



Universidad Pública de Navarra  
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

EFFECTOS DE UN PROGRAMA COMBINADO DE  
EJERCICIO FÍSICO Y REENTRENAMIENTO DE LA  
CARRERA EN CORREDORES CON DOLOR  
PATELOFEMORAL

Grado en Fisioterapia

Trabajo de Fin de Grado

Estudiante: Rubén Auré Sánchez

Tutor: Roberto Aguado Jiménez

Mayo, 2023



## RESUMEN

**Introducción:** El Síndrome de Dolor Patelofemoral es una de las patologías más frecuentes en corredores. Su carácter multifactorial hace que sea difícil establecer un tratamiento específico.

**Objetivo:** Realizar una revisión bibliográfica basada en la evidencia científica del dolor patelofemoral en corredores y sus principales intervenciones.

**Metodología:** Se utilizaron las bases de datos PubMed, Science Direct y PEDro para la revisión bibliográfica.

**Resultados:** Se seleccionaron 9 artículos en base a los criterios de inclusión y exclusión. Tras su análisis, los programas de ejercicio físico y reentrenamiento de la carrera parecen ser los que más evidencia presentan respecto a la mejora de las diferentes variables.

**Conclusiones:** A pesar de sus beneficios por separado, la combinación de un programa de ejercicio físico con uno de reentrenamiento de la carrera no ha sido estudiado en relación al dolor patelofemoral en corredores.

**Palabras clave:** dolor patelofemoral, ejercicio físico, reentrenamiento de la carrera

**Número de palabras:** 11255

ABSTRACT

**Introduction:** Patellofemoral pain syndrome is one of the most frequent pathologies in runners. Its multifactorial nature makes it difficult to establish a specific treatment.

**Objective:** To carry out a literature review based on the scientific evidence of patellofemoral pain in runners and its main interventions.

**Methodology:** PubMed, Science Direct and PEDro databases were used for the literature review.

**Results:** Nine articles were selected based on inclusion and exclusion criteria. After their analysis, physical exercise and gait retraining programs seem to be the ones with the most evidence regarding the improvement of the different variables.

**Conclusions:** Despite their separate benefits, the combination of a physical exercise program with a gait retraining program has not been studied in relation to patellofemoral pain in runners.

**Key words:** patellofemoral pain, physical exercise, gait retraining

**Words:** 11255

## ABREVIATURAS

1RM: Repetición Máxima

3D: tres dimensiones

AINES: antiinflamatorios no esteroideos

CO<sub>2</sub>: dióxido de carbono

ECA: Ensayo Clínico Aleatorizado

EE.UU: Estados Unidos

EIA: Espina Ilíaca Anterosuperior

FNA: Federación Navarra de Atletismo

G1: Grupo 1

G2: Grupo 2

G3: Grupo 3

HR: heart rate (frecuencia cardíaca)

IL: incidencia lesional

JCR: Journal Citation Reports

KAAI: knee adduction angular impulse (impulso angular interno de la rodilla)

KOOS: Knee injury and Osteoarthritis Outcome Survey

KOS-ADLS: Knee Outcome Survey of the Activities of Daily Living Scale

KOS-SAS: Knee Outcome Survey of the Sports Activities Scale

LKSS: Lysholm Knee Scoring Scale

n.s: no significativa

N: número de sujetos

O<sub>2</sub>: oxígeno

PFPS: Patellofemoral Pain Syndrome (Síndrome de Dolor Patelofemoral)

RC: reentrenamiento de la carrera

RE: running economy (economía de carrera)

RER: respiratory exchange ratio (ratio de intercambio respiratorio)

RIR: reps in reserve (repeticiones en reserva)

ROM: range of motion (rango de movimiento)

RRI: running related injuries (lesiones relacionadas con la carrera)

SDS: sin diferencias significativas

SEBT: Star Excursion Balance Test

SJR: SCImago Journal & Country Rank

TA: Tuberosidad Anterior tibial

UPNA: Universidad Pública de Navarra

VMO: músculo Vasto Medial

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. ¿Qué es?.....	1
1.2. Incidencia en población general y en corredores .....	2
1.3. Fisiopatología .....	2
1.4. Factores de riesgo .....	4
1.5. Manejo en la actualidad .....	5
2. OBJETIVOS .....	7
2.1. Objetivo principal .....	7
2.2. Objetivos secundarios .....	7
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
3.1. Fuentes de datos y estrategias de búsqueda.....	9
3.2. Diagrama de flujo .....	11
3.3. Criterios de inclusión y exclusión .....	13
3.4. Calidad metodológica.....	13
3.5. Análisis estadístico .....	14
4. RESULTADOS.....	17
4.1. Dolor.....	17
4.2. Cinemática de la carrera .....	19
4.3. Funcionalidad .....	21
4.4. Economía de carrera .....	21
4.5. Fuerza .....	22
5. DISCUSIÓN .....	27
5.1. Dolor.....	27
5.2. Cinemática de carrera .....	28
5.3. Funcionalidad .....	30
5.4. Economía de carrera .....	30
5.5. Fuerza.....	31
6. CONCLUSIONES.....	33
7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.....	35

7.1.	Introducción .....	35
7.2.	Hipótesis.....	37
7.3.	Objetivos .....	37
7.4.	Metodología .....	38
7.4.1.	Población.....	38
7.4.2.	Criterios de inclusión .....	38
7.4.3.	Criterios de exclusión.....	39
7.4.4.	Tipo de estudio .....	39
7.4.5.	Protocolo.....	40
8.	AGRADECIMIENTOS.....	49
9.	BILBIOGRAFÍA .....	51
10.	ANEXOS .....	59
10.1.	Escala PEDro .....	59
10.2.	Escala EVA.....	60
10.3.	Escala KOOS .....	61



INDICE DE IMAGENES

Imagen 1 – Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica .....	12
Imagen 2 – Ejercicio 1: Sentadilla .....	41
Imagen 3 – Ejercicio 2: Zancada hacia delante .....	42
Imagen 4 – Ejercicio 3: Extensión de rodilla .....	43
Imagen 5 – Ejercicio 4: Abducción de cadera en decúbito lateral.....	43
Imagen 6 – Ejercicio 5: Aducción de cadera en decúbito lateral.....	44

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Escala PEDro de los artículos seleccionados .....	15
Tabla 2 – Factor de impacto de los artículos seleccionados.....	16
Tabla 3 – Resumen de artículos seleccionados .....	23

## 1. INTRODUCCIÓN

Correr es uno de los deportes más practicados a lo largo del planeta (Benca et al., 2020, Van Middelkoop et al., 2008). Popularmente conocido como “running”, este deporte se ha extendido por todo el mundo. Ya sea por lo económico que resulta, por lo fácil que es, o simplemente porque resulta atractivo y divertido, es difícil pensar en una persona que no lo haya practicado.

Por eso, es normal que existan una serie de lesiones relacionadas con la carrera (RRI por sus siglas en inglés), con una incidencia anual del 79% (Lun et al., 2004, van Gent et al., 2007). Se calculan en torno a 7.7 lesiones cada 1000 h en corredores recreativos y hasta 17.8 lesiones cada 1000 h en corredores noveles (Videbæk et al., 2015). De estas, la gran mayoría, se deben al sobreuso (Taunton et al., 2002). En una revisión sistemática del año 2020, Benca et al analizaron las lesiones relacionadas con la carrera durante 3 años y observaron que todas las lesiones fueron exclusivamente por sobreuso (Benca et al., 2020). Aunque es cierto que raramente se trata de lesiones graves, sí que la frecuencia de estas lesiones hace que se requiera tratamiento, lo cual supone además un coste económico.

En la revisión mencionada anteriormente, se observó que la localización más frecuente de las lesiones relacionadas con la carrera fue la rodilla, con un 41.3% del total, seguida del tobillo (15.0%) y del pie (10.6%) (Benca et al., 2020). En este mismo estudio también se vio que la lesión más frecuente fue el Síndrome de Dolor Patelofemoral (“PFPS” por sus siglas en inglés) con una incidencia del 13.4% (Benca et al., 2020). Otros estudios afirman que, aunque la incidencia anual y la prevalencia del PFPS son en realidad desconocidas, podemos estimar una prevalencia del 40% de esta patología como causa principal del dolor de rodilla, en la población general (Witvrouw et al., 2014). También se ha observado un pico de prevalencia en población joven con niveles elevados de actividad física (Witvrouw et al., 2014, Callaghan & Selfe, 2007), así como en militares (Callaghan & Selfe, 2007).

### 1.1. ¿Qué es?

En un consenso del año 2016, se definió el Dolor Patelofemoral como “dolor que ocurre alrededor o detrás de la patela que se agrava por al menos una actividad que genere una carga en la articulación patelofemoral durante la carga de peso sobre una rodilla flexionada” (Crossley, Stefanik, et al., 2016). Entre las muchas actividades que contribuyen a la aparición

del PFPS (subir escaleras, hacer sentadillas, saltar...), correr es una de las más frecuentes. De hecho, en gran parte de la literatura, los autores se refieren a este síndrome como “rodilla de corredor” (Crossley, Stefanik, et al., 2016). Popularmente, se ha confundido esta patología con la también famosa Condromalacia Rotuliana. Sin embargo, en esta última se puede apreciar un debilitamiento del cartílago visible en imagen (Pihlajamäki et al., 2010), mientras que para el diagnóstico del PFPS no es necesaria la presencia de daño estructural (Gaitonde et al., 2019).

