

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

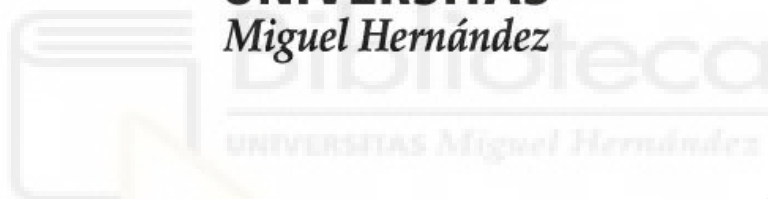
FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández



EFFECTOS DE LA TERAPIA CON ONDAS DE CHOQUE EXTRACORPÓREAS TRAS

CIRUGÍA DE RECONSTRUCCIÓN DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR.

UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

AUTOR: MAESTRE AZORÍN, LUIS

TUTOR: LÓPEZ MATEU, RAMÓN

Departamento y área: Patología y

cirugía **Curso académico:** 2023-2024

Convocatoria de junio 2024

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| RESUMEN | 4 |
| ABSTRACT | 5 |
| INTRODUCCIÓN | 6 |
| Anatomía y función del LCA | 6 |
| Rotura del LCA..... | 6 |
| Reconstrucción del LCA | 6 |
| Injerto | 7 |
| Ligamentización | 7 |
| Ondas de choque..... | 8 |
| Justificación del tema..... | 8 |
| HIPÓTESIS | 9 |
| PREGUNTA PICO | 10 |
| OBJETIVOS | 11 |
| Objetivo principal | 11 |
| Objetivos específicos | 11 |
| MATERIAL Y MÉTODOS | 12 |
| Autorización del trabajo | 12 |
| Estrategia de búsqueda bibliográfica | 12 |
| Criterios de selección | 12 |
| Artículos seleccionados..... | 12 |
| Calidad metodológica..... | 13 |
| RESULTADOS | 14 |
| DISCUSIÓN | 16 |
| Limitaciones | 20 |
| CONCLUSIONES | 21 |
| BIBLIOGRAFÍA | 22 |
| ANEXOS | 27 |
| Anexo 1, Tabla 1 | 27 |
| Anexo 2, Figura 1 | 27 |
| Anexo 3, Figura 2 | 28 |
| Anexo 4, Tabla 2..... | 29 |
| Anexo 5, Tabla 3..... | 30 |

GLOSARIO DE SIGLAS

ACLR: “anterior cruciate ligament reconstruction”

BPTB: “patellar tendon autograft”

DMO: densidad mineral ósea

ESWT: “extracorporeal shock wave therapy”

EVA: Escala Visual Analógica

HT: “hamstring autograft”

IKDC: “International Knee Documentation Committee”

LCA: ligamento cruzado anterior

LKS: “Lysholm Knee Score”

PEDro: “Physiotherapy Evidence Database”

ROM: rango de movimiento

SIR: “signal intensity ratio”

SNQ: “signal-to-noise quotient”

TAS: “Tegner Activity Score”

TGA: “Gait Assessment Scale”



RESUMEN

Introducción: La rotura del ligamento cruzado anterior es muy común y generalmente se trata mediante una reconstrucción con un autoinjerto, que debe adaptarse a su nueva anatomía y función para conseguir resultados óptimos. Los fisioterapeutas utilizan cada vez más la terapia de ondas de choque extracorpóreas por las características que tiene y los efectos que produce en trastornos musculoesqueléticos, principalmente óseos y tendinosos.

Objetivos: Conocer si la aplicación de la terapia de ondas de choque extracorpóreas proporciona resultados más favorables tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda bibliográfica de ensayos clínicos en humanos publicados entre 2014 y 2024 en las bases de datos PubMed, Cochrane Library, ScienceDirect y Web of Science. Se obtuvieron seis artículos.

Resultados: Los estudios incluidos evaluaron principalmente la funcionalidad de la rodilla, el dolor percibido y la maduración del injerto tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Los resultados se compararon entre grupos de intervención que recibieron terapia de ondas de choque extracorpóreas y grupos de control que no la recibieron.

Conclusiones: Los resultados tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior se muestran más favorables cuando se aplica la terapia de ondas de choque extracorpóreas combinada correctamente con un adecuado protocolo de rehabilitación posoperatoria. Sin embargo, es un tema que se debe seguir investigando porque la evidencia todavía es limitada.

Palabras clave: “Fisioterapia”, “Rehabilitación”, “Terapia de Ondas de Choque Extracorpóreas”, “Ligamento Cruzado Anterior”, “Reconstrucción del Ligamento Cruzado Anterior”

ABSTRACT

Introduction: Anterior cruciate ligament rupture is very common and is usually treated by reconstruction with an autograft, which must be adapted to its new anatomy and function to achieve optimal results. Physiotherapists are increasingly using extracorporeal shock wave therapy because of its characteristics and the effects it produces on musculoskeletal disorders, mainly bone and tendon.

Objectives: To find out if the application of extracorporeal shock wave therapy provides better results after anterior cruciate ligament reconstruction.

Material and methods: A bibliographic search of clinical trials in humans published between 2014 and 2024 was conducted in PubMed, Cochrane Library, ScienceDirect and Web of Science databases. Six articles were obtained.

Results: The included studies mainly assessed knee function, perceived pain and graft maturation after anterior cruciate ligament reconstruction. The results were compared between intervention groups that received extracorporeal shock wave therapy and control groups that did not.

Conclusions: Results after anterior cruciate ligament reconstruction are most favourable when extracorporeal shock wave therapy is correctly combined with an appropriate post-operative rehabilitation protocol. However, this is a topic for further research because the evidence is still limited.

Key words: “Physiotherapy”, “Rehabilitation”, “Extracorporeal Shock Wave Therapy”, “Anterior Cruciate Ligament”, “Anterior Cruciate Ligament Reconstruction”

1. INTRODUCCIÓN

Anatomía y función del LCA

El ligamento cruzado anterior (LCA) es una banda de tejido conectivo de colágeno tipo I compuesta por dos haces, anteromedial y posterolateral (Giuliani et al., 2009), con origen en la pared medial del cóndilo femoral lateral e insertándose anteriormente a la eminencia tibial intercondílea (Siegel et al., 2012; Petersen y Tillmann, 2002). El LCA forma parte de la articulación femorotibial, junto a estructuras como los meniscos, el ligamento cruzado posterior y los ligamentos colaterales medial y lateral (Flandry y Hommel, 2011), y actúa, principalmente, restringiendo la traslación anterior de la tibia y, secundariamente, como estabilizador del valgo y de la rotación interna de la tibia (Hassebrock et al., 2020; Giuliani et al., 2009; Vaienti et al., 2017).

Rotura del LCA

La rotura del LCA genera una gran discapacidad a corto plazo y posibles secuelas a largo plazo (Hewett et al., 2016), y es muy común. Se estima una incidencia de 68,6 por cada 100.000 personas al año (Sanders et al., 2016). Son los deportistas jóvenes los principales afectados, representando entre 100.000 y 200.000 casos anuales (Larwa et al., 2021), teniendo las atletas femeninas una tasa de lesión de 2 a 8 veces superior a la de los hombres por su predisposición a tener: mayor ángulo Q, desequilibrios entre cuádriceps e isquiotibiales y menor fuerza en los abductores de cadera (Hewett et al., 2016; Larwa et al., 2021). La rotura puede darse por mecanismos sin contacto —un 72% de los casos, mayoritariamente en cambios de dirección, pivotes o aterrizajes— o por mecanismos con contacto —el 28% de los casos, como resultado, fundamentalmente, de que la rodilla cede en valgo— (Boden et al., 2000).

Reconstrucción del LCA

Un posible tratamiento para las roturas del LCA es el conservador, pero la mayoría de pacientes son sometidos a una reconstrucción del ligamento cruzado anterior (ACLR), porque la cirugía con una adecuada rehabilitación posterior es la opción de primera línea cuando existe inestabilidad en la vida diaria o se pretende volver a realizar actividades con pivotes, aterrizajes y cambios de dirección

(Spindler y Wright, 2008). En 2014, la tasa general de ACLR fue de 74,6 por cada 100.000 personas al año, cifra que crece anualmente (Herzog et al., 2018).

Cuando la reparación es a partir de los 6 meses, aumenta el riesgo de sufrir lesiones meniscales y condrales y de perder la extensión completa de rodilla; también hay un alto riesgo de perder la extensión completa cuando es antes de los 21 días, aumentando el riesgo cuanto más pronto se realice. Además, es importante realizar un programa de rehabilitación preoperatoria para evitar que, al llegar el momento de la reparación, el déficit de fuerza del cuádriceps sea del 20% o mayor en comparación con el contralateral (Paschos y Howell, 2017).

