GRADO EN FISIOTERAPIA

ESCUELAS UNIVERSITARIAS
GIMBERNAT-CANTABRIA

TRABAJO FIN DE GRADO

TITULO: Efectividad de la combinación de ejercicios pliométricos y entrenamiento de resistencia pesada lenta (HSR) en la tendinopatía rotuliana degenerativa en jugadores de baloncesto: un protocolo de ensayo clínico aleatorizado.

TITLE: Effectiveness of the Combination of Plyometric Exercises and Heavy Slow Resistance (HSR) Training in Degenerative Patellar Tendinopathy in Basketball Players: A Randomized Clinical Trial Protocol.

AUTORES: Julen Ugarte Jauregui y Robert Teodor Hoamia

TUTOR: David Huarte Santofimia

Fecha: 7/05/2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORGINALIDAD DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO

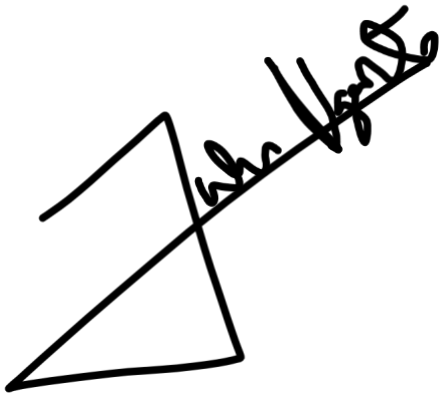
Por medio de la presente, nosotros, Julen Ugarte Jauregui y Robert Teodor Hoamia, alumnos del Grado en Fisioterapia de las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, en relación con el Trabajo Fin de Grado (TFG) titulado "Efectividad de la combinación de ejercicios pliométricos y entrenamiento de resistencia pesada lenta (HSR) en la tendinopatía rotuliana degenerativa en jugadores de baloncesto: un protocolo de ensayo clínico aleatorizado.", declaramos que es de nuestra autoría y original.

Asimismo, declaramos que depositando este TFG y firmando el presente documento confirmamos que:

- Este TFG es original y hemos citado las fuentes de información debidamente
- La autoría del TFG es compartida entre los alumnos y director.
- Somos plenamente conscientes de que no respetar estos extremos es objeto de sanción por el órgano civil competente, y asumimos nuestra responsabilidad ante reclamaciones relacionadas con la violación de derechos de propiedad intelectual.

En Torrelavega, a 7 de Mayo del 2026

Fdo: Julen Ugarte Jauregui



Fdo: Robert Teodor Hoamia



ÍNDICE

RESUMEN 5
ABSTRACT 6
INTRODUCCIÓN 7
JUSTIFICACIÓN 10
HIPÓTESIS: 11
OBJETIVOS: 11
MATERIALES Y MÉTODOS 12
DISEÑO: 12
POBLACIÓN 12
CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN 12
VARIABLES- MEDIDAS 13
PROCEDIMIENTO Y RECOGIDA DE INFORMACIÓN 15
PLAN DE TRABAJO 18
ASPECTOS ÉTICOS DEL ESTUDIO 21
DISCUSIÓN 22
CONCLUSIÓN 24
BIBLIOGRAFIA 30

ABREVIATURAS:

- **AINEs:** Antiinflamatorios No Esteroides
- **CMJ:** Counter Movement Jump
- **ECA:** Ensayo Clínico Aleatorizado
- **EPI:** Electroestimulación Percutánea Intratisular
- **HSR:** Heavy Slow Resistance
- **PRP:** Plasma Rico en Plaquetas
- **RM:** Resistencia Máxima
- **SSC:** Stretch-Shortening Cycle
- **VAS/EVA:** Visual Analogue Scale / Escala Visual Analógica
- **VISA-P:** Victorian Institute of Sport Assessment - Patell

RESUMEN

Introducción: El presente protocolo de ensayo clínico aleatorizado analizará la efectividad de combinar ejercicios pliométricos con entrenamiento de resistencia pesada lenta (HSR) en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana degenerativa en jugadores de baloncesto. Para la elección de dicho protocolo, se tomó en cuenta la alta prevalencia de esta patología en deportes con gestos explosivos, además de sustentarse en la evidencia que respalda el ejercicio como principal tratamiento, teniendo en cuenta una transferencia directa a la práctica deportiva real.

Objetivos: El objetivo principal de este estudio será analizar el impacto funcional en la tendinopatía del rotuliano a través del entrenamiento de resistencia pesada lenta en adición al entrenamiento con pliometría en varones jugadores baloncesto, evaluando su efectividad tanto a nivel funcional como sintomatológico.

Material y métodos: El estudio se diseñará como un protocolo de ensayo clínico aleatorizado piloto con 66 varones activos de entre 18 y 30 años, divididos en un grupo control HSR y un grupo experimental HSR combinado con pliometría. La intervención se desarrollará durante dos meses, con tres sesiones semanales. Se evaluarán variables como el dolor a través de la escala VAS, la funcionalidad con la escala VISA-P y el rendimiento físico mediante el test de salto CMJ.

El protocolo se sustentó en el modelo de continuidad de la tendinopatía y en el fenómeno de mecanotransducción, destacando la importancia de la adaptación progresiva del tendón a la carga. Mientras el HSR se orientó a la mejora estructural del tejido, la pliometría se planteó como puente para preparar al tendón ante las demandas específicas del deporte.

Se estableció un procedimiento riguroso de recogida de datos, control de variables y criterios de inclusión y exclusión, garantizando la validez interna del estudio. Asimismo, se contemplaron aspectos éticos y metodológicos como el enmascaramiento simple y la aleatorización.

Discusión: La combinación de HSR con ejercicios pliométricos presenta una base fisiológica con un gran respaldo científico y un diseño metodológico adecuado para futuros protocolos de estas características. No obstante, la corta duración de la intervención, el escaso control de cargas externas y la muestra exclusivamente masculina, serán factores que dificultan la extrapolación de los resultados a la población general.

Conclusión: Se propone que la combinación de HSR y pliometría podría representar una estrategia más completa para la rehabilitación, favoreciendo tanto la recuperación estructural como la funcionalidad, aunque se destaca la necesidad de futuras investigaciones para confirmar estos hallazgos.

Palabras clave: Tendinopatía rotuliana, Entrenamiento de resistencia pesada lenta, Pliometría, Mecanotransducción.

ABSTRACT

Introduction: This randomized clinical trial protocol will analyze the effectiveness of combining plyometric exercises with heavy slow resistance training (HSR) in the treatment of degenerative patellar tendinopathy in basketball players. The choice of this protocol was based on the high prevalence of this pathology in sports involving explosive movements, as well as on the evidence supporting exercise as the primary treatment, considering a direct transfer to real sports practice.

Objectives: The main objective of this study will be to analyze the functional impact on patellar tendinopathy through heavy slow resistance training in addition to plyometric training in male basketball players, evaluating its effectiveness at both functional and symptomatological levels.

Material and methods: The study will be designed as a pilot randomized clinical trial protocol with 66 active males aged 18 to 30, divided into an HSR control group and an experimental group combining HSR with plyometrics. The intervention will be carried out over two months, with three weekly sessions. Variables such as pain through the VAS scale, functionality with the VISA-P scale, and physical performance through the CMJ jump test will be evaluated.

The protocol was based on the continuum model of tendinopathy and the phenomenon of mechanotransduction, highlighting the importance of progressive tendon adaptation to load. While HSR was aimed at structural tissue improvement, plyometrics were proposed as a bridge to prepare the tendon for the specific demands of the sport.

A rigorous procedure for data collection, variable control, and inclusion and exclusion criteria was established, ensuring the internal validity of the study. Ethical and methodological aspects such as single-blinding and randomization were also considered.

Discussion: The combination of HSR with plyometric exercises presents a physiological basis with strong scientific support and a methodological design suitable for future protocols of this nature. However, the short duration of the intervention, the limited control of external loads, and the exclusively male sample are factors that hinder the extrapolation of results to the general population.

Conclusion: It is proposed that the combination of HSR and plyometrics could represent a more comprehensive strategy for rehabilitation, favoring both structural recovery and functionality, although the need for future research to confirm these findings is highlighted.

Keywords: Patellar tendinopathy, Heavy slow resistance training, Plyometrics, Mechanotransduction.

INTRODUCCIÓN

En el deporte actual, se encuentra una alta prevalencia de patologías musculoesqueléticas, las cuales producen en el atleta una disminución del rendimiento e incluso el abandono deportivo. Dentro de las patologías musculoesqueléticas hay una gran variedad de grupos, de los cuales habría que destacar un subgrupo que cobra mucha relevancia en el ámbito deportivo, como es el caso de las tendinopatías, concretamente en aquellos deportes que impliquen una alta carga mecánica y gestos explosivos repetitivos, como podrían ser el fútbol, voleibol o el baloncesto (1,2).

