

## Introducción

---

La terapia de ondas de choque radiales ha sido planteada desde la década del noventa como una alternativa de tratamiento para tendinopatías insercionales de tipo crónico, sin embargo, es innegable que, por su mecanismo de acción, tiene indicación en una variedad de patologías agudas y sub agudas como alternativa previa a tratamientos quirúrgicos que pueden generar resultados inciertos y con mayores probabilidades de complicaciones.

El mecanismo de acción de las ondas de choque se encuentra basado en el principio físico de mecano transducción como factor determinante en la regeneración tisular.

Este tratamiento aplicado en patologías agudas, sub agudas y crónicas de diversa índole y aplicaciones en medicina deportiva y rehabilitación, es un procedimiento no invasivo y con bajo índice de efectos adversos y complicaciones. Día tras día la terapia con ondas de choque extracorpóreas radiales hace parte del arsenal terapéutico en diversos centros de atención y rehabilitación.

Desde hace aproximadamente quince años este tratamiento viene siendo utilizado cada día con mayor frecuencia en un gran número de patologías, aumentando sus indicaciones en razón a que la propagación de la onda puede alcanzar áreas tisulares de mayor extensión y profundidad.

Este tratamiento cuenta en la actualidad con el respaldo de diversas sociedades científicas tales como la Sociedad Internacional para la Terapia por Ondas de Choque (ISMST), la Federación Latinoamericana de Ondas de Choque (ONLAT) y la Sociedad de Ondas de Choque en Colombia (OCC), entre otras.

A través de este escrito se pretende dar a conocer aspectos relevantes de esta opción terapéutica, tales como conceptos generales, tipos de ondas de choque, campos de aplicación, efectos biológicos, criterios de aplicación, indicaciones, contraindicaciones, esquema de seguimiento y efectos secundarios inherentes al tratamiento.

Como objetivo fundamental se considera de alta pertinencia la presentación de algoritmos de tratamiento y protocolos de aplicación de ondas de choque radiales que serán incluidos en esta obra, de tal forma que se puedan brindar nuevas herramientas terapéuticas en el tratamiento de un gran número de patologías que permitan obtener los mejores resultados mediante la correcta aplicación de terapia de ondas de choque extracorpóreas.

## Conceptos generales

---

Las ondas de choque extracorpóreas tienen actualmente un gran número de aplicaciones en diversas patologías ortopédicas que involucran el tratamiento de pseudoartrosis de huesos largos, tendinitis calcificada del hombro, epicondilitis humeral, fascitis plantar y tendinopatías de Aquiles, entre otras.

Los rangos de éxito terapéutico en diversas patologías oscilan entre el 75% y el 90%, dependiendo de cada patología en particular y los efectos secundarios inherentes al tratamiento reportados hasta la fecha resultan escasos y de fácil manejo.

En la actualidad, la terapia con ondas de choque extracorpóreas representa una herramienta terapéutica de tipo conservador de un gran número de patologías que, en otros tiempos, solo se solucionaban mediante cirugía, lo que a su vez representaba una mayor probabilidad de complicaciones inherentes tanto al procedimiento quirúrgico como a las condiciones médicas de cada paciente en particular.

Los resultados de la aplicación de este tratamiento no son inmediatos y es por ello de fundamental importancia la ilustración a los pacientes de los tiempos en los cuales se espera respuesta, lo cual es dependiente a su vez de la densidad del flujo energético, de la profundidad de la penetración de las ondas, la frecuencia de impulsos, la frecuencia del tratamiento y el intervalo entre sesiones. En términos generales, la respuesta terapéutica puede esperarse entre la cuarta a la sexta semana posteriores a la finalización del tratamiento.

La opinión de un gran número de médicos acerca de la terapia de ondas de choque sólo representa conocimientos marginales y se basa fundamentalmente a su aplicación en urología en lo referente a la disolución o fragmentación de cálculos renales. Sin embargo, este tratamiento en patología musculo esquelética no tiene nada que ver con la litotripsia o desintegración de cálculos renales, sino en la regeneración tisular mediante mecanismos biológicos que se expondrán posteriormente.

