Consultado: 2018).

Efectos biológicos terapéuticos

Se ha demostrado que las ondas de choque provocan una respuesta biológica en el tejido tratado. Mediante un proceso llamado mecano-transducción, el estímulo mecánico de las ondas de choque genera una respuesta biológica, es, por tanto, el proceso por el cual se regeneran las estructuras del aparato musculo-esquelético (músculos, tendones, ligamentos, cartílagos y huesos) dependiendo del tipo de estímulo que reciben, se transforman en un tipo de tejido u otro. (Sociedad Española de Tratamientos con Ondas de Choque (SETOC). Consultado en octubre 2018).

El núcleo de las células se activa y se inicia la producción de proteínas responsables de los procesos de regeneración tisular (también llamados “factores de crecimiento”). Las ondas de choque activan la angiogénesis, se forman nuevos vasos sanguíneos. Aumentan la producción de colágeno, a partir de factores de crecimiento como el TGF-beta1 y el IGF-I. La regeneración de tejidos está mediada también por la liberación de óxido nítrico y el factor de crecimiento VEGF. Los estudios muestran la presencia del antígeno PCNA, que indica proliferación celular (International Society for Medical Shockwave Treatment ISMST, Consultado en octubre 2018).

Las ondas de choque incrementan la formación de hueso, aumentando la proliferación y diferenciación de osteoblastos. En pseudoartrosis y retrasos de consolidación, muestran que las ondas de choque comparadas con la cirugía tienen la misma tasa de éxito, una recuperación más rápida y menos complicaciones. La ISMST (“International Society for Medical Shockwave Treatment”), en base a estos resultados positivos, recomienda las ondas de choque como tratamiento de primera elección para pseudoartrosis, retrasos de consolidación de huesos largos y tendinitis calcificadas de hombro. (Arirachakaran, et. al. 2017).

En el desarrollo del estudio los pacientes recibieron atención médica para tratamiento de TOC por lesión del manguito rotador, entre el periodo de julio 2018 a agosto de 2019 representaron un total de 22, de los cuales la mayor cantidad era del género femenino 63.6% (14), con edad media general de 62 años (D.E. 14.7). Las mujeres tenían edad media de 66 años (D.E. 10.7) y los hombres 54 años (D.E. 18.6) sin diferencia estadística entre géneros $p=0.267$. El hombro que mayor frecuencia resultó afectado, el derecho 63.6% (14) y vinculado al género femenino representa en 40.9% (9) del total. La EVA se reportó previo al inicio del tratamiento con ondas de choque con media de 7.9 (D.E. 1.4) y una semana posterior a cada sesión del tratamiento presentando cambios en cada una

de las sesiones con una media al final de 0.5 (D.E. 0.7), con diferencias estadísticas significativas $p < 0.001$.

Las mediciones funcionales de los arcos de movimientos flexión anterior, extensión, abducción, aducción y rotación externa, presentaron cambios entre el pre-tratamiento y los logrados al final del mismo con incrementos de 15.38%, 41.18%, 25.0%, 32.91% y 35.71% respectivamente. Los cambios fueron estadísticamente significativos con $p < 0.00$. Se presentó un caso con complicación equivalente al 4.5%, y se reportó como hematoma local manejado medicamente mediante la aplicación de calor local y fue superado después de 6 días y previo a la realización de la segunda sesión.

Discusión

Experiencias con la aplicación de ondas de choque en el tratamiento de hombros dolorosos causados por la tendinitis calcificada

En la práctica diaria, se recurre a una amplia gama de procedimientos para su tratamiento, como medicación sintomática, fisioterapia, kinesioterapia, infiltraciones, punciones y lavados ecoguiados e incluso, cuando no hay una respuesta adecuada al manejo conservador, la extracción quirúrgica o artroscópica. En los últimos años, la terapia por onda de choque extracorpórea focal ha surgido como una nueva posibilidad terapéutica ante el fracaso del tratamiento convencional, con la ventaja de ser un procedimiento no invasivo.

