

Tesis de Grado

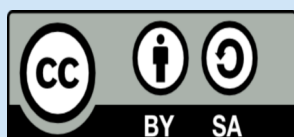
Piccinini, Lautaro

Terapia de ondas de choque en pacientes con tendinopatía de Aquiles : Evaluación tras tres sesiones de tratamiento

Instituto de Ciencias de la Salud

2025

*Carrera: Licenciatura en Kinesiología y
Fisiatría*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución – Compartir igual 4.0

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

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Piccinini, L. (2025). *Terapia de ondas de choque en pacientes con tendinopatía de Aquiles : Evaluación tras tres sesiones de tratamiento* [Tesis de grado, Universidad Nacional Arturo Jauretche].

<https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3684>



**Instituto de Ciencias de la Salud
Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría**

Título:

**“Terapia de Ondas de Choque en Pacientes con Tendinopatía de Aquiles:
Evaluación Tras Tres Sesiones de Tratamiento”**

Autor:

Piccinini, Lautaro. Legajo: 26365

Director:

Lic. Kelm, Marcelo.

Fecha de entrega:

29/10/2025

Firma del autor:

A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, connected strokes.

Dedicatoria

A mi padre, a mi madre,
a mis hermanas, a mis
abuelos y a mi novia.

Agradecimientos

A mis padres, Guillermo y Natalia, por formarme como persona, por el esfuerzo realizado junto a mí en todos estos años, por mostrarme el camino durante toda mi vida desde el ejemplo y la educación y por su amor incondicional de cada día.

A mis dos hermanas, Micaela y María Paz, por estar a mi lado en cada momento de mi carrera y alentarme a seguir cada día.

A mis abuelos, los que están y los que no también, por formar parte de mi educación, por fomentar en mí valores únicos, y por cada segundo que compartieron conmigo con su cariño eterno.

A Valentina, mi novia, por su apoyo y amor incondicional durante los últimos años de mi carrera y por alentarme a no bajar los brazos.

A mis tíos Juan Pablo y Emiliano, por mostrarme el camino de esta hermosa profesión, por enseñarme no sólo a entender que esto se trata de uno, sino del trato que tenemos con los demás; y por ayudarme en cada paso de mi carrera como estudiante.

A mis compañeros que me acompañaron durante toda la carrera, a las profesoras y profesores por brindarme su conocimiento y a la Universidad Nacional Arturo Jauretche por recibirme de la mejor manera cada día durante esta maravillosa carrera.

A todos mis amigos y a todas las personas que creyeron en mí. Especial mención a mis compañeros y amigos Ramiro y Gonzalo por acompañarme en el último tramo de mi carrera.

A todos los profesionales que me guiaron en mis primeras experiencias con pacientes, y a los espacios de práctica que me formaron: el Hospital El Cruce de Varela, el Hospital San Martín de La Plata, CAREI, el Complejo Forza de Villa Elisa y la Fundación Quarello de City Bell.

A todo el cuerpo de “Ki, Salud y Deporte”, por el apoyo brindado, los conocimientos compartidos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCIÓN.....	6
II. OBJETIVOS.....	7
2.1 Objetivo principal	7
2.2 Objetivos específicos	7
III. JUSTIFICACIÓN	7
IV. MARCO TEÓRICO.....	8
4.1 TENDÓN	8
4.2 TENDINOPATÍA DE AQUILES.....	8
4.2.1 Anatomía	8
4.2.2 Biomecánica.....	11
4.2.3 Fisiopatología.....	11
4.2.4 Epidemiología	13
4.2.5 Etiología.....	13
4.2.6 Presentación clínica y Síntomas.....	13
4.2.7 Evaluación.....	14
4.2.8 Diagnóstico diferencial	15
4.2.9 Tratamiento	15
4.3 TERAPIA DE ONDAS DE CHOQUE EXTRACORPÓREAS (TOCE).....	17
4.3.1 Introducción	17
4.3.2 Definición y tipos.....	17
4.3.3 Dispositivos.....	18
4.3.4 Indicaciones y contraindicaciones	19
4.3.5 Mecanismo de la TOCE.....	19
4.3.6 Parámetros y unidades	20
4.3.7 Eficacia y grados de recomendación.....	21
V. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO	22
5.1 Evidencia científica relevante	22
5.2 Principales artículos analizados	26
VI. TRABAJO DE CAMPO	26
6.1 Introducción	26

6.2 Objetivo de la fase	27
6.3 Metodología	27
6.3.1 Diseño del Estudio	27
6.3.2 Población y criterios de inclusión	27
6.3.3 Instrumento de evaluación	27
6.3.4 Intervención: terapia de ondas de choque extracorpórea	28
A- Equipo y Parámetros Técnicos	28
B- Protocolo de aplicación.....	29
C- Técnica de aplicación.....	30
6.3.5 Consideraciones éticas	30
6.4 Resultados	31
6.4.1 Características de la muestra.....	31
6.4.2 Evolución global del puntaje VISA-A	32
6.4.3 Evolución del puntaje por sesión	32
6.4.4 Relación entre puntaje inicial y cambio observado	33
6.5 Análisis y discusión de los resultados	34
VII. CONCLUSIÓN FINAL	36
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

I. INTRODUCCIÓN

La tendinopatía de Aquiles (TA) es una lesión por sobreuso del tendón de Aquiles, frecuentemente asociada a rigidez, falta de flexibilidad y otros factores mecánicos. Se origina por el almacenamiento repetido de energía en el tendón y la compresión excesiva, lo que puede desencadenar lesiones súbitas o incluso roturas. El término “tendinopatía de Aquiles” se utiliza para describir un síndrome clínico caracterizado por dolor, inflamación y disminución del rendimiento funcional del tendón, generalmente producto del uso excesivo y de microtraumatismos repetitivos. (1)

Más que una única entidad clínica, se reconocen dos localizaciones anatómicas distintas de la TA. La más frecuente es la tendinopatía no insercional, que afecta la porción media del tendón y se manifiesta con dolor e inflamación máximos entre 2 y 7 cm proximales a la inserción calcánea. Presenta una incidencia de 2,35 por 1000 adultos en atención primaria. La forma menos frecuente es la tendinopatía insercional, localizada en la unión del tendón con la cara posterior del calcáneo. Si bien comparten características clínicas, ambas se consideran entidades superpuestas pero diferenciadas. (2)

En un principio, la TA se consideraba un proceso inflamatorio; sin embargo, muchos estudios han demostrado que la patología degenerativa encontrada se asemeja más a un proceso de cicatrización fallido. La neovascularidad, el crecimiento de los vasos sanguíneos anómalos que penetran en el tendón, se observa con frecuencia en la tendinopatía crónica del tendón de Aquiles y se asocia con el lugar de máxima sensibilidad y máximo engrosamiento del tendón anómalo. (2)

Las terapias conservadoras (inmovilización, AINE, terapia láser, inyecciones de hialuronano o PRP y ejercicios excéntricos) constituyen la primera línea de tratamiento. Sin embargo, las ondas de choque extracorpóreas (TOCE), una opción segura, mínimamente invasiva y económica, han aumentado su uso en la práctica clínica y son un complemento importante para la terapia conservadora. (3)

La TOCE se ha estudiado ampliamente en ortopedia, donde se ha demostrado que intensifica la consolidación de fracturas y trata con éxito las afecciones por sobreuso de tendones y fascia. Se cree que las ondas de choque tienen efectos tanto mecánicos como celulares que, en última instancia, resultan en la reparación del tejido tendinoso dañado y una mejor función del tendón de Aquiles. (4)

En este contexto, la TOCE ha emergido como una opción terapéutica innovadora, segura y mínimamente invasiva, con creciente aceptación clínica. Dado su potencial para favorecer la reparación del tejido tendinoso y mejorar la funcionalidad, y ante la necesidad de evaluar su efectividad en un esquema corto de tratamiento, esta investigación se propone responder la siguiente pregunta: ¿Cómo influye la terapia de ondas de choque en la evolución de pacientes con tendinopatía de Aquiles luego de tres sesiones de tratamiento?

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

Analizar la influencia de la terapia de ondas de choque en pacientes con tendinopatía de Aquiles luego de tres sesiones de tratamiento.

2.2 Objetivos específicos

- I. Evaluar la evolución del dolor y la funcionalidad en pacientes con tendinopatía de Aquiles luego de cada sesión de terapia de ondas de choque extracorpórea, utilizando la escala VISA-A como herramienta de medición.
- II. Describir las características generales de la muestra de pacientes con tendinopatía de Aquiles incluidos en el estudio (edad, sexo y tipo de tendinopatía).

III. JUSTIFICACIÓN

La tendinopatía de Aquiles constituye una de las causas más frecuentes de dolor en el miembro inferior, especialmente en deportistas y adultos activos. Su tratamiento suele requerir períodos prolongados de rehabilitación y no siempre se obtienen resultados satisfactorios. En este contexto, la terapia de ondas de choque extracorpórea ha surgido como una alternativa terapéutica no invasiva, con evidencia creciente sobre su capacidad para reducir el dolor y mejorar la función. Sin embargo, existe escasa información acerca de los cambios que se producen tras las primeras sesiones de tratamiento, lo que justifica la necesidad de este estudio.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 TENDÓN

Los tendones son estructuras que conectan músculo y hueso y permiten la transmisión de fuerza para generar movimiento. Anatómicamente se describen tres zonas: la unión miotendinosa, la unión osteotendinosa y el cuerpo tendinoso. Su composición principal incluye colágeno (30%), elastina (2%) y agua (68%), lo que explica su elevada resistencia mecánica y limitada vascularización, responsable de su aspecto blanquecino. El colágeno tipo I es el predominante y, junto con los enlaces cruzados, confiere al tendón la capacidad de resistir y almacenar energía frente a la tensión mecánica. (5)

El consenso ICON 2019 propuso unificar la terminología relacionada con las lesiones tendinosas, recomendando el uso del término tendinopatía para describir el dolor persistente y la alteración funcional del tendón asociada a la carga mecánica, independientemente de los hallazgos por imágenes. Asimismo, se estableció que el término desgarró debe reservarse para las discontinuidades estructurales reales del tendón, y que la denominación de la lesión debe basarse en su localización anatómica. (6)

4.2 TENDINOPATÍA DE AQUILES

4.2.1 Anatomía

El tendón de Aquiles es el tendón común del tríceps sural y transmite la fuerza de los músculos gastrocnemios y sóleo hacia el calcáneo. Presenta una morfología redondeada en su porción proximal y aplanada distalmente, con fibras que rotan aproximadamente 90° antes de su inserción. Está compuesto principalmente por colágeno tipo I y rodeado por el paratendón, estructura clave para su deslizamiento y nutrición. (5)

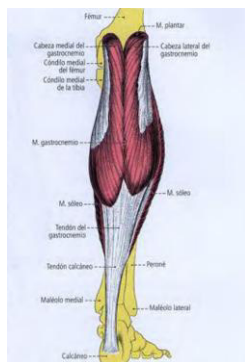


Figura 1 – Origen del músculo gastrocnemio

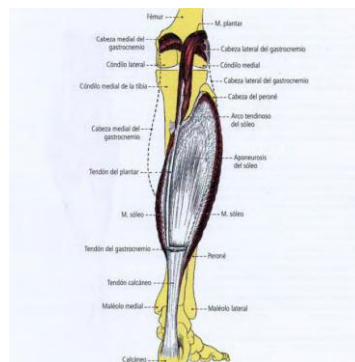


Figura 2 – Origen del músculo sóleo

Allenmark (7) sostiene que el tendón carece de una verdadera vaina, encontrándose envuelto solo por el paratendón, del que se mueve solidariamente. Funcionalmente, es el tendón más fuerte del cuerpo y soporta cargas de hasta 12,5 veces el peso corporal durante el sprint, siendo por ello susceptible a lesiones agudas y crónicas (8)

