

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SECCIÓN DE FISIOTERAPIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Título: Comparativa del ejercicio excéntrico y el ejercicio de carga progresiva para el tratamiento de la tendinopatía rotuliana: una revisión sistemática.

**Autores: Adrián Manuel Pérez Domínguez,
Alejandro Paricio Rufino.**

CURSO ACADÉMICO 2019-2020

CONVOCATORIA DE JUNIO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SECCIÓN DE FISIOTERAPIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Título: Comparativa del ejercicio excéntrico y el ejercicio de carga progresiva para el tratamiento de la tendinopatía rotuliana: una revisión sistemática.

**Autores: Adrián Manuel Pérez Domínguez,
Alejandro Paricio Rufino.**

CURSO ACADÉMICO 2019-2020

CONVOCATORIA DE JUNIO

Grado en Fisioterapia
Asignatura: Trabajo de Fin de Grado

Centro: Facultad de Fisioterapia

Titulación: Grado en Fisioterapia

DATOS ALUMNO/A:

Apellidos: PARICIO RUFINO

Nombre: ALEJANDRO

DNI/Pasaporte:

Teléfono:

Email: alu0101049410@ull.edu.es

DATOS ALUMNO/A:

Apellidos: PÉREZ DOMÍNGUEZ

Nombre: ADRIÁN MANUEL

DNI/Pasaporte

Teléfono

Email: alu0100844443@ull.edu.es

TÍTULO TRABAJO DE FIN DE GRADO

COMPARATIVA DEL EJERCICIO EXCÉNTRICO Y EL EJERCICIO DE CARGA PROGRESIVA
PARA EL TRATAMIENTO DE LA TENDINOPATÍA ROTULIANA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.

LOS/LAS TUTORES:

Apellidos: LÓPEZ FERRAZ

Nombre: ALEJANDRO

AUTORIZACIÓN DE LOS TUTORES

D./Dña. ALEJANDRO LÓPEZ FERRAZ

Profesor/a del DEPARTAMENTO DE MEDICINA FÍSICA Y FARMACOLOGÍA de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD.

AUTORIZA A D./Dña. ALEJANDRO PARICIO RUFINO y a D./Dña. ADRIÁN MANUEL PÉREZ DOMÍNGUEZ a presentar la propuesta de TRABAJO DE FIN DE GRADO, que será defendido en la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EN LA LAGUNA, 15 de JUNIO de 2020.

Firmado: D./Dña.



SR./SRA. PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

Resumen:

Introducción: la tendinopatía rotuliana es una patología común en la población actual. Esta estructura tendinosa sufre alteraciones a distintos niveles de su composición anatómica e histológica. La reparación tendinosa presenta dificultades, pero el ejercicio terapéutico combinado con otras terapias son el método de terapéutico más utilizado en esta patología.

Objetivo: analizar y comparar las evidencias existentes del ejercicio excéntrico y ejercicio de carga progresiva como herramienta de tratamiento para la tendinopatía rotuliana.

Materiales y métodos: se realizó una revisión sistemática sobre el ejercicio excéntrico y ejercicio de carga progresiva en el tratamiento del tendón rotuliano. Las bases de datos consultadas fueron: Pubmed, Scopus y WOS (Web of Science).

Resultados: la búsqueda determinó un total de 21 artículos, de los cuales se analizaron 11, que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión. El ejercicio excéntrico y el ejercicio de carga progresiva pueden producir efectos beneficiosos para la rehabilitación de la tendinopatía rotuliana.

Conclusión: esta revisión pone de manifiesto la escasa evidencia científica en relación con el tratamiento fisioterapéutico, que incita a la elaboración de nuevas líneas de investigación con el fin de obtener una mejor evidencia.

Palabras Claves: “rehabilitación”, “rotuliano”, “tendinopatía”, “excéntrico”, “carga progresiva”, “ejercicio”, “tendón”.

Abstract:

Introduction: Patellar tendinopathy is a common injury in nowadays population. This tendinous structure suffers alterations on different levels of its anatomical and histological composition. Tendon repair present complaints, but therapeutical approach combined with other therapies are the most used therapeutic method in this certain injury.

Aim: analyze and compare existing evidence in eccentric exercise and progressive loading as treatment tools for patellar tendinopathy.

Materials and methods: a systematic review was carried out about eccentric and progressive loading exercise in the patellar tendon treatment. Databases consulted were: Pubmed, Scopus and WOS (Web of Science).

Results: our research determined a total of 21 scientific articles, in which, 11 were analyzed, that satisfied with our inclusion and exclusion criteria. Eccentric and progressive loading exercise can be beneficial for patellar tendinopathy rehabilitation.

Conclusion: this review highlights the poor scientific evidence according to physiotherapy treatments, which elucidates new paths of investigation aiming to obtain better evidence in this field.

Keywords: “rehabilitation”, “patellar”, “tendinopathy”, “eccentric”, “loading”, “exercise”, “tendon”.

ÍNDICE

1. LISTA DE ABREVIATURAS.....	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1. GENERALIDADES.....	2
2.2. RECUERDO ANATÓMICO	3
2.2.1. <i>Estructura general de los tendones:</i>	3
2.2.2. <i>Vascularización del tendón</i>	7
2.2.3. <i>Inervación del tendón:</i>	7
2.2.4. <i>Biomecánica del tendón</i>	8
2.2.5. <i>Fisiología en la reparación del tendón</i>	9
2.3. TENDÓN ROTULIANO	11
2.3.1. <i>Componentes de la articulación de la rodilla</i>	11
2.3.2. <i>Características generales del tendón rotuliano</i>	13
2.4. TENDINOPATÍA ROTULIANA	15
2.4.1. <i>Epidemiología</i>	15
2.4.2. <i>Causas y etiopatogenia</i>	17
2.4.3. <i>Diagnóstico y valoración</i>	21
2.4.4. <i>Impacto socioeconómico</i>	24
2.5. TRATAMIENTOS DE LA TENDINOPATÍA ROTULIANA.....	25
2.5.1. <i>Ejercicio terapéutico</i>	25
2.5.2. <i>Fisioterapia manual:</i>	29
2.5.3. <i>Ondas de choque extracorpóreas:</i>	29
2.5.4. <i>Fisioterapia Invasiva</i>	30
2.5.5. <i>Tratamiento quirúrgico:</i>	32
3. OBJETIVOS	33
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
5. RESULTADOS	37
6. DISCUSIÓN	51
7. CONCLUSIONES.....	55
8. ANEXOS.....	56
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

1. Lista de abreviaturas

- **TR:** Tendinopatía rotuliana
- **PRR:** Platelet Rich Plasma
- **UMT:** Unión miotendinosa
- **UOT:** Unión osteotendinosa.
- **GAGs:** Glucosaminoglucanos
- **PGS:** Proteoglicanos.
- **SLDS:** Single Leg Decline Squat

2. Introducción

2.1. Generalidades

La tendinopatía rotuliana es una patología estudiada extensamente, que se basa en la presencia de dolor y de cierta disfuncionalidad a lo largo del tendón rotuliano o patelar. Se presenta el dolor generalmente en la región infrapatelar, en el vértice de la patela. Pero también se puede observar en la región distal del tendón en la tuberosidad de la tibia, así como en la zona distal del cuádriceps inmediatamente antes de la rótula (1). Históricamente esta patología se le conoce como la rodilla del saltador, pues su incidencia es mayor en aquellos deportes de salto. Gracias a los autores Lian et al. (2005). Se conoce que la frecuencia de la aparición de esta lesión es del 44,6% en jugadores de voleibol y del 31,9% en jugadores de baloncesto, siendo la frecuencia en jugadores de baloncesto no profesional del 11,1% (2). Este término de “rodilla del saltador” fue introducido por primera vez por n Blazina et al. (1973), que la definieron como un comienzo insidioso gradual del dolor en el tendón rotuliano o región suprapatelar, localizada en los polos superiores o inferiores de la rótula (3), pudiendo generar niveles importantes de alteración funcional y deportiva (4).

Desde hace unos años, el término utilizado popularmente para referirse a todo tipo de problemas en el tendón, sin determinar una situación histológica específica, ha sido “tendinitis”. No obstante, el sufijo -itis determina la presencia de un proceso inflamatorio. Pero existen estudios en patologías crónicas del tendón que ha demostrado que no existe la presencia de células inflamatorias en el tendón afectado, por lo que el término anteriormente mencionado no sería el correcto para referirnos a este tipo de afectación (4). Sin embargo, otros estudios afirman que existe la presencia de sustancias proinflamatorias en el tendón al comienzo de la enfermedad. Por lo tanto, es imposible excluir de manera completa el proceso inflamatorio, atendiendo también de este modo a la posible afectación del paratendón (2).

Tras el paso de los años y desde su definición, este cuadro de síntomas y signos ha recibido diferentes nomenclaturas. Sin embargo, actualmente existe una tendencia al consenso para denominar a este cuadro como tendinopatía rotuliana (4).

Es importante diferenciar ciertas nomenclaturas que se le han dado a la tendinopatía a lo largo de la historia, en diferenciación de su estado histopatológico (5).

- **Tendinitis:** alteración dolorosa que cursa con inflamación en el proceso de reparación.
- **Tendinosis:** hace referencia a la degradación intratendinosa, caracterizada por la desestructuración de las fibras de colágeno que componen el tendón, así como del crecimiento vascular.
- **Paratendinitis:** se denomina así la inflamación de la vaina del tendón, la cual expresa los mismos síntomas que la tendinitis: dolor, sensibilidad a la presión y alteración funcional.
- **Rodilla del saltador (jumper's knee):** condición clínica que presenta dolor a nivel insercional en el tendón rotuliano, relacionado con el ejercicio y presenta dolor a la presión en la zona.
- **Tendinopatía rotuliana:** hace referencia a la lesión tendinosa asociada con dolor a la presión en la inserción del tendón en el polo inferior de la rótula, así como a las lesiones del cuerpo del tendón. Se utiliza para describir procesos agudos y crónicos.

2.2. Recuerdo anatómico

2.2.1. Estructura general de los tendones:

Los tendones son estructuras anatómicas situadas entre músculos y huesos, cuya función principal es de transmitir la fuerza muscular producida por el músculo al hueso al que se une (2). Dando lugar a una palanca de fuerzas que puede provocar o no, movimiento articular dependiendo de las fuerzas ejercidas, las cargas a mover y las posiciones adoptadas (5).

Desde el punto de vista macroscópico, en un plano longitudinal, los tendones se pueden dividir en tres partes (imagen 1) (2).

- Unión miotendinosa (UMT): punto de unión al músculo.
- Unión osteotendinosa (UOT): punto de unión al hueso.
- Cuerpo tendinoso: zona media del tendón situada entre la UMT y la UOT.

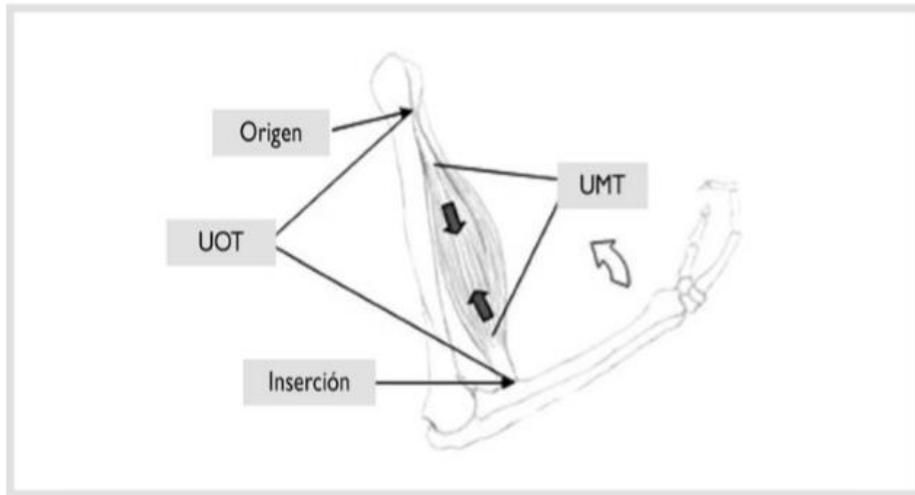


Imagen 1: Estructura de los tendones obtenidas de Martinez, P. (2).

Su forma y el modo en que se adhieren a los huesos es muy variada por lo que es posible encontrar tendones con diferentes morfologías. Es por esto, que existen tendones cortos y ovalados que transmiten cargas muy altas por su relación con musculatura potente, como el tendón rotuliano o aquileo, y también tendones más finos y largos, como los flexores de los dedos de las manos.

Es importante entender que la capacidad funcional adecuada de las articulaciones estará muy influenciada por la actividad tendinosa y las características mecánicas de las fibras de colágeno tipo I dispuestas en paralelo, resultando así un tejido elástico con alta capacidad a la tracción gracias a una buena orientación en la disposición de sus fibras (2).

Los tendones sanos se caracterizan por tener un aspecto blanquecino y están compuesto de colágeno, elastina y sustancia fundamental, englobados en una matriz extracelular que posee hasta el 68% de agua. Estas estructuras están producidas por las células tendinosas, los tenocitos y los tenoblastos (5).

Por otro lado, en el tendón podemos encontrar elementos extratendinosos y elementos intratendinosos.

Acorde a la clasificación de Ippolito y Postacchini, las estructuras que rodean el tendón pueden agruparse en cinco categorías (5).

- Vaina fibrosas o retináculos: porciones anatómicas donde el tendón se desliza mientras exista movimiento (6).

- Poleas de reflexión: refuerzos estructurales de los retináculos en las zonas de cambio de dirección del tendón. Para evitar cualquier tipo de luxación del tendón. (6).
- Vainas sinoviales: son túneles compuestos por dos capas, la parietal y visceral que forman un conducto cerrado con fluido peritendinoso (7).
- Paratendón: es una capa fibrosa que se encuentra en algunos tendones sin vaina sinovial (7).
- Bursas: son estructuras que engloban zonas anatómicas que comprimen el tendón contra el hueso, rellenas de líquido y su función principal es reducir la fricción del tendón en estas zonas. Este fluido posee una composición química muy parecida al líquido sinovial articular, compuesto en gran cantidad por ácido hialurónico, glicominoglicanos y proteoglicanos estructurales, cuya utilidad es ser de lubricante entre la vaina y el tendón (5).

Por otro lado, a nivel intratendinoso, se puede diferenciar entre elementos celulares y la matriz extracelular.

Los elementos celulares estarán constituidos en su inmensa mayoría por fibroblastos y tenocitos, cuya función es sintetizar la sustancia fundamental. Estos últimos son el 90-95% de las células en el tendón. Según Pablo Martínez Ramírez, “De forma fusiforme, las ramificaciones de los tenocitos se prolongan a través de las fibras de colágeno. Éstas reaccionarán a estímulos locales a los cuales responderán alterando su forma, su función o composición, pudiendo comunicarse entre sí” (2).

Además, en menor cantidad, encontramos:

- Macrófagos: células encargadas de liberar la respuesta inflamatoria y la limpieza de los metabolitos de desecho.
- Células cebadas
- Otro tipo de células, como linfocitos y neutrófilos polimorfonucleares que intervienen en el sistema de defensa celular humoral (5).

En cambio, a nivel de la matriz celular, caracterizada por ser la mayor porción de volumen del tendón, se compone de:

- Colágeno: El tipo de colágeno más abundante en los tendones es de Tipo I (70-90% del peso seco), aunque podemos distinguir en él, 5 tipos de los 13 distintos que se pueden ver en diferentes partes del cuerpo humano (2).

El metabolismo es lento y es demandante de sustancias como proteínas, vitamina C, zinc y hierro para mantener el recambio biológico en equilibrio (2).

La unidad de menor tamaño es el tropocolágeno. Estas moléculas se unen para dar lugar a las fibrillas de colágeno. A su vez, las fibrillas se unen para formar el haz primario de fibrillas o subfascículos, rodeado por un tejido conjuntivo llamado endotendón, responsable de transportar vasos sanguíneos y linfáticos, acompañados por el nervio sistema neural correspondiente. El conjunto de esto, conforman el haz secundario o fascículo, donde los haces secundarios formarán el haz terciario de fibras. Y por último a través de la unión de estos últimos, se forma el tendón ya rodeado por epitendón y paratendón (2,5).

- Elastina: proteína no colágena que aporta elasticidad al tendón.
- Sustancia fundamental: gel salino que aporta propiedades viscoelásticas al tendón. Compuesta por una mezcla de agua, glucosaminoglucanos (GAGs), proteoglicanos (PGs) y glicoproteínas. Los PGS y GAGs juegan un papel importante en la alimentación e hidratación del tendón. Estos últimos solo son el 1% del peso seco del tendón, pero su importancia radica en la capacidad de mantener agua en su interior, constituyendo el 65-75% del peso total del tendón (2,5).
- Elementos de conjunción: los tropocolágenos se unen mediante enlaces electrostáticos y químicos denominados enlaces cruzados (6).

Un estudio realizado por Kjaer, M et al. 2010, ha mostrado un aumento del recambio biológico, el flujo sanguíneo, la demanda de oxígeno, y los niveles de síntesis del colágeno y la matriz con la carga mecánica. Varios estudios en animales han mostrado que los tendones se hacen más grandes, fuertes y resistentes a las lesiones, capaces de soportar aumentos de tensión a través del ejercicio. Los animales jóvenes

parece que se adaptan haciendo sus tendones de mayor tamaño mientras que los adultos lo hacen con cambios estructurales intratendinosos (5).

Conforme el ser humano va aumentando su edad, los tendones van perdiendo parte de su capacidad elástica debido a la disminución de la renovación de los enlaces cruzados (4).

