

# Trabajo Fin de Grado

*Manejo de las cargas en la tendinopatía  
rotuliana del deportista.  
Revisión sistemática.*

Management of loads in athlete's patellar tendinopathy.

A systematic review.

Autor/es

**María Martín Ezquerro**

Director/es

**César Hidalgo García**

Titulación del autor

Fisioterapia

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

2020-2021

## INDICE

<i>Resumen</i>	Página 3
<i>Introducción</i>	Página 4
<i>Justificación</i>	Página 15
<i>Objetivos</i>	Página 16
<i>Material y métodos</i>	Página 17
<i>Resultados</i>	Página 20
<i>Discusión</i>	Página 28
<i>Conclusiones</i>	Página 34
<i>Conflicto de intereses</i>	Página 35
<i>Limitaciones</i>	Página 36
<i>Fortalezas</i>	Página 36
<i>Anexo 1. Escala PEDro</i>	Página 37
<i>Anexo 2. Índice VISA-p</i>	Página 39
<i>Bibliografía</i>	Página 42



## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<i>EPI</i>	Electrolisis Percutánea Intratisular
<i>ESWT</i>	Extracorporeal Shockwave Therapy
<i>HSR</i>	Heavy Slow Resistance
<i>NRS</i>	Numeric Rating Scale
<i>PICO</i>	Paciente, Intervención, Comparación, Resultados (Outcomes)
<i>PRP</i>	Plasma Rico en Plaquetas
<i>RM</i>	Repetición Máxima
<i>SLDS</i>	Sigle Leg Decline Squat
<i>UTC</i>	Ultrasound Tissue Characterization
<i>VAS</i>	Visual Analogue Scale
<i>VEGF</i>	Factor de crecimiento Vasculoendotelial
<i>VISA-p</i>	Victoria Institute of Sports Assessment - Patella

## RESUMEN

*Introducción:* La tendinopatía rotuliana o “rodilla del saltador” es una de las patologías crónicas del miembro inferior más frecuente entre los deportistas, destacando en aquellos que practican disciplinas que incluyen el salto entre sus gestos técnicos, como el baloncesto y el voleibol. Este trabajo revisa la bibliografía más actual sobre la eficacia de los diferentes tipos de trabajo en carga, viendo la función de cada uno en la recuperación de estos sujetos y como pueden utilizarse para lograr un nivel de función óptima que permita la rápida vuelta a la actividad física.

*Material y métodos:* Se realizó la búsqueda bibliográfica en las bases de datos conocidas para el área de las ciencias biomédicas. Los términos utilizados fueron *tendinopathy, patellar, eccentric, concentric, isometric, HSR* y *jumper’s Knee*. El nivel de evidencia se valoró mediante la Escala PEDro.

*Resultados:* Tras la revisión de los 9 artículos incluidos en este trabajo, todos ellos ensayos clínicos aleatorizados realizados en población joven y activa, los resultados muestran que no sólo los excéntricos pueden mejorar los síntomas y la funcionalidad (medidos mediante el cuestionario VISA-p) de la rodilla del saltador, sino que el trabajo isométrico e isotónico, así como la combinación de cargas, pueden generar un incremento igual o superior de los mismos.

*Conclusiones:* el trabajo en carga es, en general, un buen tratamiento para el alivio de los síntomas y la mejora de la funcionalidad en los deportistas con tendinopatía rotuliana, pero todavía existe un vacío en la literatura en cuanto a la mejor aplicación de cada modalidad de contracción en esta patología.

## INTRODUCCIÓN

El tendón rotuliano constituye el elemento de transmisión de la fuerza generada por el cuádriceps a la porción proximal y anterior de la tibia. Se trata de un tendón plano, considerado una extensión de la musculatura del cuádriceps, concretamente de las fibras centrales del recto anterior<sup>1</sup>.

A nivel macroscópico el tendón es nacarado, brillante, y firme<sup>2</sup>. Está formado por fibras de colágeno del tipo I paralelas entre sí<sup>3</sup>, lo que confiere al tejido gran resistencia y rigidez a la tensión, y flexibilidad cuando se dobla o cuando es sometido a cizalla<sup>4</sup>.

El tendón rotuliano, a pesar de considerarse una estructura relativamente avascular, recibe sangre de las ramas de la arteria genicular y de la arteria tibial anterior (procedentes de las arterias femoral y poplítea)<sup>5</sup>. En cuanto a su inervación, es rica y casi exclusivamente aferente<sup>3</sup>, dependiendo fundamentalmente de ramas terminales del nervio ciático, sobre todo de la rama poplítea, con alta sensibilidad a los estímulos mecánicos<sup>6</sup>. Cabe destacar también la presencia de inervación autónoma (simpática y parasimpática) en el tendón rotuliano<sup>7</sup>, lo cual parece ser determinante en la transmisión nociceptiva en el tendón patológico.

Respecto a su comportamiento biomecánico, el tendón es una estructura biológica extremadamente fuerte, con un comportamiento viscoelástico. Durante el movimiento, actúa como un almacén de energía elástica, lo que resulta fundamental para la absorción de impactos, así como para la ejecución de muchos movimientos tanto cotidianos como deportivos<sup>8</sup>.

En el análisis dinámico se observa que la fuerza de tracción sobre el tendón varía en función del ángulo de flexión de la rodilla, encontrándose el punto crítico (punto de mayor sufrimiento del tendón) en torno a los 45° de flexión<sup>9</sup>.

La patología más frecuente de esta estructura es la tendinopatía rotuliana. Esta constituye un síndrome doloroso, localizado en la cara anterior de la rodilla. La aparición de síntomas dolorosos suele darse durante actividades

como el salto o ponerse de cuclillas, y pueden ser generalmente reproducidos mediante la palpación directa del tendón en extensión de rodilla y con el cuádriceps relajado<sup>10</sup>. Este cuadro puede suponer una gran limitación para el desarrollo de la actividad deportiva, generando en última instancia un menoscabo en el rendimiento del atleta<sup>11</sup>.

El 80% de los casos de tendinopatía rotuliana se asientan en el polo inferior de la rótula, aunque puede darse con menor frecuencia en el polo superior de la rótula, en el cuerpo del tendón o en la inserción del mismo sobre la tuberosidad anterior de la tibia<sup>12</sup>.

El consenso general en la bibliografía es considerar esta lesión crónica a partir de los tres meses de duración de los síntomas.

A día de hoy, es comúnmente aceptado que la sobrecarga crónica del tendón es uno de los principales factores implicados en el desarrollo de la patología, especialmente si existe una actividad con altas cargas y elevadas fuerzas de tensión sobre el tendón<sup>13</sup>. Este proceso de sobrecarga implica lesiones microscópicas en los puentes cruzados de las fibras de colágeno. Cuando la tracción repetida en el tendón se mantiene en el tiempo, la capacidad de reparación de las células se ve superada y es entonces cuando sobreviene la lesión por sobrecarga<sup>14</sup>. Dada la baja tasa metabólica del tendón, la producción de colágeno y matriz extracelulares en estas situaciones de microlesión excede a las capacidades del tejido. Esta reparación inadecuada es la que genera un círculo vicioso perjudicial para los tenocitos que llegan incluso a desaparecer, con su consiguiente reducción de la capacidad reparativa del tendón y la predisposición a la lesión que esto conlleva. El resultado final de este proceso es la formación de un área de tendinosis en el tendón<sup>15</sup>.

La terminología utilizada en la denominación de esta patología ha sido variada y controvertida a lo largo del tiempo, en parte debido al desconocimiento de las bases que la sustentan. Clásicamente ha sido clasificada de tendinitis,

pero lo cierto es que ya desde hace años, diferentes autores abogan por denominar a la patología en base a sus hallazgos histopatológicos<sup>12,16</sup>.

Lo más frecuente es encontrar la degeneración del tendón en ausencia de células inflamatorias en la unión del tendón al polo inferior de la rótula y a su cara posterior<sup>17</sup>, por lo que la tendencia general es a clasificar esta patología de tendinosis.

La evidencia actual afirma que en la mayoría de los casos de tendinopatía rotuliana no subyace un proceso inflamatorio, sino cambios estructurales compatibles con procesos degenerativos (aumento de tenocitos con actividad fibroblástica, y no aumento de las clásicas células inflamatorias)<sup>18</sup>.

Por otro lado, también hay publicaciones en las que se ha encontrado que algunos de estos mediadores químicos (como por ejemplo la ciclooxygenasa-2) sí que están presentes en diferentes concentraciones en el tejido que se encuentra afectado por el proceso de tendinosis<sup>19</sup>.

Los cambios que se observan a nivel microscópico en el tendón afectado, es un reblandecimiento del tejido, así como una desorganización de las fibras de colágeno (las cuales se encuentran más separadas por un aumento de la sustancia fundamental), fibrosis y neovascularización. Además, el aspecto del tendón pasa a ser amarillo-marrón. No aparecen células inflamatorias.

**Entender que la tendinopatía rotuliana se trata más de un proceso degenerativo que de un proceso inflamatorio, es lo que permitirá establecer un tratamiento adecuado al paciente.**

La vascularización del tendón degenerado es un punto de gran importancia en la comprensión del mecanismo doloroso de este, pues a pesar de la creencia de que la degeneración tendinosa va unida a una pobre vascularización, la evidencia dice lo contrario.

El tendón sometido a sobreuso mecánico y a microrroturas (frecuente en la práctica deportiva), genera una hipoxia local capaz de inducir la transcripción

de diferentes factores angiogénicos, entre los que destaca el factor de crecimiento vasculoendotelial (VEGF).