### **1.2. Incidencia en población general y en corredores**

Se trata de una patología frecuente en la población. Un estudio con más de 30 millones de pacientes estadounidenses llevado a cabo entre los años 2007 y 2011 estimó una incidencia de 1.75 millones (6%) (Glaviano et al., 2015). En una revisión dirigida por Smith et al, se calculó que 1 de cada 5 personas experimentarán este dolor a lo largo de un año (Smith et al., 2018). En el mismo estudio afirman que existe evidencia suficiente para afirmar que las mujeres tienen el doble de riesgo de padecer PFPS que los hombres. También observamos un aumento de casos en carreras de ultramaratón (Fallon, 1996, Hutson, 1984, Scheer & Murray, 2011) siendo la 3ª lesión musculoesquelética relacionada con la carrera más frecuente en ultramaratonianos.

### **1.3. Fisiopatología**

La articulación patelofemoral está formada por la patela y la tróclea del fémur y resulta importante en actividades como la extensión de rodilla o la deceleración (Patel & Villalobos, 2017). Funciona como un amortiguador de la fuerza del cuádriceps sobre la rodilla en la extensión (Gaitonde et al., 2019). Como en otras muchas patologías, es complicado saber cuál es la causa exacta del dolor. Sabemos que el cartílago no es una fuente de nocicepción, por lo que podríamos descartar la condromalacia como fuente principal del dolor (Post & Dye, 2017). También es importante descartar otras posibles patologías, como cualquier anomalía intraarticular patológica, síndrome de Osgood-Schlatter, neuromas u otras causas menos comunes (R et al., 1999).

Algunos investigadores como Esculier et al, sugieren que la patología podría deberse a un desequilibrio entre la carga y la capacidad de los tejidos de soportar dicha carga (Esculier et al., 2020). En corredores, está demostrado que cambios en el entrenamiento son, a menudo,

causa de lesiones relacionadas con la carrera (Damsted et al., 2018). Ese aumento de la carga podría darse por diferentes mecanismos como un aumento de la velocidad de carrera, de la distancia, cambios de terreno o cambios en la mecánica de carrera, entre otros (Esculier et al., 2020). Asimismo, la capacidad de la articulación patelofemoral de hacer frente a ese aumento de la carga podría verse mermada por diferentes factores: aumento del estrés, ansiedad, disminución del descanso, fatiga, kinesofobia, factores sistémicos... (Esculier et al., 2020). Todos estos factores podrían influir en que los tejidos no sean capaces de adaptarse a esas cargas que normalmente eran bien toleradas (Esculier et al., 2020).

En una revisión sistemática del año 2015, Rothermich et al destacan el carácter multifactorial del PFPS (Rothermich et al., 2015). Sin embargo, de entre todas las causas que contribuyen al dolor, se centran en tres de ellas: la desalineación de la extremidad inferior, el desequilibrio muscular y la sobreactividad. La desalineación, también de origen multifactorial, podría expresarse de variadas formas, como por un aumento del ángulo Q en la posición de carga, valgo de rodilla o el varo de la tibia entre otros (R et al., 1999, Boling, Padua, & Alexander Creighton, 2009). El ángulo Q es aquel que se forma como resultado de la intersección de dos líneas, una desde la Espina Iliaca Anterosuperior (EIA) al centro de la rótula, y otra desde ese mismo punto de la rótula a la tuberosidad anterior de la tibia (TA). Otros estudios también sugieren que un aumento del ángulo Q podría contribuir a la aparición de PFPS debido al aumento de las fuerzas laterales sobre la patela (Almeida et al., 2016, Pappas & Wong-Tom, 2012, Park & Stefanyshyn, 2011). No obstante, la literatura más reciente nos dice que ese aumento del ángulo Q no parece ser un contribuyente claro para la aparición de esta lesión (Almeida et al., 2016, Pappas & Wong-Tom, 2012, Park & Stefanyshyn, 2011). El desequilibrio muscular, sobre todo una pérdida de fuerza del cuádriceps, también parece tener relación con el desarrollo de dolor patelofemoral (Kaya et al., 2011). Por último, esta lesión está también relacionada con el sobreuso (Milgrom et al., 1991), lo cual podría tener relación con el hecho de que la mayor prevalencia de PFPS la encontremos en pacientes jóvenes y activos (Witvrouw et al., 2014, Callaghan & Selfe, 2007).

#### **1.4. Factores de riesgo**

Existe cierta controversia con relación a los factores de riesgo que pueden llevar a una persona a sufrir PFPS. Según afirma Wiese-Bjornstal, el riesgo de lesión en el deporte depende de una variedad de causas, resultando en una combinación de factores biológicos, físicos, psicológicos y socioculturales (Wiese-Bjornstal et al., 2010). El hecho de participar en un deporte de carrera ya es considerado un factor de riesgo de padecer dolor patelofemoral (Glaviano et al., 2015, Boling, Padua, Marshall, et al., 2009, Lankhorst et al., 2012). Por ejemplo, en corredores de maratón encontramos que el hecho de participar en una maratón por primera vez, un bajo kilometraje semanal y el uso de medicación podrían aumentar el riesgo de padecer dolor patelofemoral (Satterthwaite et al., 1999).

Ciertos estudios consideran que pertenecer al sexo femenino podría aumentar el riesgo de padecer esta lesión (Glaviano et al., 2015, Boling, Padua, Marshall, et al., 2009, Lankhorst et al., 2012). No obstante, una revisión llevada a cabo por Neal et al en el año 2019, concluye que existe evidencia moderada de que el sexo no es un factor de riesgo para el futuro desarrollo de PFPS (Neal et al., 2019). Otros autores consideran que el aumento de la incidencia de esta patología en mujeres podría deberse a que en el sexo femenino es más común encontrar un valgo dinámico de rodilla, que es otro mecanismo asociado al dolor patelofemoral (Gaitonde et al., 2019, Myer et al., 2010). El valgo dinámico es una posición en la que la rodilla colapsa hacia medial por un valgo excesivo, una rotación interna o externa o una combinación de ambos mecanismos, lo cual aumenta las fuerzas laterales sobre la patela (Schmitz et al., 2009).

Es aceptado que una disminución de la fuerza del cuádriceps está estrechamente relacionada con la aparición de PFPS (Lankhorst et al., 2012, Neal et al., 2019). En especial, parece que la debilidad del Vasto Medial (VMO) podría tener relación con esta patología ya que generaría un desequilibrio muscular, con la consiguiente asimetría en la distribución de las fuerzas que actúan sobre la articulación de la rodilla (Rothermich et al., 2015). Con relación a la fuerza de la musculatura isquiosural y de la cadera, Neal et al consideran que no hay evidencia suficiente para afirmar que un debilitamiento de dicha musculatura pueda causar PFPS (Neal et al., 2019). Aunque es cierto que en pacientes con dolor patelofemoral se encuentra un debilitamiento del glúteo medio, no está claro si esta debilidad predispone a la aparición del dolor o si se debe a una secuela de la propia patología (Rathleff et al., 2014).

En una revisión del año 2015 se concluyó que una biomecánica alterada podría asociarse a la aparición de PFPS (Neal et al., 2016). Por ejemplo, se comprobó que un aumento del pico de aducción en mujeres era un factor de riesgo para el desarrollo de dolor patelofemoral, de igual manera que se vio que el aumento de fuerzas a nivel del pie podría aumentar el riesgo de sufrir esta patología en corredores (Neal et al., 2016). Sin embargo, Park y Stefanyshyn realizaron un estudio en el que querían comprobar si existía asociación entre un aumento del ángulo Q y el PFPS en corredores, llegando a la conclusión de que no parecía ser un factor de riesgo, sino más bien que la aparición del dolor podría deberse a un aumento del momento de fuerza sobre la rodilla y en el impulso durante la carrera (Park & Stefanyshyn, 2011).

### **1.5. Manejo en la actualidad**

Sobre el manejo del dolor patelofemoral, Rothermich et al, indican que el tratamiento conservador debería ser la primera opción de tratamiento en la mayoría de los pacientes (Rothermich et al., 2015). Matthews et al nos señalan que, debido al componente multifactorial de este dolor, el tratamiento debería ser lo más individualizado posible (Matthews et al., 2017).

La evidencia actual sugiere que el tratamiento óptimo para el abordaje de esta patología pasa por una combinación de diferentes componentes como educación, ejercicio y modificaciones de la mecánica de carrera o del calzado (Collins et al., 2018). Esculier et al señalan la importancia de la educación en la modificación de la actividad en función de los síntomas durante la rehabilitación (Esculier et al., 2020). Estos mismos autores mencionan que parte de esa educación también pasa por evitar mensajes que favorezcan el catastrofismo y la kinesofobia y que, por el contrario, deberíamos atender a los factores psicosociales de cada paciente y enviar mensajes de empoderamiento que favorezcan un mejor desarrollo de la rehabilitación (Esculier et al., 2020).