## Tipo de ondas de choque

---

En términos generales, existen dos tipos de ondas de choque. Un tipo de ondas de choque focalizadas, las cuales ejercen su efecto en un punto específico y que representan la aplicación de alta energía y gran penetración en tejidos; El otro son las ondas de choque radiales que ejercen su efecto en un punto específico y alrededor de la lesión, pero generan menor energía y menor penetración que las anteriores.

De otro lado, existen tres tipos de generadores de ondas de choque a saber:

1. Electrohidráulico
2. Electromagnético
3. Piezoeléctrico

El concepto básico de cada dispositivo generador de ondas de choque es similar y se basa en que la impedancia de las ondas de choque en el cuerpo humano resulta similar a la impedancia de ondas de choque en el agua.

### **Principio Electrohidráulico**

La primera generación de equipos de ondas de choque extracorpóreas actúan con el principio de ondas electro hidráulicas, las cuales se comportan en forma similar a la bujía de un auto. Se aplica un alto voltaje de un condensador cargado a través de puntas de electrodos que descargan una chispa de forma rápida en un reflector elipsoide lleno de agua. La chispa resultante se calienta y genera vaporización del agua alrededor, lo cual genera a su vez una burbuja de gas con vapor de agua y plasma. La expansión de la burbuja desencadena un impulso sonoro y la implosión ulterior un pulso contrario que se traduce en ondas de choque.

### **Principio Electromagnético**

Mediante esta técnica, una corriente eléctrica pasa a través de una bobina para producir un campo magnético fuerte y variable.

Este potente campo magnético, que causa una membrana adyacente con gran capacidad conductora, comprime el medio fluido circundante, generando una onda de choque.

### **Principio Piezoeléctrico**

Mediante este principio, un gran número de cristales son montados en la zona interna de una esfera, la cual recibe una descarga eléctrica de forma rápida generando una deformación que a su vez induce un pulso de presión generando la onda de choque.

## **Campos de aplicación de ondas de choque**

---

Los campos de aplicación clínica de las ondas de choque resultan variables y dependen de dos factores que implican la energía y la frecuencia de aplicación (Ver Figura1). Dependiendo de la patología a tratar se utilizarán equipos de baja energía o alta energía, respectivamente. De menor a mayor energía, los diversos equipos permiten su utilización terapéutica en los siguientes aspectos:

- Regeneración celular
- Terapia del dolor
- Litotripsia
- Pseudoartrosis

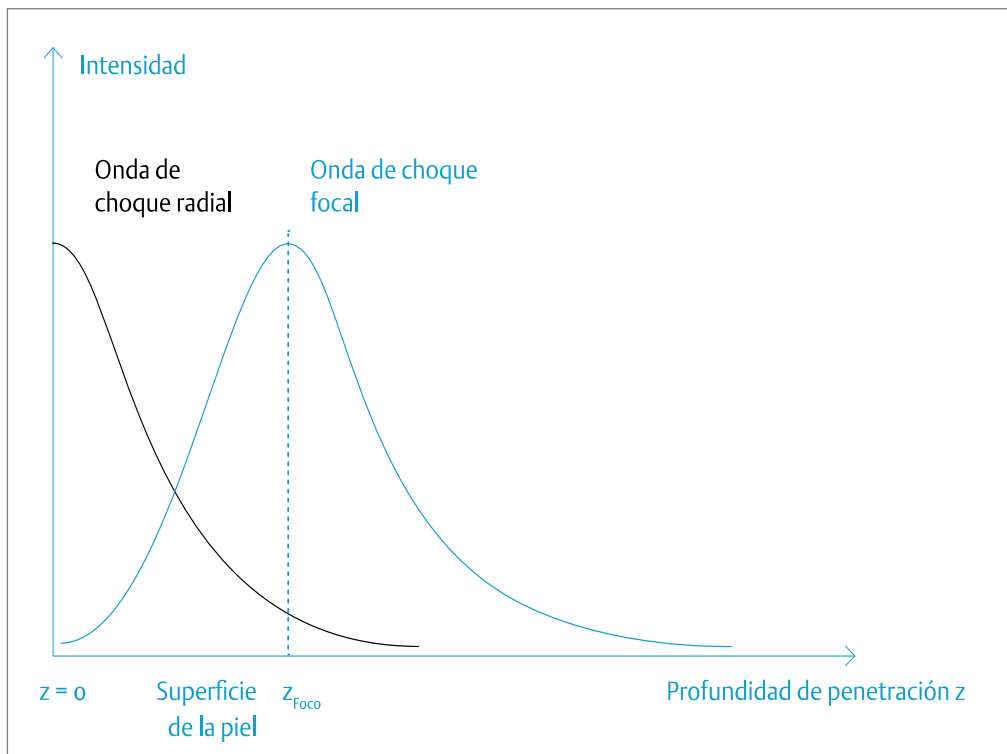


Figura 1. Campo de acción terapéutico de las ondas de choque radiales y focales. Las ondas de choque radiales ejercen su efecto más superficial, mientras que las focales pueden generar su efecto en tejidos a mayor profundidad (Tomado de *Physical-technical principles of extracorporeal shockwave therapy (ESWT)* Gerdsmeyer, L., Maier M., Haake M., Schmitz C. Orthopäde 2002; (31): 610 - 7.)

## Ondas de choque radiales

Las ondas de choque radiales representan, en realidad, ondas de presión que transmiten energía a puntos específicos dolorosos musculares, ligamentarios tendinosos e inclusive óseos.

Mediante la aplicación de ondas de presión, se acelera un proyectil por medio de aire comprimido, seguido de un freno brusco a través de un cuerpo de impacto, el cual a su vez entra en contacto directo por encima de la piel en la zona a tratar.

Dicha onda de presión se propaga en forma divergente actuando, no solo en el punto doloroso específico, sino alrededor del mismo (Ver Figura 2).

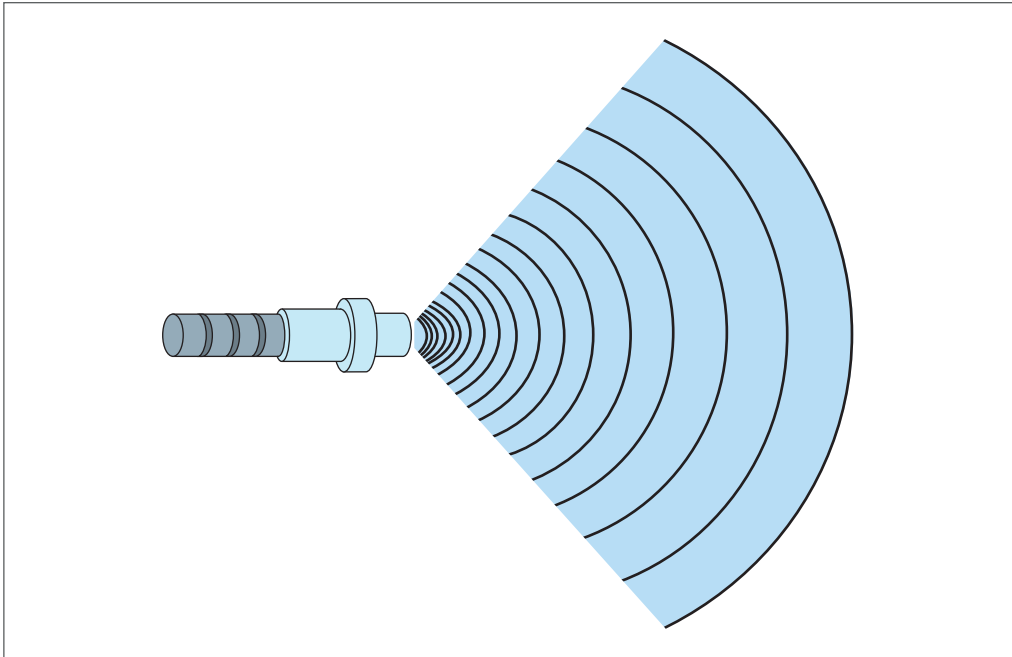


Figura 2. Forma de propagación de las ondas de choque en el sitio de aplicación (Ilustración de los autores).