El factor VEGF parece producir una mayor expresión génica de la matriz metaloproteinasas y una inhibición de otros agentes, lo que puede alterar las propiedades del tendón y predisponiéndolo a la ruptura durante el proceso degenerativo<sup>20</sup>.

Además, la neovascularización parece ser un importante factor en la aparición de dolor, aunque se requieren más estudios para poder afirmarlo<sup>20</sup>.

No hay evidencia actual consistente que afirme que un tendón con tendinosis sea más débil, pues la mayoría de los estudios existentes que investigan este hecho se han hecho de forma retrospectiva en tendones que han terminado por romperse<sup>21</sup>.

En los últimos años se ha observado un aumento significativo de los casos de tendinopatía rotuliana entre los deportistas. Esto puede ser debido por un lado al incremento en las demandas de entrenamiento y competición, y por otro al avance en el conocimiento y en los medios de exploración sobre esta entidad patológica<sup>22</sup>.

A partir de 1973, tras haber observado la alta incidencia de esta lesión en las rodillas de aquellos atletas cuyos deportes involucraban movimientos repetitivos, súbitos y balísticos de la rodilla, comenzó a considerarse a esta afección "rodilla del saltador"<sup>23</sup>.

La mayoría de las lesiones crónicas del tendón rotuliano se relacionan directamente con la ejecución del gesto deportivo, y por tanto con disciplinas deportivas que implican grandes esfuerzos sobre el aparato extensor de la rodilla, como son los saltos y los arranques explosivos, destacando deportes como el baloncesto y el voleibol<sup>24</sup>.



Cada salto genera una elevada sollicitación del cuádriceps sobre el tendón rotuliano<sup>15</sup>, y las fuerzas que genera la recepción en el suelo tras dicho salto son aún mayores.

Son estas altas sollicitaciones de fuerza y potencia lo que hace que la mayoría de las lesiones del aparato extensor recaigan sobre los tejidos blandos, y concretamente sobre las estructuras tendinosas<sup>25</sup>.

Se trata de una patología que, pese a poder afectar en la edad adulta, está muy relacionada a jóvenes que practican disciplinas deportivas como las mencionadas anteriormente<sup>26</sup>.

En cuanto a los datos epidemiológicos de la tendinopatía rotuliana, se encuentra que muchos se obtienen de tendones que han terminado por romperse, lo que los limita a un segmento muy concreto de la población que sufre esta alteración.

Uno de los estudios que más tipos de deporte incluye, y que además no se asocia a un tratamiento quirúrgico, es el de Lian et al. (2005)<sup>27</sup>. En él se examinaron 614 deportistas profesionales pertenecientes a diferentes disciplinas: Hockey, atletismo, ciclismo, balonmano, fútbol, baloncesto, lucha y voleibol. Allí se encontró una prevalencia de la tendinopatía rotuliana del 14,2%, siendo el voleibol (44,6%) y el baloncesto (31,9%) las disciplinas donde mayor número de casos se registraron.

En deportes como el voleibol, es la lesión más frecuente por sobrecarga, registrándose prevalencias de hasta el 40-50% en jugadores profesionales<sup>27,28</sup>.

En los datos también se observa que la prevalencia de tendinopatía unilateral es diferente entre sexos, siendo dos veces más frecuente en hombres (13,5%) que en mujeres (5,6%)<sup>27,29</sup>. Además, una edad más temprana y una mayor estatura y peso corporal, parecen ser riesgos asociados a esta lesión tendinosa.

Por otro, lado se ha visto que los deportistas que la padecen poseen en la mayoría de casos una mayor fuerza en el salto vertical, lo que requiere un gran esfuerzo excéntrico del cuádriceps antes del despegue<sup>30</sup>.

Parece por tanto evidente que un historial de alta carga excéntrica es el denominador común de aquellos que sufren esta patología.

La etiología exacta de la tendinopatía rotuliana no está clara actualmente, pero se acepta su carácter multifactorial<sup>31</sup>.

Paradójicamente, al tratarse de una patología que se da también en adultos sedentarios, y no poder justificarse por tanto con el proceso de carga únicamente, se deduce que el desarrollo de la tendinopatía rotuliana esta también relacionado con otros factores que puedan ocurrir tanto en el deportista como en el resto de la población<sup>32</sup>.

El conocimiento de estos factores de riesgo es de vital importancia en el desarrollo de la prevención y en la adecuada elaboración del programa de fisioterapia.

Además de los ya mencionados anteriormente, en la **tabla 1**<sup>33</sup> se muestran los principales factores, tanto intrínsecos como extrínsecos que favorecen la aparición de la patología.

En general, existe una evidencia moderada respecto a la asociación de estos factores a la tendinopatía rotuliana, ya que aún hay pocos estudios sistemáticos que los analicen<sup>30</sup>.

Para explicar la evolución de la patología, existe actualmente el modelo continuo planteado por Cook y Purdam (2009)<sup>34</sup>, que trata de agrupar y explicar desde el punto de vista fisiopatológico las presentaciones clínicas y los hallazgos de la tendinopatía descritos en la literatura, e intenta integrar los hallazgos de la investigación con la clínica.

Tabla 1. Factores de riesgo para la tendinopatía rotuliana en el deporte<sup>33</sup>

Intrínsecos	Extrínsecos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Genética</li> <li>• Edad</li> <li>• Desalineaciones en la extremidad inferior</li> <li>• Sobrepeso, composición corporal</li> <li>• Sexo</li> <li>• IMC (Índice de Masa Corporal)</li> <li>• Ratio del perímetro cintura-cadera</li> <li>• Flexión dorsal de tobillo reducida</li> <li>• Desarrollo en el salto vertical</li> <li>• Estrategia de recepción del salto</li> <li>• Flexibilidad de cuádriceps e isquiosurales</li> <li>• Dismetría en miembro inferior</li> <li>• Altura del arco plantar</li> <li>• Fuerza de cuádriceps</li> <li>• Enfermedad endocrino-metabólica</li> <li>• Competición a nivel profesional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Errores en la planificación o ejecución del entrenamiento</li> <li>• Errores en la adaptación individual del entrenamiento y/o la carga</li> <li>• Fatiga</li> <li>• Superficie de juego y cambios en la misma</li> <li>• Recuperación insuficiente</li> <li>• Fármacos</li> <li>• Calzado y material deportivo inadecuado o deteriorado</li> </ul>

Se propone un modelo integral en el que existe un curso continuo de la patología del tendón y en el que se diferencian tres fases: tendinopatía reactiva, reparación tendinosa fallida y tendinopatía degenerativa.

Pese a esta segmentación en tres etapas o fases, el modelo hace referencia a un proceso continuo, lo que implica una conexión y continuidad entre las etapas. La adición o la eliminación de carga es el estímulo primario que impulsa el tendón hacia adelante o hacia atrás a lo largo de este proceso, especialmente en las primeras fases, permitiendo que el tendón pueda volver a un nivel anterior de estructura y resistencia.

En cuanto al diagnóstico de la tendinopatía rotuliana, aparte de utilizar escalas, entre las que destaca la VISA-P (**Anexo 2**), se realiza también una exploración clínica que implica valorar desalineaciones del aparato extensor, el ángulo Q de Insall, la pronación del retropié, la asimetría de las

extremidades inferiores, la atrofia del cuádriceps y la flexibilidad muscular de los isquiosurales, gastrocnemios y cuádriceps<sup>33</sup>.

A todo esto, se le puede añadir un diagnóstico por imagen realizado por ecografía, que permite una exploración dinámica de la funcionalidad del tendón, y/o por resonancia magnética que aportará datos sobre el estado de otras estructuras articulares ayudando en el diagnóstico diferencial de la patología, descartando enfermedades de origen no tendinoso<sup>33</sup>.

Son numerosas las alternativas de tratamiento usadas en la tendinopatía rotuliana.

Entre ellas encontramos la electroterapia en varias de sus formas (corrientes de alta frecuencia, ultrasonidos, láser o magnetoterapia) pero lo cierto es que actualmente la técnica de electroterapia más evidenciada en esta patología es la EPI, que consiste en la aplicación de corrientes galvánicas intratendinosas<sup>35</sup>.

También se utiliza la terapia manual, con técnicas de masaje de las estructuras musculares y de movilizaciones de la rótula.

Otra de las técnicas de elección en la tendinopatía rotuliana son las ondas de choque, utilizadas sobre todo ante problemas crónicos para el alivio del dolor y la mejora de la funcionalidad, sin efectos adversos<sup>36</sup>. Aun así, la evidencia recomienda su uso en combinación con un programa de ejercicios excéntricos.

Los tratamientos invasivos utilizados en la tendinopatía rotuliana, además de la cirugía, son las inyecciones de PRP y la inyección de grandes volúmenes.

La primera consiste en la infiltración directa al tendón de PRP, que secreta factores de crecimiento implicados en la cicatrización<sup>37</sup>.

En cuanto a la inyección de grandes volúmenes de suero fisiológico (unos 40ml), busca romper mediante efectos mecánicos los neovasos de la cara profunda del tendón y de la grasa de Hoffa<sup>38</sup>.

Aunque existe hoy en día una gran variedad de tratamientos quirúrgicos para la tendinopatía rotuliana, estos no han demostrado ser más beneficiosos en la reducción de síntomas en comparación a los ejercicios excéntricos, por lo que se recomienda iniciar el tratamiento por estos últimos, y reservar la cirugía sólo para casos de ausencia de evolución<sup>39</sup>.