En relación al entrenamiento de fuerza, la última evidencia justifica el fortalecimiento de cuádriceps, musculatura de cadera y tronco en el tratamiento del dolor patelofemoral en corredores (Esculier et al., 2020). Esta se debería realizar a través de una exposición graduada y educando al paciente en que una falta de fuerza no tendría por qué ser la causa principal de su dolor (Esculier et al., 2020). Algunos autores indican que no tenemos datos suficientes para afirmar que un determinado ejercicio es mejor que otro a la hora de mejorar los síntomas del

deportista (van der Heijden et al., 2015). En una revisión Rothermich et al mencionan que tanto los ejercicios en cadena cinética abierta como los ejercicios en cadena cinética cerrada tendrían beneficios en la mejora de la función, aunque recomiendan los ejercicios en cadena cerrada por aproximarse más a posiciones funcionales del día a día (Rothermich et al., 2015).

Otro foco importante de investigación en el manejo del PFPS es el reentrenamiento de la carrera, que parece ser beneficioso a la hora de disminuir las fuerzas que actúan sobre la articulación patelofemoral, especialmente en casos de dolor persistente (Esculier et al., 2020). De hecho, en un estudio del año 2019 se comprobó que una sola sesión de reeducación de la carrera mejoraba los síntomas y la función en corredores con dolor patelofemoral (Bramah et al., 2019). No obstante, Esculier et al sugieren que estas modificaciones en la mecánica de la carrera sean algo temporal y que poco a poco volvamos a la mecánica propia del corredor, una vez que los síntomas hayan mejorado (Esculier et al., 2020).

Existe controversia en cuanto a la utilización de medicamentos para el manejo de PFPS, aunque parece que la evidencia al respecto es limitada y de baja calidad (Heintjes et al., 2004). La utilización de electroterapia, así como de ultrasonidos y movilizaciones de la articulación patelofemoral, tampoco se recomienda para tratar esta patología (Crossley, van Middelkoop, et al., 2016). Respecto al uso de kinesiotaping, parece que podría ser útil en fases iniciales, sobre todo en la mejora del dolor y en las sensaciones del corredor (Jones et al., 2015, Kurt et al., 2016). Por último, no está del todo claro si el uso de órtesis tiene beneficios duraderos tanto en la función, como en la mejora de la sintomatología (Esculier et al., 2020, Gaitonde et al., 2019).



## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo principal

El objetivo principal de este Trabajo de Fin de Grado es realizar una revisión bibliográfica que recoja las principales intervenciones empleadas en la actualidad para el manejo del Síndrome de Dolor Patelofemoral en corredores.

### 2.2. Objetivos secundarios

Los objetivos secundarios serán:

- Estudiar los efectos de estas intervenciones en relación con las distintas variables
- Comparar los diferentes tratamientos descritos en la bibliografía y determinar cuál o cuáles poseen mayor evidencia científica para el manejo de corredores con dolor patelofemoral
- Proponer un ensayo clínico aleatorizado, basado en las conclusiones recogidas en la revisión bibliográfica, para corredores que presenten el Síndrome de Dolor Patelofemoral.



### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Fuentes de datos y estrategias de búsqueda

Con la finalidad de cumplir los objetivos propuestos, se realizó una búsqueda bibliográfica en tres bases de datos destacadas: PubMed, Science Direct y PEDro. La intención fue encontrar artículos relevantes y recientes en relación con el manejo actual del dolor patelofemoral en corredores.

Para ello, la búsqueda se centró únicamente en encontrar Ensayos Clínicos Aleatorizados (ECAs), pues estos son el diseño experimental que aporta mayor evidencia con relación al tratamiento y/o prevención de las diferentes patologías. En este caso, se quería comprobar la evidencia que existe actualmente para el tratamiento del PFPS.

Para centrar la búsqueda se seleccionaron unas palabras clave que serían empleadas en las diferentes bases de datos, en este caso: "patellofemoral pain", "runners" y "treatment". No se buscaba un tipo de tratamiento en concreto, sino más bien conocer el panorama actual del tratamiento del dolor patelofemoral en una población concreta. Las palabras clave fueron combinadas con el operador booleano "AND" con el fin de encontrar artículos que contuviesen todos los términos.

Se determinó que, con la finalidad de hallar la información más reciente posible, la búsqueda se limitaría a artículos publicados únicamente en los últimos 10 años.

Con esto, se emplearon los siguientes filtros en cada una de las bases de datos:

- **PubMED:**

- Article Type:

*Randomized Controlled Trial*

- Publication Date:

*10 years*

- **Science Direct:**

- Years:

*2013-2023*

- Article Type:

*Research articles*

- **PEDro:**

- Method:

*clinical trial*

- Published since:

*2013*

### 3.2. Diagrama de flujo

Tras realizarse la búsqueda, se procedió a realizar el diagrama de flujo de manera que quedasen plasmados de manera esquemática los criterios de inclusión y exclusión empleados.

En total, en las tres bases de datos, se encontraron 159 artículos distribuidos de la siguiente manera:

- PubMed (**n=16**): (*patellofemoral pain*) AND (*runners*) AND (*treatment*)
- ScienceDirect (**n=137**): (*patellofemoral pain*) AND (*runners*) AND (*treatment*)
- PEDro (**n=6**): (*patellofemoral pain*) AND (*runners*) AND (*treatment*)

Del total de artículos, 8 estaban duplicados. De los restantes 151 artículos, se eliminaron 138 tras leer el título y el abstract. El motivo es que dichos artículos, a pesar de haber introducido los filtros y las palabras clave, resultaron no ser Ensayos Clínicos Aleatorizados o trataban un tema diferente del propuesto en este trabajo. Tras pasar la escala PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*) a los 13 estudios que se quedaron, 3 fueron eliminados por tener una puntuación menor de 5 sobre 10. Finalmente, un último artículo fue eliminado por la imposibilidad de encontrar el texto completo. Por lo tanto, se incluyeron un total de 9 artículos.

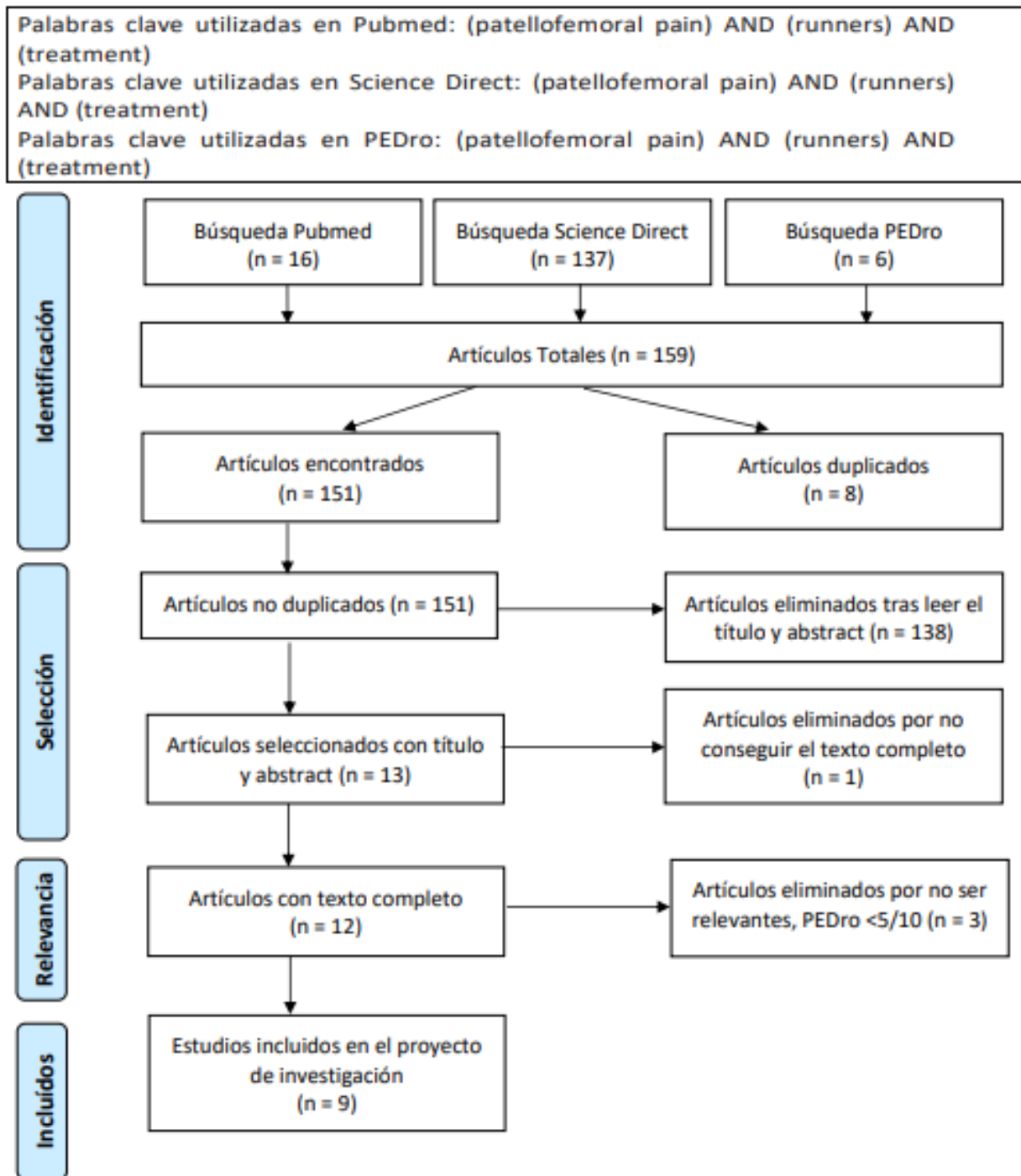


Imagen 1 – Diagrama de flujo de la búsqueda bibliográfica

### **3.3. Criterios de inclusión y exclusión**

Criterios de inclusión:

- Artículos publicados en los últimos 10 años
- Ensayos Clínicos Aleatorios
- Estudios realizados en humanos
- Población mayor de 18 años
- Estudios que investigaban los efectos de un determinado tratamiento en relación al manejo del PFPS en corredores

Criterios de exclusión:

- Artículos que no trataban el tema anteriormente mencionado
- Propuestas de intervención y Protocolos de ECAs
- Análisis secundarios de ECAs

### **3.4. Calidad metodológica**

Para evaluar la calidad metodológica de los artículos se empleó la escala PEDro, que tan solo puede utilizarse para valorar los Ensayos Clínicos Aleatorizados. Dicha escala consta de 11 ítems. Se da 1 punto por cada ítem cumplido, siendo la puntuación máxima de 10 puntos, puesto que el primero de los ítems no puntúa. La escala evalúa la relevancia de los estudios en función de la validez interna, externa y estadística. En este caso, se seleccionaron únicamente los artículos con una puntuación igual o superior a 5 sobre 10, lo cual supone una calidad metodológica alta teniendo en cuenta que en fisioterapia resulta complicado cumplir los ítems 5 y 6, por lo que en muchas ocasiones la puntuación máxima que puede obtenerse es de un 8/10.

Por otro lado, se analizó el Factor de Impacto de las revistas en las que fueron publicados los artículos. Dicho Factor de Impacto dependía del año de publicación del artículo en la revista y de la categoría en la que fue publicado. Para ello se analizó la puntuación de dos fuentes, Journal Citation Reports (JCR) y SCImago Journal & Country Rank (SJR). También se comprobó el cuartil de estas revistas. Cabe mencionar que todos los artículos seleccionados fueron publicados en una revista con un cuartil mínimo de Q2 para cualquiera de las 2 bases de datos.

### **3.5. Análisis estadístico**

Se ha considerado que las distintas intervenciones hayan utilizado un valor  $P < 0,05$  para el análisis estadístico. Si el valor P es menor a dicho número se considera el resultado estadísticamente significativo.



Tabla 1 – Escala PEDro de los artículos seleccionados

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	Total
<i>Esculier et al (2018)</i>	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	8/10
<i>Bagheri et al (2021)</i>	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	7/10
<i>Lewinson et al (2015)</i>	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	5/10
<i>Roper et al (2016)</i>	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	5/10
<i>Bonacci et al (2018)</i>	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	6/10
<i>Roper et al (2017)</i>	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	6/10
<i>Letafatkar et al (2020)</i>	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	6/10
<i>Zago et al (2020)</i>	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	8/10
<i>Motealleh et al (2020)</i>	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	7/10

Tabla 2 – Factor de impacto de los artículos seleccionados

Autor <i>et al.</i> (año)	Revista	Journal Citation Reports (JCR)			SCImago Journal & Country Rank (SJR)		
		Factor impacto	Categoría	Cuartil	Factor impacto	Categoría	Cuartil
Esculier <i>et al</i> (2018)	British Journal of Sports Medicine	7,867	Sport Sciences	Q1	3,232	Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation y Sports Science	Q1
Bagheri <i>et al</i> (2021)	Journal of Athletic Training	3,824	Sport Sciences	Q2	1,391	Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation y Sports Science	Q1
Lewinson <i>et al</i> (2015)	Plos One	3,057	Multidisciplinary Sciences	Q1	1,427	Multidisciplinary	Q1
Roper <i>et al</i> (2016)	Clinical Biomechanics	1,874	Orthopedics, Engineering, Biomedical, Sport Sciences	Q2	0,939	Orthopedics and Sports Medicine	Q1
Bonacci <i>et al</i> (2018)	Journal of Science and Medicine in Sport	3,929	Sport Sciences	Q1	1,714	Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation y Sports Science y Orthopedics and Sports Medicine	Q1
Roper <i>et al</i> (2017)	International Journal of Sports Medicine	2,453	Sport Sciences	Q2	1,217	Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation y Sports Science y Orthopedics and Sports Medicine	Q1
Letafatkar <i>et al</i> (2020)	Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports	3,255	Sport Sciences	Q1	1,373	Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation y Sports Science y Orthopedics and Sports Medicine	Q1
Zago <i>et al</i> (2020)	Journal of Sport Rehabilitation	2,203	Rehabilitation y Sport Sciences	Q3	0,527	Physical Therapy, Sports Therapy and Rehabilitation y Orthopedics and Sports Medicine	Q2
Motealleh <i>et al</i> (2020)	Journal of Bodywork & Movement Therapies	0,66	Rehabilitation	Q3	0,467	Complementary and Manual Therapy	Q1

## 4. RESULTADOS

El análisis de los resultados se va a realizar en función de las variables. Principalmente en función de aquellas variables que se repiten en todos (o la mayoría) de los artículos seleccionados. A partir de ahí, se realizará un análisis de los resultados obtenidos en esas mismas variables.

### 4.1. Dolor

Se trata de la variable más repetida en los artículos. Del total de 9 artículos, 8 valoran el dolor en relación a la intervención. La medida más utilizada para su estudio es la conocida escala EVA del dolor, en sus distintas variantes: escala EVA 0-100 mm, escala EVA del peor dolor y escala del dolor anterior de rodillas...

Esculier et al vieron en su estudio que las 3 intervenciones que propusieron (educación, educación con ejercicio y educación con reentrenamiento de la carrera) mejoraron tanto los síntomas, como la limitación funcional, medida con el KOS-ADLS (Esculier et al., 2018). Similar a esta intervención, aquellos estudios que emplearon como tratamiento el ejercicio, también mejoraron en relación al dolor y otras variables (Esculier et al., 2018, Bagheri et al., 2021, Letafatkar et al., 2020, Zago et al., 2020), aumentando la eficacia de la intervención cuando dicho ejercicio se combinaba con otros métodos como educación (Esculier et al., 2018) o mindfulness (Bagheri et al., 2021). Precisamente, Bagheri et al, comprobaron que un programa combinado de ejercicio con mindfulness, con una duración de 22 semanas (18 semanas de ejercicio y 8 semanas de mindfulness, 4 antes y 4 solapadas con el ejercicio), tenía efectos más duraderos a los 2 meses tras la intervención que un programa de únicamente ejercicio. Dicho programa de ejercicio consistía en un protocolo combinado de 6 ejercicios de estiramiento, 7 ejercicios de fuerza y ejercicios de equilibrio, acumulando 3 sesiones semanales de entre 60 y 90 minutos (Bagheri et al., 2021). Se realizaba un calentamiento previo al entrenamiento y los ejercicios se ejecutaban con un máximo de hasta 10 repeticiones (aproximadamente el 75% de la repetición máxima de los sujetos). Además, el programa de mindfulness consistía en una serie de técnicas de meditación y yoga, dirigidos a aumentar la conciencia de las emociones, los pensamientos y las sensaciones del cuerpo (Bagheri et al., 2021). Por otro lado, el programa de entrenamiento que utilizó el grupo de

ejercicio en la intervención de Zago et al incluía los siguientes ejercicios, realizados con un 70% de su repetición máxima (1RM) y progresando en cargas si fuera necesario: flexión de cadera en decúbito supino y abducción y aducción en decúbito lateral, extensión de rodilla y rotación externa de cadera, sentadillas (4 series de 15 repeticiones), “sidestepping” con banda elástica en los tobillos y, finalmente, estiramientos de isquiosurales, tracto iliotibial y flexores plantares. Con una duración en torno a 40 minutos, los sujetos ejecutaron este programa 2 veces por semana (con mínimo 48 horas de separación entre sesiones). Al igual que en las otras intervenciones, el ejercicio físico también produjo una disminución del dolor (Zago et al., 2020).