Injerto

Los dos injertos más utilizados en la ACLR son: el autoinjerto de tendón rotuliano (BPTB) —compuesto por tendón rotuliano, un tapón óseo de la rótula y un tapón óseo del fémur— y el autoinjerto de tendones isquiotibiales (HT), pudiendo ser de semitendinoso solo o acompañado de tendón del grácil (Lin et al., 2020).

Las ventajas del BPTB son: mayor resistencia y rigidez, aporta mayor estabilidad, el injerto ligamentiza antes y tiene tasas menores de recidivas y fracasos. Por otro lado, el HT ofrece una menor morbilidad y regeneración más rápida de la zona donante, las incisiones y cicatrices son más pequeñas y tiene tasas menores de osteoartritis, de déficit en la extensión completa de rodilla, de dolor anterior de rodilla y de dolor al arrodillarse (Paschos y Howell, 2017; Lin et al., 2020). Pese a sus diferencias, ambos logran resultados satisfactorios y la elección final depende del cirujano en base a su experiencia (Thaunat et al., 2019).

Ligamentización

Para evitar el fracaso del injerto —hecho que sucede tras el 12% de las ACLR (Salmon et al., 2005)— y obtener la mayor funcionalidad posible, se necesita una óptima ligamentización. La ligamentización es un conjunto de continuos procesos biológicos que adaptan el injerto para que sea lo más similar posible al LCA, aunque nunca lograrán reproducir su anatomía ni su función. El proceso se divide en tres etapas, aunque todavía no existe consenso sobre sus duraciones, y son: la fase de inflamación y

necrosis avascular, la fase de remodelación y revascularización y la fase de maduración del injerto (Claes et al., 2011; Thauinat et al., 2019).

Cabe señalar que, en los artículos estudiados, para hablar de la ligamentización se emplea el término “maduración”. Por ello, de aquí en adelante se utilizará esta palabra.

Ondas de choque

La terapia con ondas de choque extracorpóreas (ESWT) es una terapia no invasiva, que, mediante la emisión de ondas sonoras que se propagan por los tejidos, genera un proceso de mecanotransducción que fomenta la regeneración tisular, la cicatrización de heridas, el aumento de la vascularización, la angiogénesis, la fragmentación de calcio, la analgesia, la osteogénesis y la curación ósea. Por ello, cada vez es más utilizada por los fisioterapeutas en trastornos musculoesqueléticos, principalmente óseos y tendinosos (Auersperg y Trieb, 2020; Simplicio et al., 2020)

Existen dos tipos de ondas de choque. Las radiales ejercen su máxima presión en la zona de contacto del cabezal y luego la energía se dispersa, llegando hasta los 40mm de penetración; y las focales pueden alcanzar hasta 80mm de profundidad y la energía se focaliza hasta ejercer su máxima presión en el punto más profundo. Ambas pueden considerarse para el tratamiento, porque son terapias seguras —por sus pocos efectos secundarios— y eficaces (Simplicio et al., 2020; Liao et al., 2018).

Justificación del tema

Dadas las características de la ESWT, podría fomentar la funcionalidad de la rodilla, la analgesia o la maduración del injerto, contribuyendo a una adaptación más rápida y eficaz del injerto a su nueva anatomía y función, obteniendo así mejores resultados. Sin embargo, su uso no es considerado por los fisioterapeutas durante la rehabilitación posoperatoria. Por ello, en esta revisión van a exponerse los resultados de estudios que emplean la ESWT tras la ACLR.

2. HIPÓTESIS

La terapia con ondas de choque extracorpóreas combinada correctamente con un adecuado protocolo de rehabilitación tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior, obtendría resultados de mayor calidad.



3. PREGUNTA PICO

¿La terapia con ondas de choque extracorpóreas en pacientes sometidos a una reconstrucción del ligamento cruzado anterior fomenta la funcionalidad de la rodilla, la analgesia y la maduración del injerto?

Ver *ANEXO 1: TABLA 1. Pregunta PICO. Fuente: elaboración propia.*



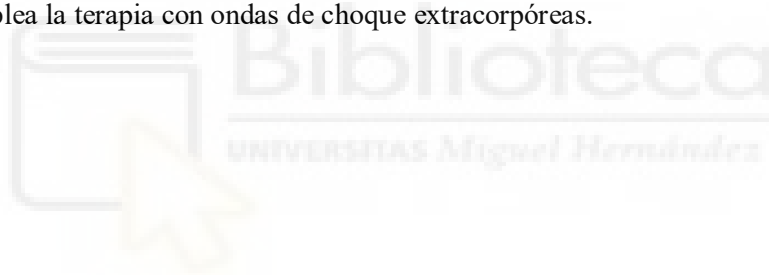
4. OBJETIVOS

Objetivo principal

Comprobar si los resultados tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior mejoran al combinar correctamente la terapia de ondas de choque extracorpóreas con un adecuado protocolo de rehabilitación posoperatoria.

Objetivos específicos

- Explorar si la terapia con ondas de choque extracorpóreas fomenta la funcionalidad de la rodilla tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.
- Revisar si la terapia de ondas de choque extracorpóreas contribuye a la disminución del dolor percibido tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.
- Investigar si la maduración del injerto tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior es mayor cuando se emplea la terapia con ondas de choque extracorpóreas.



5. MATERIAL Y MÉTODOS

Autorización del trabajo

La Oficina de Investigación Responsable (OIR) de la Universidad Miguel Hernández ha autorizado la realización de esta revisión bibliográfica mediante el Código de Investigación Responsable (COIR): **TFG.GFI.RLM.LMA.240512**.

Ver *ANEXO 2: FIGURA 1. Autorización de la revisión. Fuente: Oficina de Investigación Responsable.*

Estrategia de búsqueda bibliográfica

Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos PubMed, Cochrane Library, ScienceDirect y Web of Science. La búsqueda comenzó el 28 de marzo de 2024 y finalizó el 25 de abril de 2024. Las palabras clave empleadas fueron “Extracorporeal Shock Wave Therapy”, “ESWT”, “Anterior Cruciate Ligament” y “ACL”, combinándose mediante los operadores booleanos “AND” y “OR”, dando como resultado la siguiente ecuación de búsqueda: ((Extracorporeal Shock Wave Therapy) OR (ESWT)) AND ((ACL) OR (Anterior Cruciate Ligament)). Posteriormente, se incluyó el filtro de tiempo de 2014-2024.

Criterios de selección

Los criterios de inclusión empleados fueron: artículos publicados entre 2014 y 2024, que fuesen ensayos clínicos controlados aleatorizados o no aleatorizados, que se hubiese realizado ACLR tras rotura previa del ACL, que se comparasen resultados entre grupos de control sin ESWT y grupos de intervención con ESWT en la rehabilitación tras la ACLR.

Los criterios de exclusión utilizados fueron: artículos duplicados y que los pacientes no fuesen humanos.

Artículos seleccionados

Al formular la ecuación de búsqueda ((Extracorporeal Shock Wave Therapy) OR (ESWT)) AND ((ACL) OR (Anterior Cruciate Ligament)) en las cuatro bases de datos, se obtuvieron en total 455 artículos. Tras someterlos a los criterios de selección y realizar una lectura crítica, se obtuvieron, finalmente, un total de 6 artículos para realizar la revisión bibliográfica.

Para observar los datos cuantitativos de la búsqueda, ver *ANEXO 3: FIGURA 2. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica. Fuente: elaboración propia.*

Calidad metodológica

Para evaluar la calidad metodológica de los artículos seleccionados, se ha empleado la escala “Physiotherapy Evidence Database” (PEDro), una escala ideada para evaluar la calidad metodológica de ensayos clínicos. Está compuesta por 11 ítems que engloban: el ítem 1, la validez externa; los ítems 2 a 9, la validez interna; y los ítems 10 y 11, la información estadística. Todos los ítems, excepto el primero, se puntúan con 1 si se cumple el criterio, o con 0 si no se cumple, obteniendo una posible puntuación total de 0 a 10 (Cashin y McAuley, 2020).