A pesar de gran variedad de opciones terapéuticas mencionadas previamente, ninguna abarca, aplicada de forma aislada, los tres puntos clave en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana: alivio del dolor, restablecimiento de la estructura tendinosa y mejora en la funcionalidad y en la capacidad de carga del tendón.

Por ello, se propone el ejercicio en carga en sus diferentes variantes, como tratamiento integral de la tendinopatía rotuliana.

Según Van Ark et al, los ejercicios isométricos están clínicamente demostrado que actúan en la disminución de dolor durante la temporada deportiva. En dicho artículo, la VISA-p muestra una mejora con el tiempo, no solo del dolor sino de la funcionalidad de la rodilla. El efecto que provocan los isométricos para la reducción del dolor es a través de la inhibición cortical, pudiendo así reducir el dolor unos 45 minutos. De este modo, padecer menos dolor en la rodilla se traduce en que es posible la realización de la actividad con mayor intensidad, carga, o durante más tiempo. Otro beneficio es la disminución del miedo a la hora de realizar un ejercicio por parte del paciente, es decir, este tipo de ejercicio le ayuda a ser más eficaz en la modulación del miedo (aumentan la sensación de control disminuyendo la ansiedad)<sup>40</sup>.

### ***Isométricos***

Ejercicios basados en una contracción muscular que no implica un cambio de longitud del músculo ni movimiento en las articulaciones adyacentes.

### ***Concéntricos***

Ejercicios basados en una contracción muscular que genera un acortamiento del músculo.

### ***Excéntricos***

Ejercicios basados en una contracción que genera un alargamiento en el músculo.

### ***Isotónicos***

Ejercicios que incluyen una fase excéntrica y una concéntrica.

El efecto no nociceptivo de la activación motora, se explica a través de mecanismos mediadores de los centros motores<sup>41-44</sup>.

En cuanto al ejercicio isotónicos, según Malliaras et al.<sup>45</sup>, resulta de gran importancia para volver a restaurar la fuerza y la masa muscular a través de rangos de movimiento funcionales. La carga de ejercicios isotónicos se comienza a poner en práctica, normalmente, cuando la puntuación que refleja la NPS es superior a 4. Es vital percibir una respuesta positiva a la hora de la reevaluación de las cargas sobre el tendón<sup>46-48</sup>.

Similares a los ejercicios isotónicos, destacan los HSR. Los HSR son ejercicios que utilizan tanto contracciones concéntricas como excéntricas, entre 90° de flexión de la rodilla y extensión completa de rodilla. Con el fin de lograr una alta resistencia inercial, los entrenamientos HSR involucran el uso de una máquina de prensa de pierna.

En la mayoría de los estudios recientes<sup>43</sup>, comentan que este tipo de resistencia ha demostrado ser potencial en la reducción del dolor y la mejora funcional de la tendinopatía. Además, deben continuarse durante toda la rehabilitación y durante el regreso al deporte. También es importante que se aumenten las cargas, siempre teniendo en cuenta la tolerancia del paciente<sup>48</sup>.

En las últimas dos décadas se han multiplicados los estudios sobre los ejercicios excéntricos. En el año 1989, ya se probó que la carga excéntrica era de gran importancia en el tratamiento de la tendinopatía. Después de 1992, se observó que la tensión longitudinal en el tendón favorecía el aumento de colágeno, promoviendo así su remodelación. Entre el 2000 y el 2001, se mostró que el ejercicio excéntrico estimulaba los mecanorreceptores de los tenocitos para producir colágeno, siendo este un factor fundamental para la recuperación de la tendinosis. A partir de aquí, se empieza a tomar el excéntrico como el principal tipo de contracción para la readaptación de las tendinopatías, ya que se empezó a demostrar que ofrecía mejores resultados, es decir, existía una mejora en la percepción del dolor tras protocolos de fortalecimiento. De esta forma se deja de lado la fase concéntrica, siendo igualmente necesaria y beneficiosa<sup>41,45,47,49-52</sup>.

Los ejercicios excéntricos aislados también muestran limitaciones. Según Van Ark et al.<sup>40</sup>, la contracción excéntrica alivia el dolor en pacientes que no compiten, pero, si se aplican en deportistas en temporada baja, podrían incluso aumentar los síntomas.

Con todo esto, los programas de cargas tienen beneficios para el tendón<sup>53</sup>, el músculo<sup>54</sup>, y para el control cortical del músculo, lo que lleva a la reducción de síntomas, la mejora en la funcionalidad y a un mejor y más duradero resultado clínico.

A nivel deportivo, son muchos los deportistas que aún con dolor, sólo solicitan intervención al ver afectado su rendimiento. Mientras que la remisión del dolor elimina una barrera para mejorar la funcionalidad, otros déficits como debilidades musculares, alteraciones en la cadena cinética y la incapacidad para tolerar cargas, pueden predisponer al tendón a sufrir recaídas<sup>34</sup>.

Es por todo esto, que el objetivo principal de esta revisión sistemática consiste en analizar cómo influye la incorporación del ejercicio en carga en el manejo de la tendinopatía rotuliana.

## **JUSTIFICACIÓN**

La tendinopatía rotuliana es un problema muy frecuente entre los jóvenes que practican deportes como el baloncesto, el voleibol o cualquier otro en el que sean frecuentes los saltos.

El ejercicio en carga puede ser una buena opción para el tratamiento de esta patología, pues además de incluir al paciente como el sujeto activo del tratamiento, tienen un bajo coste y permiten el autotratamiento si se realiza un aprendizaje previo.

Además, entre los profesionales, todavía existe desconocimiento sobre el trabajo en carga en la tendinopatía, por lo que una revisión de la bibliografía actual puede ser el primer paso para la futura elaboración de protocolos de ejercicio.



## **OBJETIVO GENERAL Y SECUNDARIOS**

El objetivo principal de esta revisión sistemática es demostrar la eficacia de los programas de ejercicio en carga en el manejo de la tendinopatía rotuliana del deportista, así como en su prevención.

Respecto a los objetivos secundarios, se propone:

- Ver los tiempos de tratamiento de cada una de las modalidades de carga, así como los parámetros a utilizar.
- Comprobar la evidencia del tratamiento excéntrico aislado en el deportista con tendinopatía rotuliana.
- Comprobar la evidencia del tratamiento isométrico aislado en el deportista con tendinopatía rotuliana.
- Comprobar la evidencia del tratamiento isotónico aislado en el deportista con tendinopatía rotuliana.
- Comprobar la evidencia del tratamiento mediante un entrenamiento de HSR aislado en el deportista con tendinopatía rotuliana.
- Comprobar la evidencia de otros tipos de protocolos de ejercicio en carga en el deportista con tendinopatía rotuliana.
- Estudiar la posible realización de un protocolo de ejercicio en carga en la prevención de la tendinopatía rotuliana.
- Analizar que otras modificaciones sufre el tendón degenerado tras un programa de ejercicio en carga.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Esta revisión sistemática se realiza atendiendo a las directrices de la guía *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)*<sup>55</sup>. Siguiendo dichas recomendaciones, la búsqueda se realizó en las bases de datos PubMed, PEDro, ScienceDirect, IBECs, MedLine, Embase y Cochrane.

Para formular los criterios de búsqueda se utilizó la estrategia PICO (Paciente, Intervención, Comparación y Resultados (Outcomes))

Como pacientes se eligió a sujetos jóvenes, que preferiblemente realizaran deporte previo a la intervención y que padecieran o estuvieran en riesgo de padecer tendinopatía rotuliana. La intervención de elección fue el ejercicio activo de fortalecimiento mediante las diferentes modalidades de contracción: isotónicos, isométricos, excéntricos y concéntricos. Se buscó que los artículos comparasen la influencia que tenían estas modalidades de ejercicio en la mejora de síntomas y funcionalidad en sujetos con tendinopatía rotuliana o riesgo de sufrirla. Como medida principal para esta comparación se utiliza la escala VISA-p.

Las palabras clave utilizadas en la búsqueda fueron los términos *tendinopathy* (tendinopatía), *patellar* (rotuliana), *eccentric* (excéntrico), *concentric* (concéntrico), *isometric* (isométrico), *HSR* y *jumper's Knee* (rodilla del saltador). Éstas fueron unidas mediante los booleanos AND (y) y OR (o), no habiendo utilizado en ninguna búsqueda el booleano NOT (no).

### **Criterios de inclusión**

Como criterios de inclusión, se incluyeron solamente aquellos artículos referentes a ensayos clínicos aleatorizados, en los que quedase implícita la presencia de tendinopatía rotuliana en los sujetos investigados o bien el riesgo de padecerla y cuyos únicos tratamientos se basasen en el ejercicio

físico en cualquiera de las modalidades anteriormente mencionadas (ejercicio excéntrico, concéntrico, isotónico, isométrico o HSR).

La búsqueda se limitó a artículos publicados en los últimos 10 años desde que comenzó la misma, y se realizó entre diciembre de 2020 y febrero de 2021, utilizando como idiomas de búsqueda el español y el inglés. Tan sólo la autora estuvo implicada en la búsqueda, evaluación y selección de los artículos.

Además, como requisito indispensable para la inclusión de cualquier estudio en la revisión se exigió la valoración de los síntomas mediante el índice VISA-p entre las medidas de resultados.