Asimismo, otra intervención frecuente en estos estudios que también parece disminuir los síntomas del PFPS es el reentrenamiento de la carrera (Esculier et al., 2018, Roper et al., 2016, Bonacci et al., 2018, Roper et al., 2017). En concreto, Roper et al estudiaron tanto en 2016 como en 2017 los efectos de un programa de reentrenamiento de la carrera que consistía en pasar de un apoyo de retropié a un apoyo de antepié, generando en ambos una disminución del dolor tras una intervención de 2 semanas (Roper et al., 2016, Roper et al., 2017) manteniéndose estos efectos tras 1 mes en el caso del primer estudio. En el otro, el realizado en el año 2017, se comprobó además que este cambio de la mecánica de carrera no influía en la economía de carrera (intercambio respiratorio y frecuencia cardíaca, entre otras variables) (Roper et al., 2017). Bonacci et al llevaron a cabo un estudio cuyo objetivo era comparar los efectos de un programa de reentrenamiento de la carrera y otro de utilización de una órtesis en el pie, midiendo, entre otras variables, el dolor (Bonacci et al., 2018). Este programa de reentrenamiento de la carrera estaba basado en, por un lado, utilizar un calzado minimalista, y por otro lado aumentar la cadencia un 10% (empleando un metrónomo). Se observó que, tras una intervención de 12 semanas, el grupo del reentrenamiento de la carrera generó mejoras clínicas significativas en relación al dolor y la función que son superiores a aquellas producidas por las ortesis del pie (Bonacci et al., 2018).

Cabe mencionar que, en los tres estudios, parte de los pacientes que cambiaron su mecánica de carrera presentaron molestias leves, especialmente en la zona del tríceps sural y tobillo, y sobre todo en las primeras fases del entrenamiento. Dichas molestias no fueron significativas y remitieron en todos los casos. Si bien es cierto que unos pocos sujetos presentaron

molestias en el tobillo en el seguimiento (1 mes tras la intervención), estas solo se producían tras correr una distancia larga y no les impedían continuar con la carrera.

Lewinson et al analizaron en 2015 las diferencias en la utilización de distintas plantillas para el manejo del dolor patelofemoral (Lewinson et al., 2015). Un grupo utilizó una plantilla con una cuña de 3 mm en la zona lateral, mientras que el otro empleó una plantilla con una cuña de 6 mm en la zona medial. Tras 6 semanas, se observó que ambos grupos disminuyeron el dolor hasta un 33% en la escala EVA, sin diferencias significativas entre ellos (Lewinson et al., 2015).

Finalmente, en 2 de los estudios seleccionados Zago et al y Motealleh et al estudiaron los efectos de distintas manipulaciones en relación al tratamiento del PFPS (Zago et al., 2020 Motealleh et al., 2020). En ambos casos se investigaron los efectos de una sola sesión, en el caso del estudio de Zago et al, de manipulaciones en diferentes lugares (columna lumbosacra, cadera, articulación sacroilíaca, rodilla y tobillo) además de técnicas miofasciales en musculatura lumbar y de miembro inferior (Zago et al., 2020), y manipulaciones lumbopélvicas en el caso del estudio de Motealleh et al (Motealleh et al., 2020). En los dos estudios se observó una disminución del dolor post-intervención (Zago et al., 2020, Motealleh et al., 2020).

#### **4.2. Cinemática de la carrera**

Se han medido diferentes variables con relación a la cinemática de la carrera en los sujetos con dolor patelofemoral. Cinco estudios en total analizaron distintas variables cinemáticas en sus intervenciones.

Respecto a los movimientos de la cadera en el plano frontal, Letafatkar et al observaron una reducción significativa del ángulo del pico de aducción de cadera, tanto en el grupo de entrenamiento condicional, como en el grupo de entrenamiento condicional con feedback (Letafatkar et al., 2020). Esta reducción no se observó en el grupo placebo (Letafatkar et al., 2020). El entrenamiento condicional consistía en un programa de 8 semanas con 3 sesiones semanales y con diferentes ejercicios entre los que se incluían: sentadillas, zancadas, trabajo de extensión, abducción y rotación de cadera con banda elástica, ejercicios de propiocepción y coordinación de los pies, estiramiento de cuádriceps, isquiosurales y tríceps sural, y finalizaban con 15-30 minutos de carrera continua en cinta. Las sesiones tenían una duración

de entre 35-60 minutos y antes de realizar el programa, los sujetos calentaban durante 5-10 minutos. El grupo placebo realizó ejercicios no específicos como son curl abdominal, ejercicios de hiperextensión de columna, ejercicios de bíceps y tríceps y estiramiento del pectoral, no ejecutando ningún ejercicio directamente sobre la zona de dolor. Asimismo, Roper et al consideran que el cambio cinemático más importante obtenido en su estudio fue la disminución del ángulo de abducción de la rodilla al contacto inicial en el grupo experimental (Roper et al., 2016). De hecho, los cambios obtenidos post-intervención (programa de reentrenamiento de la carrera), se mantenían en el seguimiento tras un mes de la intervención (Roper et al., 2016). Lewinson et al, en el año 2015, concluyeron en su estudio que mayores cambios en el impulso angular interno de abducción de la rodilla (ya sea un aumento o un descenso) obtenidos mediante la utilización de plantillas, se relacionan con mayor porcentaje de disminución del dolor (Lewinson et al., 2015). Finalmente, Zago et al vieron que había diferencias entre grupos con relación al valgo dinámico de rodilla medido mediante un step-down test, favoreciendo al grupo al que se le aplicó la manipulación en comparación con el grupo de ejercicio y con el grupo control (Zago et al., 2020).

En relación a la carga vertical durante la carrera, Esculier et al observaron que el grupo que realizó un reentrenamiento de la carrera obtuvo una disminución significativa de la misma (Esculier et al., 2018). La intervención realizada en este grupo incluía un aumento de la cadencia de entre el 7,5 y el 10% y las indicaciones por parte del fisioterapeuta de tratar de correr “más suave” e intentar evitar el apoyo del retropié (Esculier et al., 2018). Adicionalmente, se combinaba esta intervención con un programa educacional (Esculier et al., 2018). Letafatkar et al lograron resultados similares realizando una intervención que combinaba entrenamiento condicional con feedback. Como resultado de su programa obtuvieron una disminución significativa tanto del promedio de carga vertical como del pico de carga vertical (Letafatkar et al., 2020). Además, el grupo que realizó el entrenamiento con feedback redujo su incidencia lesional un 64,6%, frente al 32% del grupo que únicamente realizó entrenamiento, y al 15,5% del grupo placebo (Letafatkar et al., 2020).

Dos estudios (Roper et al., 2016, Zago et al., 2020) analizaron el rango de movimiento de diferentes articulaciones en relación a sus intervenciones. Roper et al vieron que el paso de un apoyo de retropié a un apoyo con el antepié durante la carrera aumentaba el rango de movimiento del tobillo tras el entrenamiento (Roper et al., 2016). Consideraron que este

cambio guardaba relación con el hecho de que el cambio del patrón de pisada provocaba un contacto inicial del pie en una posición diferente a la habitual (Roper et al., 2016). Zago et al, por otro lado, comprobaron que únicamente el grupo que realizaba ejercicio mejoraba el rango de movimiento de la cadera hacia la extensión, en comparación con el grupo control (Zago et al., 2020).

#### **4.3. Funcionalidad**

En total tres estudios (Esculier et al., 2018, Bagheri et al., 2021, Zago et al., 2020) estudiaron los efectos de sus intervenciones en la funcionalidad. Tanto Esculier et al, como Bagheri et al utilizaron la KOS-ADLS (Knee Outcome Survey of the Activities of Daily Living Scale) para ello. En el caso de Bagheri et al, se utilizó además la KOS-SAS (KOS-Sports Activities Scale). En ambos estudios se produjo una mejora significativa en la funcionalidad en todos los grupos (Esculier et al., 2018, Bagheri et al., 2021). En el caso del estudio de Bagheri et al, el grupo que, además de ejercicio, realizó mindfulness, obtuvo todavía mayores mejoras respecto a esta variable (Bagheri et al., 2021).

Por otra parte, Zago et al utilizaron la Lysholm Knee Scoring Scale (LKSS) como medida de la funcionalidad, obteniendo mejoras significativas en los dos grupos experimentales (manipulación y ejercicio) cuando se comparaban con el grupo control (Zago et al., 2020).

#### **4.4. Economía de carrera**

Solamente una de las intervenciones (Roper et al., 2017) tuvo como variable principal la economía de carrera, junto con la ratio de intercambio respiratorio y la frecuencia cardíaca. Se trata de un estudio en el que se comparó un grupo al que se le cambió la mecánica de carrera a un apoyo de antepié, con un grupo control que no cambió su mecánica de carrera. La economía de carrera se calculó mediante el consumo de oxígeno promedio durante los últimos 5 minutos de un total de 10 minutos de carrera sobre tapiz (Roper et al., 2017). La ratio de intercambio respiratorio se determinó mediante la división del volumen de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) producido por minuto y el volumen de oxígeno (O<sub>2</sub>) producido por minuto. Tras el análisis, se concluyó que no parecían haber diferencias significativas entre grupos tras 2 semanas de intervención.