La exposición constante a elevadas fuerzas tensionales, combinadas con tiempos precarios de recuperación a los que los tendones de los atletas se ven sometidos, favorecen la aparición de procesos degenerativos en los tejidos tendinosos, dando lugar a cuadros clínicos cuya resolución podrá convertirse en difícil y longeva (3).

Hay una larga lista de tendinopatías descritas por la literatura científica, pero debido a su importante relevancia y prevalencia en numerosos deportes como puede ser el voleibol, fútbol o el baloncesto, donde un 32% de los jugadores la han sufrido, ⅓ de ellos no vuelven a la práctica deportiva tras los 6 meses, al igual que puede incentivar un acortamiento en la carrera del atleta o retrasar su vuelta a la competición hasta pasados los 12 meses.

Por ello, el artículo centrará su investigación en la tendinopatía rotuliana (4). La cual, se caracteriza por un dolor en la cara anterior de la rodilla, muy a menudo en el polo inferior de la rótula, que puede aumentar con la práctica deportiva, como en desaceleraciones bruscas, aterrizajes o cambios repentinos de sentido. Esto es debido a que el aparato extensor al que pertenece el tendón rotuliano, en estas prácticas deportivas, se ve sometido a elevadas cargas tensionales (1,5).

La literatura científica argumenta que la etiopatogenia de las tendinopatías actualmente no es nada clara (6). el concepto de tendinopatía se encuentra en constante cambio. No obstante, las nuevas evidencias científicas, revelan que la literatura histopatológica actual, habla de un proceso degenerativo, donde se destaca una desorganización celular relacionada con el colágeno tipo 1 y 3, al igual que un aumento de matriz extracelular como respuesta de una mala adaptación a una carga excesiva que el tejido no pudo tolerar (6,7).

Siguiendo con el modelo de la degeneración del tendón debido a una mala adaptación de las cargas, el modelo más aceptado en la actualidad es el concepto de continuidad de Jill Cook (7,8). En el cual se habla de un modelo continuo, donde destacan tres fases. Una fase inicial, conocida como fase reactiva, la cual se trata de una respuesta proliferativa no inflamatoria del tendón, ante una sobrecarga aguda, dando a su vez lugar a un aumento celular, un incremento de proteoglicanos y un engrosamiento transversal del tendón, este proceso aún es reversible

(7). La finalidad de esta respuesta es la de actuar como mecanismo de protección, para reducir el estrés mecánico.

Más adelante, se menciona una fase intermedia denominada "Tendon dysrepair". Esta fase destaca, como un proceso donde tras un primer intento de recuperación tras esa fase reactiva, el resultado resultó no ser óptimo. En esta etapa se observa un aumento celular de tenocitos, condrocito, miofibroblasto y proteoglicanos, acompañado de una desorganización del colágeno. Todo este proceso acabará dando lugar a una separación interfibrilar perpetuando esa desestructuración celular y podrá dar inicio a un posible proceso de neovascularización (8).

Por último, habla de una fase degenerativa, caracterizada por una degeneración estructural irreversible, que se correlaciona con una pérdida funcional del tejido. En dicha fase del proceso, destacará un proceso de apoptosis celular del tejido, dejando zonas acelulares y con una mínima capacidad de reparación. Como última repercusión de todo este proceso, tendrá lugar una disrupción del colágeno, una alta neovascularización y una degeneración heterogénea (7).

Dicho proceso, citado anteriormente se correlaciona de manera muy íntima con un fenómeno fisiológico denominado mecanotransducción. El fenómeno describe la transformación de las fuerzas mecánicas captadas en el tendón por el tenocito, en señales bioquímicas. El tendón es una estructura que debería soportar cargas con fuerza tensil de manera óptima y eficaz (6). Con esta premisa se deja ver que el tendón, no es una estructura pasiva, sino más bien altamente dinámica y sensible a la carga.

El tendón convierte este estímulo tensil en respuestas bioquímicas, las cuales, si se gestionan de una manera correcta y competente, acabarán por dotar al tejido con una mayor capacidad para soportar cargas. Sin embargo, cuando estas cargas se proporcionan de manera descontrolada y sin criterio, puede perpetuar la sintomatología y la disfunción (9).

Dicho proceso, se correlaciona directamente con el modelo de continuidad, ya que, tanto el inicio de la fase reactiva como el escalonamiento a otras de las fases, se reduce a un incorrecto acomodamiento de dicha mecanotransducción por el tendón, donde este, ha recibido una carga mecánica de manera aguda a la cual no estaba preparado para soportar, produciendo una activación metabólica celular que desencadenará todo el proceso anteriormente citado (7,8). Sí este proceso metabólico no cesa y/o se sigue ofertando, sin un control de cargas, se producirá una escalada de fases, hasta su perpetuación (9,10).

Debido a no tener una etiopatogenia clara, se genera gran controversia en las opciones terapéuticas, por tanto, hoy en día no existe ningún tratamiento que asegure con total garantía la recuperación del individuo. Las ventanas terapéuticas siempre han sido múltiples, partiendo desde el ámbito farmacológico, donde destacan el uso de AINEs o infiltraciones con ácido hialurónico y plasma rico en plaquetas, ácido hialurónico, etc (11). Esta opción terapéutica cuenta con una débil evidencia científica, frente a otras como sería la terapia activa (12).

Siguiendo con los diferentes tipos de abordajes terapéuticos, a nivel instrumental se podrán encontrar múltiples opciones. La terapia con ultrasonidos, a pesar de su amplio uso en clínica, cuenta con escasa evidencia en humanos y no ha demostrado beneficios significativos en la tendinopatía rotuliana (13). La terapia con ondas de choque extracorpóreas es otro abordaje común, que actúa mediante mecanotransducción favoreciendo la regeneración tisular, destacando su eficacia al combinarse con programas de rehabilitación activa (14). La electrólisis percutánea intratisular (EPI) ha demostrado mejoras en el dolor y la funcionalidad, pero únicamente cuando se asocia al ejercicio (15).

Todas las investigaciones concluyen que la línea de actuación frente a una patología tendinosa debe de ser la acomodación del tejido a las cargas, a través de la exposición de este a ellas, pero de una manera controlada y escalonada. Dicha modalidad cuenta con una gran variedad de opciones. Una de ellas será, el ejercicio isométrico, el cual ha demostrado un efecto analgésico inmediato, convirtiéndose así en una técnica muy útil para deportista en época de competición, pero la evidencia no respalda que pueda ser usada como terapia de primer orden, pues no demuestra una tolerancia real del tendón a las cargas a largo plazo, sí que se podría usar como herramienta complementaria a otras terapias o con finalidad analgésica en fases iniciales (16).

Otra de las opciones en la terapia activa, es el trabajo isotónico lento y pesado (HSR), que ha demostrado mejorar el dolor y favorecer la correcta estructuración del tendón. La evidencia actual respalda que su aplicación tres veces por semana durante 12 semanas produce mejoras significativas en la función y el dolor medidos mediante el VISA-p y la escala EVA, acompañadas de una reducción del grosor tendinoso y de la señal Doppler, así como un aumento del recambio de colágeno, lo que sugiere una remodelación activa del tejido tendinoso (17,18).

Otra de las opciones más famosas en la terapia activa, es el ejercicio excéntrico, el cual cuenta con el mayor respaldo de la evidencia científica, produciendo una mejora a corto y largo plazo en la lesión del atleta (11,19). Este tipo de carga actúa sobre la zona en fase desorganizativa del tendón mediante mecanismos de transducción (20).

Al exponer al tendón a cargas tensionales controladas, este convertirá esas tensiones mecánicas en señales químicas que se traducirán en un cambio metabólico y estructural, favoreciendo la creación de colágeno tipo I, acompañado de una alineación fibrilar. (20) Estas adaptaciones aportan mejores propiedades biomecánicas al tejido, (como el aumento del área de sección transversal y la resistencia a la tracción, favoreciendo por tanto la tasa de regreso a la competición y ofreciendo resultados clínicos comparables entre las distintas modalidades de carga pesada (17,19,21,22).

Indagando en las diferentes opciones de la terapia activa, se habrá de tener en cuenta a la terapía con ejercicios pliométricos, la cual ha demostrado una eficacia en el aumento del “stiffness” global de la extremidad y el complejo músculotendinoso (23). Esta mejora se manifiesta siempre que la rehabilitación se centre en la continuidad y constancia, más que en el volumen

y la frecuencia. La evidencia sugiere que no se obtienen mejores resultados por aumentar esos parámetros, si no por su mantenimiento en el tiempo con una frecuencia controlada de 2-3 sesiones semanales, un volumen que no supere los 250 saltos semanales, y programas de una duración inferior a las 10 semanas (24).