Se tienen en cuenta los antecedentes fundamentales, como uno de los primeros estudios realizados en Argentina, por Moya y Patiño, en un periodo de agosto de 2001 hasta el 2012, se trataron 72 casos de calcificaciones del manguito rotador mediante la aplicación de terapia por onda de choque extracorpórea focal. Se encontró, que desapareció por completo la calcificación en el 48% de los casos en estadio I y en el 42% de los casos en estadio II. No existieron cambios en el 28% de los casos en estadio I y en el 21% en estadio II. En la evaluación al año, la calcificación había desaparecido completamente en 20 pacientes (45,5%). En 13 casos (29,5%), hubo un cambio significativo en el tamaño o la densidad. En 11 casos (25%), no hubo modificaciones. El dolor, según la escala analógica visual descendió de un promedio de 5,5 a 1,4 ($p < 0,0001$). El puntaje de UCLA pasó de un valor inicial promedio de 15,7 a un valor de 29,3 ($p < 0,0001$). El puntaje de

Autoevaluación ASES fue de 84,6 comparado con un valor inicial de 48 ($p < 0,0001$). El 77% de los pacientes estuvieron satisfechos con el procedimiento.

Otro estudio realizado por Alonso, H. (2015), de los efectos de las ondas de choque extracorpóreas en 50 pacientes con tendinitis calcificada de hombro. Los pacientes fueron aleatorizados en 5 grupos, recibieron diferentes dosis y niveles de energía. El grupo control recibió tratamiento simulado. Los resultados iniciales a las 8 semanas del tratamiento demuestran una mejoría significativa en el 82% de los pacientes. La escala de Constant mejoró de $64,16 \pm 13$ a $84,07 \pm 15$. Mejoraron en el dolor, actividades de la vida diaria, recorrido articular y fuerza. La efectividad de realizar una o 2 sesiones no fue significativa. En un 60% de los pacientes, se observó una re-absorción completa o parcial del depósito de calcio. El grupo control no demostró cambios significativos. (García, González, y Cordal, 2014).

Arirachakaran, A., y otros, (2017), en un meta-análisis de Red ECA, en el tratamiento de la tendinitis calcificada mediante la terapia de ondas de choque focales versus el lavado percutáneo guiado por ultrasonido, la inyección de corticosteroides subacromiales y el tratamiento combinado, siguen siendo controvertidos, ya que todos los tratamientos mostraron una mejoría significativa en el manejo del dolor, como en la disminución de la calificación de la tendinopatía de hombro, sin embargo, las ondas de choques podrían ser de elección ya que al ser un método no invasivo disminuye las posibilidades de complicaciones asociadas a una intervención de bajo riesgo. (Del Castillo, et. al. 2016)

Las ondas de choques focales han demostrado ser un tratamiento efectivo en el tratamiento de la tendinitis calcificada de hombro Del Castillo, F. (2012) en su estudio de ondas de choques focales vs lavado percutáneo ecoguiado, demostró que el dolor y la cantidad de calcificación se redujeron significativamente a los 3, 6 y 12 meses, ambas técnicas son válidas para el tratamiento de la patologías cálcicas del manguito rotador, sin embargo las ondas de choques focales al ser un tratamiento no invasivo sumado a la falta de complicaciones deben, por lo tanto, ser el tratamiento de elección en los centros que estén adecuadamente equipados. (Lorbach, et. al. 2008).