#### **4.5. Fuerza**

Tan solo uno de los estudios seleccionados (Esculier et al., 2018) midió la fuerza como una de sus variables. Para ello se empleó un dinamómetro manual. En este estudio, llevado a cabo por Esculier et al, únicamente el Grupo 2 (cuya intervención consistía en un programa combinado de ejercicio y educación) consiguió mejorar sus niveles de fuerza de los extensores de rodilla respecto a los datos basales (Esculier et al., 2018).



Tabla 3 – Resumen de artículos seleccionados

Autor et al	Participantes	Variables	Intervención	Resultados
<b>Esculier et al (2018)</b>	N=69 G1: n=23 G2: n=23 G3: n=23 Edad: G1: 30.7 G2: 33.2 G3: 28.4	Toma de datos basales, y a las 4, 8 y 20 semanas.  <b>Síntomas y limitación funcional:</b> KOS-ADLS <b>Dolor de rodilla:</b> escala EVA <b>Distancia semanal de carrera</b> <b>Fuerza:</b> dinamómetro manual <b>Cinemática y mecánica de carrera</b>	Duración: 3 semanas 3 sesiones semanales  G1: educación G2: educación + ejercicio G3: educación + RC	SDS en KOS-ADLS  G2: ↑ fuerza  G3: ↑ cadencia y ↓ carga vertical
<b>Bagheri et al (2021)</b>	N=30 G1: n=15 G2: n=15 Edad: G1: 28.8 G2: 27.9	Toma de datos basales y a las 9 y 18 semanas tras la intervención.  <b>Dolor:</b> EVA 0-100 mm <b>Función y Síntomas de la rodilla:</b> KOS-ADLS y KOS-SAS <b>Efecto Percibido del Tratamiento:</b> escala global de clasificación de cambios <b>Miedo al movimiento y a la Recaída:</b> Tampa Scale of Kinesiophobia <b>Catastrofismo:</b> Pain Catastrophizing Scale <b>Estrategias de afrontamiento:</b> Coping Strategies Questionnaire	G1: ejercicio (18 semanas)  G2: ejercicio + mindfulness (18 semanas de ejercicio + 8 semanas de mindfulness, 4 semanas antes del ejercicio y 4 semanas solapadas)	G2: ↓ dolor, ↓ miedo a la recaída, ↓ catastrofismo, ↓ miedo al movimiento, ↑ función de la rodilla, ↑ estrategias de afrontamiento  Efectos más duraderos a los 2 meses tras la intervención
<b>Lewinson et al (2015)</b>	N=27 G1: n=14 G2: n=13 Edad: G1: 33.6 G2: 28.6	Toma de datos basales y a las 6 semanas.  <b>Cinemática de carrera:</b> KAAI <b>Dolor:</b> escala EVA	Duración: 6 semanas  G1: plantilla con cuña de 3 mm en zona lateral G2: plantilla con cuña de 6 mm en zona medial	G1 y G2: ↓ dolor (SDS)

Autor et al	Participantes	Variables	Intervención	Resultados
<b>Roper et al (2016)</b>	N=16 G1: n=8 G2: n=8 Edad: G1: 24.63 G2: 21.5	Toma de datos basales, post-intervención y 1 mes post-intervención.  <b>Dolor durante y/o tras correr:</b> EVA <b>Cinemática</b>	Duración: 2 semanas  G1: RC pasando de un apoyo de retropié a un apoyo de antepié G2: grupo control	<b>G1:</b> ↑ flexión y abducción rodilla y dorsiflexión tobillo al contacto inicial, ↑ ROM tobillo, ↓ dolor Resultados se mantienen 1 mes
<b>Bonacci et al (2018)</b>	N=16 G1: n=8 G2: n=8 Edad: G1: 31.5 G2: 34	Toma de datos basales y a las 12 semanas. <b>Factibilidad:</b> reclutamiento, tasas de retención y adherencia <b>Seguridad:</b> número de efectos adversos <b>Dolor:</b> escala EVA del peor dolor y escala de dolor anterior de rodilla	Duración: 12 semanas  G1: RC G2: órtesis en el pie	<b>G1:</b> ↓ dolor, molestias por parte de 3 sujetos (remiten), gran adherencia  <b>G2:</b> sin efectos adversos
<b>Roper et al (2017)</b>	N=16 G1: n=8 G2: n=8 Edad: G1: 24.63 G2: 21.5	Toma de datos basales, post-intervención y al mes post-intervención.  <b>Economía de Carrera, Ratio de Intercambio Respiratorio y Frecuencia Cardíaca:</b> RE, RER, HR. <b>Dolor de rodilla durante y/o tras correr:</b> escala EVA	Duración: 2 semanas  G1: RC pasando de un apoyo de retropié a un apoyo de antepié G2: grupo control	<b>G1:</b> ↓ dolor, molestias n.s  SDS entre grupos en relación a RE
<b>Letafatkar et al (2020)</b>	N=49 G1: n=16 G2: n=16 G3: n=17 Edad: G1: 33.4 G2: 31.2 G3: 34.2	Toma de datos basales y a las 8 semanas y 1 año post-intervención.  <b>Ángulo del pico de aducción de cadera</b> <b>Ángulo del pico de rotación interna de la rodilla</b> <b>Pico de apoyo del retropié</b> <b>Índice de carga vertical promedio e instantánea</b> <b>Impacto de la tibia</b>	Duración: 8 semanas  G1: entrenamiento condicional G2: entrenamiento condicional con feedback G3: placebo (ejercicios inespecíficos)	<b>G1 y G2:</b> ↑ variables cinemáticas  Tras 1 año de seguimiento: <b>G1:</b> ↓ IL 32% <b>G2:</b> ↓ IL 64,6% <b>G3:</b> ↓ IL 15,5%

Autor et al	Participantes	Variables	Intervención	Resultados
<b>Zago et al (2020)</b>	N=82 G1: n=30 G2: n=28 G3: n=24 Edad: G1: 31.36 G2: 34.88 G3: 32.94	Toma de datos basales, post-intervención y a los 30 días.  <b>Dolor:</b> EVA <b>Funcionalidad:</b> LKSS <b>Valgo dinámico de rodilla</b> <b>Presiones plantares en el mediopié:</b> Baropodómetro Estático <b>Flexibilidad posterior del muslo:</b> sit and reach test <b>ROM de cadera:</b> fleximetría	Duración: 1 sesión  G1: manipulación osteopática G2: ejercicio G3: grupo control	<b>G1:</b> ↓ dolor, ↑ funcionalidad, ↓ flexiones plantares del mediopié, ↑ flexibilidad posterior del muslo  <b>G2:</b> ↓ dolor, ↑ funcionalidad, ↑ flexibilidad posterior del muslo, ↑ ROM cadera
<b>Motealleh et al (2020)</b>	N=44 G1: n=22 G2: n=22 Edad: G1: 23.18 G2: 24.13	Toma de datos basales e inmediatamente post-intervención.  <b>Percepción de posición de la articulación de la rodilla:</b> dinamometría isocinética <b>Equilibrio:</b> SEBT modificado <b>Dolor:</b> escala EVA	Duración: 1 sesión  G1: manipulación lumbopélvica G2: grupo control	G1: ↓ error de percepción de posición de la articulación, ↑ equilibrio, ↓ dolor

**Leyenda:** N: número de sujetos, G1: Grupo 1, G2: Grupo 2, G3: Grupo 3, KOS-ADLS: Knee Outcome Survey of the Activities of Daily Living Scale, RC: Reentrenamiento de la Carrera, SDS: sin diferencias significativas, ↑: aumento, ↓: disminución, KOS-SAS: : Knee Outcome Survey of the Sports Activities Scale, KAAI: knee aduction angular impulse (impluso angular interno de la rodilla), ROM: range of motion (rango de movimiento), RE: running economy (economía de carrera), RER: respiratory exchange ratio (ratio de intercambio respiratorio), HR: heart rate (frecuencia cardíaca), n.s: no significativas, IL: incidencia lesional, SEBT: star excursion balance test



## 5. DISCUSIÓN

A partir de los resultados expuestos, se va a realizar una discusión y análisis de las principales variables estudiadas en las diferentes intervenciones.

### 5.1. Dolor

Los resultados son claros respecto a las mejoras de dolor en los corredores con PFPS.

Hay dos métodos principales que parecen disminuir los síntomas de dolor. Por un lado, tenemos el ejercicio físico (entrenamiento de fuerza y estiramientos, principalmente). Queda evidenciado que la mejora de la fuerza mediante el ejercicio físico podría disminuir el dolor, pues sabemos que una disminución de la fuerza del cuádriceps se relaciona con la aparición de PFPS (Lankhorst et al., 2012, Neal et al., 2019). En el estudio de Esculier et al, de los tres grupos a los que se les realizó las distintas intervenciones, tan sólo el grupo que realizó ejercicio físico mejoró los niveles de fuerza, aunque todos mejoraron sus resultados en relación al dolor (Esculier et al., 2018). También Zago et al obtuvieron resultados prometedores con relación al dolor tras la realización de un programa de ejercicio (Zago et al., 2020). Si bien es cierto que el ejercicio parece ser una de las mejores herramientas para el manejo del dolor en corredores con dolor patelofemoral, estos resultados mejoran aún más cuando se combinan con otros métodos como la educación (Esculier et al., 2018) o el mindfulness (Bagheri et al., 2021). De hecho, se cree que estos podrían mantenerse mejor en el medio-largo plazo, como en el caso del estudio de Bagheri et al, donde el grupo que realizó mindfulness obtuvo resultados más duraderos a los 2 meses de la intervención (Bagheri et al., 2021). Esto abre la posibilidad de realizar un abordaje del paciente desde una perspectiva más biopsicosocial y haciendo hincapié, no solo en la lesión, sino también en aquellos factores psicológicos y socioculturales que puedan estar agravando la experiencia de dolor.