Este tipo de ejercicios favorece el incremento de la rigidez mecánica, la mejora de la eficiencia en el ciclo de estiramiento-acortamiento (SSC) y el desarrollo de la fuerza reactiva (25). En atletas que practiquen deportes caracterizados por saltos, aceleraciones y cambios de dirección puede ser una herramienta clave para obtener un tendón funcional que aporte seguridad al atleta en su práctica. Se enfocará su uso en fases finales de la recuperación, buscando reintegrar al tejido el estrés mecánico previo a la lesión de manera escalonada y controlada, optimizando así la transición a la carga real de competición (23).

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el entrenamiento de resistencia pesada lenta (HSR, *Heavy Slow Resistance*) es la terapia activa más respaldada científicamente en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana, demostrando mejoras mantenidas en la sintomatología y en la reorganización estructural del tendón a través de la mecanotransducción (9,19). Ahora bien, este enfoque no replica las demandas mecánicas específicas como los ciclos rápidos de estiramiento-acortamiento o los gestos explosivos del baloncesto (5).

En cambio, la pliometría ha demostrado aumentar la rigidez mecánica del complejo musculotendinoso y potenciar la eficiencia del ciclo de estiramiento-acortamiento (26). Desde un punto de vista fisiológico, ambos abordajes se complementan: el HSR reestructura el tejido y la pliometría lo prepara para carga real de la competición (27).

Dada la ausencia de estudios que comparen el HSR frente a la combinación de HSR con pliometría en jugadores de baloncesto con tendinopatía rotuliana, realizar un estudio para observar el impacto en la funcionalidad del tendón es altamente relevante. Este enfoque podría brindar un protocolo más completo y específico para optimizar la recuperación y rendimiento de estos atletas.

HIPÓTESIS:

El trabajo activo basado en el ejercicio excéntrico de cargas elevadas de manera controlada, combinado con un trabajo pliométrico, en varones de mediana edad, jugadores de baloncesto, tiene un impacto positivo en la recuperación total del atleta al igual que en su función y sintomatología, permitidiandoles obtener una mejor calidad de vida.

OBJETIVOS:

- Objetivo general:
  Analizar el impacto de la combinación del trabajo excéntrico de elevadas cargas con el trabajo pliométrico en jugadores varones de baloncesto, evaluando su efectividad para aumentar la funcionalidad del tendón, a través de la medición del salto vertical con el CMJ
- Objetivos específicos:
  - Objetivizar la evolución del dolor de los sujetos a lo largo del protocoló, con la finalidad de obtener resultados a cerca de algún cambio en la sintomatología al final del estudio, a través de la escala EVA.
  - Analizar la percepción del sujeto a cerca de la capacidad funcional de su tendón, a través de la Visa-P, donde se le permitirá al varón valorar la situación del tendón en tres dominios (dolor, función y actividad deportiva), facilitando así el conocimiento de la percepción del estado del tendón al inicio y al final del protocolo.

MATERIALES Y MÉTODOS

DISEÑO:

Se tratará de un protocolo de estudio piloto de un ensayo clínico aleatorizado (ECA), de tipo experimental con sentido prospectivo.

Dicho estudio se llevará a cabo entre los meses de octubre de 2025 y diciembre del 2027. Con un grupo de varones seleccionado en la Selección Cántabra de baloncesto. Los participantes del estudio serán repartidos de manera aleatorizada en dos grupos, un grupo control (G1), a quienes se les propondrá un tratamiento basado únicamente el trabajo HSR, y un grupo experimental (G2), a quienes, se les propuso un plan de terapia activa con trabajo HSR, combinado con un trabajo pliométrico.

Este proyecto, se realizará con el objetivo de evaluar el impacto de la combinación del ejercicio HSR con pliométricos en la tendinopatía del tendón rotuliano, en su funcionalidad y de manera secundaria, sintomatología.

POBLACIÓN

El estudio se compondrá de 66 varones, con un estilo de vida activo (realización de su actividad física, al menos 3 días a la semana). Los sujetos serán divididos en dos grupos de 33 componentes cada uno, la división se realizará de manera aleatorizada a través de una aplicación, para ello usaremos, Reserch randomizer. Para ello, se le asignará a cada participante de manera aleatoria un número del 1 al 60. Cada sujeto será asignado a un grupo, grupo control (G1) o grupo experimental (G2).

- Grupo control (G1): sujetos que realizarán exclusivamente trabajo HSR
- Grupo experimental (G2): sujetos a los que se le combinará el trabajo HSR y pliométrico.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Para la elección de sujetos que podrán ser beneficiados con esta intervención, se establecerán los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- **Criterios de inclusión:**
  - Varones.
  - 18-30 años de edad.
  - Practicar su deporte al menos 3 veces en semana.
  - Dentro de esa práctica, 90 minutos mínimo por sesión.
  - Antecedentes de dolor localizado en la zona del tendón rotuliano proximal (polo inferior).
  - Convivencia con la sintomatología un periodo superior a los 2 años.
  - Cambios estructurales en el tendón tras la ECO/pruebas diagnósticas.
    - Desorganización de las fibras del tendón (perdida del patrón fibrilar).

- ❖ Engrosamiento.
- ❖ Neovascularización.
- ❖ Cambios de ecogenicidad (hipoecoico).

- **Criterios de exclusión:**
  - ➢ Patología previa de rodilla
    - ❖ Lesiones agudas activas en rodilla y/o tendón rotuliano.
    - ❖ Lesiones previas de rodilla sin haber recibido el alta médica.
    - ❖ Cirugías previas de rodilla, independientemente del alta médica.
  - ➢ EVA/VAS superior a 7.
  - ➢ Participación en otros programas de Tratamiento concomitantes.
  - ➢ Incapacidad para realizar un programa de ejercicios (Patología de cualquier índole que impida la correcta y segura ejecución de la terapia experimental) como pudiera ser infecciosa, metabólica, musculoesquelética, etc.
    - ❖ Hipercolesterolemia familiar.
    - ❖ Uso diario de medicamentos con efectos sobre el tendón rotuliano en los últimos 12 meses (fluoroquinolonas).
    - ❖ Terapia con infiltraciones local (corticoides, PRP).
    - ❖ Enfermedades articulares inflamatorias.
    - ❖ Función tiroidea no controlada (Hipotiroidismo- hipertiroidismo).

VARIABLES- MEDIDAS

VARIABLE INDEPENDIENTE

- Programa de entrenamiento (cualitativa-nominal).
- Duración de las sesiones en el día (cuantitativa-continua).
- Tiempo (cuantitativa-discreta).
- Edad (cuantitativa-discreta).

En este grupo de variables podríamos destacar como variable de confusión. La edad, debido a que la prevalencia de degeneración en estructuras musculoesqueléticas es mayor con la edad.

VARIABLE DEPENDIENTE

- Rendimiento físico (cuantitativo- continua)
- Dolor (cuantitativo- discreta)
- Fuerza máxima (cuantitativo- continua)

VARIABLES CONTROLADAS:

- Sexo: varones (cualitativa- nominal)
- Edad: 18-30 años (cuantitativa-discreta)
- Diagnóstico: tendinopatía rotuliana crónica (con una media de 2 años de 2 años de evolución) (cualitativa- Nominal)
- Misma frecuencia de las sesiones en ambos grupos (cuantitativa- Discreta)
- Misma duración total del programa (cuantitativa- Discreta)

MEDIDAS Y MATERIAL ME MEDICIÓN

- Los cuestionarios serán seleccionados en función de cada una de las variables de interés.
- Funcionalidad y dolor: Se utilizará la escala *Victrorian Institute Sport Assessment of Patellar (VISA-P),* será una escala que nos permitirá valorar la tendinopatia rotuliana basándose en la gravedad sintomática, capacidad funcional, y capacidad deportiva. La escala constará de 8 cuestiones que recibirán una puntuación numérica, la sumatoria total de dicha puntuación nos dará un valor total que oscilará entre 0 y 100, donde 100 será la máxima puntuación, y nos indicará un tendón clínicamente asintomático y a medida que vayan obteniendo una menor puntuación significará que dicho tendón es portador de sintomatología.
- Se utilizará la prueba de *Countermovement jump* (CMJ), el cual medirá la funcionalidad del tendón a través de la medición del salto vertical del sujeto. La prueba consiste en realizar un descenso rápido (flexión de caderas y rodillas), seguido de un salto vertical máximo, aprovechando el ciclo del estiramiento y acortamiento.
- Dolor: Se usará la *Visual Analgue Scale* (VAS), será una escala visual de dolor la cual se utilizará para que los pacientes expresen su dolor. Consiste en una línea de 10 cm donde un extremo representa "No dolor" y el otro "Máximo dolor imaginable". El sujeto marcará un punto en la línea y la distancia desde el inicio hasta la marca se medirá en centímetros o milímetros, obteniendo así una puntuación cuantitativa del dolor.