### **Criterios de exclusión**

Los criterios de exclusión utilizados en esta revisión consistieron en eliminar aquellos artículos con un nivel de evidencia menor a 4 en la escala de PEDro (**ANEXO 1**), aquellos que trataban sobre las tendinopatías del miembro inferior en general, pero sin especificar el tratamiento de la tendinopatía rotuliana y aquellos en que los sujetos presentaban otras patologías (músculo-esqueléticas o no) además de la ya mencionada.

### **Selección de los artículos**

De esta forma se obtuvieron un total de 273 artículos, quedando esta cifra reducida a 117 al cribar únicamente los ensayos clínicos aleatorizados. De ellos quedaron únicamente 80 por estar publicados en los últimos 10 años, y de estos 59 al eliminar los duplicados de las diferentes bases de datos empleadas.

Tras revisar todos estos artículos, tan solo quedaron incluidos en este trabajo 9, por ser considerados de interés en este ámbito, cumplir con el estándar de

evidencia expresado anteriormente y contener en su valoración y resultados el índice VISA-p para la tendinopatía rotuliana.

## RESULTADOS

La **figura 1** muestra el flujo de los artículos que se utilizaron durante la realización de esta revisión sistemática. Los 9 artículos utilizados se corresponden con ensayos clínicos aleatorizados.

Todos ellos tratan la tendinopatía rotuliana desde la perspectiva del entrenamiento físico activo, concretamente a través de los diferentes métodos de fortalecimiento del cuádriceps, principal músculo a trabajar en esta patología.

Cabe destacar que 8 de los 9 estudios trabajan sobre sujetos que ya padecen la patología, mientras que uno de los artículos muestra la importancia de un programa de fortalecimiento con resistencia en la prevención de la tendinopatía rotuliana.

Entre los 9 estudios de esta revisión se obtienen datos de un total de 275 sujetos, todos ellos pertenecientes al mundo del deporte, practicando predominantemente baloncesto o voleibol de competición. El rango de edades va desde los 16 hasta los 50 años, aunque la mayoría de los sujetos estudiados son menores a 32 años.

Como se muestra en la **tabla 2**, de estos estudios, tres comparan la eficacia del fortalecimiento mediante isométricos en comparación al fortalecimiento con ejercicios isotónicos<sup>40,42,56</sup>. Uno compara la eficacia entre dos tipos de trabajo isométrico<sup>57</sup>, y otro entre dos tipos de trabajo excéntrico<sup>58</sup>. Uno estudia los resultados del trabajo excéntrico frente al HSR<sup>59</sup>, y otro entre los excéntricos y un programa de carga progresiva<sup>60</sup>. Por último, uno de los artículos analiza la función del trabajo mediante HSR en relación a un grupo control<sup>53</sup>, y otro estudia la función que tendría un entrenamiento de resistencia añadido al entrenamiento habitual en la prevención de la tendinopatía rotuliana en sujetos con riesgo de sufrirla<sup>61</sup>.

En cuanto a los tiempos de tratamiento utilizados en cada uno de los estudios, como se puede observar en la **tabla 2**, varían de las 4 a las 24 semanas, dependiendo del tipo de intervención, y el número de sesiones por semana varía desde el entrenamiento diario a únicamente 3 sesiones semanales en los artículos en los que los sujetos padecen la patología. En el artículo referente a la prevención de la tendinopatía rotuliana, se realiza una única sesión por semana de entrenamiento específico (aunque este es añadido a las 3 sesiones semanales de deporte habitual).

Si se analizan estos tiempos en base al tipo de tratamiento aplicado, lo que se obtiene es que la duración preferida para los programas que incluyen ejercicios isométricos y/o isotónicos es de 4 semanas, mientras que aquellos que se basan en ejercicios excéntricos y/o de alta carga (HSR), tienen una duración de 12-24 semanas (aunque como se describe a continuación, la verdadera mejora está en los 3 primeros meses). El protocolo de prevención de la patología se realiza durante 24 semanas, pues se precisa de mayor tiempo para poder apreciar la presencia o ausencia de resultados.

El trabajo de isotónicos según muestran los estudios, debe realizarse siguiendo la directriz de una fase excéntrica de 4 segundos, seguida de una concéntrica de 3. Se realizan 4 series de 8 repeticiones cada una, y lo más habitual es que el descanso entre series sea de un minuto. Los dos ejercicios de elección por los autores de los estudios son la sentadilla monopodal, y la extensión de rodilla en máquina, pero ambos en un rango de 10 a 90° de flexión. Se utiliza una fuerza del 80% de 1RM (previamente calculado de forma individual). Esto es lo que conforma la forma de trabajo de los protocolos de HSR.

En cuanto a los isométricos, se realizan al 80% de la fuerza máxima. Siempre a 60° de flexión, y se puede hacer en posición de sentadilla monopodal, aunque lo más frecuente es hacerlo en máquina de extensión de rodilla.

La duración está siendo aún estudiada, pues, aunque lo más frecuente es hacerlos en 5 series de 45 segundos cada una de ellas, trabajos como el de

Pearson et al. demuestran que la utilización de otros tiempos también consigue beneficios en el tendón tendinopático.

Los excéntricos encontramos que en todos los estudios que se incluyen, se hace sentadilla monopodal en plataforma inclinada 25º, siempre en 3 series de 15 repeticiones cada una.

En los resultados de las mediciones del índice VISA-p se encuentra que en el estudio de Van Ark et al. de 2018, que estudia el trabajo isométrico y el isotónico, la mejoría es de 14 puntos de media para todos los sujetos. Además, también se encuentra una reducción significativa del dolor de 3,7 en la NRS del dolor, realizada durante la prueba SLDS. Sin embargo, a nivel de grosor y área transversal no se observan cambios significativos tras las cuatro semanas de tratamiento.

En el ensayo de Lee et al. de 2017, que trata de probar si la adición de ESWT al programa de ejercicio excéntrico tiene algún beneficio en la sintomatología de la tendinopatía rotuliana, se demuestra que no, no aporta ninguna ventaja sobre el tratamiento activo aislado. Sin embargo, se concluye que la terapia mediante carga excéntrica si provoca una mejoría de la sintomatología, incrementando el índice VISA-p en 19,9 puntos de media, reduciendo la rigidez del tendón, y aumentando su resistencia en 12 semanas.

Kongsgaard et al. afirman en su estudio de 2011, un incremento de 23 puntos mediante el trabajo excéntrico y de 30 mediante el entrenamiento HSR en la escala VISA-p en 12 semanas de tratamiento. Además, el protocolo de HSR muestra una disminución del grosor del tendón afecto (frecuentemente engrosado por la propia patología) y unos mejores resultados clínicos a largo plazo.

Breda et al. estudiaron en el año 2020, los beneficios que aportaría un programa de carga progresiva en relación a uno de carga exclusivamente excéntrica en el manejo de la tendinopatía rotuliana. Se obtiene que la mejora del índice VISA-p para los sujetos que realizan excéntricos es de 17,7 puntos,

mientras que para el programa de cargas progresivas es de 27,8, es decir, 10 puntos superior. Todo ello en 24 semanas.

Pearson et al. estudiaron la mejora que producen los isométricos de corta duración frente a los de larga duración, viendo que ambos son igual de efectivos en la reducción de la sintomatología y en el aumento de la funcionalidad.

Kongsgaard y su equipo demostraron en 2010 los beneficios de un programa de HSR en la rodilla del saltador, habiendo un incremento de la puntuación de la escala VISA-p de 25 puntos en 12 semanas. Además, también se redujo la rigidez del tendón y mejoraron las propiedades fibrilares del área patológica.

En el estudio de Rio et al., se observa que, en un tratamiento de 4 semanas de duración, el incremento del índice VISA-p es de 10,5 para aquellos que siguen un programa de ejercicios isotónicos, y de 11,5 para los sujetos que realizan isométricos. A pesar de que la mejoría al final del tratamiento fue muy similar, los pacientes que realizaban isométricos sufrieron menores índices de dolor (medidos mediante una NRS durante un SLDS) que aquellos que realizaron ejercicios isotónicos.

Van Ark et al en su ensayo de 2015, en el que compararon los efectos de un programa de isométricos frente a uno de isotónicos, ambos de 4 semanas de duración obtuvieron una mejora del índice VISA-p de 8,5 puntos en el grupo de isométricos y de 9,5 en el de los isotónicos. Además, el dolor durante la actividad medido mediante la NRS en un SLDS disminuyó 2,3 puntos en el grupo de isométricos y 3,5 en el de isotónicos.

Respecto al estudio sobre la prevención de la tendinopatía rotuliana mediante entrenamiento excéntrico en deportistas con riesgo de sufrirla, no muestra un aumento de la funcionalidad de la rodilla de estos sujetos, en comparación al grupo control, pues los cambios en la valoración mediante la escala VISA-p son irrelevantes tras las 24 semanas de intervención. Lo que si se muestra



es una mejora en la fuerza del miembro inferior, y concretamente del cuádriceps, respecto al grupo control.