De igual manera, otro de los métodos de tratamiento más utilizados para disminuir el dolor en pacientes con PFPS es el reentrenamiento de la carrera. Roper et al demostró que el reentrenamiento de la carrera consistente en pasar de un apoyo del retropié a un apoyo del antepié no solo produce mejoras en relación con el dolor, sino que esta nueva mecánica de carrera no influía en la economía de carrera, es decir, en la cantidad de energía empleada para desempeñar dicha actividad (Roper et al., 2016, Roper et al., 2017). Aunque

algunos sujetos presentaron molestias durante el programa (sobre todo en las primeras fases), estas no fueron significativas y no trascendieron, demostrando que el programa es seguro y factible. Esto sugiere que el reentrenamiento de la carrera basado en un cambio a apoyo de antepié podría ser una buena estrategia en el manejo del PFPS. El programa de reentrenamiento de la carrera empleado por Bonacci et al en su intervención (aumento de la cadencia y utilización de calzado minimalista) también demostró ser una terapia fiable y segura en pacientes con dolor patelofemoral (Bonacci et al., 2018). De hecho, la gran adherencia generada por el programa de reentrenamiento de la carrera apoya el uso de esta intervención en el manejo del dolor patelofemoral.

Otras intervenciones como la utilización de plantillas con distintas cuñas también muestran resultados prometedores en ese aspecto. Lewinson et al demostraron que tanto las plantillas con una cuña lateral, como aquellas con una cuña medial, producían cambios significativos en relación con el dolor (Lewinson et al., 2015). En ese sentido, las plantillas con cuña en el lateral podrían ser una alternativa a aquellas que la poseen en la zona medial y que son habitualmente más utilizadas. Por último, Zago et al y Motealleh et al observaron que las manipulaciones osteopáticas generaban cambios en el dolor del paciente inmediatamente post-intervención (Zago et al., 2020, Motealleh et al., 2020). Sin embargo, estos resultados no se estudiaron en el medio-largo plazo por lo que su efectividad real está todavía en el aire.

## **5.2. Cinemática de carrera**

Es bien conocido que diferentes factores biomecánicos podrían contribuir a la aparición de dolor patelofemoral. Por ejemplo, un aumento del pico de aducción en mujeres se consideraba un factor de riesgo para el desarrollo del PFPS (Neal et al., 2016). En ese sentido, Letafatkar et comprobaron tras su intervención que un programa condicional de ejercicios con o sin feedback generaba una reducción significativa del pico de aducción (Letafatkar et al., 2020).

De igual manera, otras intervenciones demuestran tener resultados prometedores en la mejora de las variables cinemáticas. En el mismo estudio, Letafatkar et al obtuvieron en ambas intervenciones una disminución significativa tanto del promedio, como del pico de carga vertical, siendo estos resultados ligeramente superiores en el grupo que recibió

feedback durante el entrenamiento (Letafatkar et al., 2020). También Esculier et al. lograron reducir la carga vertical tras su programa de reentrenamiento de la carrera (Esculier et al., 2018). Esta disminución de las fuerzas verticales podría mejorar el dolor patelofemoral, al reducir las cargas que las diferentes estructuras de la rodilla han de soportar durante la carga de peso.

Zago et al. también presentaron resultados prometedores en su estudio. Para empezar, observaron una mejora del rango de movimiento hacia la extensión de cadera en el grupo que realizó la intervención basada en ejercicio (Zago et al., 2020). Además, el grupo al que se le realizó la manipulación osteopática vio reducido su valgo dinámico de rodilla (Zago et al., 2020). Es sabido que el valgo dinámico de rodilla genera un aumento de las fuerzas laterales sobre la patela, pudiendo favorecer la aparición y desarrollo de dolor patelofemoral (Schmitz et al., 2009). No obstante, cabe mencionar que los efectos de esta intervención a largo plazo no han sido estudiados.

Otra de las mejoras cinemáticas obtenidas en los diferentes estudios es aquella obtenida en relación con el ángulo de abducción y el impulso angular interno de abducción de la rodilla. Lewinson et al. concluyeron que tanto un aumento como un descenso del impulso angular interno de abducción de la rodilla generaba una mejora de la sintomatología (Lewinson et al., 2015). Observaron que esta mejora era mayor cuanto mayor era el porcentaje de cambio (Lewinson et al., 2015). En relación a estos resultados, Roper et al. lograron una disminución del ángulo de abducción de la rodilla al contacto inicial tras un programa de reentrenamiento de la carrera en el que los corredores pasaban de realizar un apoyo de retropié a un apoyo de antepié (Roper et al., 2016). Además, la misma intervención aumentó el rango de movimiento del tobillo tras el entrenamiento (Roper et al., 2016), por lo que parece que podría tener beneficios no solo para las estructuras de las rodillas, sino para las demás estructuras del miembro inferior, contribuyendo a mejorar los síntomas y disminuir los factores de riesgo.

### **5.3. Funcionalidad**

En relación a esta variable, Esculier et al concluyen que la educación se trata de una herramienta verdaderamente útil a la hora de mejorar la funcionalidad de los pacientes con dolor patelofemoral (Esculier et al., 2018). Dicha funcionalidad se estudió en base a la escala KOS-ADLS, la cual mide los síntomas y la limitación funcional en las actividades de la vida diaria. En su estudio, los tres grupos recibieron un programa educacional, en el caso de los Grupos 2 y 3, combinado con distintas intervenciones (ejercicio y reentrenamiento de la carrera). Todos los grupos mejoraron respecto de los datos basales y no se encontraron diferencias significativas entre grupos en relación a la funcionalidad (Esculier et al., 2018). Resultados similares fueron obtenidos por Bagheri et al, al combinar un programa de ejercicio con mindfulness y logrando mayores mejoras que únicamente con ejercicio (Bagheri et al., 2021). En esa intervención, además de la escala KOS-ADLS para las actividades de la vida diaria, se utilizó la escala KOS-SAS, que evalúa los síntomas y la limitación funcional en relación a las actividades deportivas. Por último, Zago et al vieron que otros métodos como manipulación y ejercicio también generaban mejoras en la funcionalidad respecto a la escala LKSS, que mide la limitación funcional en las diferentes actividades de la vida diaria y que además aporta información acerca de síntomas relacionados con la inestabilidad de la rodilla (Zago et al., 2020).

En vista de estos resultados, parece, una vez más, que incidir en los factores psicosociales podría mejorar la función de los pacientes en base a las diferentes escalas empleadas, siendo estos resultados aún mejores al ser combinados con otras intervenciones.

### **5.4. Economía de carrera**

En 2017 Roper et al demostraron que el cambio de la mecánica de la carrera pasando a un apoyo de antepié no tenía diferencias con relación a la economía de carrera en comparación con un apoyo de retropié (Roper et al., 2017). Este hecho apoya el uso de esta intervención, en vista de los múltiples beneficios que ofrece y teniendo en cuenta los pocos efectos adversos que genera.



### 5.5. Fuerza

Sorprende el hecho de que tan solo uno de los estudios seleccionados mida la fuerza como una de las variables, teniendo en cuenta que una disminución de la fuerza está estrechamente relacionada con la aparición de dolor patelofemoral. En ese estudio, Esculier et al comprobaron que, lógicamente, su programa de ejercicios junto con un programa educacional aumentaba los niveles de fuerza de los sujetos (Esculier et al., 2018). Se podría razonar pues, que los demás estudios que también realizaron entrenamiento de fuerza (Esculier et al., 2018, Bagheri et al., 2021, Letafatkar et al., 2020, Zago et al., 2020) también mejoraran los niveles de fuerza muscular respecto de los datos basales, aunque no se midiera directamente como una de las variables de estudio.

Tras el análisis de los resultados de las diferentes intervenciones, está claro que hay dos métodos de tratamiento que destacan por encima del resto.

Son popularmente conocidos los beneficios que el entrenamiento de fuerza puede tener en el manejo de muchas patologías. En este caso, se han demostrado los beneficios que tiene en la mejora del dolor y la funcionalidad y en la mejora de las variables cinemáticas. Además, parece lógico pensar que esta es una de las formas más eficientes para lograr una mejora en los niveles de fuerza, que es sabido que es un factor de riesgo para la aparición de múltiples patologías (entre ellas el PFPS). Por eso, la evidencia apoya que el ejercicio físico debería ser el tratamiento principal de elección a la hora de abordar un paciente con dolor patelofemoral, aunque hay que tener presente que estos efectos mejoran cuando se combinan con otros tratamientos.