Para el correcto funcionamiento del proceso de evaluación del proyecto, se necesitará hacer uso de los siguientes materiales:

- Sala de fisioterapia equipada con aula deportiva equipada con:
    - Plataforma de contacto
    - Cuña con inclinación 25º

MATERIAL DE MEDICIÓN:

- Para el correcto funcionamiento del proceso de evaluación del proyecto, se necesitará hacer uso de los siguientes materiales:
- Sala de fisioterapia equipada con aula deportiva
- Plataforma de contacto
- Encoder, para calcular el RM

PROCEDIMIENTO Y RECOGIDA DE INFORMACIÓN

El seguimiento de dicha investigación se realizará desde octubre de 2025 hasta diciembre de 2027 que se dará por concluido el proyecto con la interpretación de los resultados obtenidos y publicación del artículo a las revistas pertinentes.

En primer lugar, se contactará con la Federación Cántabra de Baloncesto, con la finalidad de informar sobre la intencionalidad del proyecto y se les presentará los objetivos marcados. Se les deberá de aportar los criterios de inclusión y exclusión impuestos para que con ayuda de los equipos de la comunidad se realice una lista de posibles candidatos, dicha muestra será provisional, pues los candidatos seleccionados por la federación podrán ir acoplándose al tratamiento a lo largo del año de duración de la etapa de ejecución.

Una vez los candidatos sean remitidos con los investigadores, se les volverá a comprobar el total cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión con la finalidad de respetar de manera pulcra dichos criterios y ofrecer así un resultado lo más objetivo posible. Este último cribado será llevado a cabo por el grupo de fisioterapeutas. Finalmente, dichos datos serán almacenados para un análisis posterior.

Más adelante, se les hará entrega del consentimiento informado (anexo 1) y la hoja de información de paciente (anexo 2). Para mantener el anonimato de cada sujeto durante la duración del estudio, se le asignará un código a cada sujeto, que hará de identificador.

En relación con el enmascaramiento, dicho estudio se llevará a cabo mediante un simple ciego. Esto significa que el investigador analista desconoce el tratamiento recibido de cada sujeto, con el sistema de codificación administrado, el analista sólo observará datos de manera anónima. Mientras que los sujetos si conocerán el tipo de tratamiento y a que grupo pertenecerán.

Para iniciar el estudio, se determinará la Repetición Máxima (RM) de cada participante mediante el uso de un Encoder lineal, lo que permitirá establecer la relación carga-velocidad de manera objetiva. El procedimiento consistirá en registrar la velocidad media concéntrica durante levantamientos submáximos con cargas progresivas, obteniendo así un perfil preciso de cada intento. Para esta medición se hará uso de una barra olímpica de varones (20Kg), adaptando la carga posteriormente a los resultados obtenidos.

Esta valoración se llevará a cabo en una sesión preliminar al inicio del programa de intervención. Durante el estudio, se empleará una intensidad del 80% de la RM; no obstante,

se asumirá un margen de fluctuación del ±10%, considerando que la capacidad de rendimiento neuromuscular puede variar a lo largo del tiempo (28).

Posteriormente se le citará a cada sujeto para que acudan a la primera sesión, en la que constará de las siguientes partes. Ambos grupos comenzarán pasando la escala EVA (29,30). Acto seguido, procederán a realizar el calentamiento, cuya finalidad será la de aumentar la temperatura corporal y preparar los tejidos para la carga posterior.

Dicha parte, constará de 3 partes, con una duración de 11 minutos aproximadamente. En la primera parte, realizaremos 5 minutos de bicicleta estática con la finalidad de aumentar suavemente pulsaciones. La segunda fase constará de 4 minutos donde realizaremos una sentadilla isométrica (5 series de 45 segundos) (16,31). Por último, se realizará 2 minutos de movilización activa, pudiendo usar como ejemplo, unas sentadillas de 0º a 60º (2x10).

Tras finalización de este, se les pasará la escala CMJ objetivando la situación funcional de dicho tendón. Para poder realizar esta prueba, se hará uso de la plataforma por presión. Tras esta medición se procederá a la realización de la sesión de tratamiento.

Por un lado, el G1 realizará exclusivamente trabajo HSR mediante el single-leg decline squat sobre una superficie inclinada 25°. Cada sesión constará de 3 series de 15 repeticiones al 70-90% 1RM, con 2 minutos de descanso entre series. El ejercicio se ejecutará con carga principal sobre la extremidad afectada; el descenso se realizará hasta aproximadamente 70º-90° de flexión de rodilla, manteniendo el tronco erguido y controlando tanto la fase excéntrica como la concéntrica a un tempo de 3-4 segundos por fase (18,32–34).



Figura 1: Ejecución single-leg decline squat. A) Posición inicial. B) Fase excéntrica de descenso. Elaboración Propia.

Por otro lado, el G2, será similar, pero destacar que tras la realización del Single leg squat, procederán a la realización del bloque de pliometría. El bloque de pliometría se compone de 2 ejercicios:

1. Box Jump: El paciente se colocará en una posición de bipedestación en frente de un cajón de altura moderada (20-30cm). A continuación, realizará un salto al cajón aterrizando con ambas piernas con las rodillas semiflexionada, controlando el impacto y absorbiendo la carga. Se realizarán 3 series de 10 repeticiones con 2 minutos de descanso entre series (32,35).



Figura 2: Ejecución del Box Jump. A) fase de despegue; B) fase de aterrizaje. Elaboración propia.

2. Drop Jump: El paciente se colocará en una posición de bipedestación sobre un cajón de altura moderada (20-30cm). Se dejará caer, sin saltar hacia arriba, y a la hora de impactar con el suelo deberá realizar un salto vertical lo más rápido posible, buscando su altura máxima. Se realizarán 8 series de 10 repeticiones con 2 minutos de descanso entre series (32,35–38).

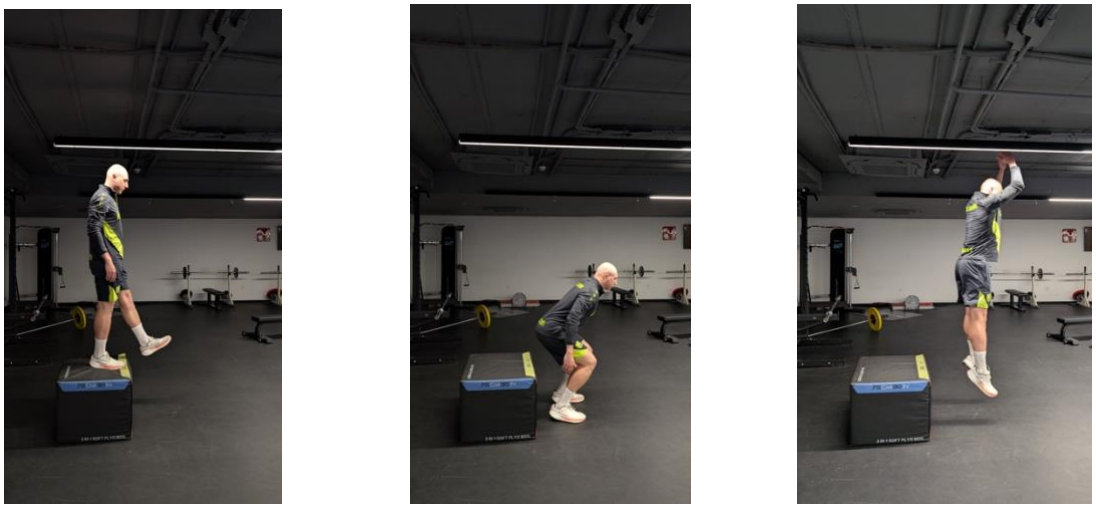


Figura 3: Ejecución del Drop Jump. A) primera fase sobre el cajón B) segunda fase de recepción C) tercera fase de salto vertical. Elaboración propia.

Una vez que cada grupo haya finalizado su bloque correspondiente, ahora sí, se les pasará la escala EVA y podrán abandonar la sala hasta la próxima sesión.

Detalles para tener en cuenta, las sesiones tendrán lugar 3 veces en semana, siendo lunes, miércoles y viernes dejando 48 horas de reposo entre sesión y sesión exceptuando la del viernes, que al ser la última de la semana, se asume que la carga en el tendón es mayor y se le proporciona 72 horas de reposo hasta el lunes.

Otro detalle que se debe dejar aclarado es la utilización de la escala EVA. La finalidad de dicha escala en este estudio será la de notificar al investigador si uno de los pacientes deberá de abandonar el proyecto debido a una escala EVA mayor de 7, donde se asume que ese paciente se ha vuelto a un proceso agudo de la patología y, por tanto, no deberá de seguir con el protocolo por seguridad.

Se habrá de pasar la escala Visa-P al inicio del programa a todos los participantes, y al concluir el programa lo deberán de volver a realizar, con dicha prueba, se podrá objetivizar mejor el estado funcional del tendón al igual que la sintomatología, por ende, la repercusión que tiene dicha patología en la vida del sujeto tanto al inicio como al final del ensayo (39,40).