2.2.2. Vascularización del tendón

El tendón durante mucho tiempo fue considerado avascular, hasta que en 1916 se descubrió su aporte sanguíneo a través del tejido envolvente, el mesotendón, comenzando así a considerarle metabólicamente activo en trabajos realizados años posteriores (2).

Sin embargo, el origen del aporte sanguíneo proviene en su mayoría del músculo. Es cierto que no todas las zonas del tendón están vascularizadas de la misma manera. Por ejemplo, la UMT tendrá mejor vascularización porque su irrigación es muy similar a la del músculo. Sin embargo, el cuerpo del tendón y la UOT tienen peor irrigación, con vasos de menor tamaño, por lo que, estas zonas tienen mayor probabilidad de lesión por falta de aporte sanguíneo y nutrientes (4,7).

2.2.3. Inervación del tendón:

La inervación del tendón es principalmente aferente. El tendón tiene cuatro tipos de receptores (2,5):

- Receptores sensibles a los cambios de presión, **los corpúsculos de Ruffini (tipo I)**
- Receptores sensibles a movimientos de aceleración desaceleración y también a la presión; **los corpúsculos de Paccini (tipo II)** (4). Son de adaptación rápida.
- Receptores sensibles a la deformación mecánica; **los órganos tendinosos de Golgi** (4). Es el elemento principal de la ejecución del reflejo miotático inverso. En caso de tensión excesiva inhiben las neuronas alfa bajando el tono muscular para proteger el músculo y el tendón.
- Receptores sensibles al dolor; **terminaciones nerviosas libres** que son nociceptores de adaptación lenta.

Las fibras nerviosas del tendón provienen de la unión miotendinosa adentrándose en él a través del tejido de soporte sin llegar al espesor del tendón, por lo que el cuerpo propio del tendón tiene escasa inervación. Esta puede ser el principal motivo por el que encontramos tendones asintomáticos en tendinopatías crónicas con afectación estructural. Sin embargo, hay estudios que afirman una correlación con estas tendinopatías crónicas con la presencia de terminaciones nerviosas libres que acompañan a la neovascularización (2,3).

2.2.4. Biomecánica del tendón

“Los tendones son estructuras biológicas extremadamente fuertes (Defrate et al., 2007)”. Por otro lado, según O’Brian en 1992, afirmó que desde el punto de vista biomecánico y durante la ejecución de los movimientos, el tendón ejerce la acción como de un almacén de energía elástica que es imprescindible para la absorción de impactos, al igual que para la realización de gran cantidad de movimientos cotidianos y deportivos (4).

Los tendones reciben la fuerza a través de la UMT, siendo por este motivo el tipo de actividad muscular fundamental en su conformación estructural de sus fibras. Su diseño caracterizado por propiedades de elasticidad, plasticidad y viscosidad. Le permiten al tendón soportar fuerzas de tensión muy altas y fuerzas de estiramiento. Sin embargo, los tendones tienen menos capacidad de soportar fuerzas de cizallamiento y compresión. Por otro lado, los tendones que se encuentran sometidos a fuerzas de múltiples direcciones, sus fibras de colágenos estarán dispuestas de manera entrecruzada de modo aleatorio. Mientras que aquellos que están sometidos a tensiones unidireccionales, la estructura de las fibras será paralela a la fuerza que reciben (2,5,8).

La mayoría de los tendones experimentan cambios en sus propiedades dependiendo del tipo de carga a la que actúen. Provocando una respuesta dependiendo de las cargas aplicadas, su intensidad, duración y frecuencia de esta. Existen estudios que afirman que la intensidad de la carga esta correlacionada con la adaptación tendinosa, provocando un incremento de la rigidez de la estructura a carga altas. Por otro lado, existen estudios donde los resultados son controvertidos, mostrando que a situaciones con carga alta provocan una disminución de la rigidez (5). Es por ello, que se sobreentiende que las diferentes situaciones y condiciones de los estudios pueden dar una explicación a la variedad de los resultados.

Son cuatro los principales parámetros que pueden afectar a la capacidad adaptativa del tendón desde un punto de vista mecanobiológico: magnitud, velocidad, duración y frecuencia de la carga. Es por ello por lo que la capacidad adaptativa del tendón estará determinada en gran parte por la propiedad viscoelástica y plástica que éste tenga. Un tejido que es capaz de volver a su forma original una vez cesa el stress sobre esta estructura, se considera elástico. En caso de que no vuelva a su forma original se considera viscoso (2,5).

2.2.5. Fisiología en la reparación del tendón

Al producirse una lesión en el tendón, nuestro organismo reaccionará mediante dos procesos biológicos (2):

- La reparación es la restauración del tejido sin conservar las propiedades físicas y mecánicas propias del tejido al haberse visto modificada la arquitectura del tejido.
- La regeneración supone una completa recuperación del tejido original conservando las propiedades y características del tejido inicial

Mediante estos procesos, nuestro organismo es capaz de obtener un tejido nuevo, con la capacidad de mantener las propiedades del tejido previamente a la lesión. Y no formar una cicatriz que no satisface las demandas mecánicas de las estructuras anatómicas (1).

Este proceso regenerativo del tendón se divide en tres fases (7):

- Etapa inflamatoria (1-3 días).
- Etapa proliferativa o fase de reparación fibroblástica (4 días - 6 semanas).
- Etapa de remodelación o maduración (6 semanas – 8 semanas).

En cualquier lesión nos encontraremos a su vez con una lesión celular, acompañada de la liberación de sustancias químicas responsables de la respuesta inflamatoria y una alteración resultante del metabolismo basal.

En un principio, la respuesta inflamatoria se produce una vasoconstricción capilar de 5 a 10 min de duración, seguida de una vasodilatación por la liberación de la histamina que supondrá un éxtasis venoso. Se producirá una migración de leucocitos, macrófagos y neutrófilos, que serán los responsables de expulsar todas las sustancias

de desecho y liberar aquellos factores quimio tácticos y atracción de células inflamatorias de los tejidos adyacentes. La reacción vascular que acompaña a esta inflamación permitirá la formación de un tapón de plaquetas y el desarrollo de un tejido fibroso que permitirá el aislamiento de la zona lesionada. Se considera esta fase por tanto fundamental en el proceso de regeneración pues permite la limpieza de los desechos resultantes de toda lesión, dejando el tejido preparado para las siguientes fases (2,7).

Los signos típicos de la fase inflamatoria irán disminuyendo a medida que la etapa proliferativa avanza. En esta fase uno de los objetivos es aumentar la cantidad de oxígeno, produciendo una proliferación de capilares para conseguir una situación aeróbica que permita la llegada del oxígeno y el aporte de nutrientes. Todo ello para permitir un aumento la proliferación fibroblástica encargada de sintetizar los elementos que formarán la nueva matriz extracelular. En el caso de las tendinosis la calidad de la nueva vascularización será baja y la falta de este aporte sanguíneo no permitirá que el tendón complete su curación. Los fibroblastos serán los encargados de sintetizar las nuevas fibras de colágeno, en concreto fibras de tipo III desorganizadas, a partir de 6-7 día, que necesitarán de un estímulo mecánico óptimo que ayude a la correcta alineación y remodelación del anárquico neotejido (cicatriz). Al final de esta etapa, el tejido regenerado es altamente celular y contiene cantidades relativamente grandes de agua y componentes de la MEC (2,7).

Conforme la capacidad y fuerza de este colágeno aumenta, disminuirán la cantidad de fibroblastos, permitiendo de este modo la entrada en la fase de maduración. Una respuesta excesiva de estas fases supondrá una fibrogénesis elevada cuyo resultado será una fibrosis en aquel tejido que se haya dañado (2).

La fase de maduración será la encargada de disminuir la cantidad de colágeno tipo III y aumentar la formación del colágeno tipo I (7). Las fibras de colágeno se dispondrán en paralelo siguiendo los vectores de fuerza que la carga genera, dando de este modo un aspecto fisiológico alrededor de las tres semanas de evolución. Por otro lado, se produce la liberación de factores de crecimiento estimulado por células de la zona lesionada y por la carga mecánica a la que sometemos el tendón lesionado. En las últimas etapas de la remodelación es muy importante someter a cargas controladas

el tendón para obtener una mayor rigidez y, consecuentemente, una mayor resistencia a la tensión. Esta fase puede durar meses e incluso años (2,7).

2.3. Tendón rotuliano

2.3.1. Componentes de la articulación de la rodilla

La articulación de la rodilla es la articulación más grande y superficial del cuerpo humano. Es un tipo de articulación bicondilea o tipo bisagra que permite movimientos de flexión-extensión (140 – 0 grados, en el eje transversal) y pequeños grados de rotación interna y externa (30- 0- 10 grados, en el eje transversal) (3,6,8). La articulación de la rodilla consta de tres articulaciones:

- **Dos femorotibiales (lateral y medial)**, entre el fémur y la tibia. Encargadas de soportar el peso. Se caracterizan por ser articulaciones condíleas (3,6).
- **Una femorrotuliana**, entre el fémur y la rótula. Permitiendo la tracción del cuádriceps en el sentido anterior de la rodilla hasta la tibia sin que el tendón se desgaste. Se caracteriza por ser una articulación tróclea (3, 8).

Debido a que la articulación de la rodilla participa en el soporte del peso corporal, tiene un mecanismo de “bloqueo” para reducir el grado de energía muscular necesaria para mantener la articulación extendida en bipedestación (1).

Las principales superficies articulares que componen la articulación de la rodilla son (1):

- Cóndilos femorales.
- Las superficies adyacentes de la cara superior de los cóndilos tibiales.
- Rótula.

Las superficies articulares están todas dentro de una única cavidad articular, al igual que los dos meniscos intraarticulares, en forma de c, que hay entre los cóndilos femoral y tibial. Podemos distinguir el menisco medial, que se inserta en el borde de la cápsula de la articulación y al ligamento colateral medial, y el menisco lateral, que no está unido a la cápsula, lo que le confiere mayor movilidad. La función principal de estos

meniscos es mejorar la congruencia entre los cóndilos femorales y tibiales durante los movimientos de la rodilla (1,6,10).

La articulación de la rodilla posee una membrana sinovial que se inserta en los bordes de las superficies articulares y en los bordes externos superior e inferior del menisco. A nivel posterior, se refleja fibrosa de la capsula articular a cada lado del ligamento posterior, dando la vuelta hacia delante alrededor de los dos ligamentos, excluyendo la cavidad articular. Sin embargo, a nivel anterior, la membrana sinovial está separada del ligamento anterior por una almohadilla adiposa infrarrotuliana. A cada lado de ésta, la membrana forma el pliegue alar proyectándose a la cavidad articular. Por otro lado, la porción de la membrana sinovial que cubre la zona inferior de la almohadilla se eleva en un pliegue, conocido como pliegue sinovial infrarrotuliano, dirigido hacia posterior. Insertándose en el borde de la fosa intercondílea del fémur. Además, esta membrana forma dos bolsas sinoviales con el fin de provocar menor fricción con los tendones asociados a la articulación. La menor de estas expansiones es el receso subpoplíteo, mientras que, la mayor es la bolsa suprarrotuliana (6,11).

Por otro lado, encontramos la membrana fibrosa de la articulación de la rodilla. Es una membrana extensa y está formada por extensiones de los tendones de los músculos vecinos. en general rodea la cavidad articular y la región intercondílea. Hay que destacar que, a nivel anterior, esta membrana se une a los bordes de la rótula mediante expansiones tendinosas del vasto lateral y vasto, que se unen a su vez con el tendón del cuádriceps femoral y por debajo con el ligamento rotuliano (6).

Como todas las articulaciones de este tipo, la articulación de la rodilla esta reforzada por una serie de ligamentos: los ligamentos colaterales tibial (medial) y peroneo (lateral), que estabilizan el movimiento de bisagra, los ligamentos cruzados anterior, evita el desplazamiento anterior de la tibia respecto al fémur, y el ligamento cruzado posterior, que limita el desplazamiento posterior, y finalmente, el ligamento rotuliano (1, 11).

2.3.2. Características generales del tendón rotuliano

El tendón rotuliano constituye el elemento de transmisión de la fuerza generada por el cuádriceps a la porción proximal y anterior de la tibia. Es un tendón plano, de adelante hacia atrás, ancho y muy grueso (2,4).

Se considera la prolongación tendinosa de inserción distal del músculo cuádriceps. Se inserta hacia proximal en el vértice de la rótula y en la región anterior del hueso; sus fibras superficiales no tienen ningún tipo de fijación rotuliana, sino que se continúan con las fibras tendinosas del cuádriceps. Esta estructura se dirige oblicuamente hacia distal y hacia lateral y se estrecha ligeramente de proximal a distal. Termina insertándose, a través de la entesis, en la prominencia ósea anterior de la tibia conocida con el nombre de tuberosidad tibial anterior. En esta zona, el tendón se transforma gradualmente desde tejido tendinoso a fibrocartilago, que se irá mineralizando cada vez más hasta convertirse en hueso. En esta área, los condrocitos no tienen capacidad comunicativa por su falta de tejido conjuntivo de modo que no existe conexión entre osteocitos y fibroblastos. Por otro lado, existe una unión de expansiones aponeuróticas provenientes de los vastos del cuádriceps (2,5,8).

Es importante destacar que el músculo CF es un músculo biarticular que se caracteriza por ser el único extensor de la articulación de la rodilla (8). Este músculo es el motor que pone en tensión el tendón rotuliano, y está formado por el recto femoral, el vasto lateral, el vasto medial y el vasto intermedio o crural. Todas estas porciones que conforman el músculo se unen para formar el tendón cuadriceps que se continúa distalmente con el tendón rotuliano, uniendo el polo inferior de la rótula con la tuberosidad de la tibia. Además, el vasto medial y lateral se insertan también en la cápsula y los meniscos por las fibras retinaculares (5).

A nivel macroscópico, el tendón rotuliano es blanco, debido a su relativa falta de vascularización. Es un tendón plano, de unos 30 milímetros de ancho, 4-5 de grosor y alrededor de 40-50 de longitud. El tendón rotuliano está formado por fibras de colágeno paralelas entre sí, y a diferencia de otros tejidos blandos este colágeno es del tipo I, estas fibras representan el 30% del peso del tendón fresco y el 80% del peso seco. Este componente le confiere al tejido gran resistencia y rigidez a la tensión y flexibilidad cuando se dobla o cizalla (4).

En su constitución se pueden distinguir dos tipos de fibras, las profundas y las superficiales dependiendo en que cara de la rótula se originen. Las fibras profundas estarán sometidas a fuerzas de fricción y compresión con el pico de la rótula durante los movimientos de flexión de la rodilla. Esta fricción se verá disminuida por la existencia de dos bursas infrarrotulianas en la inserción distal y la grasa de Hoffa en la proximal. La grasa de Hoffa tendrá un papel relevante como vía de entrada para la inervación del tendón (2).

En cuanto a la inervación del tendón es muy rica, y casi exclusivamente aferente. Depende principalmente de pequeños ramos terminales del nervio ciático, sobre todo de la rama poplítea. Posee fibras mielínicas de tipo A y órganos especializados con alta sensibilidad a los estímulos mecánicos, así como terminaciones nerviosas libres (4).

Nuevas pruebas, sugieren que los alrededores de los tendones están inervados por mecanorreceptores, incluyendo los corpúsculos de Ruffini, corpúsculos de Pacini y terminaciones nerviosas libres y todas ellas pueden contribuir a la propiocepción y la nocicepción. La inervación del tendón también incluye muchas fibras autónomas, probablemente implicadas en la regulación del flujo de sangre del tendón, el metabolismo local de tenocitos y señalización del dolor (3).

Por otro lado, a nivel de la vascularización del tendón, como hemos nombrado anteriormente, es relativamente avascular. Los principales vasos que irrigan al tejido son las ramas descendiente e inferior (medial) de la arteria genicular, al igual que las ramas recurrentes de la arteria tibial anterior (4).

Con respecto al comportamiento biomecánico, el tendón rotuliano puede actuar como un almacén de energía elástica lo que es fundamental para la absorción de impactos, así como para la ejecución de muchos movimientos cotidianos y deportivos. Microscópicamente, en reposo, las fibras del tendón tienen una configuración ondulada, que desaparece cuando el tendón se estira entre un 2-4%, mostrando una respuesta lineal al estrés. Si el estiramiento no es mayor de un 4%, el tendón recupera su configuración ondulada original. Si por el contrario las fuerzas de tracción se mantienen y superan ese 4%, el colágeno empieza a romperse y existiría riesgo de ruptura parcial. Con una deformación mayor del 8-10%, la posibilidad de ruptura completa del tendón es muy elevada. En un análisis dinámico, la fuerza de tracción

sobre el tendón varía en función del ángulo de flexión de la rodilla, encontrándose el punto crítico entorno a los 45 grados (4).

Otro aspecto importante que debemos de entender es que las fuerzas de compresión en la articulación femoro-rotuliana pueden llegar a ser 3,3 veces mayor que el peso corporal mientras realizamos actividades como subir la escalera, e incluso llegar a 7,8 veces mayor al realizar flexiones máximas de rodillas. Estas fuerzas ejercidas sobre la articulación reflejan las fuerzas producidas por el musculo del cuádriceps y, por lo tanto, tensiones que soporta el tendón rotuliano. Además, debemos considerar el ángulo que adopta la articulación de la rodilla en el momento de la activación muscular (5).

2.4. Tendinopatía rotuliana

2.4.1. Epidemiología

Según Nourissat et al. 2015 Las tendinopatías suponen aproximadamente un 30% de los problemas musculoesqueléticos, siendo clasificado como inflamaciones del tejido blando. Estas dolencias se pueden dar en cualquiera de los tendones presentes en el cuerpo humano, pero generalmente afectan a tendones de carga o que soportan mayor estrés, como son el tendón de Aquiles, el tendón rotuliano, el manguito rotador o los tendones del antebrazo (12).