## Efectos biológicos de las ondas de choque

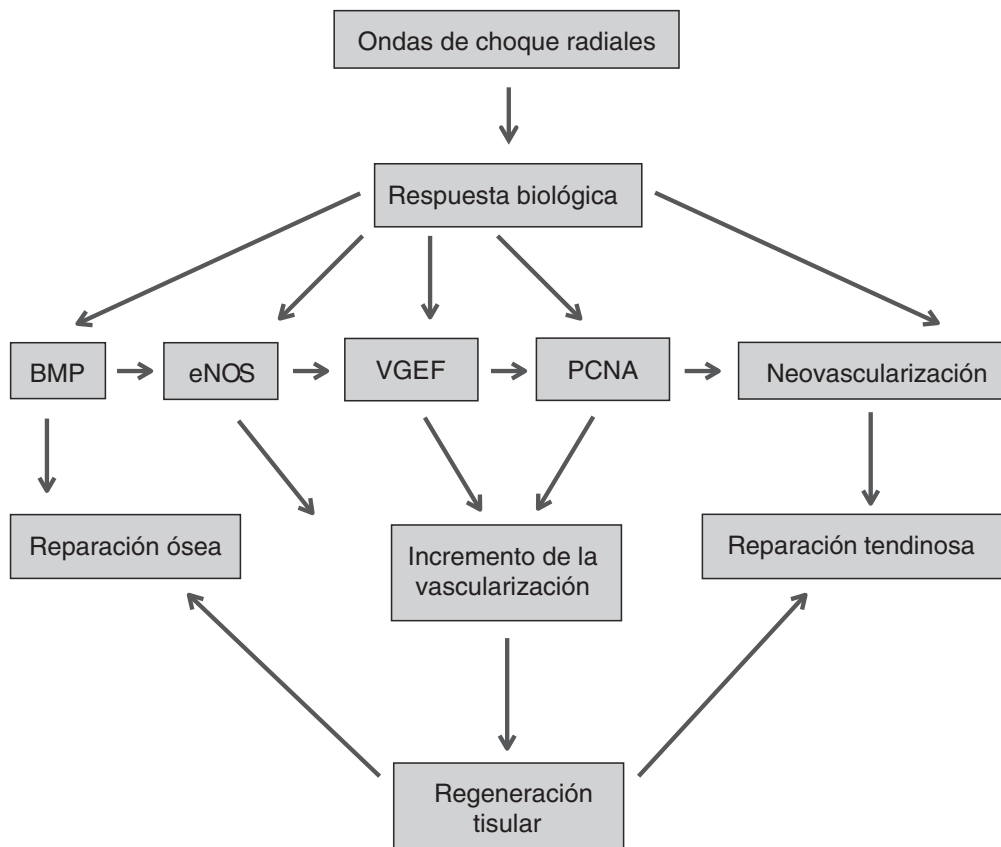
Los efectos biológicos de las ondas de choque radiales están basados en el principio físico de la mecanotransducción, los cuales activan mecanismos que involucran aumento de microcirculación y cambios en el metabolismo.

Estos mecanismos implican cambios en la permeabilidad de la membrana celular, estimulación de mitocondrias, dilución de la sustancia P, efecto antiinflamatorio, estimulación de la angio-neogénesis, promoción de factores de crecimiento y movilización, migración y diferenciación de células germinales.

La cascada biológica, como respuesta a la aplicación de ondas de choque radiales, involucra una serie de mediadores cuyo aporte fundamental resulta en el incremento de la vascularización y la neovascularización. Lo anterior genera reparación tisular que involucra tejidos musculares y tendinosos e inclusive tejido óseo (Ver Fig. 2).