A nivel microestructural, el tendón está compuesto por fibrillas de colágeno tipo I (65–80% de la masa seca) y elastina (2%), con tenocitos y tenoblastos organizados entre los haces de fibras. Las fibrillas se agrupan en fibras rodeadas por endotenón, que a su vez forman subfascículos y fascículos (fig. 3). (8)

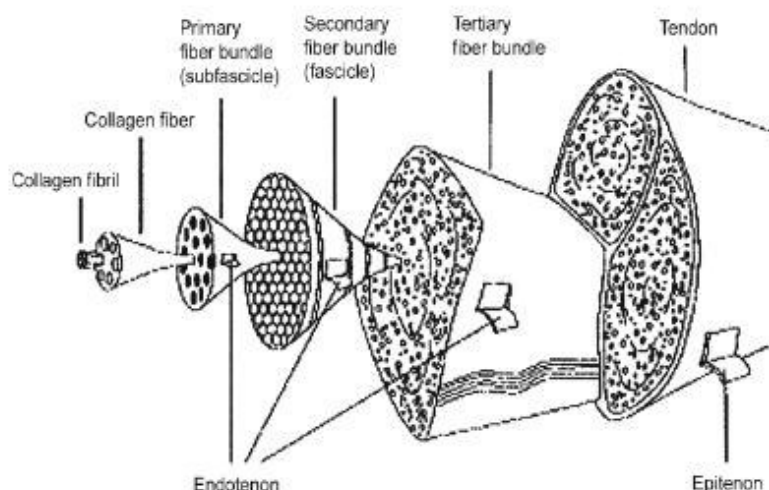


Figura 3 – Organización de la estructura del tendón desde las fibrillas de colágeno hasta todo el tendón. (Tomado de “El tendón de Aquiles” de James A. Nunley (8))

En cuanto a la vascularización, recibe aporte desde la unión miotendinosa, la unión osteotendinosa y el paratendón, aunque de manera heterogénea, siendo la sección media (2–6 cm de la inserción) la más pobremente irrigada y, por ello, la más propensa a rupturas. (8)

Chen et al. (9) mediante angiografía, observaron una compleja red arterial proveniente de las arterias tibial anterior y posterior (fig. 4), destacando que las diferencias metodológicas explicaban la aparente hipovascularidad previa.

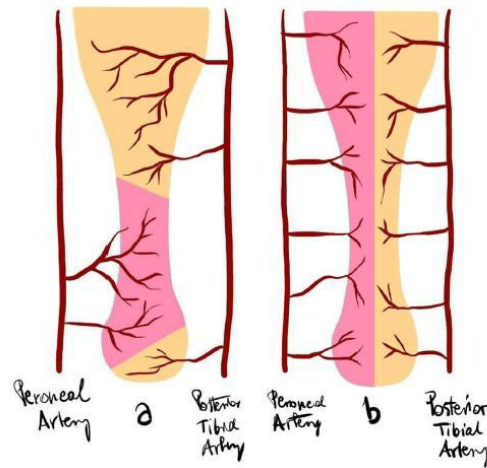


Figura 4 - Esquema de la irrigación sanguínea del tendón de Aquiles. (elaborado por Chen et al. en 2009)

Además, variaciones en esta irrigación pueden influir en la resistencia mecánica y en la reparación, proceso asociado al desarrollo de neovasos; de hecho, las ondas de choque extracorpóreas podrían mejorar la cicatrización. La distribución segmentaria del aporte sanguíneo se describe desde 1 hasta 13 cm proximales a la inserción, con predominio de ramas de la arteria tibial posterior y la arteria peronea (fig. 5). (10)

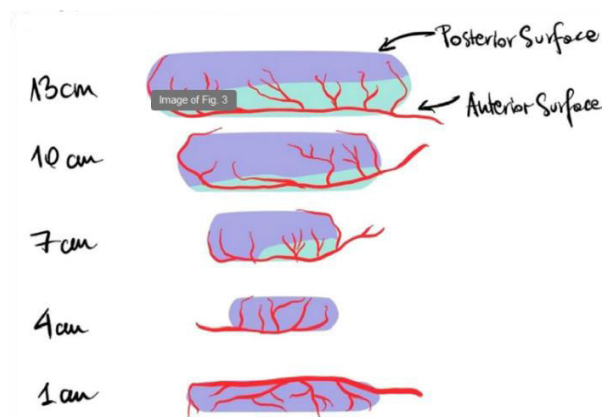


Figura 5 - Esquema del aporte sanguíneo al tendón de Aquiles desde arriba. (elaborado por Chen et al. en 2009)

Finalmente, la inervación deriva del nervio sural y fibras de nervios cutáneos, con ramas que ingresan al tendón desde el endotenón y el paratendón. Aunque el número de terminaciones es bajo en tendones grandes, el Aquiles contiene abundantes receptores sensoriales y neurotransmisores relacionados con el dolor. (8)

4.2.2 Biomecánica

El tendón de Aquiles transmite las fuerzas generadas por los flexores plantares y contribuye a la estabilidad y movilidad del tobillo y la articulación subastragalina. Puede elongarse hasta un 4% de su longitud antes de sufrir daño estructural y soporta cargas que oscilan entre 2 y 3,8 kN durante la marcha, superando los 9 kN durante la carrera. Sus propiedades mecánicas varían con la edad, el sexo y el nivel de actividad física, observándose mayor rigidez y resistencia en individuos jóvenes y activos. (10)

4.2.3 Fisiopatología

La fisiopatología de la tendinopatía aquilea puede comprenderse integrando la respuesta mecanobiológica del tejido con los modelos clásicos y contemporáneos de lesión. Según Pizzolato et al. (11), el tendón se adapta positivamente cuando las cargas se mantienen dentro de un rango óptimo, estimulando la síntesis de colágeno y la remodelación tisular. En cambio, cargas excesivas o insuficientes alteran estos mecanismos adaptativos, favoreciendo la desorganización de la matriz extracelular y el fallo en los procesos de reparación. (fig. 6)

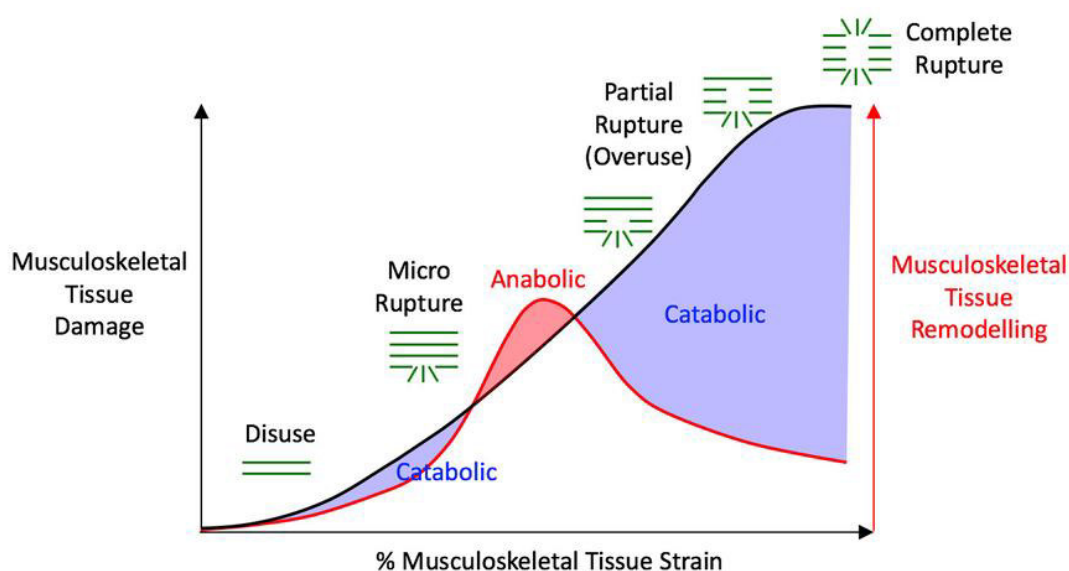


Figura 6 - Esquema de la interacción mecanobiológica entre las cargas aplicadas al tejido y los procesos resultantes de daño y remodelación. Adaptado de Pizzolato et al.

En el plano estructural, la sobrecarga repetida puede iniciar un cuadro de paratendinitis, en el cual el engrosamiento del paratendón altera el deslizamiento normal del tendón y favorece la aparición de crepitación y adherencias; con el tiempo, este proceso puede progresar hacia una tendinosis caracterizada por degeneración del colágeno sin un componente inflamatorio predominante, reflejando la incapacidad del tejido para tolerar cargas mecánicas sostenidas, especialmente en la porción intermedia del tendón, donde su configuración espiralada predispone a zonas de torsión e isquemia. (12)

En una visión más actual, el modelo del continuum propuesto por Cook integra estos cambios dentro de una progresión que va desde una fase reactiva, con aumento de la matriz y engrosamiento adaptativo frente a la sobrecarga, hacia etapas de desorganización y degeneración, con pérdida de la arquitectura normal del colágeno, alteraciones en la actividad de los tenocitos, cambios en la matriz extracelular y en la vascularización e innervación; si bien el daño estructural no siempre se correlaciona directamente con el dolor, la persistencia de los síntomas se explica por la combinación de sobrecarga mecánica, fallas en los mecanismos de reparación y una regulación celular ineficiente (13) (fig. 7)

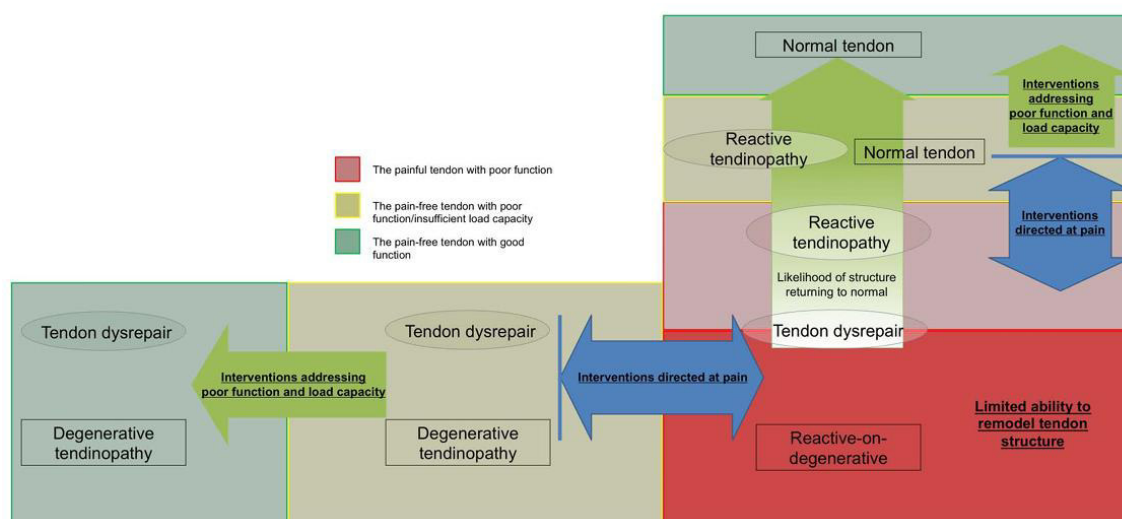


Figura 7 – Representación esquemática de cómo pueden clasificarse (fenotiparse) los pacientes con tendinopatía dentro del modelo del continuum, permitiendo orientar el tratamiento según la fase patológica identificada. Adaptado de Cook et al.