Dentro del mundo del deporte y de las lesiones deportivas, el complejo articular de la rodilla es la articulación que sufre un mayor número de lesiones deportivas representando el 24'1% del total de lesiones deportivas (1).

La prevalencia global de tendinopatía rotuliana entre los deportistas de élite y no de élite es alta y varía entre el 3 y el 45%. Según estudios previos realizados, la tendinopatía rotuliana afecta en mayor medida al género masculino (10,2%) que al femenino (6,4%) (4,13).

Recientemente, se ha producido un incremento significativo de los casos de tendinopatía rotuliana en el deporte. Por un lado, debido a las mayores demandas de entrenamiento y competición, y por otro al aumento de conocimientos y medios de exploración sobre esta entidad patológica desde el punto de vista científico. Existen estudios epidemiológicos que han mostrado que las lesiones tendinosas suponen más del 50% de las lesiones que ocurren debido a actividades deportivas. Los deportistas con tendinopatía rotuliana pueden sufrir de síntomas y disminución de su capacidad

funcional durante más de tres años. Lo que tendrá un efecto negativo en su calidad de vida, muchos de los cuales serán severos y recurrentes lo cual puede provocar un deterioro en la forma física del deportista (2,4).

Pese a que se ha asociado siempre esta patología a la edad adulta, existen datos publicados que relacionan este tipo alteración en deportistas jóvenes que practican disciplinas deportivas de salto, como baloncesto y voleibol (1).

Ciertos estudios, como el llevado a cabo a través del FC Barcelona, realizados a las diferentes disciplinas de deporte durante 8 temporadas, nos expone que la incidencia de la tendinopatía es aproximadamente un 22% en los deportistas profesionales, siendo interesante saber que 2 de cada 10 deportistas lesionados, lo estarán a causa de una disfunción tendinosa. Los deportistas de élite que más se vieron afectados fueron los jugadores de baloncesto, de los cuales, casi el 70% tuvieron una tendinopatía. Más concretamente un 22% sufrieron tendinopatía rotuliana (13).

En este estudio, también apreciamos que la incidencia lesional es mucho mayor en el deporte indoor (voleibol, baloncesto y balonmano) respecto al deporte al aire libre (fútbol), debido a la dureza del pavimento siendo generalmente parqué o cemento. También dichos deportes indoor implican un mayor número de saltos (lo cual le da el nombre a esta lesión como rodilla del saltador), al igual que implican movimientos más bruscos que derivan en una mayor carga tensional a las estructuras tendinosas (14).

Gracias a un estudio descriptivo transversal realizado en 2005 por Lian, et al. Se pudo observar que la prevalencia de la tendinopatía rotuliana entre deportistas de élite de varias disciplinas deportivas era del 14%, aunque este porcentaje aumentaba al 22% si se tenían en cuenta los deportistas que habían referido alguna sintomatología relacionada con la lesión. Se determinó que los deportistas de élite de sexo masculino tenían el doble de posibilidades de sufrir este tipo de lesión respecto a los deportistas de élite de sexo femenino. A nivel de disciplina deportiva se observó que, en los deportes de salto, sobre todo en el baloncesto (31,9%) y en el voleibol (44,6%), la prevalencia de tendinopatías rotulianas era mucho más elevada que en cualquiera de las otras disciplinas deportivas (2).

Años más tarde en 2011, Zwerver, et al. Realizaron el mismo estudio transversal para determinar la prevalencia de la rodilla del saltador, pero en este caso entre

deportistas no profesionales. La prevalencia de la lesión fue del 8'5% respecto al total de deportistas evaluados, por lo que es un tipo de lesión con un porcentaje de afectados a tener en cuenta dentro de la población de deportistas amateurs. La prevalencia de la tendinopatía rotuliana entre deportistas amateurs de sexo masculino y de sexo femenino no difiere del estudio mencionado anteriormente. Las disciplinas deportivas con una prevalencia mayor fueron también el baloncesto (11'8%) y el voleibol (14'4%), pero destaca también el balonmano (13'3%). Todos estos deportes se realizan de forma "indoor" y se caracterizan por una fuerte demanda, tanto de fuerza como de velocidad, del mecanismo extensor de la rodilla (3).

También, en otros deportes como el balonmano, tenis, fútbol, atletismo se han registrado casos de tendinopatía rotuliana, aunque en menor porcentaje y dependiendo del nivel de competición. Asimismo, en reclutas del ejército esta lesión ha llegado a representar el 15% de las lesiones de partes blandas (2).

Por otro lado, se ha demostrado que la prevalencia de tendinopatía rotuliana uni o bilateral es diferente entre sexos. La afectación bilateral sí que es similar en hombre y mujeres, pero la tendinopatía unilateral es dos veces más frecuente en hombre que en mujeres. Esto coincide con los resultados publicados en el estudio epidemiológico de Lian et al. (2005) (2).

2.4.2. Causas y etiopatogenia

La etiología de esta enfermedad actualmente no ha sido aclarada, pero parece ser que es multifactorial. La evidencia con respecto a los factores de riesgo de la tendinopatía rotuliana está limitada, con resultados conflictivos en la literatura (2).

Existen muchas teorías al respecto, y prácticamente la mayoría tienen un factor común, que es definir esta patología como una lesión de sobreuso o sobrecarga del aparato extensor de la rodilla en el que la acumulación de cargas y a una respuesta biológica de reparación insuficiente son los principales factores implicados. La sobrecarga del tendón depende de la cantidad de estrés que apliquemos al sistema musculoesquelético y qué cantidad de tolerancia al estrés tenga dicho sistema (2,4).

Es importante entender los posibles factores de riesgos que existen para la aparición de esta enfermedad. Estos factores podemos dividirlos en (2,4):

- **Extrínsecos**

- Errores en la planificación del entrenamiento: El trabajo físico intenso tiene un efecto importante en la aparición de la TR en deportes relacionados o no con el voleibol o el baloncesto, afectando a su rendimiento.
- Errores en la adaptación individual del entrenamiento y/o la carga
- Fatiga
- Superficie de juego y cambios en la misma: existen evidencias que afirman que una superficie dura aumenta la probabilidad de padecer TR. Se ha propuesto que una superficie blanda podría reducir este factor de riesgo.
- Recuperación insuficiente
- Fármacos
- Calzado y material deportivo inapropiado

- **Intrínsecos**

- Genética, Sexo, Edad
- Desalineaciones de la extremidad inferior: La articulación de la rodilla es una articulación situada en medio de la cadena cinética del miembro inferior, por lo tanto, va a depender del comportamiento mecánico de la cadera y del tobillo para acondicionar y distribuir de manera correcta el impacto impuesto por los miembros inferiores durante la caída, afectándole especialmente la mala alineación del miembro inferior. Por otro lado, el exceso de rotación interna de la tibia provocará una rotación interna del fémur que aumentará el desalineamiento de la rodilla y la rótula, y a su vez incrementará la tensión del rotuliano.
- Sobrepeso, composición corporal
- Índice de masa corporal
- Ratio de perímetro cintura-cadera

- Flexión dorsal de tobillo reducida: una disminución del ángulo de dorsiflexión del tobillo dificulta una buena absorción en la caída, pues en el momento de absorción de impacto en la caída de un salto, el tobillo no puede realizar este movimiento. Influyendo también en una menor contracción excéntrica de los músculos de la pantorrilla que supone una absorción de 37-50% de la energía cinética del sistema muscular.
- Desarrollo en el salto vertical
- Estrategia de recepción del salto: la amortiguación del salto requiere una adecuada capacidad del sistema musculoesquelético para absorber las fuerzas de reacción del terreno. Aquellas fuerzas que actúan sobre la rodilla en el momento de la caída pueden afectar a determinadas estructuras del tendón rotuliano interfiriendo en la capacidad de su remodelación tisular provocando un proceso degenerativo.
- Flexibilidad de cuádriceps e isquiotibiales: Una disminución de la flexibilidad del cuádriceps y de la musculatura isquiotibial aumentará el esfuerzo al que se somete al tendón durante el movimiento articular causando una sobrecarga de éste que puede provocar esta patología.
- Dismetría en miembro inferior, existen estudios donde se observó que la influencia en la diferencia de longitud de piernas, donde la pierna más larga es la preferida para el impulso del salto, pudiendo asociarse con la aparición de esta lesión
- Altura del arco plantar: hay estudios que ven la posibilidad que este factor pueda provocar lesiones en la articulación de la rodilla y sus tejidos blandos
- Fuerza de cuádriceps: existen estudios que afirman que un aumento de la fuerza del vasto medial del cuádriceps y atrofia de la musculatura cuadricepsal son factores de riesgo de la TR
- Enfermedad endocrino-metabólica
- Competición nivel profesional: Hay estudios también establecen conexión entre la TR y la alta participación de actividad deportiva y

física como factores de riesgo, viéndose en mayor cantidad en la exigencia deportiva profesional.

Como ya hemos nombrado anteriormente, las causas de la aparición de dolor son muy variables y los investigadores proponen diferentes teorías acerca de la etiología. Sin embargo, se pueden diferenciar cuatro teorías que son las más aceptadas actualmente (2,3):

- Modelo tradicional: propone que el sobreuso del tendón provoca inflamación y por lo tanto, dolor. Existen estudios, Alfredson y colaboradores (2001), que confirman la ausencia de marcadores inflamatorios poniendo en entredicho esta teoría. A nivel macroscópico se ha podido observar que los pacientes con tendinopatía rotuliana se caracterizan por la presencia de un tendón de consistencia blanda o con fibras de colágeno desorganizadas y de color amarillo oscuro en la porción posterior profunda del polo inferior de la rótula. Esta apariencia macroscópica se describe como degeneración mucoide o mixoide. A través del microscopio se ha observado la desorganización de las fibras de colágeno y la separación anormal que hay entre ellas debido al incremento de la sustancia fundamental.

Otros autores proponen una fase de transición desde un tendón normal hasta una tendinosis o degeneración de la sustancia mucoide donde la fase inflamatoria, caso de existir, realmente sería muy corta como demuestran numerosos estudios.

- Modelo mecánico, se caracteriza principalmente por la afectación a nivel microscópico, no solo en las fibras de colágeno y proteoglicanos, sino que afecta a la capacidad de adaptación de los tenocitos para configurar la matriz al incremento de carga. Esta carga provoca una producción proteica y enzimática, que a su vez genera una deformación a nivel celular. Aumentando la fabricación de la prostaglandina E2 y leukotrienos B4, que son considerados mediadores que pueden ayudar a los cambios en los tendones afectados.

La carga sobre el tendón no tiene que venir en forma de tensión, sino que puede surgir con formas de compresión. Por otro lado, es importante considerar que el efecto de inmovilización es también perjudicial al igual que el exceso de carga sobre el tendón.

Debemos de tener en cuenta, la existencia de casos donde el tendón se encuentra intacto y no existe ningún tipo de degeneración de los componentes de la matriz celular. Sin embargo, esta teoría defiende que el dolor de la TR no se produce por la rotura de colágeno, sino por el colágeno intacto residual contiguo al lesionado.

- **Modelo bioquímico:** Propone que la causa del dolor es una irritación química debida a una hipoxia regional, falta de vascularización del tendón y a la falta de células fagocitarias para eliminar productos dañinos de la actividad celular. Por tanto, el dolor podría aparecer por los aspectos bioquímicos que activan los nociceptores, la sustancia P y los neuropéptidos.
- **Modelo neovascular:** Se basa en el daño neural y la hiperinervación. Sugiere que las fibras nerviosas positivas para la sustancia P se encuentran en la unión hueso-periostio-tendón, de esta manera los microtraumatismos repetidos en la inserción del tendón provocan un conjunto de isquemias repetidas que favorecen la liberación de factor de crecimiento neural, y por tanto, de sustancia P. Esto facilitará la hiperinervación sensitiva nociceptiva en el lugar de la inserción. Según este modelo, cuando exista una lesión en el tendón por degeneración, las células dañadas liberarán sustancias químicas tóxicas que impactarán sobre las células vecinas sanas.

2.4.3. Diagnóstico y valoración

Como ya hemos nombrado anteriormente, la etiología y causas de la lesión es un tema muy difuso y actualmente no está claro del todo. Sin embargo, la valoración y el diagnóstico de las tendinopatías es de carácter clínico, es por ello que nos centraremos principalmente en una anamnesis correcta y una exploración física exhaustiva (7).

En el proceso de anamnesis para el diagnóstico de esta lesión debemos de tener en cuenta que el dolor suele ser difuso, de inicio gradual y que suele aumentar con la realización repetitiva de movimientos balísticos de la rodilla. En casos crónicos, el dolor nocturno que dificulta el sueño, subir o bajar escaleras y dolor al estar mucho tiempo sentado suelen ser síntomas muy presentes, aunque también pueden ser debidos a un síndrome femoro-patelar. Debido a este motivo, la valoración que se haga debe ser rigurosa para obtener un buen **diagnóstico diferencial** con el fin de excluir otro tipo de patologías. Por ejemplo: dolor femoro-patelar por condropatías, patologías por

plicas sinoviales, inflamaciones de la grasa de Hoffa, desviaciones rotulianas o enfermedad de Osgood-Schlatter (3,5,7).

Por otro lado, es necesario completar nuestra anamnesis con diferentes aspectos fundamentales:

- **Palpación de la estructura tendinosa:** La palpación manual juega un papel importante en el diagnóstico de la TR. Durante esta palpación el fisioterapeuta aplica una presión manual en el tendón rotuliano y le pregunta al paciente cuándo aparece el dolor. La fiabilidad de la palpación depende de la destreza técnica que posea el terapeuta. La palpación manual es difícil de realizar de un modo estandarizado y por tanto el resultado no puede ser comparado entre observadores o entre sujetos. Es más, tampoco hay una cantidad de presión estándar que se debe aplicar para determinar la probabilidad de padecer TR (2).

También es importante observar la posible pérdida de fuerza muscular y volumen causada por la inhibición refleja (mecanismo de protección del dolor), enfocándose principalmente en cuádriceps e isquiotibiales y la rigidez articular que se produce cuando la articulación se defiende del dolor o de la poca masa muscular protectora, sobre todo en carga (3).

- **Test clínico- “Single leg 25° decline squat”:** es la prueba más utilizada actualmente, consta de una sentadilla con plano inclinado. En bipedestación sobre una tabla inclinada a 25 grados de inclinación anterior, se le pide al paciente que realice una flexión monopodal de la rodilla hasta un máximo de 90 grados si es posible con el lado afecto. Esta prueba se debe repetir y contrastar con el lado contralateral (sano). Si se produce dolor, debe producirse en el tendón en la unión osteotendinosa, pero no diseminarse a otras regiones de las rodillas. Si existe este dolor, se considera positivo el test (5).



Imagen 2: Single Leg Decline Squat (SLDS), 25 grados. Obtenida de Basas, A. (5)

- **Pruebas por imagen:** las pruebas por imagen más usadas para el diagnóstico de la tendinopatía rotuliana son la ecografía y la RMN. Mediante la ecografía podemos cuantificar el grado de lesión en que se encuentra el tendón debido a la presencia de una zona hipogénica a raíz de la interrupción de los haces de colágeno, así como el estado de las fibras de colágeno y la posible existencia de neovascularización. Por otro lado, la RMN nos mostrará datos sobre el estado de otras estructuras articulares.

Es importante entender que no siempre los hallazgos por imagen corresponden a la clínica que posee el paciente. Según Warden et al., determinaron que ambas pruebas de imagen tenían una especificidad del 82% para detectar tendinopatía rotuliana. Sin embargo, la sensibilidad encontrada de la ecografía fue mayor que la de la resonancia magnética: un 87% (ecografía) y un 57% (Resonancia magnética) (3). Hoy en día las pruebas por imagen son las más fiables y utilizadas en cuanto a la medición directa de la presencia de esta patología.

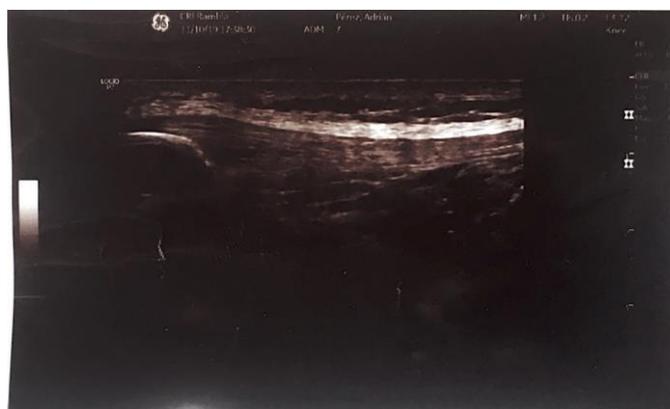


Imagen 3: Ecografía del tendón rotuliano. Imagen propia

A parte de estas pruebas, es necesario contrastar los resultados con unas determinadas escalas de valoración:

- **Clasificación Blazina**, utilizada para valorar la gravedad de la tendinopatía rotuliana, ayuda al paciente a la descripción del dolor y el registro de síntomas. El problema de este método de valoración es que es muy limitado ya que solo posee cuatro categorías. De este modo, pacientes con diferentes síntomas se clasifican en la misma categoría (4).

Fase I	Dolor sólo después de la actividad deportiva sin ninguna afectación funcional.
Fase II	Dolor al iniciar el ejercicio que desaparece, y permite la actividad.
Fase III	Dolor antes y durante la actividad deportiva, que se mantiene al finalizar
Fase IV	Dolor permanente, incluso en reposo, con impotencia real.