Un ensayo muestra una puntuación de 4 (Rahim et al., 2022), uno de 5 (Weninger et al., 2023), uno de 6 (Fang et al., 2022), uno de 7 (Wang et al., 2014), uno de 8 (Song et al., 2024) y uno de 9 (Zhang et al., 2023). La puntuación media de los seis es 6,5. Cada ensayo aparece con su correspondiente puntuación detallada en una tabla en los anexos. Ver *ANEXO 4: TABLA 2. Puntuación de la calidad de los artículos según la escala PEDro. Fuente: elaboración propia.*

6. RESULTADOS

Los seis artículos incluidos finalmente en esta revisión bibliográfica tras el proceso de selección realizado se han detallado en una tabla resumen de los resultados en los anexos. Ver *ANEXO 5: TABLA 3. Tabla de resultados. Fuente: elaboración propia.*

Los principales datos de los artículos, expuestos en la tabla, son: título, autor y año de publicación, tipo de estudio, objetivos, tamaño de la muestra, intervención, variables y medidas de resultados y resultados. Los principales resultados evaluados fueron la funcionalidad de la rodilla, el dolor percibido y la maduración del injerto.

En cuanto al tipo de estudio, cinco son ensayos controlados aleatorizados (Song et al., 2024; Zhang et al., 2023; Weninger et al., 2023; Fang et al., 2022; Wang et al., 2014) y uno es un ensayo controlado no aleatorizado (Rahim et al., 2022).

El tamaño muestral global al inicio de los estudios fue de 298 pacientes. Tras las pérdidas muestrales que hubo durante su realización, la muestra final fue de 280 pacientes —215 hombres y 65 mujeres—, con una media de 29,67 años de edad.

En los estudios se han empleado las siguientes escalas para evaluar algunos resultados: la “Lysholm Knee Score” (LKS), que es una escala de evaluación de la funcionalidad de la rodilla, valorando cojera, apoyo, bloqueo, inestabilidad, dolor, hinchazón, subir escaleras y en cuclillas (Collins et al., 2011); el cuestionario “International Knee Documentation Committee” (IKDC), como formulario de evaluación subjetiva del nivel de actividad y de los síntomas de dolor, rigidez, hinchazón, bloqueo y cesión en el día a día de la rodilla (Collins et al., 2011); la “Tegner Activity Score” (TAS), diseñada para ser aplicada junto a la LKS y que se emplea para puntuar el nivel de trabajo y actividades deportivas (Collins et al., 2011); la “Gait Assessment Scale” (TGA), utilizada para evaluar la recuperación de la marcha; y la Escala Visual Analógica (EVA), utilizada para medir específicamente el dolor (Bijur et al., 2001).

Otras variables evaluadas referentes a la funcionalidad fueron: el regreso a la actividad física, el rango de movimiento (ROM), la laxitud y estabilidad de la rodilla y el control de la postura.

En cuanto al injerto y los túneles óseos, las variables medidas fueron: la densidad mineral ósea (DMO), la maduración del injerto y la curación de los túneles óseos.

En las resonancias magnéticas de algunos estudios, para analizar la maduración del injerto se utilizaron estas medidas: “signal intensity ratio” (SIR) y “signal-to-noise quotient” (SNQ). Unos valores de SIR y de SNQ menores indican una mayor maduración del injerto.



7. DISCUSIÓN

La presente revisión se centra en comprobar y recoger información de los estudios que se han realizado con el objetivo de investigar y evaluar cuáles son los efectos de la ESWT en los pacientes humanos tras ser sometidos a una cirugía de ACLR, ya que no existen revisiones que se centren específicamente en este tema, sino que más bien aparece ligado a otro tipo de aumentos biológicos y no se abarca detalladamente (Fu et al., 2023; Rodríguez-Merchán, 2021).

El primer estudio fue publicado en 2014 (Wang et al., 2014) y fue llevado a cabo por el mismo autor principal que, nueve años atrás, había publicado el primer estudio sobre los efectos de la ESWT tras ACLR, esta vez en conejos, y los resultados mostraron que la curación de la interfaz injerto-túnel fue significativamente mayor a las 8 y 24 semanas en aquellas rodillas que recibieron ESWT (Wang et al., 2005). Tras los esperanzadores resultados obtenidos, en los humanos se aplicó únicamente una ESWT —en el grupo de intervención correspondiente— sobre el túnel tibial inmediatamente después de la cirugía, tal como se les aplicó a los conejos. El grupo que recibió ESWT mostró mejores resultados de funcionalidad, estabilidad y curación y maduración del injerto y el túnel óseo, y eso dio lugar a que aumentase el interés por profundizar más en el asunto. Como se muestra en la tabla de resultados, los posteriores artículos publicados también obtuvieron diversos resultados más favorables en los grupos donde se aplicó la ESWT.

En cuanto a la funcionalidad de la rodilla, hubo un estudio que solo la valoró a través de la escala LKS una única vez, a los seis meses de la cirugía, motivo de que su calidad disminuya, por no realizar un seguimiento más extenso. Además, fue el único que no obtuvo una funcionalidad significativamente mayor en el grupo tratado con ESWT (Rahim et al., 2022).

El resto de estudios evaluaron la funcionalidad como mínimo dos veces, y combinando más de una medición, y todos ellos mostraron resultados significativamente mejores en, al menos, dos de las mediciones utilizadas.

Además, Weninger et al. (2023) también midieron el regreso a la actividad, resultando significativamente mayor en el grupo ESWT el número de pacientes que regresaron al nivel de actividad previo a la lesión y significativamente menor el tiempo en el que volvieron a realizar actividades.

Acerca del dolor percibido, solo tres estudios (Song et al., 2024; Weninger et al., 2023; Fang et al., 2022) emplearon una escala concretamente para el dolor, obteniendo resultados de dolor significativamente menores en los grupos tratados con ESWT. En todos los estudios se usaron escalas como la LKS o la IKDC, que incluyen apartados para la sensación de dolor, dando a entender que, cuando se obtienen puntuaciones significativamente mayores en los grupos tratados con ESWT en estas escalas, el dolor podría ser significativamente menor. No obstante, como no es el único parámetro evaluado en ellas y en los estudios no se detalla su puntuación específica, no se pueden obtener conclusiones certeras de la evolución del dolor en los otros tres artículos (Zhang et al., 2023; Rahim et al., 2022; Wang et al., 2014). Dicho esto, pese a que se intentan medir de la forma más objetiva posible, el dolor y la sensación de malestar no dejan de ser percepciones completamente subjetivas y cada persona tiene distintas tolerancias, lo que sugiere llevar precaución a la hora de valorar resultados.

Respecto a la maduración del injerto, el último de los estudios publicados (Song et al., 2024) no realizó ningún estudio de imagen, por lo que no podemos tenerlo en cuenta para esta variable. También en lo referente al injerto, Song et al. (2024) fueron los únicos que no mencionaron qué injerto utilizaron —en el resto utilizaron autoinjerto de HT—, un detalle importante dadas las diferencias que se pueden generar tras la cirugía dependiendo del injerto empleado.

La resonancia magnética se considera el estudio de imagen de mayor utilidad para evaluar el injerto tras ACLR, pese a que su sensibilidad y especificidad son limitadas (Weninger et al., 2023; Van Dyck et al., 2019). De este modo, fue empleada en los cinco estudios. Todos ellos —exceptuando el artículo de Rahim et al. (2022), que pese a tener dos grupos de intervención tratados con distinta dosificación de ESWT, ninguno mostró una maduración significativamente mayor frente al resto— obtuvieron una maduración significativamente mayor en el grupo con ESWT en alguna de las mediciones. No obstante, solo Zhang et al. (2023) y Fang et al. (2022) evaluaron la maduración del injerto en el túnel femoral, siendo el primer estudio el único que evidenció una maduración significativamente mayor en el grupo con ESWT.

En este apartado es necesario señalar dos aspectos. Por un lado, que en el estudio de Weninger et al. (2023) hubo más de un 30% de los participantes totales de los que no se obtuvieron resultados en las resonancias magnéticas, una pérdida significativa. Por otra parte, que Wang et al. (2014) también utilizaron radiografías, para valorar el túnel tibial —junto a la resonancia, con la que también evaluaron el túnel—, y valores de DMO, para valorar la densidad ósea de tibia y fémur. En la densidad ósea no se vieron diferencias significativas entre los grupos, pero sí se vieron en el grupo tratado con ESWT una curación de la interfaz injerto-túnel tibial significativamente mayor y un tamaño del túnel tibial significativamente menor.

Sin embargo, los resultados deben compararse con cautela porque, además de emplear mediciones y formas de evaluación diferentes, como hemos comentado, cada estudio tuvo contextos e intervenciones singulares.

Respecto a la muestra, hubo tres estudios en los que solo participaron hombres, y la muestra fue menor que en los otros estudios, por lo que se debe analizar con precaución los resultados (Zhang et al., 2023; Rahim et al., 2022; Fang et al., 2022). Además, en el estudio realizado por Rahim et al. (2022), los grupos no fueron realizados aleatoriamente, lo que disminuye severamente su credibilidad.