La terapia con ondas de choque de baja energía resulta una alternativa de tratamiento en tendinosis y tendinitis calcificadas del manguito rotador coincidiendo con los estudios reportados por Speed et al. (2002) y Lohse, Kraemer, y Reime, (1997). En lo referente a la aplicación de EVA en tendinopatías insercionales del manguito rotador, el reporte que se realiza coincide además, con los

realizados por Haake, et al. (2002), y Rompe, et al. (1996), en cuanto al alivio del dolor en lo referente a la calificación previa y post tratamiento con hallazgos estadísticamente significativos. Del mismo modo, se encontraron resultados similares en cuanto a recuperación funcional post tratamiento con tres sesiones a intervalo semanal en los hallazgos de nuestro estudio y los reportados por otros autores tales como Harniman, et al. (2004) y Rompe, Zoellner, y Nafe, (2001). A diferencia de lo reportado por Ogden et al. (2001), ninguno de los pacientes incluidos en este estudio presentaron complicaciones nerviosas tipo parestesias en zona de aplicación posterior al tratamiento o intolerancia al mismo por dolor generado durante la aplicación del tratamiento. Solo uno de nuestros pacientes equivalente al 4.5% presentó hematoma en zona de aplicación como efecto secundario, coincidiendo con los reportes de Schmit et al. (2001), en cuanto a la baja frecuencia de aparición de complicaciones.

Sin lugar a dudas, su uso permite evitar, en un alto porcentaje de casos, los gastos mayores de la cirugía y sus potenciales complicaciones. En el peor de los escenarios, la falta de respuesta al tratamiento con onda de choque deja puerta abierta al tratamiento quirúrgico. En estas situaciones, el procedimiento quirúrgico no se ve alterado tanto en su técnica como en sus resultados.

Conclusiones

Las ondas de choques focales surge como un tratamiento alternativo en la tendinopatía calcificante de hombro, cuando los métodos convencionales no invasivos no surgen efecto, muchos estudios a nivel mundial demuestran su eficacia, comparando los métodos invasivos como punciones con corticoide y lavados ecoguiados,

Los resultados de los diferentes trabajos realizados y el respaldo de la literatura analizada en el presente trabajo y los resultados del estudio realizado en particular, permiten afirmar que la terapia por onda de choque extracorpórea es una alternativa válida ante el fracaso de la terapéutica convencional, en los pacientes con cuadros sintomáticos de calcificaciones del manguito rotador. El procedimiento puede ser eficaz aun cuando la cirugía previa ha fracasado.

En definitiva, la onda de choque tiene muchas de las ventajas del tratamiento conservador, pues es poco cruenta y no altera la vida diaria del paciente durante su aplicación.

Referencias

1. Alonso Jiménez, H. (2015). Efectividad de las ondas de choque en la tendinitis calcificante del manguito rotador.
2. Arirachakaran, A., Boonard, M., Yamaphai, S., Prommahachai, A., Kesprayura, S., & Kongtharvonskul, J. (2017). Extracorporeal shock wave therapy, ultrasound-guided percutaneous lavage, corticosteroid injection and combined treatment for the treatment of rotator cuff calcific tendinopathy: a network meta-analysis of RCTs. *European Journal of Orthopaedic Surgery & Traumatology*, 27(3), 381-390.
3. Asociación Argentina de Terapia por ondas de choque extracorpórea (AAOC). Página web <http://www.ondasdechoqueargentina.org/>. Consultado en octubre 2018.
4. Bigliani, L.U. y Gómez, F. (2003). Patología del Manguito Rotador. American Academy of Orthopaedic Surgeons y la Sociedad Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Edit. Panamericana 6ta edición. p. 23.
5. Cacchio, A., Rompe, J.D., Furia, J.P., Susi, P., Santilli, V., y De Paulis, F. (2011). Shockwave therapy for the treatment of chronic proximal hamstring tendinopathy in professional athletes. *Am J Sports Med*. Jan;39(1):146-53.
6. De Alvear, M. (2010). Manual de cirugía ortopédica y traumatología 2. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana S.A.
7. Del Castillo, F., Ramos, J.J., Rodríguez, G., González, E., y Varela, E. (2016). "Extracorporeal shockwaves versus ultrasound-guided percutaneous lavage for the treatment of rotator cuff calcific tendinopathy: a randomized controlled trial". Centro Médico Deyre, *Eur Journal Phys Rehabil Med*. Madrid, Spain.
8. Del Castillo González, F. (2012). Nuevo tratamiento para la tendinopatía calcificante del hombro: lavado percutáneo guiado con ecografía (Doctoral dissertation, Universidad Complutense de Madrid).
9. Del Gordo D'Amato, R. J., Guardiola, G. O. T., y Acuña, J. (2016). Eficacia de la terapia de ondas de choque como alternativa de tratamiento en lesiones del manguito rotador. *Duazary: Revista internacional de Ciencias de la Salud*, 13(1), 23-29.
10. Drake, R.L., Vogl, W., y Mitchell, A.M. (2010). *Gray's anatomy for students*. Philadelphia, Pa.: Elsevier.