Tabla 1: Clasificación de Blazina. Obtenida de Hernández, S. (4)

- **Escala Victorian Institute of Sport Assesment- Patella (VISA-P):**

En 1998 se desarrolla esta escala breve y autoadministrada con el objetivo de valorar la severidad de la tendinopatía rotuliana, mediante diferentes cuestiones relativas al dolor, función y capacidad para realizar deporte.

La escala posee ocho apartados, seis de los cuales poseen respuestas de escala gradual de 0 a 10 que tratan sobre el dolor y su repercusión en su capacidad funcionales. Esta escala pose extremos de 0 a 10, donde el 0 representa ausencia de dolor y el 10 el dolor más intenso. Los ítems 7 y 8 hacen referencia al impacto de la lesión sobre la participación deportiva, y también poseen respuestas escaladas. La puntuación máxima es en el test es de 100 puntos, y correspondería a un sujeto totalmente asintomático. La mínima teórica es 0 puntos correspondiente a un deportista con máxima discapacidad (4) (Anexo 1).

2.4.4. Impacto socioeconómico

El problema con las tendinopatías es que supone un tiempo de alejamiento de los terrenos de juego, al igual que el resto de las lesiones, pero hay un alto porcentaje de reincidencia en la lesión (13), que impide desarrollar la actividad con normalidad. Aunque aproximadamente un 64% de estas lesiones no suponen una pérdida de tiempo en competición, ciertos casos pueden suponer hasta meses para volver a los terrenos de juego. El tiempo medio de lesión es de una semana. En el caso de necesitar

tratamiento más estricto, el clásico tratamiento con trabajo excéntrico (15), propone un tiempo de recuperación de 6 semanas para el alivio del dolor y recuperación de la capacidad funcional de ese tendón. Esto supone un gasto económico por parte de los clubes bastante importante, en términos de rehabilitación, así como el impacto psicológico que supone para el paciente, que ve que la mejoría es lenta y dolorosa.

Generalmente la tendinopatía rotuliana no suele ser invalidante para la población no deportista, al menos no tanto como la tendinopatía de hombro, el cual, si supone una importante pérdida de tiempo en el trabajo, incluso de más de 365 días (16).

Según estudios de la Unión de Federaciones de Fútbol europeas (UEFA), desde la temporada 2001-2002 a la 2008-2009 se registraron 32 lesiones tendinosas en los equipos participantes en competiciones europeas, lo que representa un 6% del total de las lesiones. De estas 32 lesiones, 6 fueron en el tendón rotuliano, lo que supone un 2,2% del total (3).

Por otro lado, según la página del Ministerio de Trabajo, Migraciones y Seguridad Social del Gobierno de España, se puede obtener datos relevantes a las tendinopatías y el aumento de número de personas que padecen algún tipo de patología tendinosa. En el 2016, se registró un total de 10.118 casos de personas que padecían tendinopatías, de las cuales 4502 fueron mujeres y 5616 fueron hombres. Estos datos aumentaron en 2018, donde hubo un total de 11756 casos en total, donde 6.687 fueron hombres y 5069 fueron mujeres. Esto es un claro indicador que las patologías tendinosas se consideran enfermedades en auge entre los trabajadores españoles actualmente (Anexo 2).

2.5. Tratamientos de la tendinopatía rotuliana

2.5.1. Ejercicio terapéutico

-Tratamiento con trabajo excéntrico: El entrenamiento excéntrico como opción de tratamiento para la tendinopatía fue presentado por primera vez por Curwin y Stanish (1984) (17). Dos años más tarde, se hacía referencia a que los tendones respondían al stress progresivo, aumentando su fuerza de tensión. No fue hasta 1989 cuando se estudió que la carga excéntrica jugaba un papel fundamental en la etiología y en el tratamiento de las tendinopatías, y cuatro años más tarde se realizaron estudios que corroboraban que el aumento de la tensión longitudinal del tendón favorecía el aumento de colágeno en la estructura del tendón, mejorando así en la remodelación de

las fibras dañadas. A partir del 2000 y 2001, comenzaron a establecerse protocolos de tratamiento centrados principalmente en el trabajo excéntrico. A raíz del descubrimiento de que ejercicio excéntrico provoca una estimulación de los mecanorreceptores de los tenocitos, siendo éste el fenómeno celular clave para la recuperación de las tendinopatías. Sin embargo, en 2013 un estudio muestra que todo tipo de contracción mejoran las propiedades del tendón, es por ello que la contracción isométrica y la concéntrica, deben permanecer presentes en los protocolos de tratamiento. Gracias a esto, otros estudios descubren que la carga a baja velocidad (independiente del tipo de contracción) puede restablecer el alineamiento de las fibras y la morfología celular (5).

Generalmente se basa en un programa de ejercicios durante 6 semanas (pudiendo ser de hasta 12 semanas), en el cual se genera carga tensional excéntrica en un tendón para, en teoría, volver a reorganizar las estructuras de colágeno. Según Kaux et al (18), trabajar excéntricamente de manera submáxima produce dicha reorganización celular, reduce la tendencia degeneracional y tiene un efecto sobre las fibras de colágeno, que también afecta a la neovascularización, reduciéndola.

Este trabajo excéntrico constituye de la realización de una sentadilla monopodal, en un plano declinado de 25 grados bajando lentamente hasta el punto del dolor. Si esto el punto de dolor no supera los 5 puntos en la escala analógica visual (VAS), entonces se procede a añadir 5 kg de peso en el ejercicio. Si supera los 7 puntos, entonces se sugiere la disminución del peso a usar. Se realizan 3 series de 15 repeticiones dos veces al día (19). Este tipo de tratamiento es el consenso general sobre el tratamiento en excéntrico.

A nivel estructural, se estimula la creación de colágeno fibrilar el cual es el encargado de las propiedades biomecánicas del tendón. Esto se debe a la estimulación de los diferentes factores encargados de dicha creación: IGF-1, TGF-1, PGE-2, así como de la lisil oxidasa (LOX), siendo precursor de la reorganización celular y la reparación de tejido conectivo.

Sin embargo, los cambios en estos tendones no garantizan la completa recuperación en deportistas amateur, ya que puede volver a aparecer el dolor y la inflamación tendinosa. Probablemente debido a la falta de acondicionamiento funcional del músculo cuádriceps, por lo que en estos casos es recomendable un programa de ejercicios para la potenciación de los miembros inferiores, para luego añadir carga de trabajo a los tendones de manera paulatina. Especialmente en los deportistas de alto

riesgo de aparición de esta dolencia o con un historial previo de tendinopatía rotuliana. (20).

-Trabajo en carga progresiva:

El trabajo con carga progresiva es otra alternativa dentro del trabajo terapéutico en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana. Consta de la realización de ejercicios para el acomodamiento del tejido tisular del tendón, aumentando la carga de manera exponencial a lo largo del tiempo.

Ciertos autores, indican una progresión de un 10% semanal en el peso manejado por el paciente, siempre que no aparezca dolor en el ejercicio. Aunque depende del estado de forma que tuviera anteriormente el deportista, pudiendo alcanzar un aumento de un 20 a 25% semanal en la carga sin presentar dolor (21).

La carga en la estructura tendinosa es necesaria para la mejora de su estructura interna, por ello, el aumento de carga progresiva debería mejorar la sintomatología de la tendinopatía rotuliana (22). Se introduce el término de “heavy-slow resistance” HSR para el tratamiento de la tendinopatía rotuliana, que arroja resultados equivalentes o incluso mayores que el ejercicio excéntrico en cambios apreciados en técnicas de imagen (reducción de la inflamación de la vaina tendinosa y reestructuración del colágeno) (23). Consiste en la realización de ejercicios bilaterales, como pueden ser la sentadilla libre, sentadilla en máquina y sentadilla tipo “hack”, partiendo de cargas máximas para luego variar a lo largo del tratamiento con cargas submáximas. Se realizan sentadillas hasta los 90 grados de triple flexión, haciendo hincapié en el tiempo para la realización de una repetición, la cual debe de ser aproximadamente de 3 segundos (24). El paciente debe aprender a realizar los ejercicios correctamente, siempre con la supervisión de un profesional.

Comparándolo con el ejercicio puramente excéntrico, se obtienen resultados similares, alargados en el tiempo, después de 6 meses de haber recibido tratamiento (23).

-Tratamiento con ejercicio de fuerza concéntrica:

A menudo el trabajo de ejercicios de manera concéntrica pasa a un segundo plano, en pos de la mayor evidencia que existe alrededor de los ejercicios excéntricos, pero también supone un punto importante dentro del tratamiento de la tendinopatía rotuliana. Si bien es cierto que la evidencia muestra que el trabajo excéntrico presenta resultados más consistentes, no hay que olvidar que, en el tratamiento de esta patología, se deben tomar diferentes enfoques a la hora de buscar una recuperación

óptima. El músculo supone el ejecutor del movimiento, por lo que el uso de la contracción activa del cuádriceps resulta beneficioso para el tendón, así como para la mejora de la respuesta neuromuscular de dicha contracción (25).

Según Malliaras et al (22), cualquier tipo de contracción mejoran las propiedades del tendón, aunque nuevamente, muestra que las contracciones excéntricas suponen una mejoría más significativa. Aunque sobre este tema, la carga de repetición lenta, independientemente si es excéntrica o concéntrica pueden restablecer la morfología celular y la alineación de las fibras tendinosas (26). Por lo que hay que tener en cuenta las contracciones concéntricas para el tratamiento de patologías tendinosas.

-Máquinas isoinerciales:

Aunque no es un método nuevo de tratamiento, esta última década se ha visto crecer en popularidad dentro del mundo del deporte. Consta de una máquina en la cual, al contrario del sistema de poleas de una máquina clásica de gimnasio, disponen de un cono en el cual se enrolla una cuerda de alta resistencia. Cuando se le imprime fuerza de carácter concéntrico, al final del rango de desenrollamiento del cono, éste devuelve un momento de fuerza excéntrica que el sujeto debe resistir. Esto supone una combinación de las fuerzas antes mencionadas, que exige al paciente un trabajo completo en todo el rango de movimiento, aplicando fuerza en todas las fases en el tendón.

Aunque hay que tener en cuenta en base a la complejidad de estos sistemas, deben de estar en todo momento controlados por un profesional y la curva de aprendizaje para el paciente puede ser larga.

La efectividad de este tratamiento está a la par del tratamiento puramente excéntrico (27), pero a falta de mayor estudio sobre este sistema, se posiciona favorablemente como alternativa al tratamiento excéntrico convencional.



Imagen 4: Ejemplo de ejercicio isoinercial, "Rugby Squat". Imagen realizada en el centro "Entreno".



Imágenes 5 y 6: Ejemplo de ejercicio isoinercial, “Squat” y “Anterior Lunge”. Imágenes realizadas en el centro de entrenamiento “Entreno”.

2.5.2. Fisioterapia manual

En el tratamiento manual de una tendinopatía, se ha recurrido al método Cyriax (28), para reagudizar la propia tendinopatía y buscar la reestructuración de los fibroblastos. El método se basa en la utilización del masaje transversal profundo (DFM, por sus siglas en inglés, deep friction massage) ejecutando la técnica realizando presión sobre el tejido afectado de manera transversa a las fibras de colágeno, en el caso de los tendones. El tiempo de tratamiento va de los 5 a 10 minutos, generalmente hasta que se produce la analgesia, que indica que el profesional ha conseguido el efecto deseado. Esto se debe repetir cada 48 horas, según indican las directrices de Cyriax. Es una técnica dolorosa, después de la cual se suele recurrir al hielo para aumentar los efectos analgésicos conseguidos.

Actualmente, está en desuso, ya que no proporciona una mejora medible en los estudios realizados y no supone una alternativa real para el tratamiento de una tendinopatía (29).

2.5.3. Ondas de choque extracorpóreas

El tratamiento por ondas de choque consta de una onda acústica que penetra con relativa energía en el tejido doloroso. Esta energía, promueve la regeneración y los procesos reparativos de los tendones y otros tejidos blandos. La energía de la onda es generada con aire comprimido, el cual imprime la fuerza al cabezal del aparato, para adentrarse en el organismo.

Su uso actualmente está extendido a la hora de tratar las calcificaciones presentes en ciertas tendinopatías de carácter crónico (30). Su principal característica es que su absorción en los tejidos es muy baja, y al inicio del tratamiento, se alcanzan presiones elevadas en el punto de impacto. Esto en cierta medida lo iguala en efectividad al ejercicio excéntrico (31).

2.5.4. Fisioterapia Invasiva **-Electrólisis Percutánea:**

Esta técnica consiste en la punción ecoguiada de un cátodo directamente en el punto degenerativo del tendón, produciendo una estimulación electroquímica no térmica. Esto produce una reacción orgánica que produce inflamación localizada, únicamente en la zona de tratamiento, que lleva a la rápida regeneración del tendón afecto (27).

Este estudio muestra que, en combinación con el trabajo excéntrico, muestra una reducción de 35 puntos dentro de la VISA-P, por lo tanto, supone un tratamiento de alto valor terapéutico, aunque todavía la evidencia es incierta puesto que es una técnica relativamente nueva en el tratamiento de las patologías tendinosas.

Según Abat et al. (32), en un ensayo clínico realizado en 2002, se utilizó esta técnica en combinación con el trabajo excéntrico y 10 años más tarde se entrevistaron de nuevo a los pacientes sometidos al tratamiento y los resultados favorables persistieron y no hubo recidivas, además de haber retomado su actividad previa a la lesión a las pocas sesiones.

-Punción seca:

Se trata de una técnica invasiva en la cual se utilizan agujas similares a las de acupuntura para pinchar específicamente un punto gatillo, causante del dolor miofascial, para desactivar ese punto doloroso. Para ello se debe de localizar mediante palpación y evaluación clínica en primer lugar el punto gatillo, el cual se define como una zona muscular hipersensible, con alteraciones químicas o neuromusculares que suelen presentar dolor referido. No se debe confundir con una contractura muscular, que, aunque a la hora de la palpación sean relativamente parecidos, los cambios internos y químicos son diferentes.

Se demuestra en diferentes estudios (33), que la presencia de estos puntos de dolor referido puede afectar al tendón y su funcionalidad, a través del mecanismo del dolor. También se puede usar directamente sobre el tendón, de manera ecoguiada para persistir en el punto de lesión tendinosa, con breves punciones y combinándolo

siempre con ejercicio excéntrico. Es importante que al hacerlos sobre el tejido tendinoso el profesional sea preciso, para mayor efectividad, por lo que la utilización del ecógrafo es esencial. En cierto sentido, presenta bastantes similitudes con el tratamiento de punción estilo “EPI”, en términos de resultados sobre el tejido. Así como, a la larga presenta mejores recuperaciones a los 6 meses respecto al PRP (45).

-Neuromodulación:

Esta técnica consiste, en la aplicación de corriente de baja frecuencia cerca de la vaina nerviosa de raíces concretas del sistema nervioso periférico con el objetivo de modular (aumentar o disminuir) la excitabilidad de un grupo de neuronas, esto influye en las sinapsis nerviosas del sistema excitatorio o inhibitorio. En lo que se busca conseguir un estímulo neuromotriz que mejore el impulso nervioso, facilitando la sinapsis neuronal. Se debe realizar con ecógrafo. Se consigue una disminución del dolor y una mejora del control neuromotriz.

Los objetivos principales de la técnica son:

1. Disminuir el dolor mediante la activación de las vías de analgesia endógenas y endorfinas.
2. Restablecer la función del sistema nervioso
3. Mejorar la función neuromuscular, los patrones de reclutamiento muscular y control motor.

Dentro de la fisioterapia, se ha utilizado principalmente en el tratamiento del suelo pélvico, con diferentes estudios (34,35), que muestran la utilización de la electrólisis percutánea del nervio tibial anterior para el tratamiento de los esfínteres tanto uretral como anal. Lo cual muestra su efectividad a la hora de interferir en los impulsos nerviosos y la mejora del control motor, de manera periférica actuando en el tracto de ese nervio.

En estudios como el llevado a cabo por Ilfeld et al. (36), afirman que el uso de esta técnica supone una reducción del 90% en el tiempo de uso de analgésicos por parte de los pacientes sometidos a una operación PTR (Prótesis Total de Rodilla), siendo el tiempo normal para dejar de usar este tipo de medicamentos aproximadamente de 2 meses. Por lo que para el tratamiento del dolor supone una técnica a tener en cuenta dentro del ámbito de la fisioterapia.

-Tratamiento con PRP:

La utilización del plasma rico en plaquetas (PRP) consta de la inyección de moléculas precursoras de la sanación, así como frenar la degeneración tendinosa. Según estudios, se demuestra el aumento de células en el área, así como la estimulación de células precursoras de colágeno, la generación de tejido conectivo nuevo, como también la reestructuración positiva de dichas células (37). También se demuestra que las moléculas expeditas del PRP pueden modificar la manera de la que las células locales y los nervios periféricos reaccionan a los diferentes cambios moleculares que ocurren en la tendinopatía, lo que sienta las bases de su efectividad ante el tratamiento del dolor.

El tendón rotuliano es uno de las estructuras más beneficiadas en este tratamiento, junto con el tendón de Aquiles. Sin embargo, en otras tendinopatías como las del manguito rotador o las relacionadas con el codo, no es tan efectiva. Parece ser que las estructuras de carga responden mejor al tratamiento con PRP respecto a las tendinopatías formadas por sobreuso, las cuales el tratamiento con plasma rico en plaquetas no se diferencia en gran medida en la inyección directa de sangre en la zona (38).

Es necesario el estudio este método en el futuro, ya que todavía la literatura no arroja resultados concluyentes respecto a otro tipo de tratamientos conservadores.