Siguiendo con los pacientes participantes, en todos los estudios incluyeron a aquellos que era su primera cirugía de rodilla, y, respecto a las lesiones concomitantes como los desgarros meniscales, lesiones condrales o roturas de otros ligamentos, solo un artículo detalla que hicieron la reparación pese a presentar lesiones meniscales y condrales (Wang et al., 2014). En vistas a la práctica clínica, que los pacientes presenten o no lesiones concomitantes no se puede decidir, por lo que podría ser una cuestión a tener en cuenta para futuras investigaciones.

La dosificación y aplicación de ESWT de cada estudio se basó en la experiencia previa, ya que no hay un consenso sobre una dosis óptima. Por ello, como se puede observar en la tabla de resultados, todas las intervenciones de ESWT fueron diferentes. Las debilidades reseñables fueron: dos estudios en los que no se especifica la frecuencia empleada (Rahim et al., 2022; Wang et al., 2014); un estudio en el que

no se detalla el número de sesiones a la semana (Weninger et al., 2023); y un estudio en el que no aparece cuándo se inician las intervenciones (Fang et al., 2022).

Continuando con las diferencias en las ESWT, en dos estudios se trataba de ondas de choque radiales (Song et al., 2024; Zhang et al., 2023), un tipo de ondas de choque que en un estudio *in vitro* realizado con tejidos remanentes del LCA se vio que aumentó la actividad de las células remanentes del LCA y mejoró sus capacidades de regular la actividad de las células circundantes (Lu et al., 2020). En otros dos se trataba de ondas de choque focales (Weninger et al., 2023; Wang et al., 2014). Los otros dos estudios (Rahim et al., 2022; Fang et al., 2022) no especifican si son radiales o focales, hecho a tener en cuenta al valorar los resultados. El tipo de ondas de choque, igual que la dosificación y la zona de aplicación, tienen relevancia en el tratamiento y es necesario profundizar en ello en futuros estudios para llegar a un consenso sobre cuál es la intervención de ESWT más efectiva.

Por otra parte, una rehabilitación no podría estar únicamente compuesta por la ESWT. Por este motivo, en todos los estudios ha habido un grupo de control en el que se ha realizado un protocolo estándar de rehabilitación posoperatoria. Los protocolos llevados a cabo no fueron exactamente iguales, pero todos tuvieron en común un inicio temprano que fue evolucionando de manera progresiva y equidistante al paciente, con los propósitos propios tras una cirugía de ACLR como son recuperar un ROM completo, evitar la atrofia muscular, reducir líquidos e hinchazones, eliminar el dolor, recuperar una marcha correcta e ir aumentando el entrenamiento y las cargas para conseguir que el nivel de actividad sea lo más cercano posible al previo a la lesión.

En este aspecto, uno de los artículos (Song et al., 2024) presenta dos fortalezas frente al resto. En primer lugar, en el grupo control, además del protocolo mencionado, se aplicó una intervención placebo mediante una ESWT simulada —el cabezal no transmitía ondas sonoras y no provocó efecto terapéutico—, lo cual permitió que la única variable que afectase a la diferencia entre grupos de los resultados fuese la ESWT, cosa que hace que aumente la calidad del estudio (Munnangi et al., 2023). En segundo lugar, los pacientes no solo realizaron rehabilitación posoperatoria, sino que también realizaron rehabilitación preoperatoria, lo que hace mejorar las condiciones psicológicas y funcionales

posoperatorias (Grindem et al., 2015), y es por los beneficios en los resultados posoperatorios que existe una tendencia en crecimiento de realizar trabajo preoperatorio.

En cuanto a las mediciones, hubo tres estudios que no pasaron de los seis meses de seguimiento a los participantes (Song et al., 2024; Rahim et al., 2022; Fang et al., 2022), uno que alcanzó el año (Weninger et al., 2023) y dos que alcanzaron los dos años de seguimiento (Zhang et al., 2023; Wang et al., 2014). Song et al. (2024) justifican sus tempranas mediciones comentando que la rehabilitación posoperatoria temprana es de vital importancia, así como estudiar la evolución de la rodilla a corto plazo tras la cirugía. Dicho esto, es necesario decir que cuanto más tiempo haya de seguimiento al paciente, los resultados serán más concluyentes y precisos para la evolución a largo plazo.

Un aspecto positivo de todos los estudios es que no se registraron recidivas ni otras complicaciones relevantes en los pacientes que recibieron ESWT durante el correspondiente seguimiento de cada uno.

Teniendo en cuenta las puntuaciones en la escala PEDro, dos de los ensayos (Weninger et al., 2023; Rahim et al., 2022) tienen una calidad regular (Cashin y McAuley, 2020), reduciendo así su fiabilidad. Por otro lado, dos ensayos (Zhang et al., 2023; Song et al., 2024) muestran las puntuaciones más altas, lo que les otorga una mayor credibilidad como ensayo clínico.

Con todo lo comentado y pese a que todos los estudios presentan sus debilidades, los resultados obtenidos sugieren optimismo en que la ESWT podría ser una terapia favorable en la rehabilitación tras la ACLR si se combina adecuadamente con otras intervenciones, y es un campo susceptible de seguir siendo investigado porque la evidencia todavía es muy limitada e incompleta hasta el momento.

Limitaciones

En la elaboración de la revisión, se ha presentado la dificultad de encontrar estudios por la limitada evidencia que existe sobre el tema revisado, posiblemente por ser bastante específico y novedoso. Además, muchos de los artículos trataban de estudios en otras patologías o en animales o *in vitro*, y a ello se debe la cantidad reducida de estudios incluidos en los resultados de la revisión.

8. CONCLUSIONES

- Los resultados tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior se muestran más favorables al combinar correctamente la terapia de ondas de choque extracorpóreas con un adecuado protocolo de rehabilitación posoperatoria.
- La terapia con ondas de choque extracorpóreas aparentemente promueve la funcionalidad de la rodilla tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.
- La terapia con ondas de choque extracorpóreas parece favorecer la disminución del dolor percibido tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.
- La maduración del injerto tras la reconstrucción del ligamento cruzado anterior se supone mayor al aplicar terapia con ondas de choque extracorpóreas.



BIBLIOGRAFÍA

Auersperg V, Trieb K. Extracorporeal shock wave therapy: an update. *EFORT Open Rev.* 2020 Oct 26;5(10):584-592.

Bijur PE, Silver W, Gallagher EJ. Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Acad Emerg Med.* 2001 Dec;8(12):1153-7.

Boden BP, Dean GS, Feagin JA Jr, Garrett WE Jr. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics.* 2000 Jun;23(6):573-8.

Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *J Physiother.* 2020 Jan;66(1):59.

Claes S, Verdonk P, Forsyth R, Bellemans J. The "ligamentization" process in anterior cruciate ligament reconstruction: what happens to the human graft? A systematic review of the literature. *Am J Sports Med.* 2011 Nov;39(11):2476-83.

Collins NJ, Misra D, Felson DT, Crossley KM, Roos EM. Measures of knee function: International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale (KOS-ADL), Lysholm Knee Scoring Scale, Oxford Knee Score (OKS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Activity Rating Scale (ARS), and Tegner Activity Score (TAS). *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2011 Nov;63 Suppl 11(0 11):S208-28.

Fang L, Jie X, Junhua C, Xiaojun F. Effects of divergent extracorporeal shock wave therapy on the function and stability of male knee joint after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arch Clin Psychiatry.* 2022;49(1):82-88.

Flandry F, Hommel G. Normal anatomy and biomechanics of the knee. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2011 Jun;19(2):82-92.

Fu S, Lan Y, Wang G, Bao D, Qin B, Zheng Q et al. External stimulation: A potential therapeutic strategy for tendon-bone healing. *Front Bioeng Biotechnol.* 2023 Mar 31;11.

Giuliani JR, Kilcoyne KG, Rue JP. Anterior cruciate ligament anatomy: a review of the anteromedial and posterolateral bundles. *J Knee Surg.* 2009 Apr;22(2):148-54.

Grindem H, Granan LP, Risberg MA, Engebretsen L, Snyder-Mackler L, Eitzen I. How does a combined preoperative and postoperative rehabilitation programme influence the outcome of ACL reconstruction 2 years after surgery? A comparison between patients in the Delaware-Oslo ACL Cohort and the Norwegian National Knee Ligament Registry. *Br J Sports Med.* 2015 Mar;49(6):385-9.

Hassebrock JD, Gulbrandsen MT, Asprey WL, Makovicka JL, Chhabra A. Knee Ligament Anatomy and Biomechanics. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2020 Sep;28(3):80-86.