Figura 1. Diagrama de flujo



Tabla 2. Tabla resumen

Autores	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Tipo de tratamiento grupo 1	Tipo de tratamiento grupo 2	Tiempo de tratamiento	Población de estudio	Medidas de los resultados	Eficacia del tratamiento 1	Eficacia del tratamiento 2
Van Ark et al. (2018)	ECA	8/11	<b>Isométricos:</b> En máquina de extensión de pierna monopodal, 5x45 segundos a 60º de flexión de rodilla, al 80% de la contracción máxima	<b>Isotónicos:</b> En máquina de extensión de pierna monopodal, 4x8 repeticiones, 13" fase concéntrica, 4" excéntrica, en un rango de 10-90º de flexión de rodilla, al 80% de 1RM	4 semanas, 4 días/semana, 2 sesiones/día	<b>26</b> jóvenes de entre 16 y 31 años, jugadores de voleibol o baloncesto, que entrenasen al menos 3 veces a la semana y que presentasen tendinopatía rotuliana	<b>VISA-p</b> y <b>NRS</b>	(mejora media de todos los participantes): <b>VISA-p</b> (de 67.5 a 81.5)	
Lee et al. (2017)	ECA	8/11	<b>Excéntricos:</b> En plataforma inclinada 25º, sentadilla monopodal, 3x15 repeticiones.	<b>Combinado de excéntricos con ESWT (Extracorporeal shockwave therapy):</b> En plataforma inclinada 25º, sentadilla monopodal, 3x15 repeticiones + ESWT semanalmente las 6 primeras semanas.	12 semanas, 7 días/semana, 2 sesiones/día	<b>34</b> jóvenes de entre 18 y 30 años, jugadores de voleibol, baloncesto y balonmano, con diagnóstico de tendinopatía rotuliana	Rigidez y tensión del tendón, dolor máximo en los últimos 7 días, <b>VISA-p</b>	<b>Excéntricos:</b> <b>VISA-p</b> (de 57.4±8.3 a 77.3±12.6)	<b>ESWT: VISA-p</b> (de 55.1±12.9 a 72.9±14.3)
Kongsgaard et al. (2011)	ECA a ciego simple	7/11	<b>Excéntricos:</b> En plataforma inclinada 25º, sentadilla monopodal, 3x15 repeticiones.	<b>HSR:</b> 3 ejercicios bilaterales: sentadilla, press de pierna y hack squat. 3 series de cada uno, 2-3 minutos de descanso entre ellos. Máximo de repeticiones al 80% de 1RM que van aumentando en número conforme pasan las semanas.	12 semanas, 3 días/semana, 1 sesión/día	<b>13</b> sujetos de entre 18 y 50 años, con diagnóstico de tendinopatía rotuliana confirmado por ultrasonografía y de al menos 3 meses de evolución	Grosor del tendón, <b>VISA-p</b> y <b>VAS</b>	<b>Excéntricos:</b> <b>VISA-p</b> (de 53±13 a 76±16)	<b>HSR: VISA-p</b> (56±13 a 86±12),
Breda et al. (2020)	ECA a ciego simple	9/11	<b>Excéntricos:</b> Sentadilla monopodal en plataforma inclinada 25º (primeras 12 semanas) y en las 12 siguientes se añaden pesos y se comienza con ejercicios específicos del deporte practicado.	<b>Programa de ejercicios de carga progresiva:</b> Realiza un entrenamiento progresivo de isométricos, isotónicos, pliométricos, y ejercicios específicos del deporte practicado	24 semanas, 7 días/semana, 1 o 2 sesiones/día (según grupo)	<b>76</b> jóvenes de entre 18 y 35 años con tendinopatía rotuliana sintomática asociada a la práctica deportiva o a la competición	<b>VISA-p</b> , vuelta al deporte y grado de satisfacción del deportista ante el tratamiento	<b>Excéntricos:</b> <b>VISA-p</b> (de 56±13.2 a 73.7±17.3)	Programa de ejercicios de carga progresiva: <b>VISA-p</b> (de 55±13 a 82.8±13.1)

Tabla 2. Tabla resumen

Autores	Tipo de estudio	Nivel de evidencia	Tipo de tratamiento grupo 1	Tipo de tratamiento grupo 2	Tiempo de tratamiento	Población de estudio	Medidas de los resultados	Eficacia del tratamiento 1	Eficacia del tratamiento 2
Gual et al. (2015)	ECA	8/11	Deporte habitual	Deporte habitual y entrenamiento de resistencia inercial: Entrenamiento con resistencia inercial en Yo-Yo-Squat.	2,4 semanas, 1 día/semana, 1 sesión/día	53 jóvenes de entre 18 y 30 años pertenecientes a equipos de baloncesto y voleibol que compiten en ligas españolas, con riesgo de padecer tendinopatía rotuliana	VISA-p derecha e izquierda, CMJ (Countermovement test) y la fuerza en sentadilla (medida por el Yo-Yo-Squat)	Control: VISA-p (derecha de 93.4 a 94.9; izquierda de 90.5 a 94.7)	Resistencia inercial: VISA-p (derecha de 92.5 a 94.4; izquierda de 91.8 a 95.8)
Pearson et al. (2018)	ECA	8/11	Isométricos de corta duración: 24x10 segundos, con 20" de descanso.	Isométricos de larga duración; 6x40 segundos, con 80" de descanso. Ambos se realizan a 30º de flexión de rodilla.	4 semanas, 5 días/semana, 1 sesión/día	16 jóvenes con tendinopatía rotuliana bilateral o unilateral, jugadores de voleibol o de baloncesto	VISA-p y grosor del tendón	Isométricos corta duración: VISA-p inicial 53±14,5	Isométricos larga duración: VISA-p inicial 58±12,8
Kongsgaard et al. (2010)	ECA	4/11	Control: (Sujetos sanos)	HSR	1,2 semanas, 3 días/semana, 1 sesión/día	8 varones de entre 28 y 35 años con tendinopatía rotuliana sintomática desde hace un año o más y 9 sujetos con tendones rotulianos sanos (control) y que hacen más de 5 horas de ejercicio físico a la semana	VISA-p y VAS. Biopsia del tendón, transmisión eléctrica del mismo y propiedades mecánicas.	HSR: VISA-p (de 57±3 a 82±7)	
Rio et al. (2017)	ECA	8/11	Isotónicos: 4x8 repeticiones, (3" fase concéntrica, 4" excéntrica), al 80% de 1RM	Isométricos: 5x45 segundos a 60º de flexión de rodilla, al 80% de la contracción máxima	4 semanas, 4 días/semana, 1 sesión/día	20 jugadores de voleibol o baloncesto, mayores de 16 años, que entrenasen al menos 3 veces a la semana y diagnosticados de tendinopatía rotuliana.	Dolor durante la sentadilla unipodal y VISA-p	Isotónicos: VISA-p (de 69.5 a 80)	Isométricos: VISA-p (de 72.5 a 84)
Van Ark et al. (2015)	ECA	8/11	Isométricos: 5x45 segundos a 60º de flexión de rodilla, al 80% de 1RM	Isotónicos: 4x8 repeticiones, (3" fase concéntrica, 4" excéntrica), al 80% de 1RM	4 semanas, 4 días/semana, 1 sesión/día	29 jugadores de voleibol o baloncesto de entre 16 y 32 años que entrenasen al menos 3 veces por semana y diagnosticados de tendinopatía rotuliana.	Dolor durante la sentadilla unipodal y VISA-p	Isométricos: VISA-p (de 66.5 a 75)	Isotónicos: VISA-p (de 69.5 a 79)

## **DISCUSION**

El presente trabajo se basa en la búsqueda de evidencia científica, procurando elegir la más actualizada en cuanto a artículos sobre el tema de elección. Se han recogido los diferentes estudios encontrados en la literatura sobre la aplicación y eficacia de los programas de ejercicio en carga, proponiéndolos como una buena alternativa en el manejo de sujetos deportistas con tendinopatía rotuliana o en riesgo de sufrirla.

Todos los artículos seleccionados utilizaron el ejercicio activo como tratamiento único, pero las variaciones en los parámetros de las cargas y en los tiempos dentro de cada modalidad de contracción, dificultaron la obtención de conclusiones sobre los resultados.

Respecto al principal objetivo a estudiar en esta revisión, ha quedado demostrado que el ejercicio en carga en cualquiera de las modalidades incluidas en este trabajo, mejora la sintomatología y funcionalidad del tendón degenerado por tendinosis, así como sus propiedades mecánicas y estructurales.

Por otra parte, no existen a día de hoy protocolos estandarizados para la aplicación del ejercicio en carga como terapia única en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana, lo cual se explica por la gran variabilidad anteriormente mencionada en cuanto al tiempo total de tratamiento, el número y frecuencia de las sesiones, el tipo e intensidad de la carga... Por tanto, se sugiere la elaboración, estudio y consenso de entrenamientos protocolarizados.

En aquellos sujetos tratados con ejercicios excéntricos, se observa, según Lee et al. en 2020, una reducción en la rigidez del tendón y un aumento en su capacidad de deformación tras 12 semanas. La explicación de estos cambios viene dada de que el ejercicio representa un estímulo mecánico, el cual facilita la remodelación de la estructura dañada. Además, se encuentra que la disminución de la rigidez se asocia directamente con el alivio del dolor, la

mejora de la capacidad de deformación y con una mayor funcionalidad (incremento del índice VISA-p)<sup>58</sup>.

Un tendón más deformable y menos rígido es también menos propenso al empeoramiento de la lesión, por lo que la modulación de estas propiedades que el ejercicio excéntrico produce en el tendón degenerado, ayuda a una mejor transmisión de la fuerza en actividades como el salto<sup>58</sup>.

El estudio de Kongsgaard et al. afirma que la contracción excéntrica puede reducir el dolor en 12 semanas, incluso mientras los sujetos continuaron con su actividad deportiva habitual<sup>59</sup>.

Otros estudios sin embargo afirman que el ejercicio excéntrico per se, sí produce una reducción del dolor en los atletas con rodilla del saltador fuera de la temporada deportiva, pero que este efecto se disipa cuando el tratamiento se realiza mientras los sujetos continúan con su actividad deportiva habitual, registrando en muchos casos incluso un empeoramiento de la sintomatología<sup>40,53</sup>.