11. García, J.C., González Movilla, C., y Cordal López, A.B. (2014). Efectividad del tratamiento mediante ondas de choque extracorpóreas en tendinitis calcificadas del hombro Unidad de Ondas de Choque. Servicio de Medicina Física y Rehabilitación. POVISA Centro Médico. Vigo. Rev Esp Reumatol; 31(3):116-21 Pontevedra. España.
12. Guilloff, S., Niedmann, J.P., Hebel, E., y Villacres, F. (2017). Tendinitis cálcica del manguito rotador y su lavado por ultrasonido. Revista Chilena de Radiología. Vol. 23 N° 3.
13. Haake, M., Boddeker, I.R., Decker, T., Buch, M., Voguel, M., Labek, G. et al. (2002). Side-effects of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) in the treatment of tennis elbow. Arch Orthop Trauma Surg; 122(4): 222 - 8.
14. Harniman, E., Carette, S., Kennedy, C., y Beaton, D. (2004). Extracorporeal shock wave therapy for calcific and non calcific tendonitis of the rotator cuff: a systematic review. J Hand Ther; 17 (2): 132 - 51.
15. Hsu, C. J., Wang, D. Y., Tseng, K. F., Fong, Y. C., Hsu, H. C., y Jim, Y. F. (2008). Extracorporeal shock wave therapy for calcifying tendinitis of the shoulder. Journal of shoulder and elbow surgery, 17(1), 55-59.
16. International Society for Medical Shockwave Treatment (ISMST). <https://www.shockwavetherapy.org/home>. 2016
17. Jiménez, A., Santos, F.J., Zurera, M., Najarro, F.J., Chaqués, F.J., y Pérez, S. (2012). “Tratamiento de la tendinitis calcificante de hombro mediante artroscopia” Servicio de Cirugía Ortopédica y Traumatología. Hospital Fremap. Revista de Trauma Fund MAPFRE. Sevilla. España. 2012 Vol 23 Supl 1: 32-38
18. Kapandji, A.I., y Torres, M. (2006). Fisiología articular: Esquemas comentados de mecánica humana. 6ta Edición Madrid: Médica Panamericana.
19. Lohse, H., Kraemer, M., y Reime, U. (1997). The Use of Extracorporeal Shock Wave Fronts for Treatment of Muscle Dysfunction of Various Etiologies: An Overview of First Results. In Siebert W, Buch M (eds). Extracorporeal Shock Waves in Orthopaedics. Berlin, Springer Verlag. 215 -230.
20. Lorbach, O., Kusma, M., Pape, D., Kohn, D., y Dienst, M. (2008). Influence of deposit stage and failed ESWT on the surgical results of arthroscopic treatment of calcifying tendonitis of the shoulder. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc;16(5):516-21