4.2.4 Epidemiología

Las tendinopatías de la extremidad inferior son frecuentes tanto en la población general como en el ámbito deportivo. En atención primaria, se ha reportado una incidencia superior a 10 casos por cada 1.000 personas-año, con mayor prevalencia en adultos de mayor edad y sin clara asociación con el nivel de actividad física. (14)

En el deporte competitivo, las tendinopatías representan una proporción significativa de las lesiones, con especial afectación del tendón de Aquiles y el tendón rotuliano, lo que resalta su impacto clínico y funcional en distintos contextos poblacionales. (15)

4.2.5 Etiología

La etiología de la tendinopatía de Aquiles es multifactorial e incluye factores intrínsecos y extrínsecos. Entre los primeros se destacan la edad, las alteraciones metabólicas (obesidad, diabetes, hipertensión) y las malalineaciones del miembro inferior. Entre los factores extrínsecos se incluyen los errores de entrenamiento, los aumentos bruscos de carga, las superficies duras, el calzado inadecuado y el uso de esteroides anabólicos. (5)

Desde el punto de vista biomecánico, la combinación de altas cargas repetidas, especialmente durante actividades excéntricas como la carrera o los saltos, puede generar microdaños que superan la capacidad de reparación tisular. Paradójicamente, el trabajo excéntrico controlado ha demostrado ser una estrategia terapéutica eficaz en la tendinopatía crónica, como lo evidenció el estudio clásico de Alfredson et al. (16)

4.2.6 Presentación clínica y Síntomas

La tendinopatía aquilea comprende tanto la tendinitis como la tendinosis y se manifiesta principalmente con dolor, inflamación y rigidez del tendón. Afecta a deportistas y no deportistas y suele asociarse a un desequilibrio entre la fuerza muscular y la capacidad elástica del tejido. Clínicamente se clasifica en insercional, con dolor en la inserción calcánea y rigidez matutina, y no insercional, localizada en el tercio medio–proximal del tendón (2–6 cm de la inserción), donde pueden observarse nódulos y engrosamiento. (17)

Los síntomas suelen instalarse de manera progresiva, con rigidez matutina que mejora al iniciar la marcha y dolor que aparece o se intensifica durante o después de la actividad física, en relación con alteraciones en los procesos de inflamación, proliferación y remodelación del tejido tendinoso. El dolor puede localizarse en la unión miotendinosa, en el cuerpo del tendón o en la inserción calcánea y acompañarse de induración, crepitación, limitación del rango de movimiento y debilidad del tríceps sural a la palpación (18)

Además, se considera que el dolor en la tendinopatía aquilea resulta de la interacción entre mecanismos periféricos sensibles a la carga y procesos de modulación central, lo que contribuye a la persistencia y variabilidad de los síntomas. (19)

Asimismo, esta condición impacta en la vida diaria y en la percepción del paciente sobre su recuperación, influyendo en la adherencia al tratamiento y resaltando la importancia de abordar aspectos psicosociales y educativos mediante estrategias de reconceptualización del dolor. (20)

4.2.7 Evaluación

El diagnóstico de la tendinopatía aquilea es principalmente clínico, basado en la anamnesis y la exploración física. La palpación del tendón, junto con pruebas clínicas específicas como el signo del arco y la prueba del Royal London Hospital, presenta alta correlación con los hallazgos por imágenes. (21)

Los estudios complementarios, como la ecografía y la resonancia magnética, se utilizan para confirmar el diagnóstico, evaluar la extensión del compromiso y descartar otras patologías. La escala VISA-A (fig. 8) constituye una herramienta validada para cuantificar el dolor, la función y el impacto de la lesión, siendo especialmente útil para el seguimiento evolutivo y la valoración de la respuesta al tratamiento. (17)

Tendinopatía Aquiles

EN ESTE CUESTIONARIO, EL TÉRMINO DOLOR SE REFIERE ESPECÍFICAMENTE A DOLOR EN LA REGIÓN DEL TENDÓN DE AQUILES

1. ¿Durante cuántos minutos al levantarse por la mañana presenta rigidez en la región Aquiles?

100 min ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 0 min ☐ PUNTOS ☐

2. Una vez que lleves a cabo cierta actividad durante el día, ¿tiene dolor cuando estira el tendón de Aquiles en el borde de un suceso? (con la rodilla extendida)

Dolor fuerte, intenso ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 Sin dolor ☐ PUNTOS ☐

3. Tras caminar sobre terreno llano durante 30 minutos, ¿tiene dolor en los dos horas siguientes? (si al menos puede caminar en terreno llano durante 30 minutos a causa del dolor, marque 0 en esta pregunta)

Dolor fuerte, intenso ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 Sin dolor ☐ PUNTOS ☐

4. ¿Padece dolor al bajar escaleras a un paso normal?

Dolor fuerte, intenso ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 Sin dolor ☐ PUNTOS ☐

5. ¿Tiene dolor durante o inmediatamente después de realizar 10 elevaciones del talón con un solo pie apoyado desde una superficie plana?

Dolor fuerte, intenso ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 Sin dolor ☐ PUNTOS ☐

6. ¿Cuántos saltos a una perra puede dar sin dolor?

0 ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 18 ☐ PUNTOS ☐

7. ¿Realiza actualmente algún deporte o actividad física?

0 ☐ Ninguno PUNTOS ☐

4 ☐ Entrenamiento modificado - Competición modificada ☐

7 ☐ Entrenamiento completo - Competición a nivel inferior respecto al comienzo de los síntomas ☐

10 ☐ Competición a un nivel igual o superior respecto al comienzo de los síntomas ☐

8. Por favor, conteste A, B o C en esta pregunta.

- Si no tiene dolor al practicar deportes que solicitan el tendón de Aquiles, responda a la pregunta 8A únicamente.

- Si tiene dolor al practicar deportes que solicitan el tendón de Aquiles, pero no le impide conducir la actividad, responda a la pregunta 8B únicamente.

- Si tiene dolor que le impide practicar deportes que solicitan el tendón de Aquiles, responda a la pregunta 8C únicamente.

A. Si no tiene dolor al practicar deportes que solicitan el tendón de Aquiles, ¿durante cuánto tiempo puede entrenar o competir?

0 ☐ 1-10 min ☐ 11-20 min ☐ 21-30 min ☐ > 30 min ☐ PUNTOS ☐

0 7 14 21 21

B. Si tiene dolor al practicar deportes que solicitan el tendón de Aquiles, pero no le impide entrenar o competir, ¿durante cuánto tiempo puede hacerlo?

0 ☐ 1-10 min ☐ 11-20 min ☐ 21-30 min ☐ > 30 min ☐ PUNTOS ☐

0 7 14 21 21

C. Si tiene dolor que le impide completar la sesión de entrenamiento en deportes que solicitan el tendón de Aquiles, ¿durante cuánto tiempo puede entrenar?

0 ☐ 1-10 min ☐ 11-20 min ☐ 21-30 min ☐ > 30 min ☐ PUNTOS ☐

0 7 14 21 21

PUNTUACIÓN TOTAL (/100) ☐ %

Figura 8 - Escala VISA-A (Instituto Victoria de Evaluación Deportiva-Aquiles)

4.2.8 Diagnóstico diferencial

El dolor posterior del tobillo y talón requiere considerar diagnósticos diferenciales como bursitis retrocalcánea, paratenonitis, rotura parcial o completa del tendón de Aquiles, pinzamiento posterior, fracturas por estrés del calcáneo, tendinopatía del flexor largo del hallux y radiculopatía S1, entre otros. La correcta diferenciación clínica e imagenológica es clave para orientar el tratamiento. (17)

4.2.9 Tratamiento

El tratamiento de la tendinopatía del Aquiles inicia en la fase aguda, donde se busca controlar el dolor y la inflamación mediante reposo, crioterapia y, eventualmente, AINEs, junto con la corrección inmediata de cualquier alteración biomecánica. En la fase crónica, las intervenciones se orientan a corregir factores predisponentes (como la pronación excesiva, que puede requerir ortesis) y a mejorar la calidad del tejido mediante

estiramientos de gemelos y sóleo, masaje descontracturante, técnicas de liberación miofascial y, cuando es necesario, electroestimulación. La movilidad se recupera a través de movilizaciones pasivas del tendón, trabajo activo sin carga y movilización subastragalina. El masaje transversal profundo, aplicado solo en las primeras sesiones, busca incrementar la hiperemia o reagudizar la inflamación, mientras que otras técnicas de movilización tisular favorecen la proliferación de fibroblastos. Las modalidades como ultrasonido, láser o electroterapia pueden ser útiles, aunque sin fuerte evidencia, destacándose el US en fase proliferativa por su efecto sobre la síntesis de colágeno. Finalmente, el pilar del tratamiento es el programa de ejercicios excéntricos, que incluye calentamiento, estiramientos específicos y series progresivas de descenso controlado del talón en un escalón, ajustando la carga según el dolor y aceptando que las mejoras pueden demorar 2-3 semanas, con un posible incremento inicial de los síntomas al retomar la actividad física. (5)

Angermann y Hovgaard (22) demostraron que un protocolo excéntrico, con pequeñas variaciones respecto al tradicional, aplicado en 22 pacientes con tendinopatía aquilea crónica, obtuvo resultados superiores en comparación con un grupo control tratado con las mismas medidas excepto los ejercicios excéntricos. De forma complementaria, el seguimiento ecográfico de Ohberg et al. (23) en 26 tendones tras 12 semanas de entrenamiento excéntrico mostró una reducción del grosor tendinoso y una normalización estructural, observando que las alteraciones persistentes se correlacionaban con dolor residual. Además, un estudio previo evidenció mediante Doppler color que la neovascularización característica de la lesión también tiende a disminuir con este tipo de intervención. (24)

No obstante, si bien el ejercicio terapéutico, en particular los programas de fortalecimiento excéntrico, constituye el pilar del tratamiento conservador y presenta evidencia sólida de efectividad, un porcentaje de pacientes con tendinopatía de Aquiles no alcanza una respuesta clínica satisfactoria o presenta persistencia de los síntomas, lo que ha impulsado el desarrollo y la incorporación de modalidades terapéuticas complementarias dentro del abordaje no invasivo de esta patología.

4.3 TERAPIA DE ONDAS DE CHOQUE EXTRACORPÓREAS (TOCE)

4.3.1 Introducción

La TOCE es un método no invasivo y seguro, inicialmente reservado para casos refractarios al tratamiento conservador, aunque con el tiempo sus indicaciones se han ampliado (25). Consiste en ondas de presión tridimensionales que generan aumentos rápidos de presión positiva (5–120 MPa en 5 ns) seguidos de presión negativa (~20 MPa) (26). Su uso clínico comenzó en 1980 con litotricia renal y, en 1992, se observó su efecto estimulante sobre el hueso, lo que impulsó estudios en ortopedia y lesiones por sobreuso de tendones y fascia (27). En 1993, Loew y colaboradores aplicaron TOCE a tendinitis del hombro y espolón calcáneo con tasas de éxito de hasta 81%, extendiéndose posteriormente a otras tendinopatías (26).

El principal mecanismo de acción de la TOCE es la mecanotransducción, que promueve regeneración tisular, angiogénesis, remodelación ósea y analgesia por hiperestimulación. Estos efectos celulares y moleculares generan beneficios clínicos significativos, haciendo de la TOCE una herramienta útil para el tratamiento de lesiones musculoesqueléticas y deportivas. (26)

4.3.2 Definición y tipos

La Biblioteca Virtual en Salud define la TOCE como el “Tratamiento no quirúrgico que usa ONDAS DE CHOQUE DE ALTA ENERGÍA u ONDAS ACÚSTICAS de baja energía para tratar diversas afecciones musculoesqueléticas (por ejemplo, FASCITIS PLANTAR, CODO DE TENISTA). Una sonda colocada en la piel conduce las ondas de choque, proporcionando así una fuerza mecánica a los tejidos del cuerpo.” (28).