Herzog MM, Marshall SW, Lund JL, Pate V, Mack CD, Spang JT. Trends in Incidence of ACL Reconstruction and Concomitant Procedures Among Commercially Insured Individuals in the United States, 2002-2014. *Sports Health.* 2018 Nov/Dec;10(6):523-531.

Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Paterno MV, Quatman CE. Mechanisms, prediction, and prevention of ACL injuries: Cut risk with three sharpened and validated tools. *J Orthop Res.* 2016 Nov;34(11):1843-1855.

Larwa J, Stoy C, Chafetz RS, Boniello M, Franklin C. Stiff Landings, Core Stability, and Dynamic Knee Valgus: A Systematic Review on Documented Anterior Cruciate Ligament Ruptures in Male and Female Athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Apr 6;18(7):3826.

Liao CD, Xie GM, Tsao JY, Chen HC, Liou TH. Efficacy of extracorporeal shock wave therapy for knee tendinopathies and other soft tissue disorders: a meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018 Aug 2;19(1):278.

Lin KM, Boyle C, Marom N, Marx RG. Graft Selection in Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2020 Jun;28(2):41-48.

Lu CC, Chou SH, Shen PC, Chou PH, Ho ML, Tien YC. Extracorporeal shock wave promotes activation of anterior cruciate ligament remnant cells and their paracrine regulation of bone marrow stromal cells' proliferation, migration, collagen synthesis, and differentiation. *Bone Joint Res.* 2020 Aug 11;9(8):458-468.

Munnangi S, Sundjaja JH, Singh K, Dua A, Angus LD. *Placebo Effect.* StatPearls Publishing; 2023.

Paschos NK, Howell SM. Anterior cruciate ligament reconstruction: principles of treatment. *EFORT Open Rev.* 2017 Mar 13;1(11):398-408.

Petersen W, Tillmann B. Anatomie und Funktion des vorderen Kreuzbandes. *Orthopade.* 2002 Aug;31(8):710-8.

Rahim M, Ooi FK, Shihabudin MT, Chen CK, Musa AT. The Effects of Three and Six Sessions of Low Energy Extracorporeal Shockwave Therapy on Graft Incorporation and Knee Functions Post Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Malays Orthop J.* 2022 Mar;16(1):28-39.

Rodríguez-Merchán EC. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Is Biological Augmentation Beneficial? *Int J Mol Sci.* 2021 Nov 22;22(22):12566.

Salmon L, Russell V, Musgrove T, Pinczewski L, Refshauge K. Incidence and risk factors for graft rupture and contralateral rupture after anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy*. 2005 Aug;21(8):948-57.

Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, Larson DR, Dahm DL, Levy BA et al. Incidence of Anterior Cruciate Ligament Tears and Reconstruction: A 21-Year Population-Based Study. *Am J Sports Med*. 2016 Jun;44(6):1502-7.

Siegel L, Vandenakker-Albanese C, Siegel D. Anterior cruciate ligament injuries: anatomy, physiology, biomechanics, and management. *Clin J Sport Med*. 2012 Jul;22(4):349-55.

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 May;11(Suppl 3):S309-S318.

Song Y, Che X, Wang Z, Li M, Zhang R, Wang D et al. A randomized trial of treatment for anterior cruciate ligament reconstruction by radial extracorporeal shock wave therapy. *BMC Musculoskelet Disord*. 2024 Jan 13;25(1):57.

Spindler KP, Wright RW. Clinical practice. Anterior cruciate ligament tear. *N Engl J Med*. 2008 Nov 13;359(20):2135-42.

Thaunat M, Fayard JM, Sonnery-Cottet B. Hamstring tendons or bone-patellar tendon-bone graft for anterior cruciate ligament reconstruction? *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019 Feb;105(1S):S89-S94.

Vaianti E, Scita G, Ceccarelli F, Pogliacomi F. Understanding the human knee and its relationship to total knee replacement. *Acta Biomed*. 2017 Jun 7;88(2S):6-16.

Van Dyck P, Zazulia K, Smekens C, Heusdens CHW, Janssens T, Sijbers J. Assessment of Anterior Cruciate Ligament Graft Maturity With Conventional Magnetic Resonance Imaging: A Systematic Literature Review. *Orthop J Sports Med.* 2019 Jun 3;7(6):2325967119849012.

Wang CJ, Ko JY, Chou WY, Hsu SL, Ko SF, Huang CC et al. Shockwave therapy improves anterior cruciate ligament reconstruction. *J Surg Res.* 2014 May 1;188(1):110-8.

Wang CJ, Wang FS, Yang KD, Weng LH, Sun YC, Yang YJ. The effect of shock wave treatment at the tendon-bone interface-an histomorphological and biomechanical study in rabbits. *J Orthop Res.* 2005 Mar;23(2):274-80.

Weninger P, Thallinger C, Chytilek M, Hanel Y, Steffel C, Karimi R et al. Extracorporeal Shockwave Therapy Improves Outcome after Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Hamstring Tendons. *J Clin Med.* 2023 May 9;12(10):3350.

Zhang S, Wen A, Li S, Yao W, Liu C, Lin Z et al. Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy Enhances Graft Maturation at 2-Year Follow-up After ACL Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. *Orthop J Sports Med.* 2023 Feb 2;10(9):23259671221116340.hew

ANEXOS (TABLAS Y FIGURAS)

| ANEXO 1: TABLA 1. Pregunta PICO. Elaboración propia | |
|---|--|
| P | Pacientes sometidos a una reconstrucción del ligamento cruzado anterior |
| I | Terapia con ondas de choque extracorpóreas combinada con un protocolo estándar de rehabilitación posoperatoria |
| C | Protocolos estándar de rehabilitación posoperatoria |
| O | Funcionalidad de la rodilla, dolor percibido y maduración del injerto |



INFORME DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN RESPONSABLE DE 1. TFG (Trabajo Fin de Grado)

Elche, a 13/05/2024

| | |
|--|---|
| Nombre del tutor/a | RAMÓN LÓPEZ MATEU |
| Nombre del alumno/a | LUIS MAESTRE AZORÍN |
| Tipo de actividad | Sin implicaciones ético-legales |
| Título del 1. TFG (Trabajo Fin de Grado) | Efecto de la terapia con ondas de choque extracorpóreas sobre la ligamentización del injerto tras una reconstrucción del ligamento cruzado anterior |
| Evaluación de riesgos laborales | No solicitado/No procede |
| Evaluación ética humanos | No solicitado/No procede |
| Código provisional | 240512151901 |
| Código de autorización COIR | TFG.GFI.RLM.LMA.240512 |
| Caducidad | 2 años |

Se considera que el presente proyecto carece de riesgos laborales significativos para las personas que participan en el mismo, ya sean de la UMH o de otras organizaciones.

La necesidad de evaluación ética del trabajo titulado: **Efecto de la terapia con ondas de choque extracorpóreas sobre la ligamentización del injerto tras una reconstrucción del ligamento cruzado anterior** ha sido realizada en base a la información aportada en el formulario online: "TFG/TFM: Solicitud Código de Investigación Responsable (COIR)", habiéndose determinado que no requiere ninguna evaluación adicional. Es importante destacar que si la información aportada en dicho formulario no es correcta este informe no tiene validez.

Por todo lo anterior, se autoriza la realización de la presente actividad.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos
Jefe de la Oficina de Investigación Responsable
Vicerrectorado de Investigación y Transferencia