2.5.5. Tratamiento quirúrgico

Se llega a recurrir a este tratamiento cuando otros tipos de afrontar la tendinopatía rotuliana han fracasado. En la literatura existen diferentes métodos para tratar esta patología por medio de cirugía, tanto técnicas artroscópicas, como técnicas de cirugía abierta. En términos de rehabilitación, la artroscopia supone el tiempo de recuperación más corto (39). Sigue habiendo falta de consenso respecto a la operación correcta, tanto reseccionando la estructura tendinosa al polo inferior de la rótula, como las secciones longitudinales del tejido o realizar el cierre del paratendón.

Las técnicas suponen la extracción del tejido afectado, intentando en la medida de lo posible mantener el tejido sano intacto. Para esto, la aproximación a la estructura se hace en el borde externo del tendón, para evitar el contacto directo de la cicatriz en caso de compresión de la zona, lo que podría generar otro tipo de problemas

funcionales (40). Este es un ejemplo de aproximación a la cirugía por método abierto con cierre del paratendón.

Existe un porcentaje mayor de éxito en la cirugía artroscópica respecto a la cirugía abierta, pero como mencionamos antes, el tiempo de recuperación y vuelta al ejercicio es menor en el de las artroscopias, por eso se sostiene como el método más eficaz dentro de estas técnicas para tratar una tendinopatía rotuliana (39).

3. Objetivos

Objetivos principales

- Revisar los datos recogidos en la literatura sobre la patología de la tendinopatía rotuliana, como base de nuestro trabajo.
- Identificar la evidencia científica del ejercicio terapéutico como método de rehabilitación para esta patología.

Objetivos secundarios

- Buscar la evidencia científica del ejercicio excéntrico y la carga progresiva para el tratamiento de la tendinopatía rotuliana.
- Describir los resultados de los distintos tratamientos realizados sobre los signos y síntomas de la tendinopatía rotuliana, con el fin de determinar las técnicas que son más útiles.

4. Materiales y métodos

Hemos llevado a cabo una búsqueda sistemática en las siguientes bases de datos: Pubmed, WOS (Web of Science) y Scopus , con un registro desde el 2015 hasta la actualidad (2020).

Las palabras claves utilizadas fueron las siguientes: “rehabilitation”, “tendinopathy”, “patellar”, “eccentric”, “loading”, “exercise” y “tendon”. Utilizamos diferentes combinaciones en las distintas bases de datos. Se usó el operador boleano AND para las búsquedas con términos combinados, que era el operador que daba por defecto la base de datos.:

- Pubmed: “Rehabilitation patellar tendinopathy”, “eccentric tendon”, “eccentric patellar”, “loading tendon”, “loading patellar”

- Scopus: “Rehabilitation patellar tendinopathy”, “eccentric exercise patellar tendon”, “loading exercise patellar tendon”.
- WOS (Web Of Science): “Rehabilitation patellar tendinopathy”, “Eccentric exercise patellar”, “Loading exercise patellar”

Criterios de inclusión:

- Revisiones sistemáticas, ensayos clínicos aleatorizados y ensayos clínicos no aleatorizados.
- Entre los años 2015 y 2020.
- Idiomas utilizados: inglés y español.
- Artículos disponibles en texto completo.

Criterios de exclusión:

- Revisiones narrativas, libros y metaanálisis.
- Artículos sin abstract.
- Estudios no relacionados con la fisioterapia.
- Estudios no realizados con humanos.
- Artículos sin resultados o evidencia específica.
- Ensayos clínicos sin grupos experimentales.

Métodos de búsqueda

En la base de datos Scopus ©, se introdujeron los términos de búsqueda “rehabilitation AND patellar AND tendinopathy” arrojando 115 resultados, tras utilizar los criterios de inclusión estipulados, se quedaban en 14 artículos, luego, excluyendo los artículos que no interesaban en el tema y/o no presentaban resultados concluyentes, utilizamos 2 artículos. Se acotó la búsqueda en “eccentric AND exercise AND patellar AND tendon” nos daba 184 resultados totales, que luego de aplicar los criterios de inclusión, quedaban 20 artículos de los cuales se utilizaron 2 de dichos artículos. Luego para ser precisos en la búsqueda de ejercicios en carga, se especificó la búsqueda en “loading AND exercise AND patellar AND tendon” dando 85 resultados totales, de los cuales después de aplicar los criterios de inclusión, quedaron

13 artículos de los cuales se utilizaron 2 que cumplían con los parámetros de nuestra investigación.

Mientras que en la base de datos PUBmed, se utilizó los siguientes términos de búsqueda:

- “Rehabilitation AND Patellar AND Tendinopathy”, dando como resultado un total de 275 artículos. Una vez añadido los criterios de exclusión e inclusión se obtuvo 6 artículos. Posteriormente se excluyeron aquellos duplicados y/o aquellos que no interesaban en el tema, escogiendo un único artículo eligible acorde a nuestros requisitos.
- “Eccentric AND Tendon”, obtuvimos un total de 968 artículos. Añadiendo los criterios de exclusión e inclusión quedaron 20 artículos, de los cuales descartamos todos por falta de información acerca de nuestra investigación.
- “Eccentric AND Patellar”, se recopiló un total de 240 artículos. Tras añadir los criterios de exclusión e inclusión, se seleccionaron 3 artículos de los cuales descartamos todos por falta de conocimiento.
- “Loading AND tendón”, obtuvimos un total de 4085 artículos. Una vez aplicados los criterios de exclusión e inclusión, obtuvimos un total de 24 artículos. De los cuales, solo 1 fueron eligible.
- “Loading AND Patellar”, dando como resultado un total de 1186 artículos. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión se obtuvieron 5 artículos disponibles. Estos restantes fueron denegados por falta de interés sobre el tema.

Por otro lado, en la base de datos WOS (Web Of Science), la combinación de las palabras claves fue la siguiente:

- “Rehabilitation AND Patellar AND Tendinopathy”, se obtuvieron un total de 141 artículos. Una vez aplicados los criterios de exclusión e inclusión, obtuvimos un total de 27 artículos. Solo 0 artículo fue eligible.
- “Eccentric AND Exercise AND Patellar”, obtuvimos un total de 191 artículos. Una vez aplicados los criterios de exclusión e inclusión, se seleccionaron 23 artículos elegibles, de los cuales nos quedamos con 2 artículo útil para nuestra investigación.
- “Loading AND Exercise AND Patellar”, se obtuvieron un total de 230 artículos. Tras añadir los criterios de inclusión y exclusión se obtuvo un total

de 31 artículos, de los cuales todos fueron denegados por repetición y/o falta de información para nuestro trabajo.

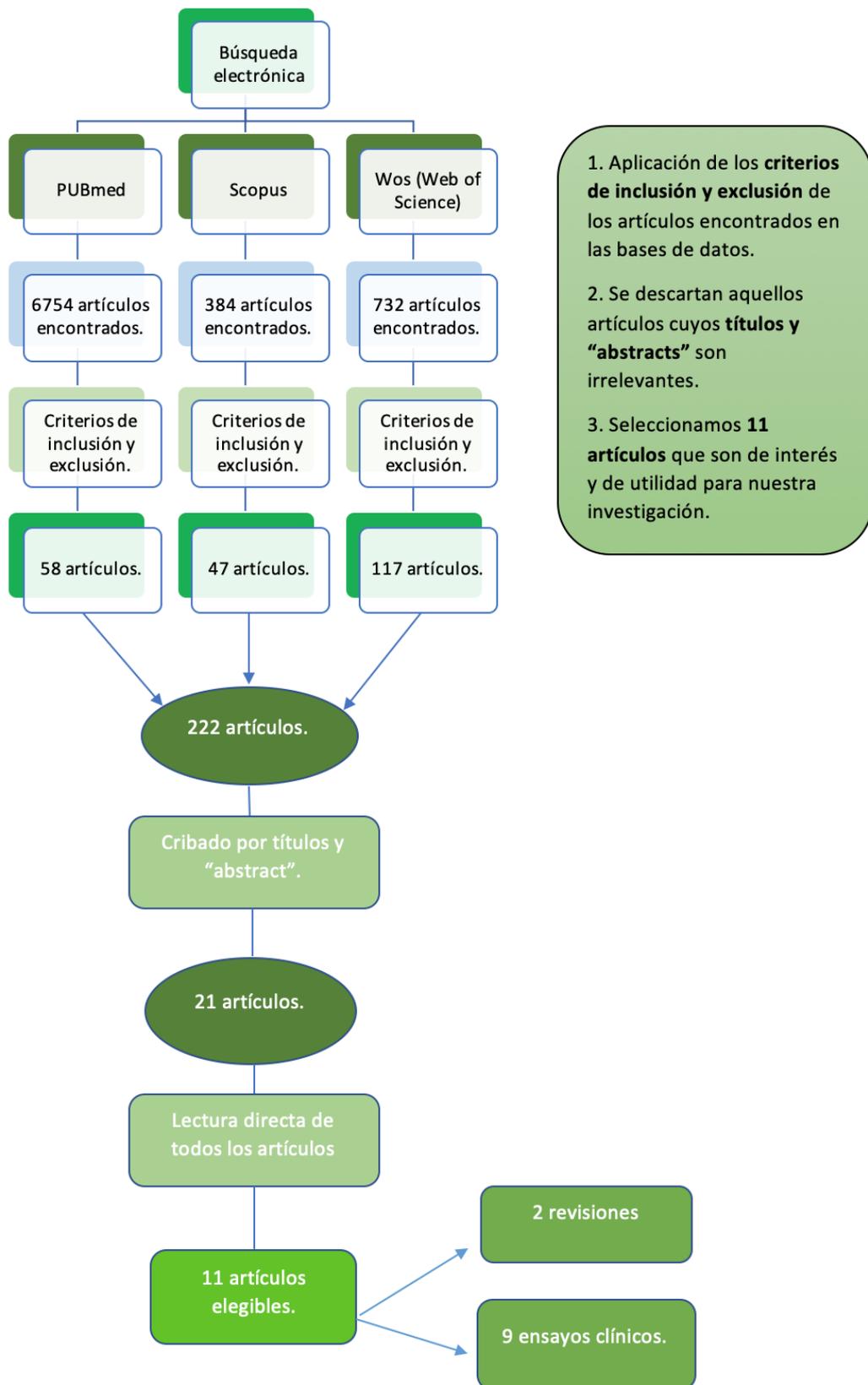


Tabla 2: Diagrama de cajas de los métodos de búsqueda.

5. Resultados

Los resultados obtenidos de todos los artículos se han diferenciado, por un lado, los ensayos clínicos y por otro, las revisiones.

Resultados de ensayos clínicos

Tras determinar los artículos elegibles para nuestra investigación, han sido comparadas dichas publicaciones. El resultado total de nuestra búsqueda de artículos con ensayos clínicos para nuestra revisión ha sido de 9 documentos utilizables:

- Lower Extremity Kinematics During a Drop Jump in Individuals With Patellar Tendinopathy (Rosen, A. et al.) (41).
- Physical therapists' role in prevention and management of patellar tendinopathy injuries in youth, collegiate, and middle-aged indoor volleyball athletes (Kulig, K. et al.) (42).
- Comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: a protocol for a randomised controlled trial (López-Royo, M. et al.) (43).
- Isokinetic strength profile of subjects with proximal patellar tendinopathy (Kaux, J et al.) (44).
- High-Intensity Resistance Training Does Not Produce Immediate Ultrasonographic Changes in Muscle Tendons (Thygesen, M. et al.) (45)
- Faster Movement Speed Results in Greater Tendon Strain during the Loaded Squat Exercise (Earp, J. et al.) (46).
- Load magnitude affects patellar tendon mechanical properties but not collagen or collagen cross-linking after long-term strength training in older adults (Eriksen, C. et al.) (47).
- Do isometric and isotonic exercise programs reduce pain in athletes with patellar tendinopathy in-season? A randomised clinical trial (van Ark, M. et al.) (48).
- Comparison of functional activities on structural changes of the inferior patellar pole. (McKinney, K. et al.) (49).

El tipo de estudio predominante en este grupo de artículos es del tipo de ensayo clínico aleatorizado, el cual realiza experimentos sobre una población concreta. Se han analizado diferenciar entre 2 ensayos clínicos aleatorizado de doble ciego (43,47), 4 ensayos clínicos aleatorizados de simple ciego (41,44,48,49) y 3 estudios controlados en laboratorio. (42,45,46). Los estudios controlados en laboratorio son los que menos

participantes tienen, mientras que los ensayos clínicos aleatorizados presentan un mayor número de participantes como promedio. El total de participantes entre todos los artículos es de (n=295). Hubo un único estudio en el que se manifiesta la pérdida de muestras de un total de 3 participantes que fue en el de (McKinney, K et al.) como causas se especifica la aparición de lesiones durante el tiempo de estudio.

El tiempo invertido en cada estudio es variable, desde artículos que presentan estudios realizados in situ, con mediciones realizadas en un mismo día (41,44,45,46). Mientras que otras investigaciones se realizaron a lo largo de 4 semanas, con mediciones iniciales, intermedias y finales (48,49). Hubo un estudio que realizó durante 12 semanas de seguimiento (47), mientras que el protocolo de tratamiento propuesto por López-Royo et al. (43) propone un seguimiento a las 10 semanas para luego realizar una medición final a las 22 semanas. Por último, el estudio de Kulig, K. et al (44) fue de duración variable, dependiendo de cada sujeto analizado.

Los objetivos principales de estos estudios fueron los siguientes:

- Comparar la cinemática de aterrizaje en salto de cajón - salto. “Drop-jump” en pacientes con tendinopatía rotuliana respecto al grupo control sano (41).
- Establecer un método de tratamiento para la PT, basado en el concepto “EdUReP”, en cualquier deporte que implique salto repetitivo, tanto a nivel recreacional como de élite (42).
- Determinar el efecto adicional de la electrólisis percutánea y la punción seca, con el ejercicio excéntrico a corto y largo plazo (43).
- Determinar el perfil de fuerza isocinética con el propósito de estimar la diferencia de desempeño muscular del miembro inferior afectado respecto al miembro inferior sano (44).
- Investigar si el tendón responde inmediatamente después de una sesión de ejercicio, engrosándose o produciendo cambios ultrasonográficos (45).
- Determinar el ejercicio que genera mayor elongación tendinosa. Comparando el desempeño en sentadilla con carga, realizando el ejercicio con un tempo fijado y de manera lenta, con realizarlo de manera más intensa (46).
- Comparar el efecto del ejercicio de resistencia alto y moderado en la matriz tendinosa y sus propiedades mecánicas (47).
- Examinar si el ejercicio isométrico e isotónico alivian el dolor en atletas con tendinopatía rotuliana durante la temporada de competición (48).

- Comparar los efectos agudos del estiramiento, el ejercicio excéntrico, ejercicios concéntricos y una combinación de estos últimos, en cambios estructurales tendinosos en el polo inferior de la rótula usando el ecógrafo (49).

Observando la metodología de los diferentes artículos, podemos identificar que un total de 6 estudios (41,42,43,44,48,49) fijan su plan de intervención mediante el ejercicio terapéutico, concretamente el ejercicio excéntrico. Por otro lado, encontramos 2 estudios (45, 47) que basan su plan de intervención en el ejercicio terapéutico mediante la carga progresiva. Mientras que solamente una investigación (46) se centra en el ejercicio terapéutico tanto a través de la carga progresiva como del ejercicio excéntrico. Por otra parte, sólo 4 de los 9 ensayos clínicos (41,43,45,47) han utilizado un grupo de control en donde no se les ha aplicado el tratamiento para comparar los resultados obtenidos con el grupo experimental.

Diferentes tipos de escalas de valoración y tests fueron utilizados en cada uno de los artículos. Predominantemente la escala de “VISA-p” (Victorian Institute of Sports Assessment - patellar) fue la elección de 4 investigadores (43,45,46,50). Además, otro de las herramientas utilizadas, es la “US imaging” que consiste en el diagnóstico por imagen a través de un ecógrafo. (46,45,49). Luego se usaron otros tipos de mediciones, tales como la escala IsoMVC, AGEs (47) o sEMG, Tri-axial Force Platform (45).

Según Rosen B. et al. (2015) (41) los pacientes con tendinopatía rotuliana presentaron variaciones en la dinámica del movimiento en el “Drop-Jump” respecto al grupo control de pacientes sanos. Estas limitaciones implican un menor rango de movimiento tanto de la rodilla como de la cadera, producido por los cambios morfológicos derivados de la patología. Dando un pico menor de flexión de ambas articulaciones menor que en el grupo control. Los grados máximos de flexión fueron (71,6) grados en la articulación de la rodilla y (49,3) grados en el conjunto femoro-pelviano en el grupo patológico; respecto a (79,7) grados de flexión de rodilla y (55,2) grados en la articulación de la cadera, en el grupo control. Esto se vio reflejado en el tamaño de efecto (Cohen) de casi un punto (0,97) en la articulación de la rodilla y algo menor en el caso de la cadera (0,53), lo cual supone una diferencia significativa en el ángulo de aterrizaje comparado con el grupo sano. Sin embargo, dentro del grupo patológico, no se aprecian diferencias significativas entre las afectaciones unilaterales y bilaterales.