Las ondas de choque en el sistema músculo esquelético y especialmente en la interface tendón hueso, producen efectos biológicos diferentes a los que se generan en la

litotripsia usada en la desintegración de cálculos renales. Las ondas de choque en el sistema músculo esquelético no desintegran tejidos, sino que por el contrario, por los mecanismos biológicos explicados con anterioridad, estimulan la regeneración tisular.



Gráfica 1. Mecanismo de acción de las ondas de choque extracorpóreas radiales (Tomado de Wang CJ.2012, traducido por el autor).

## Criterios de aplicación del tratamiento

Para considerar la aplicación del tratamiento con terapia de ondas de choque extracorpóreas radiales, resulta imprescindible que el paciente susceptible de tratamiento cumpla con una serie de requisitos que permitan su aplicación con mayores porcentajes de éxito y menor riesgo de complicaciones. Es necesario que el paciente cumpla con los criterios expuestos a continuación:

- Paciente mayor de 18 años
  - Dolor ocasionado por tendinopatía insercional o procesos inflamatorios agudos, sub agudos o crónicos diagnosticados clínicamente por un médico especialista
  - Sintomatología superior a 3 meses en procesos crónicos
  - Fisioterapia previa (más de dos periodos de rehabilitación en un periodo no menor a 3 meses) sin resultados clínicos satisfactorios
- Paciente deportista con traumatismos músculo-tendinosos de diversa índole (contusiones, contracturas y desgarros).

Un paciente también será candidato para recibir tratamiento con terapia de ondas de choque radiales si además de los criterios anteriormente expuestos ha recibido tratamiento quirúrgico previo sin resultados favorables o en aquellos pacientes programados para tratamiento quirúrgico por tendinopatías insercionales de diversa índole y que no haya recibido tratamiento previo con ondas de choque.

Como en muchos procedimientos médicos para la aplicación de terapia de ondas de choque, existen además contraindicaciones para su aplicación. Dentro de ellas cabe destacar:

- Pacientes con marcapasos
- Pacientes embarazadas
- Pacientes con poli neuropatías o hipersensibilidad al dolor
- Pacientes con trastornos de la coagulación, así como pacientes que se encuentren en tratamiento con anticoagulantes tipo warfarina o heparinas de bajo peso molecular
- Pacientes con tumores benignos o malignos primarios o metastásicos
- Pacientes con infección aguda o crónica
- Pacientes con contraindicaciones para recibir anestesia local, regional o general según el caso
- Si el médico tratante, o la junta médica de especialistas considera que no hay indicación para el tratamiento.

Para poder recibir tratamiento con terapia de ondas de choque radiales, el paciente debe cumplir con una serie de requisitos tales como: cumplir con los criterios de inclusión, no tener ninguna contraindicación para recibir el tratamiento, ser informado acerca del procedimiento y probabilidades de éxito, beneficios y efectos adversos que pudieran presentarse y firmar el consentimiento informado. Debe además, realizarse una completa evaluación médica inicial que permita documentar la situación previa y comparar al finalizar el tratamiento con los resultados medibles en su evolución.

## **Evaluación médica inicial**

Las manifestaciones clínicas de procesos agudos, sub agudos y crónicos en ortopedia y traumatología resultan fundamentalmente en el dolor y la limitación funcional. Referente al dolor lo evaluable está representado por:

- Dolor en reposo, escala visual análoga (EVA) (Ver Fig. 3)
- Dolor asociado a realización de actividades cotidianas o a la actividad laboral
- Dolor asociado a actividad deportiva o carga mecánica específica de la zona afectada
- Dolor a las pruebas clínicas de estrés y específicas de cada patología
- Dolor a la palpación de la zona afectada.