Todos los datos obtenidos en cada escala y tests tomados, serán guardados por los investigadores hasta el final del proyecto, donde serán entregados al analista, el cual cotejará los datos obtenidos y los comprará entre grupos, con la finalidad de poder esclarecer las hipótesis y obtener nuevos resultados que arrojen luz sobre el terreno.

PLAN DE TRABAJO

El marco temporal de este estudio se ubica desde el inicio de octubre de 2025 a hasta diciembre de 2027. A continuación, se describirá el desarrollo de las diferentes fases que se encuentran reflejadas en la tabla más adelante (Figura 1).

Revisión Literaria

Esta primera etapa dará comienzo en octubre de 2025, teniendo una duración de tres meses la parte de revisión literaria. Esta fase comenzó con una búsqueda científica a través de la base de datos de PubMed, PEDro, Medline y algunas revistas científicas, con la finalidad de obtener la mejor evidencia disponible para la correcta realización de dicho protocolo.

Planificación y obtención de muestras

Tras la etapa de revisión, comenzará la planificación del protocolo, la cual comenzará en diciembre de 2025, y llevará 3 meses, concluyendo en febrero de 2026.

En dicho procedimiento se establece el tamaño muestral, al cual se le aplicaría unos criterios de inclusión y exclusión con la finalidad de obtener un grupo homogéneo para garantizar que los resultados sean lo más objetivos posibles.

Para poder llevar a cabo el estudio es necesario identificar los materiales que se van a utilizar en el entrenamiento, además de las escalas que se aplicaran para poder obtener información sobre las variables a estudiar.

A continuación, se definió el rol de cada integrante:

-Fisioterapeuta: Realización de las valoraciones y recogida de datos.

-Analista de datos: Analizar los datos recabados por el fisioterapeuta.

En la revisión y planificación, se concluyó que el ensayo trataría de aislar la pliometría como tratamiento de elección frente a la patología degenerativa del tendón en jugadores varones de baloncesto, además se combinaría dicho tratamiento con un trabajo activo isotónico y pesado controlado en ambos grupos, con la finalidad de observar si la implementación del trabajo pliométrico arrojara mejores resultados.

Se enviará el proyecto al comité de ética para con la intención de recibir la aprobación y comenzar a realizar el estudio. Este proceso podría demorarse hasta 6 meses, dejando un plazo para esta etapa hasta agosto de 2026.

Para concluir, se tuvo en cuenta un apartado de justificación, con la finalidad de exponer través de una hipótesis las razones por las que dicho estudio podría tener una alta relevancia en al ámbito deportivo y fisioterapéutico tras el análisis de los resultados.

Además, en esta fase se tomará contacto con la Federación Cántabra de Baloncesto para reclutar a los integrantes del proyecto con la obtención de nuestro grupo de estudio. Para ello, se mantuvo una reunión con el equipo multidisciplinar pertinente de la federación, fisioterapeutas y médicos, a los cuales, se les expuso la intencionalidad del proyecto, al igual que se les facilitó los criterios de inclusión y exclusión del protocolo. Con el objetivo de recibir a los candidatos al protocolo largo del año de duración de la etapa de ejecución, la federación realizaría la criba y enviarían a los candidatos hasta las inmediaciones del estudio. Dicha reunión tendrá lugar en diciembre de 2025.

Se tomó contacto con la clínica que cedería sus instalaciones para llevar a cabo el estudio. En dichas inmediaciones, tendría lugar las reuniones informativas con los pacientes, donde fueron informados de las bases del estudio, intencionalidad y la asignación del grupo perteneciente.

Etapa de Ejecución

La etapa de ejecución dará comienzo en septiembre de 2026 y finalizará en septiembre de 2027 y se llevará a cabo en la clínica mencionada anteriormente.

Ambos grupos entrenarán 3 días a la semana durante dos meses y las sesiones consistirán en las siguientes fases:

1. Evaluación inicial a través de escala EVA (Evalúa dolor).
2. Calentamiento.
3. CMJ (Evalúa funcionalidad del tendón).
4. Bloque principal:
    a. G1 --> Single leg squat
    b. G2--> Single leg squat + pliometría
5. Evaluación final a través de escala EVA (Evalúa dolor).

Durante esta etapa se irá recabando los resultados obtenidos a través de las mediciones en cada sesión. Se abre la ventana de ejecución durante 1 año, con la finalidad de aumentar la muestra de sujetos, pudiéndose adherir al estudio a lo largo de la fase de ejecución. Todos los sujetos tendrán la misma duración del tratamiento indiferentemente de la fecha de acoplamiento al programa.

Análisis del Resultado

Una vez terminada la etapa de ejecución en septiembre de 2027, se realizará un informe y se organizarán todos los datos recopilados de manera clara, sencilla y veraz con la finalidad de proporcionársela al analista.

Con dichos datos, el analista los interpretará de manera objetiva y se podrán obtener las conclusiones que determinarán la efectividad de la intervención al igual que su impacto en la función del tendón en la práctica deportiva, finalizando el análisis completo en octubre de 2027

Elaboración del Manuscrito y envío a revistas

Por último, tendrá lugar la elaboración del manuscrito y la publicación en revistas competentes de la materia. Este periodo se verá comprendido entre los meses de noviembre y diciembre de 2027, tras recibir los datos cotejados por el analista. Pudiendo incorporarlos al proyecto para terminar de redactar todos los datos y conclusiones obtenidas. Poniendo así fin a la redacción del artículo.

Las revistas seleccionadas para enviar dicho artículo son:

- Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy (JOSPT),
- British Journal of Sports Medicine (BJSM).
- International Journal of Sports Physical Therapy (IJSPT).

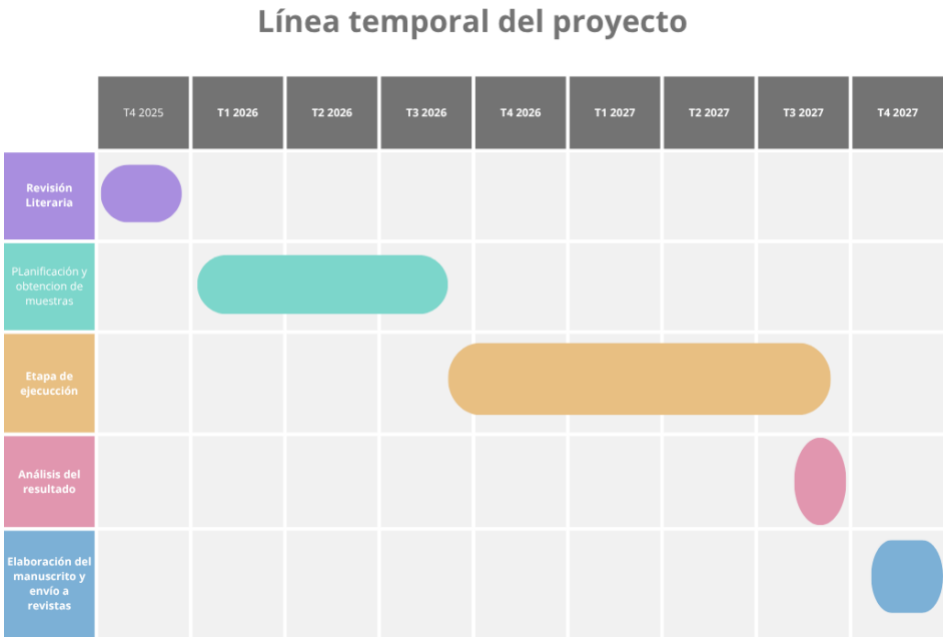


Figura 4: Diagrama de Gantt. Refleja el cronograma que ha ido aconteciendo todo el proyecto.

ASPECTOS ÉTICOS DEL ESTUDIO

El estudio cumplirá con la Declaración de Helsinki y la normativa española de protección de datos (LOPDGDD 3/2018 y Ley Orgánica 7/2021). Todos los sujetos recibirán información detallada del estudio y su intencionalidad a través del consentimiento informado, donde se les explicará objetivos, procedimientos (sin aclararle a que grupo pertenecerán), beneficios (mejora de la funcionalidad del tendón rotuliano y disminución del dolor) y riesgos (sufrir efectos adversos durante la duración del proyecto). Además, se les hará saber de su derecho de retirada del estudio en cualquier momento sin ningún tipo de penalización. Todos los datos obtenidos durante el estudio se tratarán de manera anónima y confidencial, solo el investigador principal tendrá accesos a estos datos.

El estudio fue aprobado por el comité de ética en investigación de la Universidad de Cantabria, quien lo revisará y lo aprobará.

Una vez superados todos los procesos de validación éticos del estudio, los resultados obtenidos serán enviados a revistas como:

- Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy (JOSPT).
- British Journal of Sports Medicine(BJSM) .
- International Journal of Sports Physical Therapy (IJSPT).