Distributional Statistics for Kinematic Observations of Maximum Angular Displacement for the Hip, Knee, and Ankle in 3 Planes Between the Control and Patellar Tendinopathy Groups^a

			Mean, deg	SD	95% CI	<i>t</i>	<i>P</i> Value	Cohen <i>d</i>
Hip	Sagittal	Control	55.2	11.4	50.9 to 59.5	2.056	.04	0.53
		Patellar tendinopathy	49.3	10.8	45.3 to 53.3			
	Frontal	Control	8.3	2.9	7.2 to 9.4	-0.538	.59	-0.13
		Patellar tendinopathy	8.7	3.4	7.4 to 10.0			
	Transverse	Control	14.1	6.1	11.8 to 16.3	0.932	.36	0.25
		Patellar tendinopathy	12.8	4.3	11.2 to 14.4			
Knee	Sagittal	Control	79.7	8.3	76.6 to 82.7	3.685	.001	0.97
		Patellar tendinopathy	71.6	8.4	68.3 to 74.8			
	Frontal	Control	17.3	9.3	13.8 to 20.8	0.517	.61	0.13
		Patellar tendinopathy	16.1	9.0	12.7 to 19.4			
	Transverse	Control	42.8	12.2	38.2 to 47.3	-0.796	.43	-0.20
		Patellar tendinopathy	45.0	9.6	41.4 to 48.6			

Tabla 3: Observaciones de la desviación máxima angular de la cadera y rodilla, en pacientes con tendinopatía rotuliana y grupo de control. Obtenida de Rosen, B et al. (2015) (41)

Según el estudio de Kulig et al. (2015) (42) al tratarse de un estudio de laboratorio con tres muestras, se elaboró un plan de intervención para cada uno de ellos de manera específica. Según su nivel deportivo y sus necesidades en la competición. Siguiendo el concepto de EdUReP (Education, Unloading, Re-loading and Prevention) se estimó el programa de tratamiento de cada uno de los casos. Estas intervenciones se realizaron durante la temporada deportiva.

- Caso 1: se le diagnosticó la enfermedad de Osgood-Schlatter, que consiste en la tendinopatía rotuliana distal, cerca del tubérculo de la tibia. Por lo tanto, en la fase de “unloading” se le restringe los ejercicios de salto y del tipo excéntrico durante 3-4 semanas, para evitar exacerbar de nuevo el dolor, incluso durante la práctica deportiva. Luego se plantearon ejercicios de potenciación de cuádriceps y estiramientos de la musculatura anterior, tanto como de la anterior. Con el objetivo de mejorar sus rangos de movimiento de la extremidad inferior, para posteriormente, en la fase de prevención poder reeducar la dinámica del salto y pasar de realizar un impacto seco a otro impacto más suave y controlado.

En este caso no se precisaban ejercicios de trabajo excéntrico, ya que no hay realmente una tendinopatía aguda, sino que era producto del sobreuso de la articulación, relacionado con el crecimiento.

- Caso 2: presentaba una tendinopatía rotuliana aguda del tipo no inflamatorio. Se le estableció un plan de entrenamiento en el cual debía potenciar la musculatura accesoria (músculos glúteos, isquiotibiales y gemelos) para el desempeño del deporte en cuestión, en el caso del voleibol,

compuesto de salto repetitivo que requiere el reclutamiento de toda la musculatura del miembro inferior. Durante esta fase se le restó carga al propio cuádriceps. Se le indicó el uso de una banda elástica que debía colocarse encima del tendón rotuliano o en su defecto el uso de “Leukotape®” para conseguir el mismo efecto. Durante el resto de la temporada, se le indicó que realizara ejercicio excéntrico para el tendón patelar, 3x15 repeticiones en plano declinado de 25°, dos veces al día, para controlar el dolor. Se buscaba evitar la bajada del rendimiento deportivo y para ello se idearon unas pautas, tales como el estiramiento específico para restar carga al tendón y el consecuente fortalecimiento del resto de la musculatura.

- Caso 3: presentaba una tendinopatía rotuliana de tipo crónica, pero no inflamatoria. Se le estableció un plan de entrenamiento general, con el objetivo de potenciar la musculatura en general, ya que, al practicar el deporte de manera recreacional, carecía del estado físico óptimo para practicarlo. Se le pautaron periodos de descanso mayores y promover ejercicios de flexibilidad respecto a los otros individuos con el objetivo de aliviar el estrés en el tendón rotuliano. Se le pautó el ejercicio excéntrico al igual que en caso dos, 3x15 repeticiones de “single leg squat” en plano declinado de 25°, dos veces al día, durante 12 semanas. Además de pautar sesiones completas de ejercicio excéntrico 2-3 veces en semana. Con esto lograría mejorar su estado físico general y hacerlo “fit to play” voleibol.

El estudio de López-Royo et al. (2020) (43) plantea un protocolo de actuación frente a un estudio posterior, todavía a realizar. Se propone la comparación de un tratamiento conjunto, tanto de electrólisis percutánea y la punción seca, ambos combinados con el ejercicio excéntrico. Plantea un seguimiento a posteriori del tratamiento de hasta las 22 semanas, con la utilización de diversos sistemas de medición, los cuales son la utilización de la escala VISA-p (Victorian Institute of Sports Assessment - patella), VAS (Visual Analogue Scale), SF-36 (Short Form - 36), imágenes por ultrasonidos (ecografía) y test de salto. Con la medición de estos parámetros se espera avanzar en el tratamiento de la tendinopatía rotuliana, tanto con la combinación de las diferentes técnicas invasivas y el ejercicio excéntrico, así como, si los métodos de punción difieren en resultados obtenidos.

Mediante el estudio de Kaux et al. (2019) (44) se demuestra que el pico de potencia del cuádriceps del miembro inferior con tendinopatía rotuliana activa es

significativamente menor, (174.8 ± 67.3 Nm) de torque máximo, respecto a (199.6 ± 72.0 Nm) de torque en la contracción cuadriceps en el miembro inferior sano. Los resultados sugirieron que el test excéntrico isocinético QC60 es el que prioriza en la pérdida de fuerza y podría ser un indicador de buena evolución después del tratamiento, ya que es el que mayor estrés genera en el tendón y funcionaría como una buena herramienta para la evaluación del dolor.

Tras analizar la investigación de Thygesen, M. et al. (2019) (45), se ha observado que el tendón no presenta ningún cambio inmediatamente después del ejercicio, al igual que no hubo engrosamiento del área transversal del tendón. Sin embargo, ambos grupos presentan cambios tendinosos mediante la observación ultrasonográfica, en forma de señal hiperecoica.

Según el artículo de Earp, J. et al (2016) (46), el pico máximo de longitud tendinosa, fuerza del tendón y el ratio de desarrollo de fuerza se produce en la realización de sentadilla con salto en pesos submáximos ($p < 0.05$). Sin embargo, la longitud tendinosa era mayor en la fase inicial excéntrica (10-14% del movimiento) en el caso de la sentadilla con tempo fijado (2s-excéntrico, 1s-pausa, 2s-concéntrico) respecto a la sentadilla con salto, donde ocurría el mayor ratio de desarrollo de fuerza, demostrando las propiedades viscosas del tendón rotuliano. Por otra parte, en la fase concéntrica del movimiento (61–70 y 76–83% del movimiento) predominaron las propiedades elásticas del tendón, al existir un ratio de desarrollo de fuerza similar y una fuerza tendinosa diferente.

Según la investigación de Eriksen et al. (2019) (47), determinó que la carga incremental pesada provoca mayor engrosamiento y mejora el comportamiento biomecánico del tendón rotuliano HRT (+ 21% %). El grupo experimental de carga media MRT (+ 8%) y el grupo control obtuvieron peores resultados, a pesar de que fueron resultados positivos CON (+ 7%). Por otro lado, se observó que, a nivel estructural, no hubo ningún cambio significativo en la morfología y la composición de las fibrillas de colágeno y la estructuración de los enlaces cruzados tras realizar el entrenamiento. Por último, el investigador afirmó según los datos obtenidos, que el ejercicio de carga incremental pesada parece ser que es el único método de mantener las propiedades del tendón en edades avanzadas.

Los resultados obtenidos en la investigación de Van Ark M. et al. (2015) (48), estableció que la ejecución durante cuatro semanas, tanto del ejercicio isométrico como del ejercicio isotónico (concéntrico y excéntrico) pueden inducir a la

disminución de los síntomas de dolor de la tendinopatía rotuliana. No obstante, no existen diferencias significativas entre los dos métodos de ejercicio terapéutico. Estas conclusiones son respaldadas por datos de mejoría de ambos grupos experimentales en las diversas escalas de valoración.

Measurements	Isometric group	Isotonic group	Total
NRS pain SLDS—baseline median (IQR)	6.3 (5.3–7.0) n = 8	5.5 (4.0–6.0) n = 11	6.0 (4.0–7.0) n = 19
NRS pain SLDS—4 week median (IQR)	4.0 (2.0–5.0) ^{†*} n = 8	2.0 (1.0–3.0) ^{†*} n = 11	2.0 (2.0–3.8) ^{†*} n = 19
VISA-P—baseline median (IQR)	66.5 (59.5–75.8) n = 8	69.5 (55.0–75.8) n = 10	69.5 (58.3–75.3) n = 18
VISA-P—4 week median (IQR)	75.0 (72.5–87.0) [†] n = 8	79.0 (67.0–86.0) [†] n = 10	77.5 (70.8–86.5) [†] n = 18
Number of exercise performed per week median (IQR)	3.0 (2.5–3.9) n = 9	3 (2.75–3.75) n = 11	3.1 (2.8–3.8) n = 20
Tendon pain change compared to pre-intervention on GRC (–4 to +4), median (IQR)	+2.5 (.5–3.0) n = 9	+2 (2–3) n = 11	+2.3 (2.0–3.0) n = 20

Tabla 4: Resultados de las escalas de valoración utilizadas. Obtenida de Van Ark M. et al. (2015) (36)

Analizando los resultados de Mckinney K et al. (2017) (49), se determinó una diferencia significativa en la medida del área transversal inferior del tendón rotuliano antes (4.983 ± 0.041 mm) y después (5.198 ± 0.055 mm) del entrenamiento de manera inmediata. Sin embargo, no se detectó ningún tipo diferencia en el área transversal inferior del tendón rotuliano entre los diferentes grupos experimentales establecidos en la investigación. Por lo tanto, concluyen que no hay efectos significativos entre el ejercicio excéntrico, el ejercicio concéntrico, la combinación de excéntrico y concéntrico, y el estiramiento estático.

Resultados Revisiones Sistemáticas

Tras determinar los artículos elegibles para realizar nuestra investigación, hemos obtenido el resultado de dos revisiones sistemáticas:

- Causative factors and rehabilitation of patellar tendinopathy: A systematic review (Morgan, S. et al.) (50).
- Effects of Increased Loading on *In Vivo* Tendon Properties: A Systematic Review (Wiesinger, H.P. et al.) (51).

En primer lugar, los objetivos de la revisión sistemática propuesta por Morgan, S. et al. (50) fueron investigar de manera sistemática toda la evidencia aplicable a los factores causales intrínsecos y extrínsecos y la rehabilitación de la tendinopatía rotuliana, e integrar la rehabilitación con los factores de riesgos identificados. No obstante, Wiesinger H.P. et al. (51) estableció como objetivo principal de la investigación, analizar la literatura existente para obtener más información sobre las adaptaciones de los tendones mediante la extracción de patrones de dosis-respuesta y tiempo-intervención.

En segundo lugar, el número de artículos tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión fue de 120 artículos en Morgan, S. et al. (50). De los cuales solo 20 fueron seleccionados para la investigación. Estos artículos se diferenciaron en cuatro revisiones sistemáticas, tres ensayos clínicos aleatorizados, tres ensayos clínicos no aleatorizados, cinco revisiones cualitativas y cinco revisiones cuantitativas. Mientras que en la investigación de Wiesinger, H.P. et al. (51) se obtuvieron un total de 6440 artículos. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se utilizaron un total de 35 artículos para la realización de la revisión. Por otro lado, las bases de datos utilizadas fueron las siguientes:

- En el caso de Morgan, S et al. (50) se utilizaron las bases de datos disponibles en EBSCOhost que incluían los siguientes motores de búsqueda: “Academic Search Complete”, “Africa-Wide Information”, “MEDLINE with Full Text”, “AHFS Consumer Medication Information”, “CINAHL with Full Text”, “ERIC”, “Health Source – Consumer Edition”, “Health Source: Nursing/Academic Edition”, “Humanities Source”, “PsycARTICLES”, “PsycEXTRA”, “PsycINFO”, “PsycTESTS”, “SocINDEX with Full Text”, “SPORTDiscus with Full Text”. La estrategia de búsqueda utilizada, utilizando los operadores booleanos “OR” y “AND” incluyó las siguientes palabras claves:
 - (“patella* tendinopath*” or (patella* and tendinit*)) AND (“intrinsic factor*” or age or gender or “body composition*” or “fat mass” or “body weight” or “body mass index” or injur* or “joint instability*” or “musc* strength” or “musc*power” or “range of motion” or “range of movement” or “anatomic* alignment*” or “postural stability*” or “sport*specific technique*” or “level of

skill*” or “skill* level*” or “extrinsic factor*” or strapping or bracing or “foot wear” or footwear* or shoe* or “training surface*” or “eccentric decline squat*” or “skill* acquisition” or proprioception* or flexib* or “muscle activat*” or etiolog* or aetiolog*).

- En el caso de WieSinger, H.P. et al. (51), PubMed/MEDLINE, SPORTDiscus, y Google Scholar. Sin embargo, la combinación de palabras claves fue la siguiente:
 - PT or AT and plasticity, adaptation, strength, endurance, ultrasound, MRI, stiffness, the Young’s modulus, stress, hysteresis, loading, exercise, cross-sectional area, and mechanical properties.

Una vez obtenido los artículos de la base de datos se aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión. En el caso de la revisión “Causative factors and rehabilitation of patellar tendinopathy: A systematic review. Morgan S. et al. (2016)” (50), se utilizaron los siguientes criterios:

- Criterios de inclusión:
 - Artículos publicados entre enero de 2010 y octubre de 2015.
 - Los tipos de artículos en el diseño de la revisión fueron: revisión sistémica, ensayos clínicos aleatorizados, ensayos clínicos no aleatorizados, revisiones cuantitativas y revisiones cualitativas.
 - Edad de los participantes: entre 18 y 60 años.
 - Objetivos del estudio: factores causales (intrínseco y extrínseco) y/o rehabilitación de la tendinopatía rotuliana.
- Criterios de exclusión
 - Población: participantes con otras patologías de la rodilla, cirugía de rodilla previa o artrocentesis previa.
 - Idioma: cualquier artículo que no esté publicado en inglés.
 - Disponibilidad de los artículos: aquellos artículos cuyo resumen esté disponible.

Mientras que en Wiesinger, H.P. et al. (2015) (51), los criterios utilizados fueron los siguientes.

- Criterios de inclusión:
 - Idioma: inglés.

- Los artículos deben incluir datos previos o posteriores al entrenamiento o características del tendón en sujetos con diferentes antecedentes de actividad física a largo plazo o con diferentes antecedentes de carga de lado a lado.
- Grupos de muestras sanos y no lesionados con una edad media superior a los 19 años.
- Los artículos fueron verificados por el autor
- Criterios de exclusión:
 - Resúmenes de congresos y comentarios.
 - Se excluyeron los estudios que reportaron efectos agudos del ejercicio.

Por último, los resultados obtenidos por parte de Morgan, S. et al. 2016 (50), afirman que el ejercicio excéntrico como método de tratamiento de la tendinopatía rotuliana puede ser muy útil si se combina con otra modalidad de tratamiento. Sin embargo, concluye que se necesita mayor número de estudios en esta línea de investigación para confirmar la hipótesis de este tipo de tratamiento. Por otro lado, Wiesinger, H.P. et al. 2015 (51), establecieron como hallazgos importantes: la confirmación de una adaptación casi sistemática del tejido del tendón al entrenamiento, la variabilidad importante en los cambios observados en las propiedades del tendón entre y dentro de los estudios, y la ausencia de un patrón incremental consistente con respecto a la dosis respuesta o la relación tiempo-curso de la adaptación del tendón dentro de los primeros meses de entrenamiento. Sin embargo, el entrenamiento a largo plazo (años) se asoció con un área transversal mayor del tendón, sin evidencia de diferencias en las propiedades del material. Además, proponen un modelo teórico que colocan la hipertrofia del tendón y los ajustes en las propiedades del material como partes del mismo continuo adaptativo.

Tabla de resultados: ensayos clínicos.

Autores y año	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra e intervención	Escala de valoración	Resultados
Adam B. Rosen et al. (2015)	Ensayo clínico aleatorizado.	Comparar la cinemática de aterrizaje en salto de cajón - salto. "Drop-jump" en pacientes con tendinopatía rotuliana respecto al grupo control sano.	60 participantes activos recreacionales de entre 18 y 35 años de edad. -30 pacientes con tendinopatía rotuliana presente en los últimos 3 meses. -30 pacientes sin patologías previas en la articulación de la rodilla.	VISA-P	Los participantes con PT presentaban un rango de flexión tanto de cadera como de rodilla menor que el grupo control. (PT, 74.8 ± 13.2 ; control, 82.5 ± 9.0 ; $P < .01$) También presentaban desplazamiento angular en el plano sagital tanto de la rodilla como la cadera. PT, 71.6 ± 8.4 ; control, 79.7 ± 8.3 ; $P < .001$)
Kornelia Kulig et al. (2015)	Estudio controlado en laboratorio	Establecer un método de tratamiento para la PT, basado en el concepto EdUREP, en cualquier deporte que implique salto repetitivo, tanto a nivel recreacional como de élite.	3 participantes tomaron parte en el estudio, todos practicantes de voleibol: -Joven de 14 años, que juega en categorías inferiores. -Joven de 19 años, jugador a máximo nivel competitivo. -Hombre de edad media, 47 años. Jugador recreacional. Tiempo variable de tratamiento entre los participantes.	LECA	Se establece un método a seguir, mediante el concepto EdUREP, respecto a cada caso del estudio. Se centra en el trabajo excéntrico.
Maria Pilar López-Royo et al. (2020)	Ensayo clínico aleatorizado de doble ciego.	Determinar el efecto adicional de la electrólisis percutánea y la punción seca, con el ejercicio excéntrico a corto y largo plazo.	57 participantes divididos en 3 grupos equitativos. - Grupo tratado con electrólisis percutánea y ejercicio excéntrico - Grupo tratado con punción seca y ejercicio excéntrico. - Grupo control con punción placebo. Se realizarán valoraciones al inicio del tratamiento, a las 10 semanas y luego a las 22 semanas.	VISA-P VAS SF-36	Ausencia de resultados finales del estudio. Es un protocolo de tratamiento.