Desde el punto de vista físico y clínico, las ondas utilizadas en TOCE se clasifican principalmente en ondas focales y ondas radiales. Las ondas focales se caracterizan por un rápido pico de presión positiva seguido de una fase negativa y son generadas por sistemas electrohidráulicos, electromagnéticos o piezoeléctricos, permitiendo concentrar la energía en tejidos profundos. Por su parte, las ondas radiales, también denominadas ondas balísticas, presentan picos de presión menores y una dispersión superficial de la energía, siendo físicamente distintas de las ondas focales, aunque con indicaciones clínicas parcialmente superpuestas. (27) (Tabla 1).

Característica	Onda de choque enfocada	Onda de choque radial
Fuente	Dispositivos electrohidráulicos, electromagnéticos y piezoeléctricos	Dispositivos neumáticos/balísticos
Nivel máximo de energía	Más alto	Más bajo
Profundidad de la fuerza máxima	Más profundo (se puede seleccionar)	Fuerza máxima en estructuras superficiales, energía atenuada a mayores profundidades
Dolor con la aplicación	La energía alta puede ser más dolorosa; la energía baja puede ser menos dolorosa	La energía alta puede ser más dolorosa; la energía baja puede ser menos dolorosa

Tabla 1 - Comparación de los dos tipos principales de terapia de ondas de choque utilizados en la práctica clínica. (Tabla sacada de N. Schroeder. (27))

Según el consenso ONLAT (2020), las ondas focales alcanzan presiones elevadas con tiempos de ascenso muy cortos, mientras que las ondas radiales no cumplen estrictamente con las características físicas de una onda de choque real. Asimismo, se recomienda informar la energía aplicada de forma estandarizada, considerando que factores como el acoplamiento inadecuado, la reflexión y la absorción tisular pueden modificar la energía efectivamente transmitida al paciente. (29)

4.3.3 Dispositivos

Los dispositivos utilizados en la terapia de ondas de choque extracorpóreas (fig. 9) incluyen sistemas focales electrohidráulicos, piezoeléctricos y electromagnéticos, capaces de generar pulsos de presión focalizados con diferentes características según la calidad del campo sonoro y la zona de enfoque, aunque todos permiten alcanzar niveles elevados de energía. En contraste, los dispositivos radiales emplean aire comprimido o fuerzas electromagnéticas para acelerar un proyectil que transmite la energía al tejido de manera no focalizada, concentrando su mayor efecto en forma superficial, a nivel de la piel y tejidos subyacentes. (30)

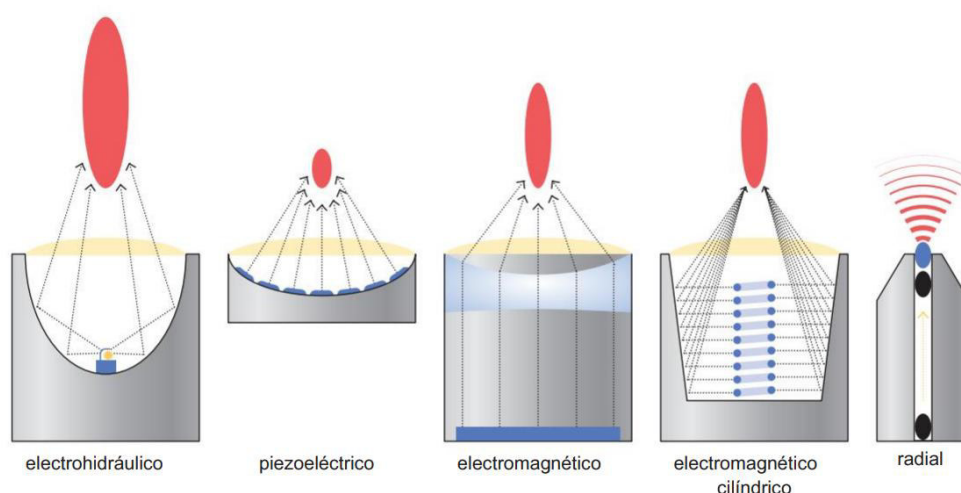


Figura 9 - Dispositivos utilizados en la TOCE (Tomada de Auersperg V. Trieb K. (30))

4.3.4 Indicaciones y contraindicaciones

La terapia de ondas de choque extracorpóreas se utiliza principalmente en pacientes que no responden de manera satisfactoria al tratamiento conservador convencional, constituyendo una alternativa no invasiva y con bajo riesgo de efectos adversos. Sus indicaciones incluyen diversas patologías tendinosas, óseas y musculares, entre ellas múltiples tendinopatías de la extremidad inferior, como la tendinopatía de Aquiles, destacándose además que, en muchos casos, permite la continuidad de la actividad deportiva de acuerdo con la tolerancia al dolor y evita intervenciones más invasivas como infiltraciones o procedimientos quirúrgicos, asociados a mayores riesgos y períodos prolongados de inactividad. Sin embargo, persiste una falta de estandarización en los protocolos de aplicación y los parámetros óptimos aún no se encuentran claramente definidos, mientras que entre sus principales contraindicaciones se incluyen la presencia de tumores malignos en el área de tratamiento, el embarazo y determinadas localizaciones anatómicas sensibles, especialmente en el uso de ondas focales de alta energía. (27)

4.3.5 Mecanismo de la TOCE

Si bien los mecanismos de acción de la terapia de ondas de choque extracorpóreas en las afecciones musculoesqueléticas no han sido completamente esclarecidos, la literatura describe que su efecto terapéutico se vincula a la interacción entre fenómenos mecánicos y respuestas celulares mediadas por la mecanotransducción. Las ondas de choque generan picos de presión positiva que producen fenómenos de absorción, reflexión y refracción

de la energía, favoreciendo la liberación de mediadores bioquímicos como óxido nítrico, interleucinas y metaloproteinasas de matriz, asociados a efectos analgésicos, angiogénicos y antiinflamatorios. A nivel tendinoso, la TOCE estimula la síntesis de colágeno y glicosaminoglicanos, promueve la proliferación de tenocitos y contribuye a los procesos de reparación tisular, mientras que el efecto analgésico se explica por mecanismos de hiperestimulación nociceptiva y liberación de sustancia P. (27)

En conjunto, la evidencia sugiere que los efectos terapéuticos de la TOCE se encuentran mediados principalmente por mecanismos biológicos, más que por un efecto mecánico directo sobre el tejido, destacándose los procesos de angiogénesis y vasculogénesis. Estos procesos contribuyen a mejorar la perfusión y el metabolismo local, optimizando el aporte de oxígeno y nutrientes y favoreciendo los mecanismos de reparación tisular, lo cual resulta especialmente relevante en el abordaje de las tendinopatías crónicas. (25)

4.3.6 Parámetros y unidades

En la TOCE se emplean ondas de choque focalizadas y ondas de presión radiales, frecuentemente denominadas “ondas de choque radiales”, aunque estrictamente no lo son. Las ondas focales se caracterizan por un aumento extremadamente rápido de la presión, mientras que las ondas radiales presentan picos de presión menores y tiempos de ascenso más prolongados (fig. 10). La onda incluye una fase positiva, responsable de la compresión tisular, y una fase negativa que genera fenómenos de cavitación, con formación e implosión de burbujas que producen microefectos mecánicos a nivel tisular. (29)

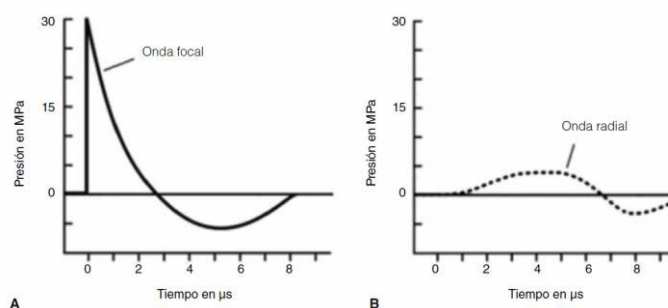


Figura 10 - Comparación de los perfiles de presión de una onda de choque focal (A) y una onda radial (B). (Imagen modificada de: Loske AM, Moya D.)

Un parámetro central es la densidad de flujo de energía (DFE), que representa la energía transmitida por unidad de área por pulso y se expresa en mJ/mm^2 , dependiendo del grado de concentración de la energía. Las ondas radiales alcanzan su máxima presión en la superficie y pierden eficacia en profundidad, lo que limita su acción sobre tejidos profundos en comparación con las ondas focales. (29)

Si bien la TOCE suele clasificarse en baja, media y alta energía según la DFE, no existe un consenso absoluto sobre estos rangos. En la práctica clínica se utilizan habitualmente intensidades bajas y medias, asociadas a la liberación de óxido nítrico y a efectos analgésicos, angiogénicos y antiinflamatorios, mientras que las energías altas se reservan principalmente para patologías óseas como la pseudoartrosis, con tasas de éxito reportadas cercanas al 72%. Los bioefectos (fig. 11) dependen de la forma de la onda, el método de generación y el equipo utilizado, por lo que tanto las ondas focales como las radiales pueden ser eficaces cuando se aplican con un diagnóstico adecuado y protocolos apropiados. (29)

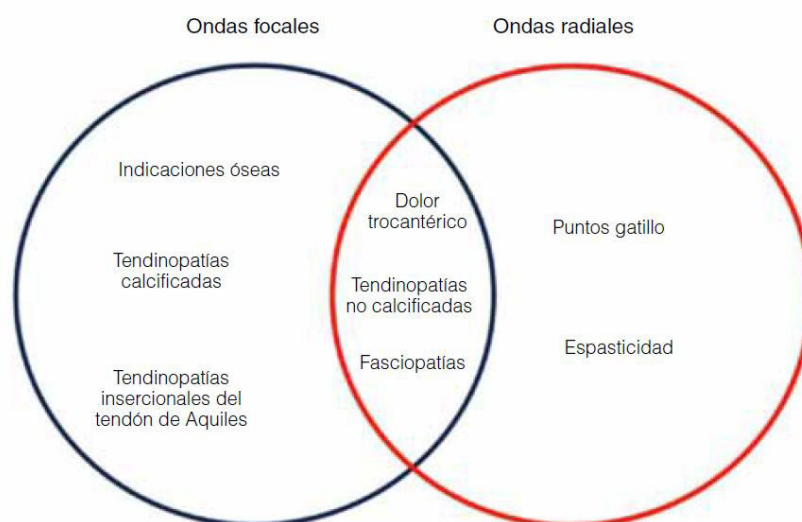


Figura 11 - Indicaciones de las ondas de choque focales, las ondas radiales y compartidas por ambas. (Modificada de: Loske AM, Moya D.)

4.3.7 Eficacia y grados de recomendación

La eficacia de la TOCE ha sido evaluada en múltiples estudios (Tabla 2), con resultados variables según la patología tratada y el tipo de onda empleada. En una revisión publicada en el Journal of Bone and Joint Surgery, se analizaron las indicaciones más frecuentes de las ondas focales y radiales, estableciendo distintos grados de recomendación basados en la evidencia disponible (31)

Grado de recomendación	Tipo de estudio	Actitud
A	Nivel de evidencia I	Cambiar definitivamente la práctica
B	Nivel de evidencia II y III	Cambiar probablemente la práctica
C	Nivel de evidencia IV y V o controversial	Definir de acuerdo con la experiencia
I	Evidencia insuficiente	No se puede recomendar

Tabla 2 - Grados de recomendación basados en la evidencia científica. (Adaptada de Wright JG, Einhorn TA, Heckman JD.)