Ninguno de los estudios encontró cambios a nivel estructural tras la realización de un protocolo de trabajo excéntrico<sup>58,59</sup>.

Sin embargo, en el mismo ensayo de Kongsgaard et al de 2011, se encontró que tras el entrenamiento con HSR, aunque el efecto analgésico a las 12 semanas era muy similar, había también una reducción de las anomalías en la matriz extracelular del tendón, activando la síntesis de nuevo colágeno y reduciendo el diámetro anteroposterior del tendón<sup>59</sup>.

Además, aunque se necesitaría evidencia de mayor consistencia, este mismo autor ya en su estudio del año 2010 había demostrado que en la tendinopatía rotuliana también existe un aumento del área fibrosa asociado a un descenso en su densidad, y que los ejercicios de alta carga son capaces de normalizar esta estructura fibrilar<sup>53</sup>.

Todos estos cambios a nivel estructural se acompañaron en ambos estudios de un incremento significativo en la escala VISA-p y una bajada de la VAS,

obteniendo hallazgos muy similares a los de estudios anteriores sobre el tratamiento basado en el ejercicio físico.

Esto hace pensar que el tratamiento mediante un entrenamiento HSR, puede ser una alternativa muy prometedora<sup>59</sup>.

En los mencionados estudios, el entrenamiento se realizó de forma lenta, incluyendo las fases excéntrica y concéntrica, y consiguiendo por tanto una adaptación notablemente más favorable al movimiento<sup>59</sup>.

Es muy probable que el éxito de este tipo de protocolos resida en la frecuencia y magnitud de la carga. En este caso se realizó con una frecuencia de 3 sesiones semanales, dejando tiempo suficiente de recuperación, pero se ha llegado a ver que al ser la síntesis de colágeno una respuesta lenta del organismo, se pueden obtener buenos resultados con tan solo dos sesiones de trabajo de alta carga a la semana<sup>59</sup>.

Las otras modalidades de contracción estudiadas en esta revisión son las isométricas y las isotónicas.

Se ha visto que las propiedades estructurales y dimensiones del tendón rotuliano vistas por UTC (Ultrasound Tissue Characterization) no variaron tras 4 semanas de ejercicios isométricos o isotónicos<sup>56</sup>, aunque en todos los casos hubo una mejora considerable de los síntomas en aquellos deportistas que padecían rodilla del saltador<sup>40,42,56</sup>. De aquí se deduce que realmente la mejora estructural no se requiere para la obtención de un resultado clínico satisfactorio<sup>56</sup>.

Dentro de estos dos tipos de trabajo, se observa que las contracciones isométricas tienen un mayor efecto analgésico inmediato que los isotónicos en deportistas que realizan un tratamiento de 4 semanas mientras continúan con sus entrenamientos habituales<sup>40,42</sup>.

Un menor grado de dolor permite al deportista poder realizar ejercicio a una mayor intensidad y/o durante más tiempo.

Es comúnmente aceptado que el efecto de analgesia patente con el ejercicio isométrico es máximo durante los primeros 45 minutos tras su realización<sup>40</sup>.

Además de esto, la reducción del dolor tiene otros beneficios como la reducción del miedo al ejercicio, la modulación a nivel central de los estímulos nociceptivos, así como el incremento en la sensación de control de la enfermedad<sup>40,42</sup>.

Con los isotónicos, aunque el alivio del dolor es más progresivo, a las cuatro semanas no se observan diferencias respecto a aquellos sujetos que realizan trabajo isométrico<sup>40,42,56</sup>.

Tanto el trabajo isométrico como el isotónico muestra una correlación muy significativa entre el incremento de analgesia en las 4 primeras sesiones, que suelen coincidir con la primera semana de tratamiento, y la posterior evolución del paciente en las 4 semanas siguientes, pudiendo predecir de manera aproximada la mejora del índice VISA-p al final del tratamiento. Esto permite el ajuste del tratamiento al paciente en poco tiempo.

En cuanto a la aplicación de este trabajo de cargas, tras el análisis de los diferentes estudios se ha visto que la máquina de extensión de rodilla es menos provocativa y más analítica para el fortalecimiento del cuádriceps, aumentando más su fuerza y su activación neural<sup>40,42</sup>.

Con respecto a la dosificación, queda demostrado que lo más beneficioso para el tendón es mover cargas cercanas a 1RM, por lo que se suelen escoger el 80% de la fuerza máxima tanto para el trabajo en isométrico como para aquel que se realiza mediante contracciones isotónicas.

Por encima de todo, se destaca que el trabajo isotónico e isométrico, al igual que pasaba con el entrenamiento HSR, se tolera bien durante la temporada deportiva, permitiendo que los sujetos no deban cesar sus entrenamientos ni competiciones, generando una gran adherencia y no suponiendo por tanto la patología un menoscabo en su rendimiento<sup>40,42,56</sup>.

Aun con todo lo anterior, a día de hoy sigue sin haber una explicación clara al mecanismo de reducción del dolor producido por el trabajo activo en la



tendinopatía rotuliana, pues se continúa tratando de averiguar si la experiencia dolorosa está totalmente justificada por la fisiopatología de la degeneración, o si el factor psicológico juega un papel más importante de lo anteriormente imaginado en esta lesión.

Cabe mencionar que el estudio seleccionado sobre la función que podría tener el ejercicio excéntrico mediante resistencias inerciales en la prevención de la rodilla del saltador en sujetos deportivamente activos, no muestra resultados que apoyen su utilización, pues no se obtienen beneficios respecto al grupo de control<sup>61</sup>.

Por último, y tras todo el trabajo de análisis realizado, se puede afirmar que un trabajo que combine contracciones de todo tipo, enfocadas siempre a la progresión hacia el gesto deportivo propio de la disciplina de cada paciente puede ser la mejor herramienta para el tratamiento de la tendinopatía rotuliana.

Una posible propuesta de tratamiento de la tendinopatía rotuliana durante la temporada deportiva, según lo encontrado en esta revisión, consistiría en 12 semanas de trabajo en carga (pues es el tiempo en que se ha visto que hay reactivación de la síntesis de colágeno en el tendón degenerado). Tras la valoración del paciente, se comenzaría con ejercicios diarios de tipo isométrico, realizados en máquina de extensión de pierna a un 80% de 1RM, y en 5 series de 45 segundos. Tras esto, y según la evolución de los síntomas (VAS siempre inferior a 3, tanto durante el tratamiento como durante los entrenamientos), se empezaría a combinar con trabajo isotónico, realizado también al 80% de 1RM, en 4 series de 8 repeticiones cada una. Aquí, además de la extensión de pierna en máquina, se comenzaría con ejercicios mas exigentes como las sentadillas. Progresivamente (o incluso de forma directa se podría empezar por aquí si la sintomatología dolorosa no es muy limitante) se pasaría a los ejercicios HSR, los cuales deberían ser realizados en 4 series usando siempre la fuerza máxima para las repeticiones propuestas. Lo mas recomendable seria comenzar con un numero alto de repeticiones (unas 12), e ir bajando el numero a medida que se incrementa la carga, hasta llegar a

unas 6 repeticiones a carga máxima. 3 posibles ejercicios a trabajar en esta fase serían la sentadilla, el press de pierna y el hack squat, todos ellos con carga. Finalmente, se procedería a una fase basada en el ejercicio pliométrico y el gesto técnico deportivo.

Todo este protocolo podría combinarse con el abordaje fisioterápico de los factores modificables de la tabla 1 (desalineaciones en la extremidad inferior, reducción de la flexión dorsal de tobillo, flexibilidad de cuádriceps e isquiosurales...).

## CONCLUSIONES

De forma general se puede concluir que el ejercicio en carga reduce el dolor y mejora la funcionalidad en los pacientes con tendinopatía rotuliana.

De forma más concreta se encuentra que:

- Parece ser que el ejercicio isométrico que mayor analgesia genera a corto plazo (45 minutos).
- Tanto los isométricos como los isotónicos producen una mejora significativa y similar en el índice VISA-p y en el dolor en tratamientos de 4 semanas de duración.
- Tanto el entrenamiento mediante HSR como los excéntricos producen una mejora significativa y similar en el índice VISA-p y en el dolor en tratamientos de 12 semanas de duración.
- El tratamiento con isométricos, isotónicos y HSR se puede realizar durante la temporada deportiva sin que haya ningún perjuicio y sin la necesidad de que el sujeto abandone su actividad deportiva habitual.
- El tratamiento con excéntricos requiere que el sujeto abandone la actividad deportiva habitual, pues si no se produce un estancamiento o incluso un empeoramiento de la patología.
- Parece ser que sólo el entrenamiento con HSR produce un cambio a nivel de la estructura fibrilar, activando la síntesis de colágeno, aunque se requiere más investigación sobre esto.
- Se propone que tanto las intervenciones como el deporte habitual deberían hacerse siguiendo la regla del no dolor (máximo 3 en la VAS).
- En cuanto a la dosificación de la fuerza, tras esta revisión se recomiendan cargas cercanas a 1RM, siendo lo más habitual en los ensayos utilizar un 80% de 1RM.
- Si el tratamiento se realiza durante la temporada deportiva, debería evitarse todo el trabajo específico de cuádriceps no incluido en el protocolo
-

## **CONFLICTO DE INTERESES**

La autora declara no tener ningún conflicto de intereses.