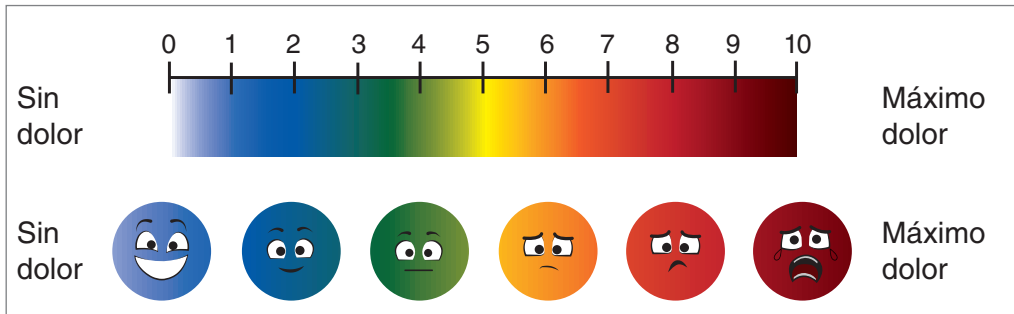


Figura 3. Escala Visual análoga del dolor (EVA) (Tomado de Kissin I. *Patient-Controlled-Analgesia Analgesimetry and its problems. Anesth Analg.* 2009; 108: 1945-9 (PubMed)).

Del mismo modo, es importante realizar una evaluación clínica completa que debe incluir:

- Examen específico de la zona afectada
- Pruebas de estrés a la tensión del tendón o músculo afectado
- Evaluación y localización de los puntos dolorosos
- Examen y registro de arcos de movimiento
- Examen de piel en la zona afectada
- Examen neuro vascular completo de la extremidad afectada.

## Imágenes Diagnósticas

Las imágenes diagnósticas pertinentes en cada caso en particular dependiente de la patología en estudio a solicitar son:

- Radiografías
- Ecografía
- Resonancia magnética



Figura 4. Radiografía antero-posterior de hombro que muestra bursitis calcificada sub acromial.

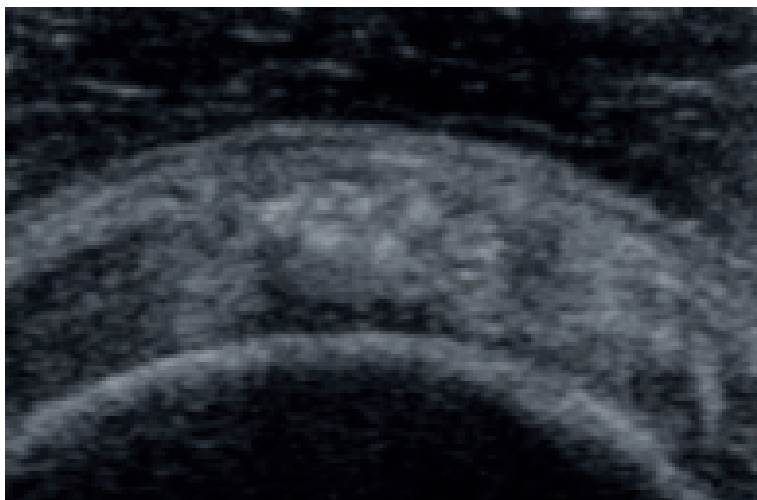


Figura 5. Ecografía de hombro que muestra calcificación en espacio sub acromial de hombro.



Figura 6. Resonancia magnética de hombro que muestra tendinosis del manguito rotador sin ruptura del mismo.

Otros estudios como la tomografía computada y la gammagrafía ósea pueden también resultar de utilidad.

## Consentimiento Informado

---

A pesar de ser un tratamiento no invasivo, debe explicarse con suficiencia a cada paciente candidato para aplicación de ondas de choque extracorpóreas, los beneficios del tratamiento, probabilidades de curación, contraindicaciones y eventuales complicaciones previsibles derivadas del tratamiento. Por lo tanto, resulta pertinente la realización del consentimiento informado previo a la aplicación de terapia con ondas de choque (Ver Anexo 1).

## Pautas generales de tratamiento

---

**Posición del paciente:** Decúbito supino, decúbito lateral, decúbito prono o posición sentado según patología a tratar.