El resultado, basado en la evidencia encontrada en la bibliografía de esa época, puede verse en la tabla 3. En general, la evidencia científica es moderada para la mayoría de las tendinopatías y para los cuadros de pseudoartrosis, mientras que otras indicaciones presentan niveles de evidencia más bajos. No obstante, se concluye que existe un grado de evidencia aceptable para el uso de la TOCE, tanto focal como radial, en muchas de sus aplicaciones habituales, con resultados comparables o incluso superiores a los de procedimientos quirúrgicos para determinadas patologías musculoesqueléticas. (25)

Cuadro	Tecnología	Grado de recomendación
Tendinopatía calcificada de hombro	Focal	A
Tendinopatía calcificada de hombro	Radial	I
Tendinopatía no calcificada de hombro	Focal y radial	C
Tendinopatía de músculos epicondíleos	Focal y radial	B
Síndrome de dolor trocántérico	Radial	B
Tendinopatía rotuliana	Focal y radial	B
Tendinopatía del tendón de Aquiles	Focal y radial	B
Fasciopatía plantar	Focal y radial	A
Seudoartrosis	Focal	B

Tabla 3 - Grados de recomendación de las indicaciones más frecuentes de las ondas radiales y focales en la enfermedad musculoesquelética. (Adaptada de Moya D, Ramón S, Schaden W, Wang CJ, Guilloff L, Cheng JH)

V. ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO

5.1 Evidencia científica relevante

En esta sección se presenta un análisis detallado de la evidencia científica disponible sobre la eficacia de la terapia de ondas de choque extracorpórea (TOCE) en el tratamiento de la tendinopatía del tendón de Aquiles. El objetivo es revisar, de manera crítica y fundamentada, los principales estudios publicados en los últimos años que abordan esta

intervención terapéutica, y ofrecer así una visión clara y actualizada sobre sus beneficios, limitaciones y posibles aplicaciones clínicas.

Para realizar esta revisión, se llevó a cabo una búsqueda sistemática de artículos científicos publicados entre los años 2015 y 2025, con el fin de incluir evidencia reciente y relevante. La búsqueda se realizó en bases de datos ampliamente reconocidas en el ámbito de las ciencias de la salud, como PubMed, la Biblioteca Virtual en Salud (BVS) y SciELO. Para facilitar la localización de estudios pertinentes, se utilizaron descriptores normalizados (DeCS/MeSH) tales como “Tendón de Aquiles”, “Tendinopatía”, “Ondas de Choque”, entre otros términos relacionados.

Como resultado, se identificaron inicialmente 68 artículos. Luego de una lectura cuidadosa de los títulos, resúmenes y textos completos, se aplicaron criterios de inclusión que consideraron principalmente la calidad metodológica del estudio (como ensayos clínicos aleatorizados, revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios observacionales bien diseñados), además de su relevancia clínica y actualidad. De esta forma, se seleccionaron 28 estudios que fueron considerados adecuados para el análisis por su solidez metodológica, aplicabilidad en el contexto clínico y aporte al conocimiento sobre la eficacia de esta terapia.

A partir de esta selección, se organiza a continuación una síntesis de los trabajos más destacados, explicando sus principales hallazgos en relación con la efectividad de la TOCE, las características de las poblaciones evaluadas, el tipo de aplicación utilizado y las conclusiones clínicas que cada estudio aporta. El análisis no solo permite entender qué tan útil puede ser esta terapia para el tratamiento de la tendinopatía aquilea, sino también en qué condiciones parece ser más eficaz, con qué tipo de pacientes ha demostrado mejores resultados, y con qué otras estrategias terapéuticas se pueden complementar para lograr un abordaje integral y sostenido en el tiempo.

Un punto de partida fundamental es el metaanálisis de Ravon Charles et al(18)., que proporciona una revisión cuantitativa de múltiples ensayos clínicos. Este trabajo demostró que la TOCE genera mejoras estadísticamente significativas tanto en el dolor como en la funcionalidad, medidas por la escala EVA y el cuestionario VISA-A, respectivamente. Además, los autores destacan que estos beneficios se mantuvieron a lo largo del tiempo, lo que respalda el valor terapéutico sostenido de la intervención. La inclusión de un gran número de estudios controlados y su análisis estratificado por

duración de la tendinopatía fortalecen la validez de sus conclusiones. Esto posiciona a la TOCE como una intervención de primera línea en pacientes con síntomas persistentes.

En la misma línea, el metaanálisis en red de Violet Ko et al. (32) aportó un enfoque comparativo más amplio, evaluando la eficacia de la TOCE frente a otras terapias no quirúrgicas como el plasma rico en plaquetas (PRP), los ejercicios excéntricos y los antiinflamatorios. Este estudio identificó que la TOCE, sola o combinada con ejercicio terapéutico, se encontraba entre las estrategias más eficaces para la reducción del dolor y la mejora funcional a corto plazo. Uno de los aportes más interesantes de este trabajo fue demostrar que, a pesar de la heterogeneidad de los protocolos, los efectos terapéuticos de la TOCE son consistentes cuando se utilizan parámetros clínicos adecuados.

La importancia de combinar la TOCE con programas de ejercicio ha sido repetidamente subrayada. El estudio de Nasr Awad Abdelkader (33), un ensayo clínico aleatorizado doble ciego, comparó tres grupos: TOCE sola, ejercicios excéntricos, y una combinación de ambas. Los resultados fueron concluyentes: la combinación obtuvo los mejores resultados en todos los parámetros, con una reducción significativa del dolor desde las primeras semanas y una mejora funcional sostenida a los 16 meses. Este trabajo aporta evidencia sólida sobre la sinergia terapéutica entre el estímulo mecánico inducido por la TOCE y el remodelado tendinoso guiado por el ejercicio progresivo.

Este efecto combinado fue corroborado por Mansur et al. (34), en otro ECA doble ciego, aunque su población estaba constituida por pacientes con tendinopatía insercional. Aquí, los autores observaron mejoras relevantes en dolor y funcionalidad únicamente cuando se combinaba la TOCE con ejercicio, pero no con TOCE sola. Este hallazgo sugiere que la efectividad de la intervención puede depender de la localización específica de la tendinopatía y que los mecanismos fisiopatológicos en la inserción calcánea podrían responder de forma diferente a la estimulación por ondas.

Un enfoque distinto fue el que propusieron Gatz et al. (35), quienes evaluaron dos formas de aplicación: TOCE lineal focal y TOCE puntual. Aunque no se observaron diferencias clínicamente significativas entre los grupos, solo la modalidad puntual provocó cambios estructurales detectables por elastografía. Este hallazgo abre la discusión sobre cómo diferentes formas de entrega de la TOCE podrían afectar la respuesta tisular, y subraya la importancia de seguir investigando los mecanismos de acción específicos en distintos patrones de lesión.

Paantjens et al (36) ofrece una perspectiva crítica sobre la efectividad diferenciada de la TOCE según el tipo de tendinopatía (media vs. insercional). Concluyen que la TOCE es más efectiva en la tendinopatía de porción media cuando se utiliza junto con ejercicio de carga, pero su eficacia en casos insercionales sigue siendo incierta. Este análisis coincide con estudios previos que sugieren que la vascularización y el ambiente mecánico local pueden influir considerablemente en la respuesta clínica.

La revisión sistemática de Feeney et al. (37) confirmó resultados similares, destacando que más de la mitad de los estudios incluidos mostraron resultados positivos para la TOCE, en tanto que otros reportaron efectos equivalentes al placebo. Los autores subrayan la necesidad de estandarizar los protocolos clínicos, ya que las variaciones en parámetros como la energía, el número de disparos y la frecuencia de las sesiones podrían explicar parte de esta disparidad en los resultados.

En relación con los protocolos de aplicación, el estudio de Pinitkwamdee et al. (38) aporta una visión crítica al mostrar que los efectos analgésicos observados con TOCE de baja energía no se mantuvieron más allá de las 24 semanas. Este trabajo plantea la hipótesis de que el nivel energético y la dosificación pueden ser determinantes clave en la efectividad clínica, y que las aplicaciones subóptimas podrían no generar respuestas terapéuticas duraderas.

Burton (39) y Schroeder (27) destacaron la eficacia de la TOCE en deportistas de alto rendimiento. Ambas investigaciones mostraron que la TOCE permite reducir la sintomatología sin requerir interrupción de la actividad deportiva, lo que es especialmente valioso en contextos de competencia. La aplicación de TOCE en estos casos debe planificarse con precisión, considerando la carga deportiva y el nivel de dolor, con el fin de obtener beneficios clínicos sin interferir con el calendario competitivo.

Otro estudio importante es el realizado por Santamato (40) en el año 2019, donde evaluó el efecto de cinco sesiones de TOCE focal en pacientes con tendinopatía aquilea no insercional, observando una significativa reducción del dolor y mejora funcional. Lo curioso de este estudio es que, aunque midieron la neovascularización con ecografía Doppler, no se detectaron nuevos vasos en la mayoría de los casos, lo que sugiere que los beneficios clínicos podrían deberse a mecanismos antiinflamatorios o neuromoduladores, más que a la formación de neovasos.

Finalmente, revisiones como las de Zhi (41) y Jarín et al. (42) refuerzan la posición de la TOCE como tratamiento de segunda línea en casos que no responden al ejercicio excéntrico solo, indicando que puede ser una opción viable antes de considerar intervenciones invasivas.

5.2 Principales artículos analizados



[Principales artículos analizados](#)

VI. TRABAJO DE CAMPO

6.1 Introducción

La tendinopatía de Aquiles es una de las lesiones por sobreuso más frecuentes en la población activa y deportista, con una incidencia significativa en adultos jóvenes y de mediana edad. Esta condición se caracteriza por dolor localizado en la región del tendón de Aquiles, rigidez matutina y limitaciones funcionales que afectan tanto la práctica deportiva como las actividades de la vida diaria. La persistencia de los síntomas y la dificultad para la recuperación completa hacen necesario implementar estrategias terapéuticas efectivas y objetivamente evaluables.

La terapia de ondas de choque extracorpórea (TOCE) se ha consolidado como una opción no invasiva en el tratamiento de tendinopatías crónicas. Diversos estudios han reportado que la TOCE puede inducir procesos regenerativos en el tejido tendinoso, mejorar la funcionalidad y reducir el dolor, aunque los efectos dependen de la dosificación y del seguimiento sistemático de la evolución clínica.

Para evaluar los cambios clínicos, se utilizó la escala VISA-A (Victorian Institute of Sport Assessment - Achilles), herramienta validada que mide el dolor, la función y la capacidad para realizar actividades diarias en pacientes con tendinopatía de Aquiles. Esta escala proporciona un puntaje entre 0 y 100, donde valores más bajos indican mayor gravedad y limitaciones funcionales.

6.2 Objetivo de la fase

El objetivo de esta fase de trabajo de campo fue evaluar la respuesta clínica de los pacientes con tendinopatía de Aquiles tras tres sesiones de TOCE, mediante la medición del puntaje VISA-A antes del inicio del tratamiento y luego de cada sesión, con el fin de identificar la evolución funcional y la reducción del dolor.

6.3 Metodología

6.3.1 Diseño del Estudio

Se realizó un estudio prospectivo, descriptivo, correspondiente a una serie de casos. Se incluyeron pacientes con diagnóstico clínico de tendinopatía crónica de Aquiles, tratados mediante un protocolo estandarizado de tres sesiones de terapia de ondas de choque radiales (RSWT), con una frecuencia aproximada de una sesión semanal.

Este diseño fue elegido con el objetivo de describir la evolución clínica de los pacientes en un contexto de práctica asistencial habitual, sin intervención de un grupo control.

6.3.2 Población y criterios de inclusión

Se incluyeron pacientes con diagnóstico clínico de tendinopatía de Aquiles, con una evolución de los síntomas mayor a tres meses, correspondiente a cuadros de carácter crónico. La inclusión se realizó independientemente del sexo, la edad y el nivel de actividad física, con el fin de conformar una muestra representativa de la práctica clínica diaria.

No se establecieron criterios de exclusión adicionales, más allá de las contraindicaciones habituales para la aplicación de la terapia de ondas de choque. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado previo al inicio del tratamiento y completaron la escala VISA-A antes de la primera sesión.