21. Ministerio de la Protección Social. (2006). Guía de atención integral basada en la evidencia para hombro doloroso (GATI- HD) relacionado con factores de riesgo en el trabajo [Internet]. Recuperado a partir de: 978-958-98067-1-5
22. Moya, D., y Patiño, O. (2012). Resultados de la terapia por onda de choque focal en calcificaciones del manguito rotador. [Results of focal shock-wave therapy for calcifying tendinitis of the rotator cuff]. *Revista de la Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*, 77(4), 223-232.
23. Moen, M.H., Rayer, S., Schipper, M., Schmikli, S., Weir, A., Tol, J.L., y Backx, F.J. (2011). Shockwave treatment for medial tibial stress syndrome in athletes; a prospective controlled study. *Br J Sports Med*. 2011 Mar 9
24. Pettrone, F., y McCall, B. (2005). Extracorporeal shock wave therapy without local anesthesia for chronic lateral epicondylitis. United States. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 87 (6): 1297-1304.
25. Rebelatto, J.R. y Morelli, J.G. (2005). *Fisioterapia geriátrica: Práctica asistencial en el anciano*. Madrid, España: Mcgraw-Hill Interamericana.
26. Romero, M. A. M. (2015). Alcances de la terapia con ondas de choque extracorpóreas en lesiones músculo-esqueléticas. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 34(2), 27-30.
27. Rompe, J.D., Nafe, B., Furia, J.P., y Maffulli, N. (2007). Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait and-see policy for tendinopathy of the main body of tendon Achilles: a randomized controlled trial. *American Journal of Sports Medicine*. 35: 374-383
28. Rompe, J.D., Furia, J., y Maffulli, N. (2008). Eccentric Loading Compared with Shock Wave Treatment for Chronic Insertional Achilles Tendinopathy. A Randomized, Controlled Trial *J Bone Joint Surg Am*. 90:52-61.
29. Rompe, J.D., Segal, N.A., Cacchio, A., Furia, J.P, Morral, A., y Maffulli, N. (2009). Home training, local corticosteroid injection, or radial shock wave therapy for greater trochanter pain syndrome. *Am J Sports Med*. Oct;37(10):1981-90.
30. Rompe, J.D., Zoellner, J., Nafe, B. (2001). Shock Wave Therapy Versus Conventional Surgery in the Treatment of Calcifying Tendinitis of the Shoulder. *Clin Orthop*; (387): 72 – 82

31. Rompe, J.D, Hopf, C., Nafe, B., y Burger, R. (1996). Low-energy extracorporeal shock wave therapy for painful heel: a prospective controlled single-blind study. *J Orthop Trauma Surg*; 115 (2): 75 - 9.
32. Ruiz Sánchez, F. (2004). Correlación clínico-radiológica en la patología del manguito rotador. Departamento De Radiología Y Medicina Física, Facultad de Medicina Universidad De Granada. Granada, p. 22
33. Ruiz Sánchez, F. (2003). Correlación clínico-radiológica en la patología del manguito rotador (Doctoral dissertation, Universidad de Granada).
34. Ruiz Sánchez, F. (2010). “Correlación clínica-radiológica en la patología del manguito rotador” Granada.
35. Schmitt, J., Haake, M., Tosch, A., Hildelbrand, R., Deike, B., y Griss, P. (2001). Low-energy extracorporeal shock wave treatment (ESWT) for tendinitis of supraspinatus: a prospective randomised study. *J Bone Joint Surg [Br]*; 83 (6): 873 - 6.
- Ogden, J.A., Alvarez, R.G., Levitt, R., y Marlow, M. (2001). Shock Wave Therapy in Musculoskeletal Disorders. *Clin Orthop*; (387): 22 - 40.
36. Sociedad Española de Tratamientos con Ondas de Choque (SETOC). Rescatado de la web. <http://www.setoc.es>. Consultado en octubre 2018.
37. Speed, C.A., Richards, C., Nicholds, D., Burnet, S., Wies, J.T, Humphreys, H., et al. (2002). Extracorporeal shock wave therapy for tendonitis of rotator cuff: a double blind randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Br.*; 84(4):509 – 12
38. Suárez Sanabria, N., y Osorio Patiño, A.M. (2013). Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. *Rev CES Med.*; 27(2):205-217
39. Ucar Angulo, E., y Quirós Donate, J. (1997). “Clínica y Exploración del hombro. En: Monografías médico-quirúrgicas del aparato locomotor. El hombro”. Ed. Masson Barcelona
40. Vilar Orellana, E., y Sureda Sabaté, S. (2005). Fisioterapia del aparato locomotor. Madrid: McGrawHill, Interamericana de España.

©2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>.