Autores y año	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra e intervención	Escala de valoración	Resultados
Jean François Kaux et al. (2019)	Ensayo clínico aleatorizado.	Determinar el perfil de fuerza isocinética con el propósito de estimar la diferencia de desempeño muscular del miembro inferior afectado respecto al miembro inferior sano.	47 participantes con tendinopatía rotuliana crónica unilateral. Se realizó la medición del desempeño muscular a través de un dinamómetro isocinético.	VISA-P VAS C60 C240 E30	Se demuestra a través de los test isocinéticos que el cuádriceps del miembro inferior patológico presenta un menor pico de potencia respecto al miembro inferior sano (C60). Establece el ejercicio excéntrico isocinético como una herramienta para tratar el dolor.
Mathias Møller Thygesen et al. (2019)	Estudio controlado en laboratorio	Investigar si el tendón responde inmediatamente después de una sesión de ejercicio, engrosándose o produciendo cambios ultrasonográficos.	18 participantes: - Grupo experimental (n=10): realizaron un circuito de manera intensa. 5 series de 5 repeticiones de sentadilla frontal cargada, 10 saltos al cajón y 15 dobles-saltos en la comba. - Grupo control (n=8): circuito de 5 series: 5 press militares, 10 flexiones y 15 curls con barra de bíceps.	US imaging.	El tendón no presentó cambios inmediatos después del ejercicio, sin presentar engrosamiento del tendón. Sin embargo tanto en el grupo control como en el experimental se observaron cambios ultrasonográficos a nivel tendinoso, en forma de señal hiperecótica.
Jacob E. Earp et al. (2016)	Estudio controlado en laboratorio	Determinar el ejercicio que genera mayor elongación tendinosa. Comparando el desempeño en sentadilla con carga, realizando el ejercicio con un tempo fijado y de manera lenta, con realizarlo de manera más intensa.	10 participantes, individuos sanos. Deportistas entrenados en resistencia, capaces de realizar esfuerzos máximos. Trabajo entre el 80-90% del RM.	sEMG Tri-axial force platform	Se demuestra que existe una mayor elongación del tendón rotuliano en la sentadilla con salto, respecto a la sentadilla con tempo fijado. Se concluye que en el momento excéntrico (10-14% del movimiento) el tendón se comporta de manera viscosa, mientras que en la fase concéntrica tiene propiedades elásticas propias del tendón. (61-70 y 76-83% del movimiento)

Autores y año	Tipo de estudio	Objetivo	Muestra e intervención	Escala de valoración	Resultados
Christian S. Eriksen et al. (2019)	Ensayo clínico aleatorizado de doble ciego.	Comparar el efecto del ejercicio de resistencia alto y moderado en la matriz tendinosa y sus propiedades mecánicas.	33 participantes, entre hombres y mujeres. - Grupo de trabajo intenso (HRT) - Grupo de trabajo moderado (MRT) - Grupo control (CON) Durante 12 semanas.	IsoMVC AGEs	El grupo de HRT sufrió un aumento mayor de fuerza en el cuádriceps (+21%) respecto al grupo MRT (+8) y al grupo CON (+7). PT-CSA aumentó significativamente en los grupos HRT y MRT. El contenido de colágeno, la morfología fibrilar y la fluorescencia del tendón no variaron con el entrenamiento.
Mathijs Van Ark et al. (2015)	Ensayo clínico aleatorizado.	Examinar si el ejercicio isométrico e isotónico alivian el dolor en atletas con tendinopatía rotuliana durante la temporada de competición.	20 participantes, practicantes de baloncesto y voleibol. - Grupo isométrico (n=9) - Grupo isotónico (n=11) Intervención de 4 semanas de duración.	NRS in SLDS VISA-P	Después de las 4 semanas de trabajo, el dolor disminuyó significativamente en ambos grupos. Sin diferencia significativa entre los dos grupos.
Kelli McKinney et al. (2017)	Ensayo clínico aleatorizado.	Comparar los efectos agudos del estiramiento, el ejercicio excéntrico, ejercicios concéntricos y una combinación de estos últimos, en cambios estructurales tendinosos en el polo inferior de la rótula usando el ecógrafo.	47 participantes iniciales, de los cuales 44 completaron el estudio. 18-40 años. - Grupo de estiramientos - Grupo de excéntricos - Grupo de concéntrico - Grupo de excéntrico/concéntrico Se hizo un seguimiento durante 4 semanas.	US imaging.	Se mostraron diferencias significativas en la anchura del tendón rotuliano entre las medidas iniciales y las finales. Sin embargo entre los grupos de trabajo no existen diferencias notables.

Tabla de resultados: revisiones sistemáticas.

Autores y año	Tipo de estudio	Objetivos	Número de artículos	Bases de datos y motores de búsqueda	Palabras clave	Resultados
Sanell Morgan et al. (2016)	Revisión sistemática	Investigar de manera sistemática toda la evidencia aplicable a los factores causales intrínsecos y extrínsecos y la rehabilitación de la tendinopatía rotuliana. Integrar la rehabilitación con los factores de riesgo identificados.	n=20	EBSCO Host. Motores de búsqueda: "Academic Search Complete", "Africa-Wide Information", "MEDLINE with Full Text", "AHFS Consumer Medication Information", "CINAHL with Full Text", "ERIC", "Health Source – Consumer Edition", "Health Source: Nursing/Academic Edition", "Humanities Source", "PsycARTICLES", "PsycEXTRA", "PsycINFO", "PsycTESTS", "SocINDEX with Full Text", "SPORTDiscus with Full Text".	("patella* tendinopath*" or (patella* and tendinit*)) AND ("intrinsic factor*" or age or gender or "body composition*" or "fat mass" or "body weight" or "body mass index" or injur* or "joint instability*" or "muscle strength" or "muscle power" or "range of motion" or "range of movement" or "anatomic* alignment*" or "postural stability*" or "sport* specific technique*" or "level of skill*" or "skill* level*" or "extrinsic factor*" or strapping or bracing or "foot wear" or footwear* or shoe* or "training surface*" or "eccentric decline squat*" or "skill* acquisition" or proprioception* or flexib* or "muscle activat*" or etiolog* or actiolog*)	Afirmar que el ejercicio excéntrico como método de tratamiento de la tendinopatía rotuliana puede ser muy útil si se combina con otra modalidad de tratamiento
Hans-Peter Wiesinger et al. (2015)	Revisión sistemática	Analizar la literatura existente para obtener más informaciones sobre las adaptaciones de los tendones mediante la extracción de patrones de dosis/respuesta y tiempo/intervención.	n=35	PubMed/MEDLINE SPORTDiscus Google Scholar	PT or AT and plasticity, adaptation, strength, endurance, ultrasound, MRI, stiffness, the Young's modulus, stress, hysteresis, loading, exercise, cross-sectional area, and mechanical properties.	- La confirmación de una adaptación casi sistemática del tejido del tendón al entrenamiento - La variabilidad importante en los cambios observados en las propiedades del tendón entre y dentro de los estudios - La ausencia de un patrón incremental consistente con respecto a la dosis respuesta o la relación tiempo-curso de la adaptación del tendón dentro de los primeros meses de entrenamiento

6. Discusión

La tendinopatía del tendón rotuliano es una patología muy común entre la población actual y en la mayoría de los casos, puede ser tratada mediante el ejercicio terapéutico en combinación con diferentes terapias. En esta revisión se aprecian diferentes tratamientos con diversidad de resultados, teniendo el ejercicio excéntrico y el ejercicio de carga progresiva en común como método de intervención.

Actualmente, esta patología ha sido extensamente estudiada por diferentes autores. Sin embargo, en la literatura actual sigue habiendo muchas discrepancias e incógnitas sin resolver en cuanto a la rehabilitación de esta patología. Como puede ser, la falta de conocimiento de la fisiopatología en la tendinopatía rotuliana, y de su mecanismo de lesión.

La mayoría de los artículos científicos sobre las tendinopatías afirman la efectividad que tiene el ejercicio excéntrico y el ejercicio de carga progresiva como métodos de tratamiento, descuidando el estudio de tratamientos alternativos, aunque otros afirman que se aprecia la aparición del dolor tras interrumpir dicho protocolo (44,50). Igualmente, existe una vertiente en la literatura que demuestra que los ejercicios isométricos e isotónicos provocan una mejora tanto en la percepción del dolor como de la funcionalidad del tendón, incidiendo en la importancia que tienen las diferentes variantes de contracción muscular (48). Sin embargo, existe otra vertiente que afirma que el estiramiento estático puede provocar los mismos efectos beneficiosos, a nivel de la estructura transversal del tendón, que el ejercicio excéntrico, concéntrico o la combinación de estos últimos (49).

Dentro de los artículos analizados, se echa en falta el seguimiento post intervención, debido a que se miden los cambios agudos inmediatamente después de la intervención, pero no se estudian los posibles cambios a largo plazo que pueden haber en el tendón tras el procedimiento, sin embargo, Ángel Basas et al. (5), presenta diversos casos en los que se han realizado seguimientos alargados en tiempo de entre 24 semanas a 42 semanas, con mediciones intermedias cada 3 semanas, siendo a partir de la 6ª semana una mejora significativa del dolor, una mejora notable a nivel funcional a partir de la 9ª semana que continúa incrementándose significativamente con la aplicación de los protocolos de actuación que propone en sus estudios. Los resultados empeoraron con la interrupción de dichos protocolos (44,50).

Ciertos artículos estudiados presentan un tamaño de muestra adecuada a la investigación para la consecuente extrapolación al tratamiento de la población real con esta patología (41,43,44,49). Sin embargo, destacamos la ausencia de grupos de control en algunas metodologías usadas en los artículos analizados (44,46,48,49). Por otro lado, en las dos únicas revisiones elegibles en nuestra investigación (50,51), han manejado un número de publicaciones considerable (n=55) que les ha permitido tener una visión más amplia de los temas tratados.

Además, hemos percibido que la gran mayoría de los estudios se centran en la observación de los posibles cambios estructurales y morfológicos del tendón rotuliano, únicamente en pacientes sanos (45,46,47,48,49) lo cual no permite el establecimiento de posibles protocolos que podrían ser utilizados en pacientes con tendinopatía rotuliana. Sería deseable realizar esos mismos estudios con un grupo de pacientes que presenten tendinopatía rotuliana, para poder verificar su utilidad real para la rehabilitación de esta patología.

Actualmente, la técnica de diagnóstico o valoración de esta patología más utilizada en la literatura es el diagnóstico por imagen o ecografía/ultrasonidos, además de la historia del dolor y las diferentes escalas (VISA-p, NRS en SLDS, VAS). Con el uso de estas escalas se pretende precisar el grado de dolor que presenta el paciente, así como de la funcionalidad tendinosa. Por lo que, nos parece importante el uso de estas tres escalas diagnósticas para fundamentar un plan de tratamiento específico y adecuado a cada paciente. Existe otra vertiente que se echa en falta en los artículos revisados, como puede ser la palpación del tendón rotuliano en la zona infrapatelar y la utilización del algómetro como método de valoración para medir la fuerza en Newtons en un punto determinado del tendón y así clasificar el estado de sensibilidad a dicha palpación que presenta el tendón (2,4). Así mismo al tratarse de ensayos clínicos con un protocolo determinado, existen carencias a nivel del razonamiento clínico fisioterápico, mientras que otros autores, como Martínez,P. (2), indica como método de diagnóstico principal, el razonamiento y las pruebas manuales del fisioterapeuta, para luego complementarlo con pruebas de carácter instrumental como lo ecografía musculoesquelética.

Al tratarse de diferentes aproximaciones a la rehabilitación de la enfermedad, cada autor presenta una metodología propia, por lo tanto, existe controversia entre los

resultados obtenidos de cada investigación. Generando muchas dudas en los apartados de discusión y conclusión, siendo estos muy inespecíficos. Sin embargo, existe un estudio de Kaux, F. et al. (44), cuyo método de intervención nos parece muy interesante, basado principalmente en aspectos isocinéticos en la rehabilitación de la tendinopatía rotuliana. Creemos que es una vertiente novedosa, que se debería de investigar más, debido a los buenos resultados que da este tipo de ejercicios y la ausencia en la literatura sobre este tipo de terapia. Durante nuestra búsqueda en las diferentes bases de datos hemos encontrado una serie de artículos sobre dicha intervención. A causa de los criterios de inclusión y exclusión utilizados, dichos documentos no han podido ser utilizados en nuestro proyecto.

Mediante el estudio de Earp, J. et al. (46), se demostró el comportamiento de las propiedades viscoelásticas del tendón rotuliano, el cual se categorizó como de predominancia elástica en la dinámica del movimiento en fase concéntrica, y por otro lado se observó que en la fase inicial excéntrica esta estructura se comporta de manera viscosa; a falta de mayor número de estudios sobre las características viscoelásticas del tendón, que corroboren en mayor medida los resultados de esta publicación. Por lo que hipotetizamos que la estructura y morfología del tendón, puede verse alterada en mayor medida en el inicio del movimiento excéntrico, estimulando la mejora tanto estructural como funcional del tendón rotuliano.

Para ello, consideramos que la corriente actual de tratamiento basada en la sobrecarga excéntrica puede constituir una opción interesante para la rehabilitación y readaptación de pacientes con tendinopatía rotuliana. Esto se basa en reducir en el tiempo de transición entre el momento excéntrico del movimiento con respecto al concéntrico de ese mismo ejercicio. No obstante conseguir este efecto en el complejo músculo-tendinoso mediante el uso de peso libre, es prácticamente imposible, a no ser que se realicen repeticiones de dicho ejercicio hasta el fallo muscular (52). Por lo tanto, la manera más efectiva de lograr este estímulo de sobrecarga excéntrica es mediante el uso de máquinas isoinerciales (YoYo™). Esto logra un mayor reclutamiento de las fibras musculares implicadas a lo largo de todo el movimiento, por lo que el estrés en el tendón es continuado en el tiempo, creando así la sobrecarga (52).

A través de este tratamiento se producen adaptaciones tanto musculares como tendinosas que han sido beneficiosas para jugadores de baloncesto y voleibol, en un

estudio realizado por Gual et al. (53), en el que no sufrieron un aumento de síntomas de tendinopatía rotuliana. Consiguiendo mejora en el salto vertical, fuerza y potencia, traducándose en un aumento de funcionalidad del miembro inferior. Así como en el estudio de Abat et al. (2014) (27), que en combinación con la electrólisis percutánea intratisular, en pocas sesiones de tratamiento, el tiempo de “return to play” se redujo drásticamente, probando la mejora provocada en la función de la rodilla.

En conclusión, consideramos que se debe indagar sobre los cambios fisiológicos, morfológicos y estructurales, ocasionados por este tipo de entrenamiento. Al tratarse de una técnica novedosa para el tratamiento de la tendinopatía rotuliana, existen pocos estudios que relativizan su utilidad. Sin embargo, Tesch et al. (52) muestra su utilidad en otras patologías, tales como aquellas de tipo neurológico, la aceleración de la recuperación en pacientes encamados por largos periodos o ancianos, ya que la respuesta excéntrica es proporcional a la concéntrica aplicada. En individuos sanos que busquen la mejora del desempeño deportivo o en la prevención de futuras lesiones tanto musculares como tendinosas. Aunque inicialmente la creación de este sistema de entrenamiento “YoYo™” fue ideado para el mantenimiento musculoesquelético de los astronautas en las misiones espaciales.

Para finalizar, esta revisión presenta una serie de limitaciones importantes debido a la escasez de artículos seleccionados. Todo ellos, se debe a los criterios de inclusión y exclusión presentados que han acotado la búsqueda dejando fuera el análisis de numerosos estudios. Queriendo incidir en el criterio de exclusión de artículos de “acceso abierto”, debido a que en las búsquedas iniciales previas a la aplicación de estos criterios hemos encontrado muchos documentos interesantes y posiblemente utilizables para nuestra revisión sistemática. Además, los artículos seleccionados en este estudio reflejan, en su mayoría, diferentes carencias en los resultados obtenidos. A parte de que las conclusiones establecidas por cada autor son inespecíficas, con una argumentación en ocasiones insuficiente. Por último, consideramos que para llevar a cabo una revisión sistemática como deseamos, sería deseable un período de tiempo mayor de investigación del que hemos dispuesto para realizar nuestro trabajo, dado que, al tratarse de un trabajo de fin de grado, el calendario ha sido muy estricto de combinar con las prácticas clínicas.