## LIMITACIONES

- Solo la autora participo en la búsqueda y selección de los artículos.
- Número limitado de estudios que cumplan los criterios de inclusión y exclusión propuestos. Se necesita más evidencia científica sobre el tema de estudio.
- La variedad de técnicas que se abordan es elevada en relación al número de artículos escogidos
- La mayoría de los artículos no tienen grupo control, pues al realizarse durante la temporada deportiva, no resulta éticamente adecuado
- No se han incluido en la revisión tratamientos con los que comparar el ejercicio en carga, por lo que se puede afirmar que este es efectivo, pero no si ofrece ventajas en cuanto a tiempos o resultados respecto a otro tipo de tratamientos conservadores o invasivos.
- Se precisan ensayos en mayores poblaciones, tras los que se pudieran hacer protocolos de actuación ante tan frecuente problema entre los jóvenes deportistas, así como ver el lugar que podrían ocupar estos ejercicios en su prevención, pues actualmente no existe evidencia suficiente para recomendar de forma general un tipo de carga sobre otro.

## FORTALEZAS

- Todos los artículos seleccionados se corresponden con la evidencia más actual de la literatura
- La mayoría de ellos se realizan durante la temporada deportiva y en un entorno no controlado, el cual puede ser representativo de la realidad clínica.
- Todos los tratamientos propuestos en la revisión son de bajo coste y pueden ser autoadministrados por el paciente

## **ANEXO 1: ESCALA PEDro**

La escala PEDro se basa en la lista Delphi, creada por Verhagen y colaboradores del Departamento de Epidemiología de la Universidad de Maastricht. En su mayor parte, se basa en el consenso de expertos y no en datos empíricos, aunque conforme estos se obtengan, será posible “ponderar” los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual.

El propósito de esta escala es ayudar a los usuarios de la base de datos PEDro a identificar rápida y fácilmente cuales de los ensayos clínicos aleatorizados pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Hay un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa (“generalizabilidad” o “aplicabilidad” del ensayo), que no suele ser utilizado en el cálculo de la puntuación de la escala.

Por último, la escala PEDro no debería utilizarse como una medida de la “validez” de las conclusiones de un estudio. En especial, se avisa a sus usuarios que los estudios que muestran efectos de tratamiento significativos y que puntúen alto en la escala PEDro, no necesariamente proporcionan evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil. Otras consideraciones adicionales deben hacerse para decidir si el efecto del tratamiento fue lo suficientemente elevado como para ser considerado clínicamente relevante, si sus efectos positivos superan a los negativos y si el tratamiento es costo-efectivo. La escala no debería utilizarse para comparar la “calidad” de ensayos realizados en las diferentes áreas de la terapia, básicamente porque no es posible cumplir con todos los ítems de la escala en algunas áreas de la práctica de la fisioterapia.

Los ítems o criterios que componen la escala PEDro son los siguientes, y los puntos solo deberían otorgarse cuando el criterio se cumple claramente. Si tras una lectura exhaustiva del estudio no se cumple, no se debería otorgar la puntuación para dicho criterio.

1. Los criterios de elección fueron especificados
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)
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 2: CUESTIONARIO VISA-P<sup>39</sup>**

El índice VISA es el índice de gravedad de los síntomas en pacientes con tendinopatía rotuliana (Victorian Institute of Sport Assessment) y es el resultado de un breve cuestionario que evalúa (I) síntomas, (II) pruebas simples de función y (III) capacidad para practicar deporte.

Consta de 8 preguntas, 6 de las cuales se puntúan de 0 a 10 mediante una EVA.

La puntuación máxima del índice VISA es de 100 (en un individuo totalmente asintomático y con un rendimiento pleno), y una mínima teórica de 0.

El índice VISA se muestra una excelente prueba-reprueba a corto plazo, así como buena confiabilidad entre probadores (ambos,  $r > 0.95$ ) y una buena estabilidad a corto plazo (una semana) ( $r = 0.87$ ).

Tras la realización de diferentes estudios en sujetos sanos, sujetos con sintomatología deportiva y sujetos en momento precirugía, queda demostrado que esta escala es un instrumento confiable de la gravedad de la tendinopatía rotuliana.



## VICTORIAN INSTITUTE OF SPORT ASSESSMENT SCALE

1. For how many minutes can you sit pain-free?

POINTS

0 mins

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

100 mins

2. Do you have pain walking downstairs with a normal gait cycle?

POINTS

strong  
severe  
pain

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

no  
pain

3. Do you have pain at the knee with full active non weight bearing knee extension?

POINTS

strong  
severe  
pain

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

no  
pain

4. Do you have pain when doing a full weight bearing lunge?

POINTS

strong  
severe  
pain

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

no  
pain

5. Do you have problems squatting?

POINTS

unable

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

no  
problems

6. Do you have pain during or immediately after doing 10 single leg hops?

POINTS

strong  
severe  
pain/  
unable

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

no  
pain

7. Are you currently undertaking sport or other physical activity?

POINTS

- 0  Not at all  
4  Modified training ± modified competition  
7  Full training ± competition but not at same level as when symptoms began  
10  Competing at the same or higher level as when symptoms began

8. Please complete EITHER A, B or C in this question.

- \* If you have **no pain** while undertaking sport please complete **Q8a only**.
- \* If you have **pain while undertaking sport but it does not stop you** from completing the activity, please complete **Q8b only**.
- \* If you have **pain that stops you from completing sporting activities**, please complete **Q8c only**.

**8a. If you have no pain while undertaking sport, for how long can you train/practise?**

NIL	0-5 mins	6-10 mins	11-15 mins	>15 mins
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	7	14	21	30

OR

POINTS

**8b. If you have some pain while undertaking sport, but it does not stop you from completing your training/practice, for how long can you train/practise?**

NIL	0-5 mins	6-10 mins	11-15 mins	>15 mins
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	4	10	14	20

OR

POINTS

**8c. If you have pain that stops you from completing your training/practice, for how long can you train/practise?**

NIL	0-5 mins	6-10 mins	11-15 mins	>15 mins
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	2	5	7	10

POINTS

---

**TOTAL VISA SCORE**

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Andrikoula S, Tokis A, Vasiliadis HS, Georgoulis A. The extensor mechanism of the knee joint: an anatomical study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006 Mar;14(3):214–20.
2. Józsa LG. Human tendons: anatomy, physiology and pathology. *Hum Kinet.* 1997;
3. O'Brien M. Structure and metabolism of tendons. *Scand J Med Sci Sports.* 1997 Apr;7(2):55–61.
4. Kannus P, Natri A. Etiology and pathophysiology of tendon ruptures in sports. *Scand J Med Sci Sports.* 1997 Apr;7(2):107–12.
5. Soldado F, Reina F, Yuguero M, Rodríguez-Baeza A. Clinical anatomy of the arterial supply of the human patellar ligament. *Surg Radiol Anat.* 2002;24(3–4):177–82.
6. Bray RC, Salo PT, Lo IK, Ackermann P, Rattner JB, Hart DA. Normal ligament structure, physiology and function. *Sports Med Arthrosc.* 2005;13(3):127–35.
7. Danielson P, Alfredson H, Forsgren S. Distribution of general (PGP 9.5) and sensory (substance P/CGRP) innervations in the human patellar tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006 Feb;14(2):125–32.
8. Hernández Sánchez S. Adaptación transcultural de la escala Victorian Institute of Sport Assessment - Patella (VISA-P) para la valoración de la gravedad de los síntomas en población deportista española con tendinopatía rotuliana. *Proy Investig [Internet].* 2015 Dec 17 [cited 2021 Mar 17]; Available from: <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/47090>
9. Krevolin JL, Pandy MG, Pearce JC. Moment arm of the patellar tendon in the human knee. *J Biomech.* 2004 May;37(5):785–8.

10. Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Purdam CR, Griffiths L. Reproducibility and clinical utility of tendon palpation to detect patellar tendinopathy in young basketball players. Victorian Institute of Sport tendon study group. *Br J Sports Med.* 2001 Feb;35(1):65–9.
11. Renstrom P, Woo SL. Tendinopathy: a major medical problem in sport. *Tendinopathy in athletes.* 2008;2008:1–9.
12. Khan KM, Cook JL, Bonar F, Harcourt P, Astrom M. Histopathology of common tendinopathies. Update and implications for clinical management. *Sports Med.* 1999 Jun;27(6):393–408.
13. Khan KM, Cook JL, Maffulli N. Patellar tendinopathy and patellar tendon rupture. In: *Tendon Injuries.* Springer; 2005. p. 166–77.
14. Archambault JM, Wiley JP, Bray RC. Exercise loading of tendons and the development of overuse injuries. A review of current literature. *Sports Med.* 1995 Aug;20(2):77–89.
15. Khan KM, Bonar F, Desmond PM, Cook JL, Young DA, Visentini PJ, et al. Patellar tendinosis (jumper’s knee): findings at histopathologic examination, US, and MR imaging. Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. *Radiology.* 1996 Sep;200(3):821–7.
16. Kountouris A, Cook J. Rehabilitation of Achilles and patellar tendinopathies. *Best Pract Res Clin Rheumatol.* 2007 Apr;21(2):295–316.
17. Cook JL, Khan KM, Harcourt PR, Grant M, Young DA, Bonar SF. A cross sectional study of 100 athletes with jumper’s knee managed conservatively and surgically. The Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. *Br J Sports Med.* 1997 Dec;31(4):332–6.
18. Alfredson H, Forsgren S, Thorsen K, Lorentzon R. In vivo microdialysis and immunohistochemical analyses of tendon tissue demonstrated high amounts of free glutamate and glutamate NMDAR1 receptors, but no signs of inflammation, in Jumper’s knee. *J Orthop Res Off Publ*