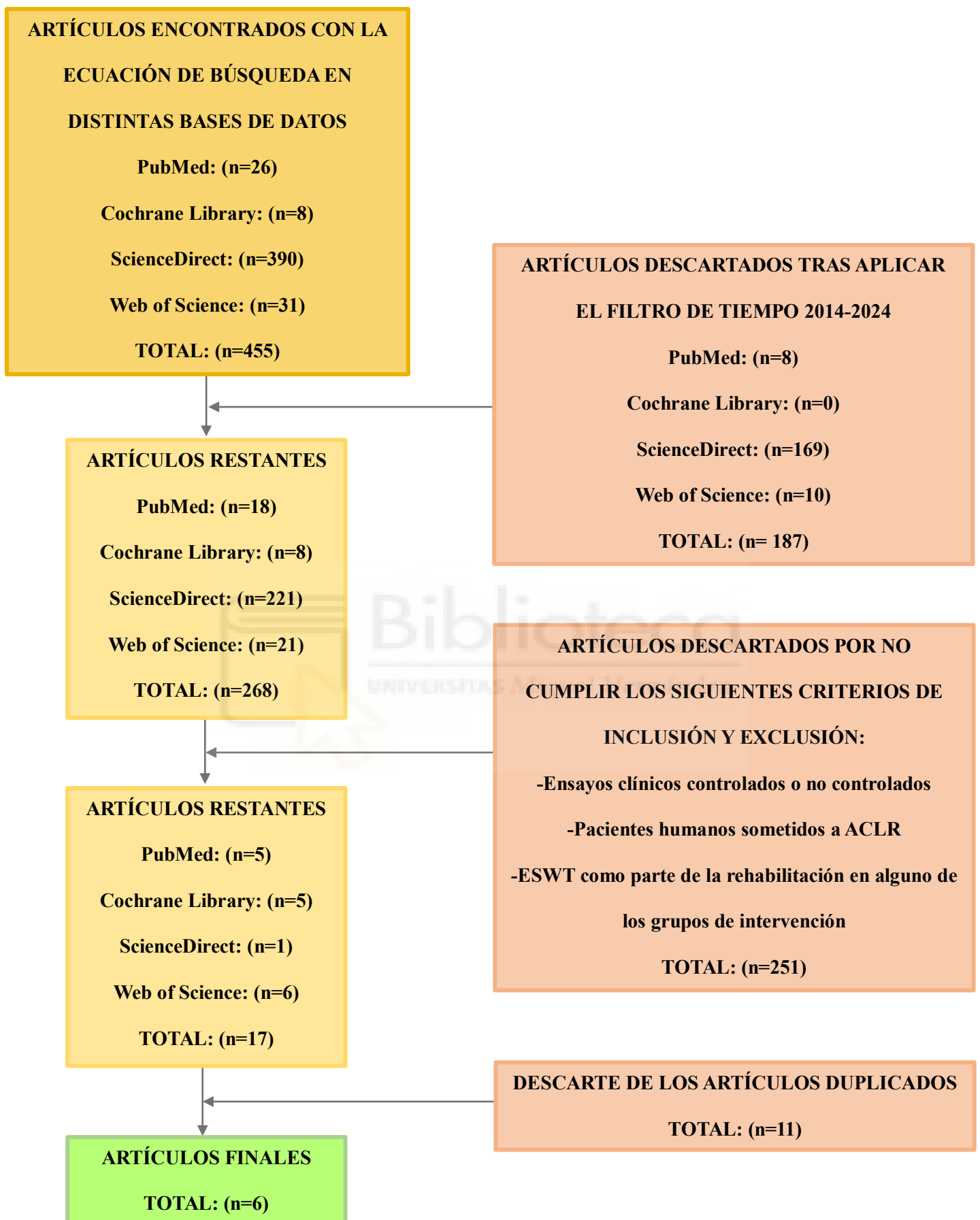
Información adicional:

- En caso de que la presente actividad se desarrolle total o parcialmente en otras instituciones es responsabilidad del investigador principal solicitar cuantas autorizaciones sean pertinentes, de manera que se garantice, al menos, que los responsables de las mismas están informados.
- Le recordamos que durante la realización de este trabajo debe cumplir con las exigencias en materia de prevención de riesgos laborales. En concreto: las recogidas en el plan de prevención de la UMH y en las planificaciones preventivas de las unidades en las que se integra la investigación. Igualmente, debe promover la realización de reconocimientos médicos periódicos entre su personal; cumplir con los procedimientos sobre coordinación de actividades empresariales en el caso de que trabaje en el centro de trabajo de otra empresa o que personal de otra empresa se desplace a las instalaciones de la UMH; y atender a las obligaciones formativas del personal en materia de prevención de riesgos laborales. Le indicamos que tiene a su disposición al Servicio de Prevención de la UMH para asesorarle en esta materia.

La información descriptiva básica del presente trabajo será incorporada al repositorio público de Trabajos fin de Grado y Trabajos Fin de Máster autorizados por la Oficina de Investigación Responsable de la Universidad Miguel Hernández. También se puede acceder a través de <https://oiv.umh.es/solicitud-de-evaluacion/tfg-tfm/>



ANEXO 2: FIGURA 1. Autorización de la revisión. Oficina de Investigación Responsable



ANEXO 3: FIGURA 2. Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica. Elaboración propia

ANEXO 4: TABLA 2. Puntuación de la calidad de los artículos según la escala PEDro. Elaboración propia

| ESTUDIOS / ÍTEMS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | TOTAL |
|-----------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| Song et al., 2024 | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | NO | NO | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | 8 |
| Zhang et al., 2023 | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | NO | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | 9 |
| Weninger et al., 2023 | NO | SÍ | NO | NO | NO | NO | SÍ | SÍ | NO | SÍ | SÍ | 5 |
| Rahim et al., 2022 | SÍ | NO | NO | SÍ | NO | NO | NO | NO | SÍ | SÍ | SÍ | 4 |
| Fang et al., 2022 | SÍ | SÍ | NO | SÍ | NO | NO | NO | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | 6 |
| Wang et al., 2014 | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | NO | NO | NO | SÍ | SÍ | SÍ | SÍ | 7 |

Los criterios que se puntúan en cada ítem son los siguientes:

1. Los criterios de elección fueron especificados.
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.
3. La asignación fue oculta.
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.
5. Todos los sujetos fueron cegados.
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”.
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

ANEXO 5: TABLA 3. Tabla de resultados. Elaboración propia

| TÍTULO, AUTOR Y AÑO | TIPO DE ESTUDIO, OBJETIVO Y TAMAÑO DE LA MUESTRA | INTERVENCIÓN | VARIABLES Y MEDIDAS DE RESULTADOS | RESULTADOS |
|---|--|---|--|--|
| <p>A randomized trial of treatment for anterior cruciate ligament reconstruction by radial extracorporeal shock wave therapy</p> <p>Song et al., 2024</p> | <p>Ensayo controlado aleatorizado</p> <p>Objetivo: evaluar los efectos de la ESWT radial en pacientes con ACLR.</p> <p>Muestra total inicial: (n=72) Grupo CN inicial: (n=36) Grupo ESWT inicial: (n=36)</p> <p>Antes de completar el estudio hubo una pérdida muestral de 9 participantes.</p> <p>Muestra total: (n=63) Grupo CN: (n=31) Grupo ESWT: (n=32)</p> <p>Edad media: 27,47 años Sexo: 39H/24M</p> | <p>a) Los pacientes del grupo CN realizaron un protocolo estándar de rehabilitación posoperatoria y recibieron ESWT radial simulada.</p> <p>b) Los pacientes del grupo ESWT realizaron el mismo protocolo de rehabilitación que el otro grupo y, en este caso, recibieron ESWT radial durante 6 semanas (1 sesión por semana siendo la 1ª sesión el segundo día posoperatorio)</p> <p>Dosis de tratamiento: 2500 impulsos aplicados de 6 a 8 Hz de frecuencia con una densidad de flujo de energía de 0,298 mJ/mm². Si no es tolerable por el paciente se reduce a 1200-1500 impulsos, de 6 a 8 Hz y una densidad de energía de 0,08 a 0,28 mJ/mm².</p> <p>Colocación del cabezal: en el área alrededor de la rótula y en el área rectangular a 10 cm por encima del borde superior de la rótula, evitando el área de operación</p> | <p>Las mediciones se realizaron antes de comenzar el tratamiento y a las 3 semanas, 6 semanas y 24 semanas tras la cirugía.</p> <p>1. Evaluaciones clínicas: - Se evaluó la funcionalidad de la rodilla mediante la LKS. - Se evaluó la puntuación subjetiva de la rodilla mediante el cuestionario IKDC. - Se evaluó el ROM. - Se evaluó el dolor mediante la escala EVA.</p> | <p>A las 3 y 6 semanas, la LKS, el IKDC y el ROM fueron significativamente mayores y el dolor en la escala EVA fue significativamente menor en el grupo ESWT</p> <p>En las mediciones pretratamiento y a las 24 semanas, no hubo diferencias significativas en LKS, IKDC, ROM y EVA entre el grupo CN y el grupo ESWT.</p> |