6.3.3 Instrumento de evaluación

La variable principal evaluada fue la función del tendón de Aquiles, medida a través del cuestionario VISA-A (Victorian Institute of Sport Assessment – Achilles). Esta

herramienta permite evaluar de forma integral el dolor, la función y la capacidad para realizar actividades de la vida diaria y deportivas en pacientes con tendinopatía aquilea.

Los pacientes completaron la escala VISA-A (fig. 8) antes de la primera sesión de tratamiento y luego de cada una de las tres sesiones, lo que permitió realizar un seguimiento progresivo de la evolución clínica a lo largo del protocolo.

Si bien el cuestionario VISA-A contempla ítems que abordan distintos niveles de demanda funcional, en el presente estudio se priorizó el análisis del puntaje total, dado que el instrumento se encuentra validado para su interpretación global como medida de dolor, función y tolerancia a la carga en pacientes con tendinopatía de Aquiles, y no para el análisis individual de cada uno de sus ítems. En este sentido, la utilización del puntaje global permitió una evaluación integrada y clínicamente relevante de la respuesta al tratamiento.

6.3.4 Intervención: terapia de ondas de choque extracorpórea

A- Equipo y Parámetros Técnicos

Se utilizó el dispositivo BTL-6000 RSWT (BTL Industries, EE.UU.) (figs. 12, 13 y 14), generador de ondas de choque radiales. El equipo cuenta con un cabezal aplicador de 15 mm de diámetro y permite regular la presión y la frecuencia de aplicación.

Los parámetros técnicos disponibles en el equipo fueron:

- Tipo de onda: radial (RSWT)
- Rango de presión: 0,5 a 4,0 bar
- Rango de frecuencia: 1 a 15 Hz
- Energía máxima por pulso: hasta 0,3 mJ/mm² (equivalente a 4 bar en este modelo).



Figura 12 - Dispositivo BTL-6000 RSWT

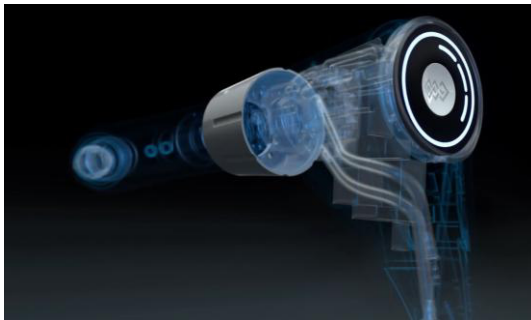


Figura 13 - Sistema del Dispositivo BTL-6000 RSWT

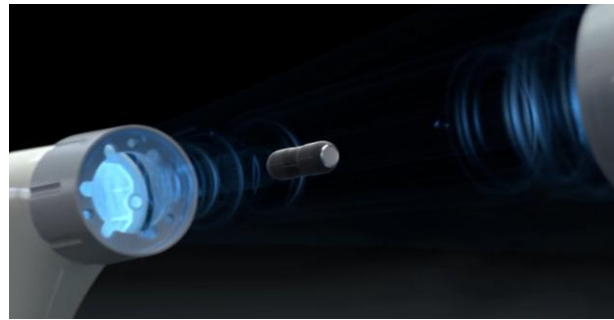


Figura 14 - Pistón o proyectil interno del Dispositivo

B- Protocolo de aplicación

Cada sesión se realizó siguiendo un protocolo progresivo en intensidad y decreciente en frecuencia, con un total de 6000 pulsos por sesión, distribuidos en nueve fases (figura 15). Este esquema tuvo como objetivo favorecer una adaptación tisular inicial, seguida de un estímulo progresivo orientado a la bioactivación y regeneración del tejido tendinoso.

_Usuario_Tendinopatía				
#	Modo	Intensidad	Choques	Pulsos
1	Continuo	1.5	2000	12
2	Continuo	1.5	500	12
3	Continuo	1.9	500	11
4	Continuo	2.2	500	10

_Usuario_Tendinopatía				
5	Continuo	2.6	500	9
6	Continuo	2.9	500	9
7	Continuo	3.3	500	8
8	Continuo	3.6	500	7
9	Continuo	4	500	6

Figura 15 - Protocolo de aplicación del programa “Tendinopatía” del Dispositivo BTL-6000 RSWT. Imagen tomada del mismo dispositivo.

C- Técnica de aplicación

Para la aplicación del tratamiento se utilizó gel de acoplamiento con el fin de asegurar una adecuada transmisión de la energía. El cabezal se mantuvo perpendicular al tendón, aplicando una presión constante, estimada en aproximadamente 5N de fuerza (equivalente a 0,5 kg de fuerza). Se evitó la aplicación directa sobre estructuras óseas, nerviosas o vasculares superficiales, con excepción de los casos de tendinopatía insercional, en los cuales el tratamiento incluyó también la región del calcáneo.



Figura 16 - Aplicación de TOCE en paciente con Tendinopatía de Aquiles en el centro “Ki, Salud y Deporte”

6.3.5 Consideraciones éticas

El presente estudio se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación en seres humanos. Dado el carácter observacional y de bajo riesgo de la intervención, no se contó con la evaluación de un comité de ética. Todos los pacientes fueron debidamente informados sobre los objetivos y características del estudio y otorgaron su consentimiento informado por escrito previo a su participación. La participación fue voluntaria y se garantizó la confidencialidad de los datos recolectados, los cuales fueron utilizados exclusivamente con fines académicos.

6.4 Resultados

Paciente	Fecha de Nacimiento	Edad	Tipo de Tendinopatía	Puntaje Pre ODC	Puntaje Post 1ra ODC	Puntaje Post 2da ODC	Puntaje Post 3ra ODC	Puntaje total promedio	Mejora después de 1er Sesión	Mejora después de 2da Sesión	Mejora después de 3ra Sesión	Mejora Total de la 1er a la última sesión
1	20-01-86	39	Insercional	71	77	80	84	78	8.45%	3.90%	5.00%	18.31%
2	13-05-87	38	No Insercional	72	80	84	93	82.25	11.11%	5.00%	10.71%	29.17%
3	07-11-79	45	No Insercional	42	52	55	70	54.75	23.81%	5.77%	27.27%	66.67%
4	16-06-94	31	No Insercional	34	46	45	57	45.5	35.29%	-2.17%	26.67%	67.65%
5	08-12-94	30	No Insercional	81	84	84	98	86.75	3.70%	0.00%	16.67%	20.99%
6	30-09-86	38	Insercional	71	77	80	84	78	8.45%	3.90%	5.00%	18.31%
7	12-10-67	57	No Insercional	59	65	68	72	66	10.17%	4.62%	5.88%	22.03%
8	26-09-66	58	No Insercional	40	45	50	60	48.75	12.50%	11.11%	20.00%	50.00%
9	13-08-72	53	Insercional	68	73	76	85	75.5	7.35%	4.11%	11.84%	25.00%
10	17-08-95	30	No Insercional	55	62	65	71	63.25	12.73%	4.84%	9.23%	29.09%
11	06-08-69	56	No Insercional	17	34	39	52	35.5	100.00%	14.71%	33.33%	205.88%
12	05-02-89	36	No Insercional	32	44	52	61	47.25	37.50%	18.18%	17.31%	90.63%
13	18-06-96	29	No Insercional	70	78	75	85	77	11.43%	-3.85%	13.33%	21.43%
14	12-03-86	39	No Insercional	73	80	85	95	83.25	9.59%	6.25%	11.76%	30.14%
15	01-11-97	27	No Insercional	59	65	63	72	64.75	10.17%	-3.08%	14.29%	22.03%
16	02-02-96	29	No Insercional	71	80	84	90	81.25	12.68%	5.00%	7.14%	26.76%
17	05-04-78	47	No Insercional	74	79	82	88	80.75	6.76%	3.80%	7.32%	18.92%
18	04-01-78	47	No Insercional	61	66	72	77	69	8.20%	9.09%	6.94%	26.23%
19	05-09-80	45	No Insercional	75	85	87	95	85.5	13.33%	2.35%	9.20%	26.67%
20	25-09-87	38	No Insercional	69	80	84	92	81.25	15.94%	5.00%	9.52%	33.33%
Promedio Total		40.60		59.70	67.60	70.50	79.05	69.21	17.96%	4.93%	13.42%	42.46%

Figura 17 - Resultados Pre y Post TOCE en 20 pacientes diagnosticados con tendinopatía de Aquiles en el centro de salud “Ki Salud y Deporte” en la ciudad de La Plata.

6.4.1 Características de la muestra

La muestra estuvo compuesta por 20 pacientes con diagnóstico de tendinopatía crónica de Aquiles. La edad promedio fue de 40,6 años, con un rango etario comprendido entre 27 y 58 años. Del total de casos incluidos, 3 pacientes presentaron tendinopatía insercional y 17 tendinopatía no insercional.

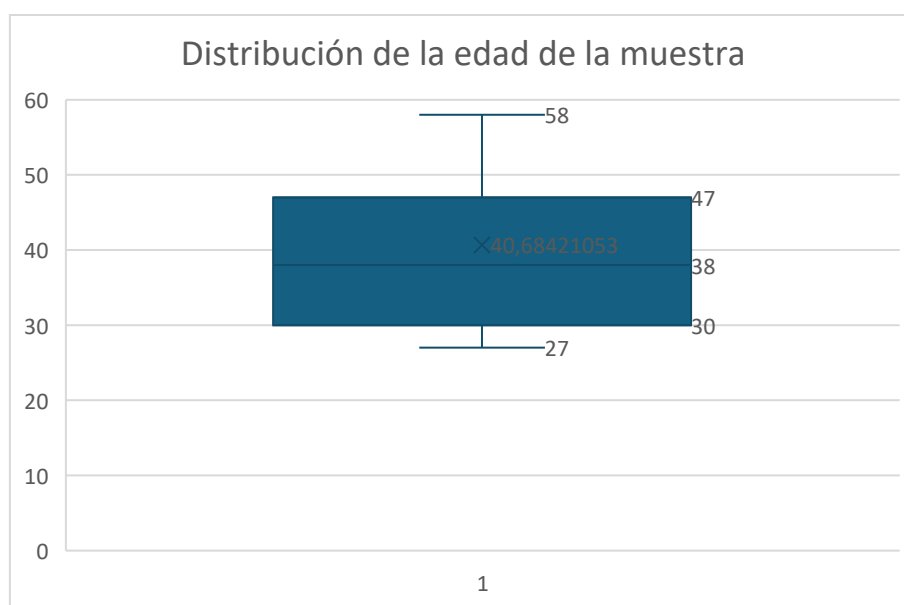


Figura 18 - Distribución de la edad de la muestra

6.4.2 Evolución global del puntaje VISA-A

El puntaje promedio basal de la escala VISA-A fue de 59,70 puntos. Luego de la tercera sesión de terapia de ondas de choque extracorpórea, el puntaje promedio ascendió a 79,05 puntos, lo que representa un incremento absoluto de 19,35 puntos en la escala. Este aumento del puntaje refleja una mejora clínica global en la función y la sintomatología del tendón de Aquiles en la muestra analizada.