- Orthop Res Soc. 2001 Sep;19(5):881–6.
19. Fu SC, Wang W, Pau HM, Wong YP, Chan KM, Rolf CG. Increased expression of transforming growth factor-beta1 in patellar tendinosis. Clin Orthop Relat Res. 2002 Jul;(400):174–83.
  20. Cook JL, Malliaras P, De Luca J, Ptasznik R, Morris M. Vascularity and pain in the patellar tendon of adult jumping athletes: a 5 month longitudinal study. Br J Sports Med. 2005 Jul;39(7):458–61.
  21. Lian Ø, Refsnes P-E, Engebretsen L, Bahr R. Performance characteristics of volleyball players with patellar tendinopathy. Am J Sports Med. 2003;31(3):408–13.
  22. Maffulli N, Wong J, Almekinders LC. Types and epidemiology of tendinopathy. Clin Sports Med. 2003 Oct;22(4):675–92.
  23. Blazina ME, Kerlan RK, Jobe FW, Carter VS, Carlson GJ. Jumper's knee. Orthop Clin North Am. 1973 Jul;4(3):665–78.
  24. Hägglund M, Zwerver J, Ekstrand J. Epidemiology of patellar tendinopathy in elite male soccer players. Am J Sports Med. 2011 Sep;39(9):1906–11.
  25. Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Coleman BD, Griffiths L. Asymptomatic hypoechoic regions on patellar tendon ultrasound: A 4-year clinical and ultrasound followup of 46 tendons. Scand J Med Sci Sports. 2001 Dec;11(6):321–7.
  26. Cook JL, Khan KM, Kiss ZS, Purdam CR, Griffiths L. Prospective imaging study of asymptomatic patellar tendinopathy in elite junior basketball players. J ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med. 2000 Jul;19(7):473–9.
  27. Lian OB, Engebretsen L, Bahr R. Prevalence of jumper's knee among elite athletes from different sports: a cross-sectional study. Am J Sports Med. 2005 Apr;33(4):561–7.
  28. Lian O, Holen KJ, Engebretsen L, Bahr R. Relationship between

- symptoms of jumper's knee and the ultrasound characteristics of the patellar tendon among high level male volleyball players. *Scand J Med Sci Sports*. 1996 Oct;6(5):291-6.
29. Cook JL, Khan KM, Harcourt PR, Kiss ZS, Fehrmann MW, Griffiths L, et al. Patellar tendon ultrasonography in asymptomatic active athletes reveals hypoechoic regions: a study of 320 tendons. Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med*. 1998 Apr;8(2):73-7.
  30. van der Worp H, Zwerver J, Kuijer PPFM, Frings-Dresen MHW, van den Akker-Scheek I. The impact of physically demanding work of basketball and volleyball players on the risk for patellar tendinopathy and on work limitations. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2011;24(1):49-55.
  31. Rath E, Schwarzkopf R, Richmond JC. Clinical signs and anatomical correlation of patellar tendinitis. *Indian J Orthop*. 2010 Oct;44(4):435-7.
  32. Verhagen EALM, van Stralen MM, van Mechelen W. Behaviour, the key factor for sports injury prevention. *Sports Med*. 2010 Nov;40(11):899-906.
  33. Pruna R, Medina D, Rodas G, Artells R. [Patellar tendinopathy. Therapeutic model in the sport medicine]. *Med Clin (Barc)*. 2013 Aug;141(3):119-24.
  34. Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. *Br J Sports Med*. 2009 Jun;43(6):409-16.
  35. Rivero AR, Acevedo RM. Revisión sistemática de la eficacia de la electrolysis percutánea en el tratamiento de tendinopatías en la extremidad inferior. *Rev Española Podol*. 2017;28(2):93-8.
  36. van Leeuwen MT, Zwerver J, van den Akker-Scheek I. Extracorporeal

- shockwave therapy for patellar tendinopathy: a review of the literature. *Br J Sports Med.* 2009 Mar;43(3):163–8.
37. de Almeida AM, Demange MK, Sobrado MF, Rodrigues MB, Pedrinelli A, Hernandez AJ. Patellar tendon healing with platelet-rich plasma: a prospective randomized controlled trial. *Am J Sports Med.* 2012 Jun;40(6):1282–8.
  38. Crisp T, Khan F, Padhiar N, Morrissey D, King J, Jalan R, et al. High volume ultrasound guided injections at the interface between the patellar tendon and Hoffa's body are effective in chronic patellar tendinopathy: A pilot study. *Disabil Rehabil.* 2008;30(20–22):1625–34.
  39. Visentini PJ, Khan KM, Cook JL, Kiss ZS, Harcourt PR, Wark JD. The VISA score: an index of severity of symptoms in patients with jumper's knee (patellar tendinosis). Victorian Institute of Sport Tendon Study Group. *J Sci Med Sport.* 1998 Jan;1(1):22–8.
  40. van Ark M, Cook J. Isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial., Docking SI, Zwerver J, Gaida JE, van den Akker-Scheek I, et al. Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial. *J Sci Med Sport.* 2016 Sep;19(9):702–6.
  41. Rudavsky A, Cook J. Physiotherapy management of patellar tendinopathy (jumper's knee). *J Physiother.* 2014;60(3):122–9.
  42. Rio E, van Ark M, Docking S, Moseley GL, Kidgell D, Gaida JE, et al. Isometric Contractions Are More Analgesic Than Isotonic Contractions for Patellar Tendon Pain: An In-Season Randomized Clinical Trial. *Clin J Sport Med.* 2017 May;27(3):253–9.
  43. Lim HY, Wong SH. Effects of isometric, eccentric, or heavy slow resistance exercises on pain and function in individuals with patellar tendinopathy: A systematic review. *Physiother Res Int J Res Clin*

- Phys Ther. 2018 Oct;23(4):e1721.
44. Dimitrios S, Pantelis M, Kalliopi S. Comparing the effects of eccentric training with eccentric training and static stretching exercises in the treatment of patellar tendinopathy. A controlled clinical trial. Clin Rehabil. 2012 May;26(5):423–30.
  45. Malliaras P. Understanding mechanisms to improve exercise interventions in tendinopathy. 2017.
  46. Cardoso TB, Pizzari T, Kinsella R, Hope D, Cook JL. Current trends in tendinopathy management. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2019;33(1):122–40.
  47. Leong HT, Cook J, Docking S, Rio E. Physiotherapy management of patellar tendinopathy in tennis players. In: Tennis Medicine. Springer; 2018. p. 401–13.
  48. Mascaró A, Cos MÁ, Morral A, Roig A, Purdam C, Cook J. Gestión de la carga en las tendinopatías: progresión clínica para tendinopatías de Aquiles y rotuliana. Apunt Med l'Esport [Internet]. 2018;53(197):19–27. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2017.11.005>
  49. Jurado A, Medina I. Tendón, Valoración y tratamiento en fisioterapia. Badalona Paid. 2008;112–8.
  50. Basas García Á. Análisis de los efectos de un protocolo de electroestimulación y ejercicios excéntricos, isométricos y concéntricos sobre el dolor y la funcionalidad en el tratamiento y readaptación de la tendinopatía rotuliana o rodilla del saltador. 2017;
  51. Malliaras P, Palomino JR, Barton CJ. Infographic. Achilles and patellar tendinopathy rehabilitation: strive to implement loading principles not recipes. Br J Sports Med. 2018;52(19):1232–3.
  52. Cook JL. Ten treatments to avoid in patients with lower limb tendon pain. BMJ Publishing Group Ltd and British Association of Sport and Exercise Medicine; 2018.



53. Kongsgaard M, Qvortrup K, Larsen J, Aagaard P, Doessing S, Hansen P, et al. Fibril morphology and tendon mechanical properties in patellar tendinopathy: effects of heavy slow resistance training. *Am J Sports Med.* 2010 Apr;38(4):749–56.
54. Kubo K, Ikebukuro T, Yata H, Tsunoda N, Kanehisa H. Time course of changes in muscle and tendon properties during strength training and detraining. *J Strength Cond Res.* 2010;24(2):322–31.
55. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Int J Surg.* 2010;8(5):336–41.
56. van Ark M, Rio E, Cook J, van den Akker-Scheek I, Gaida JE, Zwerver J, et al. Clinical Improvements Are Not Explained by Changes in Tendon Structure on Ultrasound Tissue Characterization After an Exercise Program for Patellar Tendinopathy. *Am J Phys Med Rehabil.* 2018 Oct;97(10):708–14.
57. Pearson SJ, Stadler S, Menz H, Morrissey D, Scott I, Munteanu S, et al. Immediate and Short-Term Effects of Short- and Long-Duration Isometric Contractions in Patellar Tendinopathy. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* 2020 Jul;30(4):335–40.
58. Lee W-C, Ng GY-F, Zhang Z-J, Malliaras P, Masci L, Fu S-N. Changes on Tendon Stiffness and Clinical Outcomes in Athletes Are Associated With Patellar Tendinopathy After Eccentric Exercise. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* 2020 Jan;30(1):25–32.
59. 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.* 2011 Dec;19(6):790–802.
60. 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. 2020 Nov;

61. Gual G, Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodríguez D, Tesch PA. Effects of In-Season Inertial Resistance Training With Eccentric Overload in a Sports Population at Risk for Patellar Tendinopathy. J strength Cond Res. 2016 Jul;30(7):1834–42.