DISCUSIÓN

Este estudio busca determinar si la combinación de ejercicios pliométricos con el entrenamiento de resistencia pesada lenta (HSR) es más efectiva que utilizar únicamente HSR en personas que padecen tendinopatía rotuliana. El diseño sugerido posibilita que se obtengan múltiples reflexiones relevantes, acerca de las fortalezas y limitaciones del estudio, así como de su potencial impacto en los campos clínico y deportivo.

Un aspecto clave de la investigación es su enfoque fundamentado en estudios recientes sobre cómo el tendón se adapta a la carga (9). El protocolo se basa en el modelo de continuidad de la tendinopatía y en la idea de mecano transducción, lo que proporciona una firme base fisiológica (8).

Desde el punto de vista clínico y biomecánico, es una propuesta coherente combinar ejercicios pliométricos orientados a preparar los tejidos para las exigencias funcionales reales del deporte con HSR, que ha demostrado su eficacia para mejorar la sintomatología y facilitar la reestructuración estructural del tendón (21). Esta combinación posibilita abordar la recuperación estructural y la funcionalidad específica requerida en disciplinas deportivas, como el baloncesto, por ejemplo (32).

El diseño metodológico de la investigación es otra fortaleza significativa. Es un ensayo clínico con un grupo control, lo que posibilita la comparación directa entre las intervenciones y mejora la validez interna del análisis. Cuando los participantes son seleccionados al azar, se disminuyen los sesgos de selección; al mismo tiempo, el uso de un enmascaramiento simple para el analista contribuye a disminuir las eventuales influencias sobre la interpretación de los resultados. Además, el tamaño de muestra sugerido (66 sujetos) es adecuado para un estudio piloto y posibilita la obtención de datos preliminares relevantes.

El uso de herramientas de medición validadas es otro elemento que se resalta. Se logra una evaluación del estado de la persona desde diversos puntos de vista al incluir las pruebas CMJ de salto para examinar la funcionalidad, el índice VISA-P para dolor y sintomatología y el EVA para dolor. Esto posibilita que se analicen las modificaciones en el dolor, así como las variaciones en la capacidad funcional y el desempeño físico, aspectos de vital importancia entre los deportistas.

Asimismo, es importante resaltar el control de variables significativas. La investigación se limitó a hombres de 18 a 30 años con un diagnóstico clínico y una actividad similares, lo cual ayuda a estabilizar los resultados. Además, se equiparán aspectos como la frecuencia y el tiempo de entrenamiento entre los distintos grupos, lo que posibilita un aislamiento más exacto del efecto de la variable principal: la incorporación de ejercicios pliométricos.

Desde la perspectiva de su aplicabilidad, esta investigación puede contribuir significativamente a la fisioterapia en el deporte. El HSR tiene un sólido respaldo científico, aunque su capacidad para replicar las demandas particulares del deporte es limitada. Esta falta podría resolverse con la inclusión de ejercicios pliométricos, que harían más efectiva la transición hacia el ejercicio físico real. En este sentido, dicho ensayo, podría funcionar como un puente para futuros

protocolos más integrales que vayan incluyendo de manera progresiva y específica las diferentes formas de carga.

No obstante, el estudio también tiene que considerar una serie de limitaciones. Para empezar, como se trata de una investigación piloto, los resultados deben ser interpretados con cautela y no pueden extrapolarse completamente. Para verificar los resultados, será necesario realizar estudios posteriores con muestras más grandes.

La falta de un control estricto de la carga de ejercicio de los participantes fuera del programa de intervención es otra restricción significativa. A pesar de que el estudio establece una frecuencia de entrenamiento, no se detalla la manera en que se controlan otras actividades deportivas o cargas adicionales realizadas por los participantes, lo cual podría tener un impacto en la progresión de la tendinopatía y ser una variable confusa.

Además, el análisis se enfoca solamente en hombres, lo que limita la capacidad de extrapolar los resultados a las mujeres. Dado que podrían existir diferencias hormonales y biomecánicas que afecten la respuesta del tendón ante la carga, sería necesario utilizar muestras más diversas en estudios posteriores.

Otra debilidad encontrada en dicho programa tendrá que ver con la duración de la intervención, ya que esta es más bien corta (dos meses de tratamiento activo en la etapa de implementación). El tendón generalmente necesita más tiempo para experimentar transformaciones estructurales, aunque este lapso puede ser suficiente para detectar los cambios iniciales. Por lo tanto, un estudio a largo y medio plazo posibilitaría el análisis de la tasa de recaídas y de la sostenibilidad de los resultados.

Es necesario señalar una restricción: los individuos que participaron no se cegaron con respecto al tratamiento que se les aplicó, lo cual podría influir en su percepción del dolor y la funcionalidad (como sucede con el efecto placebo o las expectativas). Aunque es difícil eludir este parámetro en intervenciones fundamentadas en el ejercicio, se trata de un elemento a considerar al interpretar los resultados.

Este estudio permite varias líneas de investigación futuras. Primero, sería útil implementar un control más riguroso de las cargas, internas y externas, a través de instrumentos como el monitoreo del volumen de entrenamiento, la percepción subjetiva del esfuerzo o la tecnología de seguimiento. Esto haría más fácil comprender la relación dosis-respuesta durante el proceso de adaptación del tendón.

Asimismo, se podrían agregar más variables de análisis, incluyendo la evaluación del método de aterrizaje o salto (indicadores biomecánicos), parámetros neuromusculares e incluso estudios por imagen para establecer cambios en la estructura del tendón. Esto contribuiría a entender de mejor manera los mecanismos que están detrás del avance en la clínica.

El diseño de protocolos de tratamiento para incorporarlos en los programas de rehabilitación es otro posible uso futuro. Con base en los descubrimientos de este tipo de estudios, podrían establecerse protocolos estandarizados según la fase de la lesión, el estado del tendón y las necesidades particulares del deporte.

CONCLUSIÓN

El presente trabajo plantea una intervención que intenta superar una de las principales limitaciones del abordaje de la tendinopatía rotuliana: la poca transferencia de los tratamientos tradicionales a las reales exigencias del deporte. La combinación del entrenamiento de resistencia pesada lenta (HSR) con ejercicios pliométricos plantea una estrategia coherente, orientada tanto a la mejora estructural del tendón como a la funcionalidad de este.

El planteamiento del estudio refuerza la idea de que el tendón es una estructura muy dependiente de la carga, cuya recuperación requiere una adecuada progresión y control del estímulo mecánico. En este sentido, la integración de diferentes tipos de carga puede favorecer una adaptación más completa y específica.

Si bien el estudio tiene limitaciones, especialmente en el control de variables externas y en la duración del seguimiento, constituye una base interesante para futuras investigaciones. En conclusión, el presente trabajo señala la necesidad de diseñar protocolos más específicos y operativos, que contemplen no solo la recuperación clínica, sino también el retorno seguro y efectivo a la práctica deportiva.

ANEXO 1

Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN DEL ESTUDIO

Tanto los/as investigadores/as _____ como el paciente _____, con DNI _____, autorizan los tratamientos de datos personales.

Ambos han sido informados detalladamente sobre este tipo de estudio y entienden que el uso de los datos personales será exclusivamente para el siguiente fin: evaluar si existe una mejora en la función y el dolor del tendón rotuliano en pacientes con tendinopatía rotuliana, comparando un programa de ejercicio excéntrico con otro que combina ejercicio excéntrico y pliométrico.

Los cuestionarios y test a los que los pacientes van a ser sometidos consisten en preguntas para evaluar la gravedad sintomática, capacidad funcional, y capacidad deportiva (VISA-P-SP) y la medición del salto vertical (CMJ) para valorar la capacidad funcional del tendón.

Se le ha informado sobre las características del estudio, su finalidad y los cuestionarios y tests mencionados y explicados previamente. Asimismo, se le ha comunicado que puede revocar su participación en el estudio en cualquier momento, si así lo decide.

Todo ello, tal y como establece la Ley 41/2002, de Autonomía del Paciente. En consecuencia, tras entender y aceptar los puntos anteriores, firma el presente CONSENTIMIENTO INFORMADO.

En la fecha _____ del año 20 ___

Firma profesional responsable

Firma del paciente

ANEXO 2

Hoja de información

HOJA DE INFORMACIÓN

INTRODUCCIÓN

Nos ponemos en contacto con usted para proporcionarle información sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar, de manera voluntaria. Por favor, tómese el tiempo que necesite para leer la siguiente información y consultar las dudas que surjan. En caso de no comprender algún apartado o desear obtener más información, consulte con el investigador.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA

La participación en este estudio es completamente voluntaria y puede decidir no participar. Si decide participar, podrá cambiar de opinión y retirar su consentimiento en cualquier momento, sin que esto afecte a su atención sanitaria ni a su relación con los profesionales que le atienden.