7. Conclusiones

1. Se establecen que los ejercicios excéntricos y ejercicios de carga progresiva son una posible herramienta de rehabilitación para la tendinopatía rotuliana.
2. Analizando los resultados de los estudios de esta investigación, se puede observar una mejoría tanto en la clínica del dolor como en la funcionalidad del paciente, aunque no son resultados concluyentes.
3. Según los artículos de esta investigación, se puede concluir que existe una adaptación del tendón al entrenamiento. No obstante, con los datos aportados por este estudio no se puede relacionar estas adaptaciones con cambios morfológicos de las fibras de colágeno del tendón rotuliano.
4. Según los estudios analizados, el entrenamiento de carga progresiva provoca un incremento del área transversal del tendón rotuliano, independientemente de la magnitud de carga utilizada.
5. Atendiendo a los resultados de los diferentes artículos estudiados, se puede establecer que el entrenamiento de carga incremental, específicamente de carga pesada, durante períodos largos de tiempo puede ser beneficioso para mantener la función del tendón, ante el deterioro del envejecimiento.
6. Los estudios de varios autores defienden que en la fase inicial de movimiento excéntrico es donde se produce la mayor ratio de desarrollo de fuerza y donde se logra mayor longitud tendinosa. Demostrando las propiedades viscosas del tendón.

8. Anexos

- Anexo 1: Escala Victorian Institute of Sport Assessment- Patella (VISA-P). Obtenida de Hernández S. (6).

VICTORIAN INSTITUTE OF SPORT
ASSESSMENT SCORE

1. For how many minutes can you sit pain free?
0 min 100 min POINTS

2. Do you have pain walking downstairs with a normal gait cycle?
Strong severe pain No pain POINTS

3. Do you have pain at the knee with full active non-weight-bearing knee extension?
Strong severe pain No pain POINTS

4. Do you have pain when doing a full weight-bearing lunge?
Strong severe pain No pain POINTS

5. Do you have problems squatting?
Unable No problem POINTS

6. Do you have pain during or immediately after doing 10 single leg hops?
Strong severe pain/ unable No pain POINTS

7. Are you currently undertaking sport or other physical activity?
0 Not at all POINTS
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

B. 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

A. If you have no pain while undertaking sport, for how long can you train/practise?
NIL 1-5 min 6-10 min 11-15 min >15 min POINTS
 0 7 14 21 30

OR

B. 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 1-5 min 6-10 min 11-15 min >15 min POINTS
 0 4 10 14 20

OR

C. If you have pain that stops you from completing your training/practice, for how long can you train/practise?
NIL 1-5 min 6-10 min 11-15 min >15 min POINTS
 0 2 5 7 10

TOTAL SCORE 100

Anexo 2: Tablas del Ministerio de Trabajo del Estado Español. Estadísticas de incidencias asociadas a las tendinopatías en los 2016 y 2018.

	Año 2016								
	TOTAL			CON BAJA			SIN BAJA		
	Total	Varones	Mujeres	Total	Varones	Mujeres	Total	Varones	Mujeres
Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos	16.971	8.519	8.452	7.890	3.856	4.034	9.081	4.663	4.418
Hipoacusia o sordera provocada por el ruido	634	613	21	26	21	5	608	592	16
Enfermedades osteoarticulares o angioneuróticas provocadas por las vibraciones mecánicas	257	158	99	137	89	48	120	69	51
Enfermedades provocadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos:									
De las bolsas serosas debidas a la presión, celulitis subcutáneas	157	141	16	80	75	5	77	66	11
Fatiga e inflamación de vainas tendinosas, tejidos peritendinosos e inserciones musculares y tendinosas	10.118	5.616	4.502	4.918	2.703	2.215	5.200	2.913	2.287
Arrancamiento por fatiga de la apófisis espinosa	11	7	4	6	3	3	5	4	1
Parálisis de los nervios debidos a la presión	5.109	1.857	3.252	2.364	897	1.467	2.745	960	1.785
Lesiones del menisco por mecanismos de arrancamiento y compresión asociadas, dando lugar a fisuras o roturas completas	78	73	5	47	44	3	31	29	2
Enfermedades provocadas por compresión o descompresión atmosférica	6	6	-	4	4	-	2	2	-
Enfermedades provocadas por radiaciones ionizantes	5	5	-	4	4	-	1	1	-
Enfermedades oftalmológicas a consecuencia de exposiciones a radiaciones ultravioletas	7	5	2	4	2	2	3	3	-
Enfermedades provocadas por la energía radiante	2	2	-	-	-	-	2	2	-
Nódulos de las cuerdas vocales a causa de los esfuerzos sostenidos de la voz por motivos profesionales	587	36	551	300	14	286	287	22	265
Nistagmus de los mineros	-	-	-	-	-	-	-	-	-

	Año 2018								
	TOTAL			CON BAJA			SIN BAJA		
	Total	Varones	Mujeres	Total	Varones	Mujeres	Total	Varones	Mujeres
Enfermedades profesionales causadas por agentes físicos	19.836	9.651	10.185	9.076	4.366	4.710	10.760	5.285	5.475
Hipoacusia o sordera provocada por el ruido	448	431	17	9	8	1	439	423	16
Enfermedades osteoarticulares o angioneuróticas provocadas por las vibraciones mecánicas	199	116	83	105	56	49	94	60	34
Enfermedades provocadas por posturas forzadas y movimientos repetitivos:									
De las bolsas serosas debidas a la presión, celulitis subcutáneas	178	153	25	88	79	9	90	74	16
Fatiga e inflamación de vainas tendinosas, tejidos peritendinosos e inserciones musculares y tendinosas	11.756	6.687	5.069	5.491	3.151	2.340	6.265	3.536	2.729
Arrancamiento por fatiga de la apófisis espinosa	16	8	8	10	5	5	6	3	3
Parálisis de los nervios debidos a la presión	6.445	2.136	4.309	2.995	1.011	1.984	3.450	1.125	2.325
Lesiones del menisco por mecanismos de arrancamiento y compresión asociadas, dando lugar a fisuras o roturas completas	80	71	9	44	40	4	36	31	5
Enfermedades provocadas por compresión o descompresión atmosférica	3	3	-	2	2	-	1	1	-
Enfermedades provocadas por radiaciones ionizantes	3	1	2	2	1	1	1	-	1
Enfermedades oftalmológicas a consecuencia de exposiciones a radiaciones ultravioletas	6	5	1	3	2	1	3	3	-
Enfermedades provocadas por la energía radiante	2	1	1	-	-	-	2	1	1
Nódulos de las cuerdas vocales a causa de los esfuerzos sostenidos de la voz por motivos profesionales	700	39	661	327	11	316	373	28	345
Nistagmus de los mineros	-	-	-	-	-	-	-	-	-

9. Referencias bibliográficas

- (1) James R, Kesturu G, Balian G, Chhabra AB. Tendon: Biology, Biomechanics, Repair, Growth Factors, and Evolving Treatment Options. *The Journal of Hand Surgery* 2008;33(1):102-112.
- (2) Martínez Ramírez P. Normalidad e impacto del baloncesto profesional en la estructura y funcionalidad del tendón rotuliano. 2017.
- (3) Gistaín Buil L. Efectividad del tratamiento convencional en fisioterapia junto a las infiltraciones de Plasma Rico en Plaquetas para la tendinopatía rotuliana crónica en futbolistas. 2015.
- (4) 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. 2015.
- (5) 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.
- (6) Gray H. *Gray's anatomy : descriptive and surgical*. New York: Cosimo Classics; 2011.
- (7) Viñuela Cases C. Efectividad de la fibrolisis diacutánea combinada con un tratamiento convencional no farmacológico en jugadores de baloncesto y voleibol profesionales con tendinopatía rotuliana crónica. - Protocolo de Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado -. 2019.
- (8) Platzer, W., Frotscher, M.,. *Color atlas of human anatomy*. Stuttgart; New York: Thieme; 2004.
- (9) Pruna R, Medina D, Rodas Font G, Artells I Prats R. Tendinopatía rotuliana. Modelo de actuación terapéutico en el deporte. Patellar tendinopathy. Therapeutic model in the sport. *Med Clin* 2013;119-124.
- (10) Segur Vilalta J,M., Vilchez F, Fariñas Ó, Vilarrodona A, Sastre S, Suso Vergara S. Obtención, procesamiento y conservación de menisco para trasplante alógeno.
- (11) Arrieta Núñez JA. Reconstrucción de LCA mediante un plastia HTH con tendón rotuliano autólogo. *RECERCAT (Dipòsit de la Recerca de Catalunya)* 2013.
- (12) Nourissat G, Berenbaum F, Duprez D. Tendon injury: from biology to tendon repair. *Nature reviews. Rheumatology* 2015 Apr;11(4):223-233.
- (13) Florit D, Pedret C, Casals M, Malliaras P, Sugimoto D, Rodas G. Incidence of tendinopathy in team sports in a multidisciplinary sports club over 8 seasons. *J Sports Sci Med* 2019;18(4):780-788.
- (14) Järvinen TA, Kannus P, Paavola M, Järvinen TL, Józsa L, Järvinen M. Achilles tendon injuries. *Curr Opin Rheumatol* 2001;13(2):150-155.

- (15) Visnes H, Hoksrud A, Cook J, Bahr R. No effect of eccentric training on jumper's knee in volleyball players during the competitive season - A randomized clinical trial. *Clin J Sport Med* 2005 JUL;15(4):225-232.
- (16) Vicente Pardo JM. Hombro doloroso e incapacidad temporal. El retorno al trabajo tras larga baja por hombro doloroso: causalidad del trabajo en el hombro doloroso. *Medicina y Seguridad del Trabajo* 2016 Dec 1;62(245):337-359.
- (17) Visnes H, Bahr R. The evolution of eccentric training as treatment for patellar tendinopathy (jumper's knee): A critical review of exercise programmes. *Br J Sports Med* 2007;41(4):217-223.
- (18) Kaux J, Drion P, Libertiaux V, Colige A, Hoffmann A, Nusgens B, et al. Eccentric training improves tendon biomechanical properties: A rat model. *J Orthop Res* 2013;31(1):119-124.
- (19) Lee W, Ng G, Zhang Z, Malliaras P, Masci L, Fu S. Changes on Tendon Stiffness and Clinical Outcomes in Athletes Are Associated With Patellar Tendinopathy After Eccentric Exercise. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2020 Jan;30(1):25-32.
- (20) Malliaras P, Cook J, Purdam C, Rio E. Patellar Tendinopathy: Clinical Diagnosis, Load Management, and Advice for Challenging Case Presentations. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 2015 November;45(11):887-898.
- (21) Escriche-Escuder A, Casaña J, Cuesta-Vargas AI. Progression criteria in loading exercise programmes in lower limb tendinopathy: A protocol for a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open* 2019;9(12).
- (22) Malliaras P, Kamal B, Nowell A, Farley T, Dhamu H, Simpson V, et al. Patellar tendon adaptation in relation to load-intensity and contraction type. *Journal of Biomechanics* 2013;46(11):1893-1899.
- (23) 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 Med* 2013 Apr;43(4):267-286.
- (24) 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. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* 2009;19(6):790-802.
- (25) Mafi N, Lorentzon R, Alfredson H. Superior short-term results with eccentric calf muscle training compared to concentric training in a randomized prospective multicenter study on patients with chronic Achilles tendinosis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2001;9(1):42-47.
- (26) Couppé C, Svensson RB, Silbernagel KG, Langberg H, Magnusson SP. Eccentric or concentric exercises for the treatment of tendinopathies? *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 2015;45(11):853-863.

- (27) Abat F, Diesel W-, Gelber P-, Polidori F, Monllau J-, Sanchez-Ibañez J. Effectiveness of the Intratissue Percutaneous Electrolysis (EPI®) technique and isoinertial eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy at two years follow-up. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal* 2014;4(2):188-193.
- (28) Pitsillides A, Stasinopoulos D. Cyriax friction massage—suggestions for improvements. *Medicina (Lithuania)* 2019;55(5).
- (29) Stasinopoulos D, Stasinopoulos I. Comparison of effects of exercise programme, pulsed ultrasound and transverse friction in the treatment of chronic patellar tendinopathy. *Clin Rehabil* 2004 Jun;18(4):347-352.
- (30) Juan García FJ, González Movilla C, Cordal López AB. Efectividad del tratamiento mediante ondas de choque extracorpóreas en tendinitis calcificadas del hombro. *Rev Esp Reumatol* 2004 /03/01;31(3):116-121.
- (31) Rompe JD, Nafe B, Furia JP, Maffulli N. Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2007 Mar;35(3):374-383.
- (32) Abat F, Gelber PE, Polidori F, Monllau JC, Sanchez-Ibañez JM. Clinical results after ultrasound-guided intratissue percutaneous electrolysis (EPI®) and eccentric exercise in the treatment of patellar tendinopathy. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2015;23(4):1046-1052.
- (33) Koszalinski A, Flynn T, Hellman M, Cleland JA. Trigger point dry needling, manual therapy and exercise versus manual therapy and exercise for the management of Achilles tendinopathy: a feasibility study. *Journal of Manual and Manipulative Therapy* 2020.
- (34) Hartmann KE, McPheeters ML, Biller DH, Ward RM, McKoy JN, Jerome RN, et al. Treatment of overactive bladder in women. *Evid Rep Technol Assess (Full Rep)* 2009 Aug(187):1-120, v.
- (35) Knowles CH, Horrocks EJ, Bremner SA, Stevens N, Norton C, O'Connell PR, et al. Percutaneous tibial nerve stimulation versus sham electrical stimulation for the treatment of faecal incontinence in adults (CONFIDeNT): a double-blind, multicentre, pragmatic, parallel-group, randomised controlled trial. *Lancet* 2015 Oct 24;386(10004):1640-1648.
- (36) Ilfeld BM, Ball ST, Gabriel RA, Sztain JF, Monahan AM, Abramson WB, et al. A Feasibility Study of Percutaneous Peripheral Nerve Stimulation for the Treatment of Postoperative Pain Following Total Knee Arthroplasty. *Neuromodulation* 2019;22(5):653-660.
- (37) Andia I, Latorre PM, Gomez MC, Burgos-Alonso N, Abate M, Maffulli N. Platelet-rich plasma in the conservative treatment of painful tendinopathy: a systematic review and meta-analysis of controlled studies. *British medical bulletin* 2014 Jun;110(1):99-115.

- (38) Filardo G, Filardo G, Di Matteo B, Di Matteo B, Kon E, Kon E, et al. Platelet-rich plasma in tendon-related disorders: results and indications. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2018 Jul;26(7):1984-1999.
- (39) Brockmeyer M, Diehl N, Schmitt C, Kohn DM, Lorbach O. Results of surgical treatment of chronic patellar tendinosis (Jumper's knee): A systematic review of the literature. *Arthroscopy J Arthroscopic Relat Surg* 2015;31(12):2424-2429.e3.
- (40) Villardi AM, Villardi, J. G. D. C. C., de Paula RE, Carminatti T, Serra Cruz R. Surgical Technique for Chronic Proximal Patellar Tendinopathy (Jumper's Knee). *Arthroscopy Tech* 2019;8(11):e1389-e1394.
- (41) Rosen AB, Ko J, Simpson KJ, Kim S, Brown CN. Lower Extremity Kinematics During a Drop Jump in Individuals With Patellar Tendinopathy. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 2015 Mar 18;3(3):2325967115576100.
- (42) Kulig K, Noceti-DeWit LM, Reischl SF, Landel RF. Physical therapists' role in prevention and management of patellar tendinopathy injuries in youth, collegiate, and middle-aged indoor volleyball athletes. *Brazilian journal of physical therapy* 2015 Sep;19(5):410-420.
- (43) López-Royo MP, Gómez-Trullén EM, Ortiz-Lucas M, Galán-Díaz RM, Bataller-Cervero AV, Al-Boloushi Z, et al. Comparative study of treatment interventions for patellar tendinopathy: a protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open* 2020 Feb 16;10(2):e034304.
- (44) Kaux JF, Croisier JL, Libertiaux V. Isokinetic strength profile of subjects with proximal patellar tendinopathy. *Muscle Ligaments and Tendons Journal* 2019 May;9(1):210.
- (45) Thygesen MM, Jordt I, Kristensen MS, Fisker FY, Kildegaard S, Pfeiffer-Jensen M. High-Intensity Resistance Training Does Not Produce Immediate Ultrasonographic Changes in Muscle Tendons. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* 2019 Jan 11;7(1):2325967118821604
- (46) Earp JE, Newton RU, Cormie P, Blazeovich AJ. Faster Movement Speed Results in Greater Tendon Strain during the Loaded Squat Exercise. *Frontiers in physiology* 2016;7:366.
- (47) Eriksen CS, Svensson RB, Gylling AT, Couppé C, Magnusson SP, Kjaer M. Load magnitude affects patellar tendon mechanical properties but not collagen or collagen cross-linking after long-term strength training in older adults. *BMC geriatrics* 2019 Jan 31;19(1):30.
- (48) van Ark M, Cook JL, 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
- (49) McKinney K, Wallmann H, Stalcup P, DiTommaso K. COMPARISON OF FUNCTIONAL ACTIVITIES ON STRUCTURAL CHANGES OF THE INFERIOR PATELLAR POLE. *International journal of sports physical therapy* 2017 Dec;12(7):1095-1102.

(50) Morgan S, Janse van Vuuren, Elizabeth C, Coetzee FF. Causative factors and rehabilitation of patellar tendinopathy: A systematic review. *The South African journal of physiotherapy* 2016;72(1):338.

(51) WIESINGER H, KÖSTERS A, MÜLLER E, SEYNNES O. Effects of Increased Loading on In Vivo Tendon Properties: A Systematic Review. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2015 Sep;47(9):1885-1895.

(52) Tesch PA, Fernandez-Gonzalo R, Lundberg TR. Clinical Applications of Iso-Inertial, Eccentric-Overload (YoYo™) Resistance Exercise. *Frontiers in physiology* 2017;8:241.

(53) Gual G, Fort-Vanmeerhaeghe A, Romero-Rodríguez D, Tesch P. Effects of In-Season Inertial Resistance Training With Eccentric Overload in a Sports Population at Risk for Patellar Tendinopathy. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2016 Jul;30(7):1834-1842.