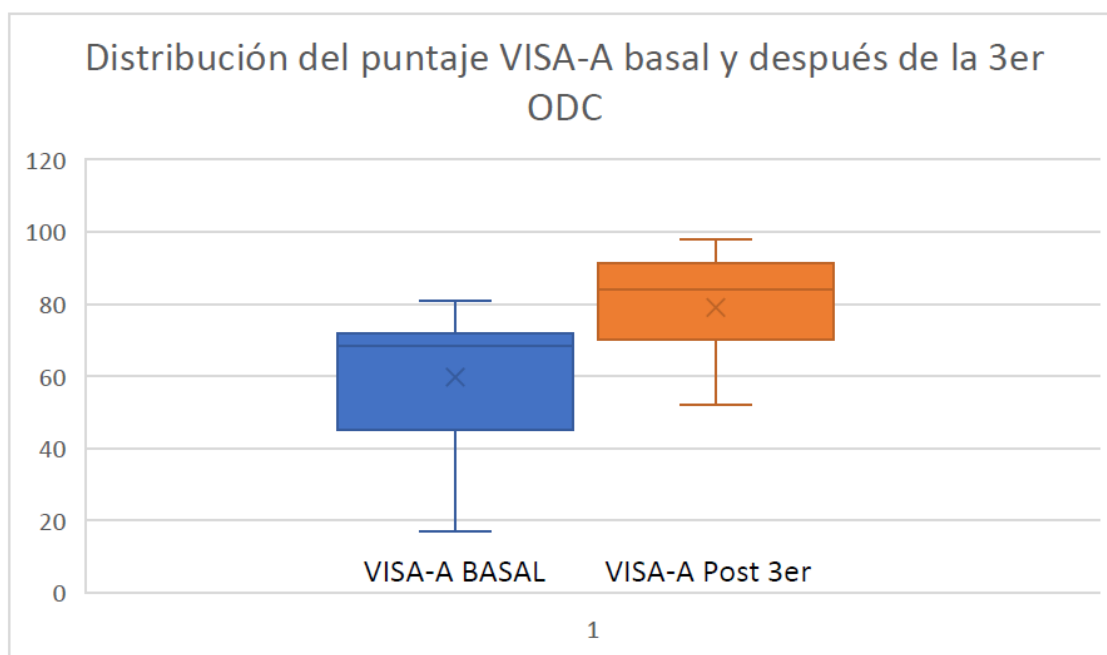


Figura 19 - Evolución global del puntaje VISA-A

6.4.3 Evolución del puntaje por sesión

El análisis seriado de los puntajes VISA-A evidenció un incremento progresivo a lo largo de las tres sesiones de tratamiento. La mayor variación se observó tras la primera sesión, seguida de incrementos adicionales posteriores a la segunda y tercera sesión, aunque de menor magnitud. Este comportamiento refleja una tendencia de mejora clínica acumulativa, caracterizada por una respuesta inicial más marcada y progresos posteriores más graduales. En la Figura 20 se presentan los valores correspondientes al promedio del puntaje VISA-A obtenido por el total de los pacientes evaluados en cada instancia.

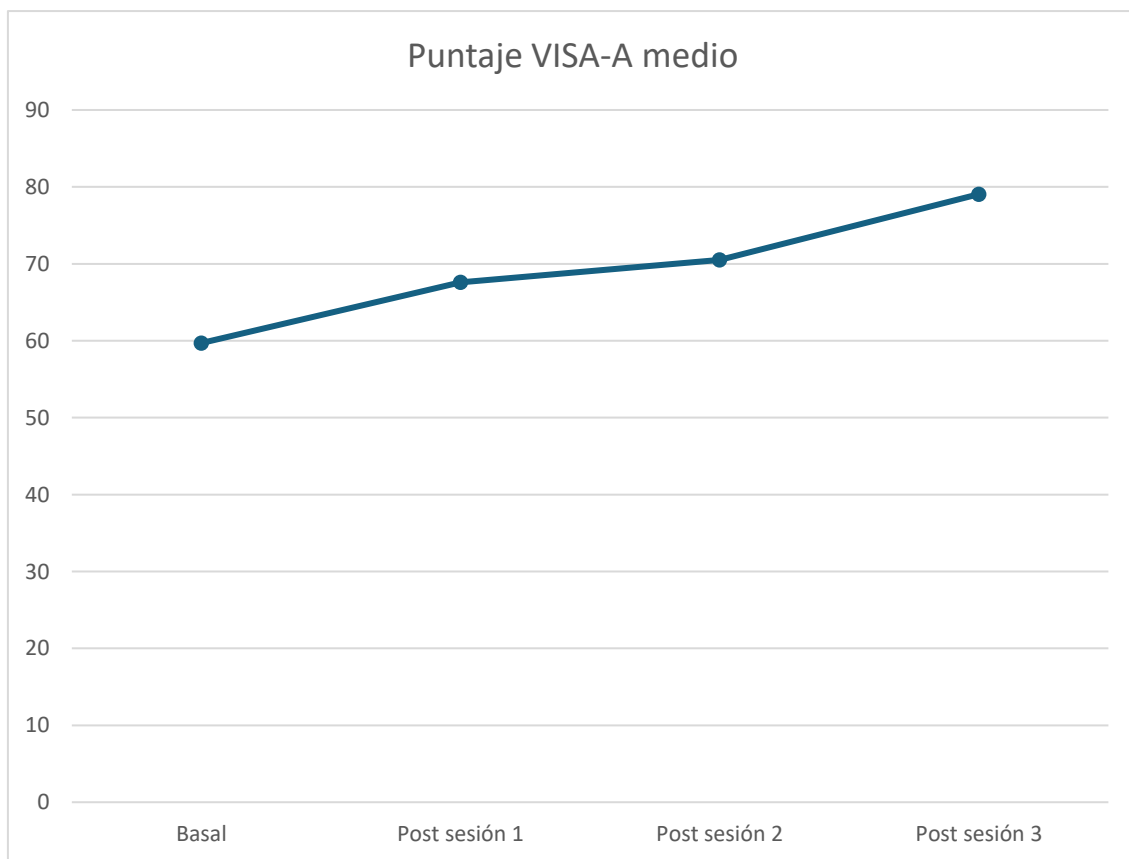


Figura 20 - Evolución del puntaje promedio por sesión de tratamiento

6.4.4 Relación entre puntaje inicial y cambio observado

En la figura 21 se muestra la relación entre el puntaje VISA-A basal y el cambio absoluto observado tras la tercera sesión de TOCE. Se observa una tendencia inversa, en la cual los pacientes con puntajes basales más bajos presentan mayores variaciones absolutas en el puntaje VISA-A, mientras que aquellos con valores iniciales más elevados muestran cambios de menor magnitud. Esta distribución podría vincularse con un mayor margen de variación clínica en los pacientes con mayor compromiso funcional al inicio, así como con la limitación propia del rango del instrumento de medición en sujetos con puntajes basales elevados. El gráfico permite visualizar la variabilidad interindividual en la respuesta al tratamiento, por lo que estos resultados deben interpretarse con cautela.

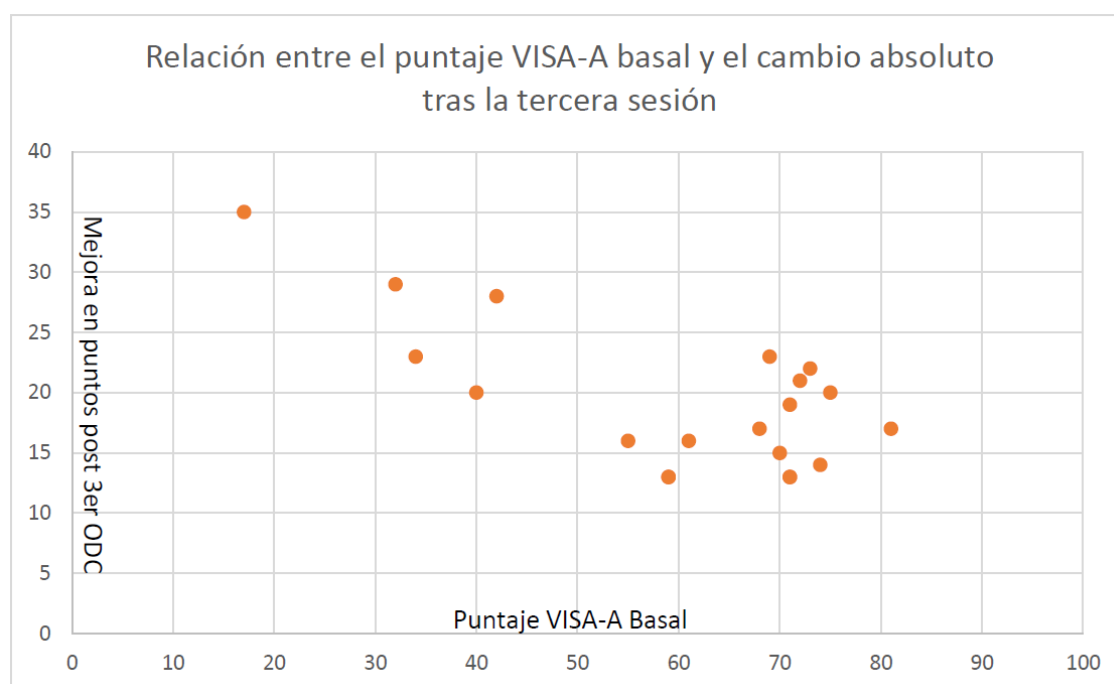


Figura 21 - Relación entre puntaje inicial y cambio observado

6.5 Análisis y discusión de los resultados

Los resultados obtenidos sugieren que la aplicación de un protocolo breve y estandarizado de tres sesiones de terapia de ondas de choque extracorpórea puede generar una mejora clínica consistente en pacientes con tendinopatía crónica de Aquiles. Si bien el diseño del estudio no permite establecer relaciones de causalidad, la evolución favorable de los puntajes VISA-A observada a lo largo del tratamiento refuerza la hipótesis de que la TOCE constituye una herramienta terapéutica eficaz dentro del abordaje conservador de esta patología.

La mayor magnitud de cambio registrada tras la primera sesión puede interpretarse en relación con el efecto analgésico inicial de la TOCE, ampliamente descrito en la literatura, mientras que las mejoras progresivas posteriores podrían vincularse con procesos de bioactivación y reparación tisular inducidos por la dosificación aplicada. En este sentido, el protocolo utilizado con el dispositivo BTL-6000 RSWT, caracterizado por una progresión en la intensidad de aplicación (1,5 a 4,0 bar) y un total de 6000 pulsos por sesión, se alinea con la evidencia actual que recomienda esquemas progresivos para optimizar la respuesta biológica del tejido tendinoso (43)

Asimismo, la energía administrada durante el tratamiento supera el umbral mínimo reportado como necesario para inducir procesos regenerativos a nivel tendinoso ($\geq 0,2$ mJ/mm²), lo cual ha sido respaldado por estudios previos en tendinopatía de Aquiles, como el de Rompe et al. (2007) (44). Esta adecuación en la dosificación podría explicar, al menos en parte, la respuesta clínica favorable observada en la mayoría de los pacientes.

Por otro lado, en la presente muestra, los pacientes con tendinopatía no insercional presentaron una evolución clínica más favorable en comparación con aquellos con compromiso insercional. Dado el tamaño reducido de la muestra y la distribución desigual entre subgrupos, este hallazgo debe interpretarse con cautela y no permite establecer conclusiones definitivas. No obstante, esta observación resulta concordante con lo descrito en estudios previos (43) (44), donde se señalan posibles diferencias vinculadas a la vascularización, el entorno mecánico y el estado estructural del tejido tendinoso.

Finalmente, la relación inversa observada entre el puntaje basal y la magnitud del cambio clínico sugiere que los pacientes con mayor compromiso funcional inicial tienden a experimentar mejoras más marcadas, mientras que aquellos con valores basales elevados presentan progresos absolutos menores, aunque clínicamente relevantes. En conjunto, estos hallazgos refuerzan el rol de la TOCE como una herramienta terapéutica válida dentro del abordaje conservador de la tendinopatía aquílea, siempre que se aplique con una dosificación adecuada y un seguimiento clínico sistemático.