| | | | | |
|--|---|--|---|--|
| <p>Radial Extracorporeal Shock Wave Therapy Enhances Graft Maturation at 2-Year Follow-up After ACL Reconstruction : A Randomized Controlled Trial</p> <p>Zhang et al., 2023</p> | <p>Ensayo controlado aleatorizado</p> <p>Objetivo: evaluar los efectos de la ESWT radial sobre los resultados clínicos y la maduración del injerto tras ACLR con autoinjerto HT.</p> <p>Muestra total inicial: (n=30) Grupo CN inicial: (n=15) Grupo ESWT inicial: (n=15)</p> <p>Antes de completar el estudio hubo una pérdida muestral de 9 participantes</p> <p>Muestra total: (n=26) Grupo CN: (n=13) Grupo ESWT: (n=13)</p> <p>Edad media: 29,85 años (rango 25-42) Sexo: 26H/0M</p> | <p>a) Los pacientes del grupo CN realizaron un protocolo estándar de rehabilitación posoperatoria.</p> <p>b) Los pacientes del grupo ESWT realizaron el mismo protocolo de rehabilitación que el otro grupo, y, además, recibieron ESWT radial durante 5 semanas (1 sesión por semana), a partir de los 3 meses tras la operación.</p> <p>Dosis de tratamiento: 2000 impulsos aplicados de 6 a 8 Hz de frecuencia con una densidad de flujo de energía de 0,05 a 0,11 mJ/mm².</p> <p>Colocación del cabezal: en las proyecciones de la superficie de la piel del túnel tibial y el túnel femoral.</p> | <p>Las mediciones se realizaron a los 3 meses, 6 meses y 24 meses tras la cirugía. (La laxitud de la rodilla y la resonancia magnética se realizó en 12 pacientes en cada grupo, sin ser esto una pérdida muestral significativa)</p> <p>1. Evaluaciones clínicas: - Se evaluó la funcionalidad de la rodilla mediante la LKS. - Se evaluó la puntuación subjetiva de la rodilla mediante el cuestionario IKDC. - Se evaluó el nivel de actividad mediante la escala TAS. - Se evaluó la laxitud de la rodilla, comparando con el lado contralateral la traslación tibial anterior con un artrómetro.</p> <p>2. Estudios de imagen: - La maduración del injerto se evaluó a través de resonancias magnéticas mediante el SNQ del injerto en las zonas intraósea tibial, intraarticular e intraósea femoral.</p> | <p>1. - Se vio que la funcionalidad de la rodilla fue significativamente mayor a los 24 meses en el grupo ESWT. No se vieron diferencias significativas en la funcionalidad de la rodilla a los 3 y 6 meses entre los grupos. - No se vieron diferencias significativas en la puntuación subjetiva de la rodilla en ninguna medición entre los grupos. - Se vio que el nivel de actividad fue significativamente mayor a los 24 meses en el grupo ESWT. No se vieron diferencias significativas en el nivel de actividad a los 3 y 6 meses entre los grupos. - No se vieron diferencias significativas en la laxitud de la rodilla en ninguna medición entre los grupos.</p> <p>2. - Respecto a la maduración del injerto de la zona intraósea tibial, el SNQ en el grupo ESWT fue significativamente menor a los 6 meses, y no se vieron diferencias significativas a los 3 y 24 meses. Respecto a la maduración del injerto de las zonas intraarticular e intraósea femoral, el SNQ fue significativamente menor en ambos a los 24 meses, y no se vieron diferencias significativas a los 3 y 6 meses.</p> |
|--|---|--|---|--|

| | | | | |
|--|---|---|--|--|
| <p>Extracorporeal Shockwave Therapy Improves Outcome after Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Hamstring Tendons</p> <p>Weninger et al., 2023</p> | <p>Ensayo controlado aleatorizado</p> <p>Objetivo: evaluar los efectos de la ESWT focal sobre los resultados clínicos, la maduración del injerto y el tiempo de regreso a los deportes de pivote tras ACLR con autoinjerto HT.</p> <p>Muestra total: (n=65) Grupo CN: (n=28) Grupo ESWT: (n=37)</p> <p>Edad media: 27,65 años Sexo: 35H/30M</p> | <p>a) Los pacientes del grupo CN realizaron un protocolo estándar de rehabilitación posoperatoria.</p> <p>b) Los pacientes del grupo ESWT realizaron el mismo protocolo de rehabilitación y, además, recibieron ESWT focal durante 3 semanas, concretamente la 4ª, 5ª y 6ª después de la cirugía. Dosis de tratamiento: 1500 impulsos aplicados a 5 Hz de frecuencia con una densidad de flujo de energía de 0,25 mJ/mm² Colocación del cabezal: 500 impulsos en la proyección de la superficie de la piel del túnel tibial, 500 en la del túnel femoral y 500 en el espacio femorotibial lateral.</p> | <p>Las mediciones se realizaron a los 3 meses, 6 meses, 9 meses y 12 meses tras la cirugía (excepto las resonancias magnéticas que fueron solo a los 12 meses).</p> <p>1. Evaluaciones del regreso a la actividad: - Se evaluó el tiempo de regreso a la carrera y el tiempo de regreso a los deportes de pivote, y ambos se midieron en semanas. - Se evaluó el número de pacientes que lograron volver al nivel de actividad previo a la lesión.</p> <p>2. Evaluaciones clínicas: - Se evaluó la funcionalidad de la rodilla mediante la LKS. - Se evaluó la puntuación subjetiva de la rodilla mediante el cuestionario IKDC. - Se evaluó el dolor mediante la escala EVA.</p> <p>3. Estudios de imagen: (En el caso de la evaluación mediante la resonancia magnética, hubo 16 participantes que no estuvieron disponibles y tan solo se realizó en los 49 restantes) - La maduración del injerto se evaluó a través de una resonancia magnética mediante la SIR del injerto en la zona intraarticular (solo se obtuvieron resultados de 38 pacientes —22 del grupo ESWT y 16 del grupo CN— porque las imágenes requeridas no estaban disponibles en 11 pacientes). También se evaluaron los túneles femoral y tibial para comprobar si había derrames de líquido dentro del túnel o edema óseo (solo se obtuvieron resultados de 45 pacientes —27 del grupo ESWT y 18 del grupo CN— porque las imágenes requeridas no estaban disponibles en 11 pacientes).</p> | <p>1. - Se vio que el tiempo de regreso a la carrera y el tiempo de regreso a los deportes de pivote fueron significativamente menores en el grupo ESWT. - Se vio que el número de pacientes que alcanzaron el nivel de actividad previo a la lesión fue significativamente mayor en el grupo ESWT.</p> <p>2. - Se vio que la funcionalidad de la rodilla fue significativamente mayor en todas las mediciones en el grupo ESWT. - Se vio que la puntuación subjetiva de la rodilla fue significativamente mayor en todas las mediciones en el grupo ESWT. - Se vio que el dolor fue significativamente menor en todas las mediciones en el grupo ESWT.</p> <p>3. - Respecto a la maduración del injerto en la zona intraarticular, la SIR fue significativamente menor a los 12 meses en el grupo ESWT. Respecto a los derrames de líquido del túnel femoral, fueron significativamente menores a los 12 meses en el grupo ESWT. No se vieron diferencias significativas ni en los derrames de líquido del túnel tibial ni en los edemas óseos de ambos túneles entre los grupos.</p> |
|--|---|---|--|--|

| | | | | |
|--|---|--|---|--|
| <p>The Effects of Three and Six Sessions of Low Energy Extracorporeal Shockwave Therapy on Graft Incorporation and Knee Functions Post Anterior Cruciate Ligament Reconstruction</p> <p>Rahim et al., 2022</p> | <p>Ensayo controlado no aleatorizado</p> <p>Objetivo: evaluar los efectos de tres y seis sesiones de ESWT de baja energía sobre la incorporación del injerto en el túnel tibial y la funcionalidad de la rodilla tras ACLR con autoinjerto HT.</p> <p>Muestra total inicial: (n=30) Grupo CN inicial: (n=10) Grupo 3ESWT inicial: (n=10) Grupo 6ESWT inicial: (n=10)</p> <p>Antes de completar el estudio hubo una pérdida muestral de 5 participantes.</p> <p>Muestra total: (n=25) Grupo CN: (n=7) Grupo 3ESWT: (n=9) Grupo 6ESWT: (n=9)</p> <p>Edad media: 26,8 años (rango 20-36) Sexo: 25H/0M</p> | <p>a) Los pacientes del grupo CN realizaron un protocolo estándar de rehabilitación posoperatoria de ACLR.</p> <p>b) Los pacientes del grupo 3ESWT realizaron un protocolo de rehabilitación y recibieron 3 sesiones de ESWT de baja energía (1 sesión por semana), concretamente la 7ª, 8ª y 9ª semana después de la cirugía. Dosis de tratamiento: 500 impulsos aplicados con una densidad de flujo de energía de 0,09 mJ/mm² y una intensidad mínima tolerable de 1,5 bares. Colocación del cabezal: en la cara lateral de la articulación de la rodilla, dirigido al túnel femoral.</p> <p>c) Los pacientes del grupo 6ESWT realizaron un protocolo estándar de rehabilitación acelerada de ACLR y recibieron 6 sesiones de ESWT de baja energía (1 sesión por semana) concretamente la 7ª, 8ª, 9ª, 10ª, 11ª y 12ª semana después de la cirugía. Dosis de tratamiento: 500 impulsos aplicados con una densidad de flujo de energía de 0,18 mJ/mm² y una intensidad mínima tolerable de 1,5 bares. Colocación del cabezal: en la cara lateral de la articulación de la rodilla, dirigido en perpendicular al túnel femoral.</p> | <p>Las mediciones se realizaron antes de la ACLR y 6 meses después de la cirugía (excepto las resonancias magnéticas que fueron solo a los 6 meses)</p> <p>1. Evaluaciones clínicas: - Se evaluó la funcionalidad de la rodilla mediante la LKS.</p> <p>2. Estudios de imagen: - La maduración del injerto en el túnel tibial se evaluó a través de una resonancia magnética.</p> | <p>1. - No se vieron diferencias significativas en la funcionalidad de la rodilla a los 6 meses entre los grupos.</p> <p>2. - No se vieron diferencias significativas en la frecuencia de incorporación del injerto a los 6 meses entre los grupos, pese a que en el grupo 6ESWT se vio que la cantidad de injertos con incorporación parcial en el túnel tibial fue significativamente mayor que la cantidad de injertos sin incorporación.</p> |
|--|---|--|---|--|