OBJETIVO DEL ESTUDIO

El estudio consiste en un ensayo clínico aleatorizado, en el cual se seleccionarán 60 hombres con tendinopatía rotuliana. La mitad de los pacientes realizarán exclusivamente trabajo excéntrico, y la otra mitad la combinación de trabajo excéntrico y pliométrico, con una duración de 12 semanas. Cada dos semanas, los pacientes serán evaluados a través del test de salto vertical (CMJ) y un cuestionario (VISA-P-SP). Además, se evaluará el dolor pre, intra, y post entrenamiento el dolor del paciente a través de una escala (VAS).

BENEFICIOS Y RIESGOS DERIVADOS DE SU PARTICIPACIÓN EN EL ESTUDIO

Se espera mejorar la capacidad funcional y el dolor en el tendón rotuliano, pero cabe la posibilidad de que no obtenga ningún beneficio directo por su participación en el estudio.

Aun así, los conocimientos obtenidos gracias al estudio llevado a cabo a través de sus datos y de los demás sujetos pueden favorecer y el avance científico y clínico en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana.

En cuanto a los riesgos, no se prevén efectos adversos graves, pero en caso de notar alguna molestia o síntoma inusual, contacte con el investigador para su evaluación.

Tendrá que acudir a realizar los test, cuestionarios, y ejercicios establecidos en el protocolo de estudio.

Si considera que su participación puede ser un riesgo para su salud, puede retirarse incluso sin necesidad de su consentimiento

DERECHO DE REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO

Si en algún momento cambia de opinión respecto a su participación en el estudio o con el uso de datos proporcionados, tiene derecho de revocación a través del investigador principal. A pesar de ello, debe entender que los datos que se hayan obtenido hasta el momento de su revocación podrán ser utilizados para los fines del estudio y podrán conservarse en cumplimiento de las obligaciones legales correspondientes.

CONTACTO

Para cualquier duda o consulta que pueda surgir, puede ponerse en contacto con el investigador principal a través del siguiente correo electrónico:

FIRMA

Si decide participar en este estudio, deberá otorgar su consentimiento de manera libre y voluntaria. Le agradecemos su colaboración.

Nombre y apellidos:

Firma

ANEXO 3

Cuestionario VISA-P-SP

Este es un cuestionario para la valoración de la gravedad de los síntomas en individuos con tendinopatía rotuliana. El término "dolor" en el cuestionario hace referencia a la zona específica del tendón rotuliano. Para indicar su intensidad de dolor, por favor, marque de 0 a 10 en la escala teniendo en cuenta que.

0 = ausencia de dolor y 10 = máximo dolor que imagina.

1. ¿Durante cuántos minutos puede estar sentado sin dolor?

0-15 min	15-30 min	30-60 min	60-90 min	90-120 min	> 120 min
0	2	4	6	8	10

Puntos

2. ¿Le duele al bajar escaleras con paso normal?

Sin dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

Puntos

3. ¿Le duele la rodilla al extenderla completamente sin apoyar el pie en el suelo?

Sin dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

Puntos

4. ¿Tiene dolor en la rodilla al realizar un gesto de "zancada" (flexión de rodilla tras un movimiento amplio hacia delante con carga completa del peso corporal sobre la pierna adelantada)? Ver ilustración.



Sin dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

Puntos

5. ¿Tiene problemas para ponerse en cuclillas?

Sin problemas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso/incapaz
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

Puntos

6. ¿Le duele al hacer 10 saltos seguidos sobre la pierna afectada o inmediatamente después de hacerlos?

Sin dolor	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dolor muy intenso/incapaz
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	

Puntos

7. ¿Practica algún deporte o actividad física en la actualidad?

			Puntos
0	☐	No, en absoluto	
4	☐	Entrenamiento modificado y/o competición modificada	
7	☐	Entrenamiento completo y/o competición, pero a menor nivel que cuando empezaron los síntomas	
10	☐	Competición al mismo nivel o mayor que cuando empezaron los síntomas	

8. Por favor, conteste A, B o C en esta pregunta según el estado actual de su lesión:
- Si no tiene dolor al realizar deporte, por favor, conteste sólo a la pregunta 8A.
- Si tiene dolor mientras realiza el deporte pero éste no le impide completar la actividad, por favor, conteste únicamente la pregunta 8B.
- Si tiene dolor en la rodilla y éste le impide realizar deporte, por favor, conteste solamente la pregunta 8C.

8A. Si no tiene dolor mientras realiza deporte, ¿cuánto tiempo puede estar entrenando o practicando?

0-20 minutos	20-40 minutos	40-60 minutos	60-90 minutos	>90 minutos	Puntos
6	12	18	24	30	

8B. Si tiene cierto dolor mientras realiza deporte pero éste no obliga a interrumpir el entrenamiento o la actividad física, ¿cuánto tiempo puede estar entrenando o haciendo deporte?

0-15 minutos	15-30 minutos	30-45 minutos	45-60 minutos	>60 minutos	Puntos
0	5	10	15	20	

8C. Si tiene dolor que le obliga a detener el entrenamiento o práctica deportiva, ¿cuánto tiempo puede aguantar haciendo el deporte o la actividad física?

Nada	0-10 minutos	10-20 minutos	20-30 minutos	>30 minutos	Puntos
0	2	5	7	10	

Puntuación Total: ☐ /100

Nombre:
Fecha:

BIBLIOGRAFIA

1. Florit D, Pedret C, Casals M, Malliaras P, Sugimoto D, Rodas G. of Tendinopathy in Team Sports in a Multidisciplinary Sports Club Over 8 Seasons. ©Journal of Sports Science and Medicine [Internet]. 2019. Report. Available from: http://www.jssm.org
2. Goes RA, Lopes LR, Cossich VRA, De Miranda VAR, Coelho ON, Do Carmo Bastos R, et al. Musculoskeletal injuries in athletes from five modalities: A cross-sectional study. BMC Musculoskelet Disord. 2020 Feb 24;21(1). doi:10.1186/s12891-020-3141-8 PubMed PMID: 32093651.
3. Karin Grävare Silbernagel PT APKMC (BappSc 6 (Physio), P. A proposed return to sport program for patients with midportion 3 Achilles tendinopathy: rationale and implementationReferencia tiempo. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2015 Nov;1–42. doi:doi:10.2519/jospt.2015.5885. PubMed PMID: 26390272.
4. Theodorou A, Komnos G, Hantes M. Patellar tendinopathy: an overview of prevalence, risk factors, screening, diagnosis, treatment and prevention. Arch Orthop Trauma Surg. 2023 Nov 1;143(11):6695–705. doi:10.1007/s00402-023-04998-5 PubMed PMID: 37542006.
5. Nutarelli S, Lodi CMT da, Cook JL, Deabate L, Filardo G. Epidemiology of Patellar Tendinopathy in Athletes and the General Population: A Systematic Review and Meta-analysis. Orthop J Sports Med. 2023 Jun 1;11(6). doi:10.1177/23259671231173659
6. Millar NL, Silbernagel KG, Thorborg K, Kirwan PD, Galatz LM, Abrams GD, et al. Tendinopathy. Nat Rev Dis Primers. 2021 Dec 1;7(1). doi:10.1038/s41572-020-00234-1 PubMed PMID: 33414454.
7. Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. British Journal of Sports Medicine. 2009. p. 409–16. doi:10.1136/bjsm.2008.051193 PubMed PMID: 18812414.
8. Cook JL, Rio E, Purdam CR, Docking SI. Revisiting the continuum model of tendon pathology: What is its merit in clinical practice and research? British Journal of Sports Medicine. BMJ Publishing Group; 2016. p. 1187–91. doi:10.1136/bjsports-2015-095422 PubMed PMID: 27127294.
9. Stańczak M, Kacprzak B, Gawda P. Tendon Cell Biology: Effect of Mechanical Loading. Cellular Physiology and Biochemistry. Cell Physiol Biochem Press GmbH & Co KG; 2024. p. 677–701. doi:10.33594/000000743 PubMed PMID: 39568406.
10. Khan KM, Scott A. Mechanotherapy: How physical therapists' prescription of exercise promotes tissue repair. British Journal of Sports Medicine. 2009. p. 247–52. doi:10.1136/bjsm.2008.054239 PubMed PMID: 19244270.
11. Shawn F. Kane M, Lucianne H. Olewinski M, Kyle S. Tamminga M. Management of Chronic Tendon Injuries. Am Fam Physician. 2019 Sep;147–57. PubMed PMID: 31361101.
12. Andres BM, Murrell GAC. Treatment of tendinopathy: What works, what does not, and what is on the horizon. In: Clinical Orthopaedics and Related Research. Springer New York; 2008. p. 1539–54. doi:10.1007/s11999-008-0260-1 PubMed PMID: 18446422.