A pesar de la consistencia de los resultados observados, deben reconocerse las limitaciones inherentes al diseño del estudio, entre ellas el tamaño muestral reducido, la ausencia de un grupo control y el carácter descriptivo del análisis. Asimismo, durante el período de intervención no se estandarizó ni se controló el nivel de actividad física o la realización de ejercicio terapéutico por parte de los pacientes, quienes mantuvieron conductas heterogéneas en relación con la carga mecánica. Del mismo modo, si bien se indicó evitar la ingesta de antiinflamatorios no esteroideos y la aplicación de crioterapia durante el tratamiento, no se realizó un control objetivo del cumplimiento de estas recomendaciones. Estas condiciones limitan la posibilidad de generalizar los hallazgos y de atribuir causalidad de manera concluyente. Sin embargo, los resultados obtenidos aportan información clínica relevante en un contexto de práctica asistencial real y constituyen un punto de partida para futuras investigaciones con diseños metodológicos más robustos.

VII. CONCLUSIÓN FINAL

Los resultados obtenidos en el presente estudio sugieren que la terapia de ondas de choque extracorpórea (TOCE) puede generar mejoras clínicas y funcionales relevantes en pacientes con tendinopatía crónica del tendón de Aquiles. En esta serie de casos, la evolución favorable de los puntajes VISA-A tras tres sesiones de tratamiento refleja una disminución del dolor y una mejora de la función y de la tolerancia a la carga.

La respuesta clínica observada desde la primera sesión y su progresión a lo largo del protocolo resultan coherentes con los mecanismos fisiológicos atribuidos a la TOCE, tales como la modulación analgésica, la mejora de la microcirculación y la estimulación de procesos de reparación tisular. En este sentido, los hallazgos obtenidos refuerzan el valor de la TOCE como una herramienta terapéutica válida dentro del abordaje conservador de la tendinopatía aquilea, especialmente cuando se aplica con una dosificación adecuada y un seguimiento clínico sistemático.

No obstante, los resultados deben interpretarse considerando las limitaciones metodológicas del estudio, entre ellas el tamaño muestral reducido, la ausencia de grupo control y la falta de seguimiento a largo plazo, que impiden establecer relaciones causales definitivas o generalizar los hallazgos.

En síntesis, este trabajo aporta evidencia clínica en un contexto de práctica asistencial real que respalda el uso de la TOCE como un recurso terapéutico potencialmente beneficioso en pacientes con tendinopatía aquilea, al tiempo que subraya la necesidad de continuar investigando esta intervención mediante estudios con mayor rigor metodológico. Asimismo, tal como señalan Docking y Cook (45), la comprensión de los eventos iniciales que desencadenan la tendinopatía continúa siendo un desafío, cuyo abordaje permitirá optimizar tanto la prevención como las estrategias terapéuticas futuras, incluida la TOCE.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fares MY, Khachfe HH, Salhab HA, Zbib J, Fares Y, Fares J. Achilles tendinopathy: exploring injury characteristics and current treatment modalities. *Foot (Edinb)*. 2021;46:101715.
2. Wheeler PC. Extracorporeal shock wave therapy plus rehabilitation for insertional and noninsertional Achilles tendinopathy shows good results across a range of domains of function. *J Foot Ankle Surg*. 2019;58(4):617-22.
3. Yan B, Wan Y, Zhang H, Pan M, Zhou C. Extracorporeal shockwave therapy for patients with chronic Achilles tendinopathy in long or short course. *Biomed Res Int*. 2020;2020:7525096.
4. Chen J, Zhang X, Wang Y, Chen Z. A treatment protocol for Achilles tendinopathy with extracorporeal shockwave therapy. *J Vis Exp*. 2024;(210).
5. Jurado Bueno A. Tendón: valoración y tratamiento en fisioterapia. Badalona: Paidotribo; 2011.
6. Scott A, Squier K, Alfredson H, Bahr R, Cook JL, Coombes B, et al. ICON 2019: International Scientific Tendinopathy Symposium consensus: clinical terminology. *Br J Sports Med*. 2020;54(5):260-2.
7. Allenmark C. Partial Achilles tendon tears. *Clin Sports Med*. 1992;11(4):759-69.
8. Nunley JA. The Achilles tendon: treatment and rehabilitation. New York: Springer; 2009.
9. Chen TM, Rozen WM, Pan W, Ashton MW, Richardson MD, Taylor GI. The arterial anatomy of the Achilles tendon: anatomical study and clinical implications. *Clin Anat*. 2009;22(3):377-85.
10. Winnicki K, Ochała-Kłos A, Rutowicz B, Pękala PA, Tomaszewski KA. Functional anatomy, histology and biomechanics of the human Achilles tendon: a comprehensive review. *Ann Anat*. 2020;229:151461.
11. Pizzolato C, Lloyd DG, Barrett RS, Cook JL, Zheng MH, Besier TF, et al. Bioinspired technologies to connect musculoskeletal mechanobiology to the person for training and rehabilitation. *Front Comput Neurosci*. 2017;11:96.
12. Puddu G, Ippolito E, Postacchini F. A classification of Achilles tendon disease. *Am J Sports Med*. 1976;4(4):145-50.
13. Cook JL, Rio E, Purdam CR, Docking SI. Revisiting the continuum model of tendon pathology: what is its merit in clinical practice and research? *Br J Sports Med*. 2016;50(19):1187-91.
14. Albers IS, Zwerver J, Diercks RL, Dekker JH, Van den Akker-Scheek I. Incidence and prevalence of lower extremity tendinopathy in a Dutch general practice population: a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17:16.
15. Florit D, Pedret C, Casals M, Malliaras P, Sugimoto D, Rodas G. Incidence of tendinopathy in team sports in a multidisciplinary sports club over 8 seasons. *J Sports Sci Med*. 2019;18(4):780-8.
16. Alfredson H, Pietilä T, Jonsson P, Lorentzon R. Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *Am J Sports Med*. 1998;26(3):360-6.
17. Medina Pabón MA, Naqvi U. Achilles tendinopathy. En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [citado 19 Abr 2025]. Disponible en: ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK538149

18. Charles R, Fang L, Zhu R, Wang J. The effectiveness of shockwave therapy on patellar tendinopathy, Achilles tendinopathy, and plantar fasciitis: a systematic review and meta-analysis. *Front Immunol.* 2023;14:1193835.
19. Rio E, Moseley L, Purdam C, Samiric T, Kidgell D, Pearce AJ, et al. The pain of tendinopathy: physiological or pathophysiological? *Sports Med.* 2014;44(1):9-23.
20. McAuliffe S, Synott A, Casey H, McCreesh K, Purtill H, O'Sullivan K. Beyond the tendon: experiences and perceptions of people with persistent Achilles tendinopathy. *Musculoskelet Sci Pract.* 2017;29:108-14.
21. Maffulli N, Longo UG, Kadakia A, Spiezia F. Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Surg.* 2020;26(3):240-9.
22. Angermann P, Hovgaard D. Chronic Achilles tendinopathy in athletic individuals: results of nonsurgical treatment. *Foot Ankle Int.* 1999;20(5):304-6.
23. Öhberg L, Lorentzon R, Alfredson H. Eccentric training in patients with chronic Achilles tendinosis: normalised tendon structure and decreased thickness at follow-up. *Br J Sports Med.* 2004;38(1):8-11
24. Öhberg L, Alfredson H. Effects on neovascularisation behind the good results with eccentric training in chronic mid-portion Achilles tendinosis? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2004;12(5):465-70.
25. Moya D. Mitos, verdades, dudas y confusiones sobre las ondas de choque y su rol en la enfermedad musculoesquelética. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol.* 2024;89(2):199-209.
26. Simplicio CL, Purita J, Murrell W, Santos GS, Dos Santos RG, Lana JFSD. Extracorporeal shock wave therapy mechanisms in musculoskeletal regenerative medicine. *J Clin Orthop Trauma.* 2020;11(Suppl 3):S309-18.
27. Schroeder AN, Tenforde AS, Jelsing EJ. Extracorporeal shockwave therapy in the management of sports medicine injuries. *Curr Sports Med Rep.* 2021;20(6):298-305.
28. Ondas de choque. En: *Descriptores en Ciencias de la Salud (DeCS)* [Internet]. BIREME/OPS/OMS; 2025. Disponible en: decs.bvsalud.org
29. Loske AM, Moya D. Shock waves and radial pressure waves: time to put a clear nomenclature into practice. *J Regen Sci.* 2021;1(1):4-8.
30. Auersperg V, Trieb K. Extracorporeal shock wave therapy: an update. *EFORT Open Rev.* 2020;5(10):584-92.
31. Moya D, Ramón S, Schaden W, Wang CJ, Guiloff L, Cheng JH. The role of extracorporeal shockwave treatment in musculoskeletal disorders. *J Bone Joint Surg Am.* 2018;100(3):251-63.
32. Ko VMC, Cao M, Qiu J, Fong ICK, Fu SC, Yung PSH, et al. Comparative short-term effectiveness of non-surgical treatments for insertional Achilles tendinopathy: a systematic review and network meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2023;24(1):102.
33. Abdelkader NA, Helmy MNK, Fayaz NA, Saweeres ESB. Short- and intermediate-term results of extracorporeal shockwave therapy for noninsertional Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Int.* 2021;42(6):788-97.

34. Mansur NSB, Matsunaga FT, Carrazzone OL, Schiefer Dos Santos B, Nunes CG, Aoyama BT, et al. Shockwave therapy plus eccentric exercises versus isolated eccentric exercises for Achilles insertional tendinopathy: a double-blinded randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2021;103(14):1295-302.
35. Gatz M, Schweda S, Betsch M, Dirrichs T, de la Fuente M, Reinhardt N, et al. Line- and point-focused extracorporeal shock wave therapy for Achilles tendinopathy: a placebo-controlled RCT study. *Sports Health*. 2021;13(5):511-8.
36. Paantjens MA, Helmhout PH, Backx FJG, van Etten-Jamaludin FS, Bakker EWP. Extracorporeal shockwave therapy for mid-portion and insertional Achilles tendinopathy: a systematic review of randomized controlled trials. *Sports Med Open*. 2022;8(1):68.
37. Feeney KM. The effectiveness of extracorporeal shockwave therapy for mid-portion Achilles tendinopathy: a systematic review. *Cureus*. 2022;14(7):e26960.
38. Pinitkwandee S, Laohajaroensombat S, Orapin J, Woratanarat P. Effectiveness of extracorporeal shockwave therapy in the treatment of chronic insertional Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Int*. 2020;41(4):403-10.
39. Burton I. Combined extracorporeal shockwave therapy and exercise for the treatment of tendinopathy: a narrative review. *Sports Med Health Sci*. 2022;4(1):8-17.
40. Santamato A, Beatrice R, Micello MF, Fortunato F, Panza F, Bristogiannis C, et al. Power Doppler ultrasound findings before and after focused extracorporeal shock wave therapy for Achilles tendinopathy: a pilot study on pain reduction and neovascularization effect. *Ultrasound Med Biol*. 2019;45(5):1316-23.
41. Zhi X, Liu X, Han J, Xiang Y, Wu H, Wei S, et al. Nonoperative treatment of insertional Achilles tendinopathy: a systematic review. *J Orthop Surg*. 2021;16(1):233.
42. Jarin I, Bäcker HC, Vosseller JT. Meta-analysis of noninsertional Achilles tendinopathy. *Foot Ankle Int*. 2020;41(6):744-54.
43. Wang CJ. Extracorporeal shockwave therapy in musculoskeletal disorders. *J Orthop Surg*. 2012;7:11.
44. Rompe JD, Furia J, Maffulli N. Eccentric loading versus eccentric loading plus shock-wave treatment for mid-portion Achilles tendinopathy: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med*. 2009;37(3):463-70.
45. Cook JL, Screen HRC. Tendon pathology: have we missed the first step in the development of pathology? *J Appl Physiol*. 2018;125(4):1349-50.