| | | | | |
|---|--|--|---|--|
| <p>Effects of divergent extracorporeal shock wave therapy on the function and stability of male knee joint after anterior cruciate ligament reconstruction</p> <p>Fang et al., 2022</p> | <p>Ensayo controlado aleatorizado</p> <p>Objetivo: evaluar el efecto de la ESWT difusas sobre la función y la estabilidad de la rodilla en varones sometidos a ACLR con autoinjerto HT.</p> <p>Muestra total (n=48) Grupo CN (n=24) Grupo ESWT (n=24)</p> <p>Edad media: 38,23 años (rango 23-47) Sexo: 48H/0M</p> | <p>a) Los pacientes del grupo CN realizaron un protocolo estándar de rehabilitación posoperatoria.</p> <p>b) Los pacientes del grupo ESWT realizaron el mismo protocolo de rehabilitación que el otro grupo, y, además, recibieron ESWT difusas durante esas 5 semanas (1 sesión por semana). Dosis de tratamiento: 2000 impulsos aplicados de 6 a 8 Hz de frecuencia con una densidad de flujo de energía de 0,05 mJ/mm² Colocación del cabezal: en las proyecciones de la superficie de la piel del túnel tibial y el túnel femoral (2000 impulsos en cada zona).</p> | <p>Las mediciones se realizaron 3 meses y 6 meses después de la cirugía (excepto el dolor, que fue evaluado 1, 2 y 3 meses después de la cirugía).</p> <p>1. Evaluaciones clínicas: - Se evaluó la funcionalidad de la rodilla mediante la LKS. - Se evaluó la estabilidad de la rodilla, comparando con el lado contralateral la traslación tibial anterior con un artrómetro. - Se evaluó el dolor mediante la escala EVA. - Se evaluó la recuperación de la marcha, mediante la TGA. - Se evaluó el control de la postura mediante un probador de equilibrio dinámico, que mide la velocidad de oscilación del centro de gravedad con los ojos cerrados.</p> <p>2. Estudios de imagen: - La maduración del injerto se evaluó a través de resonancias magnéticas mediante el SNQ del injerto en las zonas intraósea tibial, intraarticular e intraósea femoral.</p> | <p>1. - Se vio que la funcionalidad de la rodilla fue significativamente mayor en todas las mediciones en el grupo ESWT. - No se vieron diferencias significativas en la estabilidad de la rodilla en ninguna medición entre los grupos. - Se vio que el dolor fue significativamente menor a los 2 y 3 meses en el grupo ESWT. No se vieron diferencias significativas tras 1 mes entre los grupos. - Se vio que la recuperación de la marcha fue significativamente mayor en todas las mediciones en el grupo ESWT. - Se vio que el control postural fue significativamente mayor a los 6 meses en el grupo ESWT. No se vieron diferencias significativas a los 3 meses entre los grupos.</p> <p>2. - Respecto a la maduración del injerto en la zona intraósea tibial, el SNQ fue significativamente menor a los 6 meses en el grupo ESWT. No se vieron diferencias significativas en el resto de mediciones de la maduración del injerto entre los grupos.</p> |
|---|--|--|---|--|

| | | | | |
|--|--|---|--|--|
| <p>Shockwave therapy improves anterior cruciate ligament reconstruction</p> <p>Wang et al., 2014</p> | <p>Ensayo controlado aleatorizado</p> <p>Objetivo: evaluar el efecto de la ESWT focal sobre la funcionalidad de la rodilla y la disminución del túnel tibial tras ACLR con autoinjerto HT en sujetos humanos.</p> <p>Muestra total (n=53) Grupo CN (n=27) Grupo ESWT (n=26)</p> <p>Edad media: 28 años (rango 15-53) Sexo: 42H/11M</p> | <p>a) Los pacientes del grupo CN realizaron un protocolo de rehabilitación posoperatoria temprana.</p> <p>b) Los pacientes del grupo ESWT realizaron el mismo protocolo y, además, recibieron una ESWT focal inmediatamente después de la cirugía</p> <p>Dosis de tratamiento: 1500 impulsos aplicados con una densidad de flujo de energía de 0,298 mJ/mm²</p> <p>Colocación del cabezal: en el 1/3 medio del túnel tibial.</p> | <p>Las evaluaciones clínicas se realizaron antes de la cirugía, 12 meses y 24 meses después de la cirugía, las radiografías se realizaron 1 semana, 12 meses y 24 meses después de la cirugía, y las resonancias magnéticas y las DMO se realizaron 1 semana, 6 meses y 24 meses después de la cirugía.</p> <p>1. Evaluaciones clínicas: - Se evaluó la funcionalidad de la rodilla mediante la LKS. - Se evaluó la puntuación subjetiva de la rodilla mediante el cuestionario IKDC. - Se evaluó la laxitud de la rodilla, comparando con el lado contralateral la traslación tibial anterior mediante examen físico y un artrómetro.</p> <p>2. Estudios de imagen: - Con las radiografías se evaluaron la apariencia ósea y los cambios de tamaño del túnel óseo de la tibia en 1/3 proximal, 1/3 medio y 1/3 distal. - Con los valores de DMO se evaluaron los cambios en la densidad ósea de la tibia proximal y el fémur distal. - Con las resonancias magnéticas se evaluaron el cambio de señal del autoinjerto, la curación de la interfaz injerto-túnel, el diámetro y el área del túnel de la tibia.</p> | <p>1. - Se vio que la funcionalidad de la rodilla fue significativamente mayor a los 24 meses en el grupo ESWT. No se vieron diferencias significativas en el resto de mediciones entre los grupos. - No se vieron diferencias significativas en la puntuación subjetiva de la rodilla en ninguna medición entre los grupos. - Se vio que la laxitud de la rodilla fue significativamente menor a los 24 meses en el grupo ESWT. No se vieron diferencias significativas en el resto de mediciones entre los grupos.</p> <p>2. - Con las radiografías se vio que el tamaño del túnel óseo de la tibia en el 1/3 medio fue significativamente menor en el grupo ESWT. No se vieron más diferencias significativas entre los grupos en las radiografías. - Con los valores de DMO no se vieron diferencias significativas en la densidad ósea entre los grupos. - Con las resonancias magnéticas se vio que el área transversal del injerto, la curación en la interfaz injerto-túnel, y el área y los diámetros AP y ML del túnel tibial a los 6 meses y 24 meses fueron significativamente mejores en el grupo ESWT.</p> |
|--|--|---|--|--|

ESWT: terapia con ondas de choque extracorpóreas; **ACLR:** reconstrucción del ligamento cruzado anterior; **CN:** control; **H:** hombres; **M:** mujeres; **LKS:** Escala de Puntuación de Rodilla de Lysholm; **IKDC:** Comité Internacional de Documentación de la Rodilla; **ROM:** rango de movimiento; **EVA:** Escala Visual Analógica; **ACL:** ligamento cruzado anterior; **HT:** tendones isquiotibiales; **TAS:** Escala de Puntuación de Actividad de Tegner; **SNQ:** cociente señal-ruido; **SIR:** relación de intensidad de la señal; **TGA:** Escala de Evaluación de la Marcha; **DMO:** densidad mineral ósea; **AP:** anteroposterior; **ML:** medial-lateral