13. Tsai WC, Tang SFT, Liang FC. Effect of therapeutic ultrasound on tendons. American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. 2011. p. 1068–73. doi:10.1097/PHM.0b013e31821a70be PubMed PMID: 21552108.
14. d'Agostino MC, Craig K, Tibalt E, Respizzi S. Shock wave as biological therapeutic tool: From mechanical stimulation to recovery and healing, through mechanotransduction. International Journal of Surgery. Elsevier Ltd; 2015. p. 147–53. doi:10.1016/j.ijsu.2015.11.030 PubMed PMID: 26612525.
15. Ramos-Barbero M, Pérez-Jiménez A, Serrano-Carmona S, Mokhtari K, Lupiáñez JA, Rufino-Palomares EE. The Efficacy of Intratissue Percutaneous Electrolysis (EPI®) and Nutritional Factors for the Treatment of Induced Tendinopathy in Wistar Rats: Hepatic Intermediary Metabolism Effects. Int J Mol Sci. 2024 Jul 1;25(13). doi:10.3390/ijms25137315 PubMed PMID: 39000426.
16. Rio E, Kidgell D, Purdam C, Gaida J, Moseley GL, Pearce AJ, et al. Isometric exercise induces analgesia and reduces inhibition in patellar tendinopathy. Br J Sports Med. 2015 Oct 1;49(19):1277–83. doi:10.1136/bjsports-2014-094386 PubMed PMID: 25979840.
17. Kongsgaard M, Qvortrup K, Larsen J, Aagaard P, Doessing S, Hansen P, et al. Fibril Morphology and Tendon Mechanical Properties in Patellar Tendinopathy. American Journal of Sports Medicine. 2010 Apr 1;38(4):749–56. doi:10.1177/0363546509350915 PubMed PMID: 20154324.
18. Kongsgaard M, Kovanen V, Aagaard P, Doessing S, Hansen P, Laursen AH, et al. Corticosteroid injections, eccentric decline squat training and heavy slow resistance training in patellar tendinopathy. Scand J Med Sci Sports. 2009 Dec;19(6):790–802. doi:10.1111/j.1600-0838.2009.00949.x PubMed PMID: 19793213.
19. Li Y, Sun D, Fang Y, Lu Z, Shi F, Liu G, et al. Mixed comparison of intervention with eccentric, isometric, and heavy slow resistance for Victorian Institute of Sport Assessment Patella Questionnaire in adults with patellar tendinopathy: A systematic review and network meta-analysis. Heliyon. 2024 Nov 15;10(21). doi:10.1016/j.heliyon.2024.e39171
20. Kjaer M, Heinemeier KM. HIGHLIGHTED TOPIC Eccentric Exercise Eccentric exercise: acute and chronic effects on healthy and diseased tendons. J Appl Physiol. 2014;116:1435–8. doi:10.1152/japplphysiol.01044.2013.-Eccentric
21. Malliaras P, Barton CJ, Reeves ND, Langberg H. Achilles and patellar tendinopathy loading programmes: A systematic review comparing clinical outcomes and identifying potential mechanisms for effectiveness. Sports Medicine. 2013. p. 267–86. doi:10.1007/s40279-013-0019-z PubMed PMID: 23494258.
22. Kaux JF, Libertiaux V, Leprince P, Fillet M, Denoel V, Wyss C, et al. Eccentric Training for Tendon Healing after Acute Lesion: A Rat Model. American Journal of Sports Medicine. 2017 May 1;45(6):1440–6. doi:10.1177/0363546517689872 PubMed PMID: 28291948.
23. Markovic G, Mikulic P. Neuro-Musculoskeletal and Performance Adaptations to Lower-Extremity Plyometric Training. Report.
24. Moran J, Liew B, Ramirez-Campillo R, Granacher U, Negra Y, Chaabene H. The effects of plyometric jump training on lower-limb stiffness in healthy individuals: A meta-

analytical comparison. Journal of Sport and Health Science. Elsevier B.V.; 2023. p. 236–45. doi:10.1016/j.jshs.2021.05.005 PubMed PMID: 34033984.
25. Hirayama K, Iwanuma S, Ikeda N, Yoshikawa A, Ema R, Kawakami Y. Plyometric training favors optimizing muscle-tendon behavior during depth jumping. Front Physiol. 2017;8(JAN). doi:10.3389/fphys.2017.00016
26. Sun J, Sun J, Shaharudin S, Zhang Q. Effects of plyometrics training on lower limb strength, power, agility, and body composition in athletically trained adults: systematic review and meta-analysis. Sci Rep. 2025 Dec 1;15(1). doi:10.1038/s41598-025-10652-4 PubMed PMID: 41034241.
27. Jin GZ. Exercise-Based Mechanotherapy: From Biomechanical Principles and Mechanotransduction to Precision Regenerative Rehabilitation. Int J Mol Sci. 2026 Jan 9;27(2):694. doi:10.3390/ijms27020694 PubMed PMID: 41596344.
28. Marston KJ, Forrest MRL, Teo SYM, Mansfield SK, Peiffer JJ, Scott BR. Load-velocity relationships and predicted maximal strength: A systematic review of the validity and reliability of current methods. PLoS ONE. Public Library of Science; 2022. doi:10.1371/journal.pone.0267937 PubMed PMID: 36301878.
29. Ferreira-Valente MA, Pais-Ribeiro JL, Jensen MP. Validity of four pain intensity rating scales. Pain. 2011 Oct;152(10):2399–404. doi:10.1016/j.pain.2011.07.005 PubMed PMID: 21856077.
30. Kersten P, White PJ, Tennant A. Is the pain visual analogue scale linear and responsive to change? An exploration using rasch analysis. PLoS One. 2014 Jun 12;9(6). doi:10.1371/journal.pone.0099485 PubMed PMID: 24921952.
31. Chang CM, Chung H, Hsu HC, Chen LT, Lin RY, Lin HC. Effectiveness of stationary cycling with electromyographic biofeedback on neuromuscular control and function in individuals with knee osteoarthritis: a feasibility study. BMC Musculoskelet Disord. 2025 Dec 1;26(1). doi:10.1186/s12891-025-08794-7 PubMed PMID: 40462058.
32. Breda SJ, Oei EHG, Zwerver J, Visser E, Waarsing E, Krestin GP, et al. Effectiveness of progressive tendon-loading exercise therapy in patients with patellar tendinopathy: A randomised clinical trial. Br J Sports Med. 2021 May 1;55(9):501–9. doi:10.1136/bjsports-2020-103403 PubMed PMID: 33219115.
33. Young MA, Cook JL, Purdam CR, Kiss ZS, Alfredson H. Eccentric decline squat protocol offers superior results at 12 months compared with traditional eccentric protocol for patellar tendinopathy in volleyball players. Br J Sports Med. 2005 Feb;39(2):102–5. doi:10.1136/bjsm.2003.010587 PubMed PMID: 15665207.
34. Purdam CR, Johnsson P, Alfredson H, Lorentzon R, Cook JL, Khan KM. A pilot study of the eccentric decline squat in the management of painful chronic patellar tendinopathy. Br J Sports Med. 2004 Aug;38(4):395–7. doi:10.1136/bjsm.2003.000053 PubMed PMID: 15273169.
35. Malliaras P, Cook J, Purdam C, Rio E. Patellar tendinopathy: Clinical diagnosis, load management, and advice for challenging case presentations. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. Movement Science Media; 2015. p. 887–98. doi:10.2519/jospt.2015.5987 PubMed PMID: 26390269.

36. Silva RS, Ferreira ALG, Nakagawa TH, Santos JEM, Serrão F V. Rehabilitation of patellar tendinopathy using hip extensor strengthening and landing-strategy modification: Case report with 6-month follow-up. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. 2015 Nov 1;45(11):899–909. doi:10.2519/jospt.2015.6242 PubMed PMID: 26390271.
37. Rosen AB, Ko J, Simpson KJ, Kim SH, Brown CN. Lower extremity kinematics during a drop jump in individuals with patellar tendinopathy. Orthop J Sports Med. 2015 Mar 1;3(3). doi:10.1177/2325967115576100
38. Chmielewski TL, Myer GD, Kauffman D, Tillman SM. Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: Physiological responses and clinical application. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy. Movement Science Media; 2006. p. 308–19. doi:10.2519/jospt.2006.2013 PubMed PMID: 16715831.
39. Hernandez-Sanchez S, Hidalgo MD, Gomez A. Responsiveness of the VISA-P scale for patellar tendinopathy in athletes. Br J Sports Med. 2014;48(6):453–7. doi:10.1136/bjsports-2012-091163 PubMed PMID: 23012320.
40. Korakakis V, Whiteley R, Kotsifaki A, Stefanakis M, Sotiralis Y, Thorborg K. A systematic review evaluating the clinimetric properties of the Victorian Institute of Sport Assessment (VISA) questionnaires for lower limb tendinopathy shows moderate to high-quality evidence for sufficient reliability, validity and responsiveness—part II. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH; 2021. p. 2765–88. doi:10.1007/s00167-021-06557-0 PubMed PMID: 33860806.