En segundo lugar, hay que destacar los resultados obtenidos a través del reentrenamiento de la carrera. Se ha observado que diferentes intervenciones para producir un cambio en la mecánica de carrera generaban mejoras con relación al dolor, la funcionalidad y la cinemática de carrera. De todas ellas, aumentar la cadencia y tratar de evitar un apoyo del retropié en el momento del impacto, son las que mayor evidencia tienen respecto a la mejora de las variables. Es conocido, además, que cambiar la mecánica de carrera de un apoyo del retropié a uno de antepié no genera cambios en la energía empleada en la carrera. Si bien es cierto que en el momento del cambio de la mecánica de carrera ciertos sujetos han presentado molestias, estas no han trascendido y han remitido con el paso de las sesiones. Esto hace que

sea un método de entrenamiento seguro y factible y que demuestra tener múltiples beneficios para los pacientes con dolor patelofemoral.

Finalmente, existen otras técnicas de tratamiento que también parecen tener beneficios en el manejo del PFPS. Las manipulaciones son un método de tratamiento que muestra mejorar los síntomas y ciertas variables como la flexibilidad o el equilibrio. Sin embargo, estos resultados se obtienen inmediatamente post-intervención y no están claros sus beneficios en el largo plazo. También la utilización de órtesis y plantillas mejoraron algunas de las variables, aunque estas mejoras son inferiores a aquellas producidas por otros métodos de tratamiento como los arriba mencionados. Estas deberían ser utilizadas de manera individualizada en cada sujeto y atendiendo a la situación y las características de este, y no como medio de tratamiento estándar. Si bien es cierto que los programas educacionales y el control de los factores psicosociales son sumamente importantes en el manejo de cualquier patología, estos deberían estar presentes siempre de manera implícita en cualquier proceso de rehabilitación.

## 6. CONCLUSIONES

- El ejercicio físico de fuerza y estiramientos, junto con un programa de reentrenamiento de la carrera son las dos intervenciones que más evidencia demuestran respecto a la disminución del dolor y la mejora de diferentes variables cinemáticas en pacientes con PFPS.
- Hasta el momento, no existen estudios que hayan combinado el ejercicio físico y el reentrenamiento de la carrera en una misma intervención, a pesar de los resultados prometedores que manifiestan por separado.
- Otras intervenciones (plantillas, manipulaciones...) deberían emplearse como métodos complementarios, en adición a los programas que muestran ser más efectivos.
- El abordaje de los pacientes con dolor patelofemoral debería realizarse siempre desde una perspectiva biopsicosocial, y no únicamente biomédica.



## 7. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

### 7.1. Introducción

El síndrome de dolor patelofemoral (PFPS por sus siglas en inglés) es una de las patologías más frecuentes en corredores, según varias revisiones sistemáticas (Glaviano et al., 2015, Smith et al., 2018). Se trata de una lesión que genera dolor en la zona de la patela que se agrava en las diferentes actividades que producen una carga en la articulación patelofemoral (Crossley, Stefanik, et al., 2016). Correr es una de las actividades que más frecuentemente da lugar a la aparición de dolor patelofemoral.

Las causas de aparición del PFPS son diversas y en la mayoría de las ocasiones es difícil identificar el origen exacto del dolor. Entre las posibles condiciones que pueden provocar el desarrollo de dolor patelofemoral encontramos: desequilibrios de carga y capacidades de los tejidos (Esculier et al., 2020), factores anatómicos como un aumento del ángulo Q (R et al., 1999, Boling, Padua, Marshall, et al., 2009, Almeida et al., 2016, Pappas & Wong-Tom, 2012, Park & Stefanyshyn, 2011) y desequilibrios musculares y debilidad (Kaya et al., 2011) entre otras. Asimismo, diferentes alteraciones biomecánicas y de la fuerza también se han considerado factores de riesgo para el desarrollo del PFPS (Lankhorst et al., 2012, Neal et al., 2019, Neal et al., 2016). Cabe destacar el carácter multifactorial que ciertos autores le han atribuido a la aparición de dolor patelofemoral en corredores (Rothermich et al., 2015).

En ese sentido, se han estudiado los efectos de distintas intervenciones en el manejo de los pacientes con dolor patelofemoral. El ejercicio físico demuestra tener resultados prometedores en cuanto a la mejora del dolor en este tipo de sujetos (Esculier et al., 2018, Bagheri et al., 2021, Letafatkar et al., 2020, Zago et al., 2020). Si bien cada estudio empleó su propio programa de ejercicio físico, todos ellos estaban basados en diferentes ejercicios de fuerza en combinación con estiramientos, y mostrando todos ellos resultados similares (Esculier et al., 2018, Bagheri et al., 2021, Letafatkar et al., 2020, Zago et al., 2020). Otra intervención que parece disminuir los síntomas del PFPS es el reentrenamiento de la carrera (Esculier et al., 2018, Roper et al., 2016, Bonacci et al., 2018, Roper et al., 2017). De igual manera que sucedía con el ejercicio, en este tipo de intervención cada autor empleó un método diferente. Con todo, parece que los cambios que generaron mejores resultados fueron la modificación del apoyo plantar (paso de un apoyo de retropié a un apoyo de

antepié) y aumento de la cadencia (Esculier et al., 2018, Roper et al., 2016, Bonacci et al., 2018, Roper et al., 2017). Adicionalmente, se ha evidenciado que estas dos intervenciones (ejercicio físico y reentrenamiento de la carrera) producen beneficios más allá de la mejora del dolor. Por ejemplo, parecen mejorar diferentes variables cinemáticas relacionadas con el PFPS (pico de aducción, carga vertical, ángulo de abducción de la rodilla...) (Letafatkar et al., 2020, Esculier et al., 2018, Roper et al., 2016). Además, Esculier et al demostraron que tanto el ejercicio como el reentrenamiento de la carrera combinados con un programa educativo mejoran la funcionalidad medida con la escala KOS-ADLS para las actividades de la vida diaria (Esculier et al., 2018). En su intervención, Bagheri et al vieron que el ejercicio mejoraba también la escala KOS-SAS para la funcionalidad en las actividades deportivas (Bagheri et al., 2021). La utilización de otras intervenciones (plantillas, manipulaciones...) debería emplearse como método complementario a las arriba mencionadas, que han evidenciado ser más efectivas y seguras para el tratamiento del dolor patelofemoral.

En definitiva, las dos intervenciones que muestran tener mayor evidencia respecto a la disminución del dolor y mejora de las variables cinemáticas son los diferentes protocolos de ejercicio físico y reentrenamiento de la carrera. No obstante, los efectos de una combinación de estos dos programas en el tratamiento del PFPS no han sido estudiados aún, a pesar de los beneficios que presentan por separado. Parece claro que debería haber mayor investigación en relación con esta patología debido a la alta prevalencia de la misma tanto en corredores, como en el resto de la población.

## **7.2. Hipótesis**

Los efectos de diferentes programas de ejercicio físico, basados en entrenamiento de fuerza y estiramientos, para el tratamiento del dolor patelofemoral han sido claramente evidenciados por diferentes autores (Esculier et al., 2018, Bagheri et al., 2021, Letafatkar et al., 2020, Zago et al., 2020). También se han visto los beneficios del reentrenamiento de la carrera en el manejo de este tipo de pacientes (Roper et al., 2016, Bonacci et al., 2018, Roper et al., 2017). Sin embargo, los efectos de un programa combinado de ejercicio físico y reentrenamiento de la carrera no han sido evidenciados.

Con esto, la hipótesis de esta propuesta de intervención es que un programa combinado de ejercicio físico y reentrenamiento de la carrera mostrará mejores resultados que ambas intervenciones por separado en el manejo de pacientes corredores con síndrome de dolor patelofemoral.

## **7.3. Objetivos**

El objetivo principal de la intervención será estudiar los efectos de un programa que combine ejercicio físico y reentrenamiento de la carrera en corredores con PFPS. A partir de aquí, se desarrollarán una serie de objetivos secundarios:

- Comparar los resultados de esta intervención con los resultados de ambas intervenciones por separado, con relación a diferentes variables.
- Comprobar si este programa combinado es válido para la prevención de recidivas.
- Determinar si la combinación de ambos programas produce mayores mejoras de las variables cinemáticas que ambos programas por separado.
- Estudiar en el medio-largo plazo los efectos adversos de un cambio de apoyo plantar durante la carrera.

#### **7.4. Metodología**

Con la finalidad de cumplir los objetivos y de demostrar la hipótesis, se presenta la siguiente propuesta de intervención.

##### 7.4.1. Población

Se invitará al estudio a un total de 60 participantes de diferentes disciplinas relacionadas con la carrera (atletismo, larga distancia, trail...). Se contactará con ellos a través de la Federación Navarra de Atletismo (FNA) mediante el envío de un correo electrónico a la propia Federación, preguntando por aquellos deportistas que en ese momento padezcan algún tipo de dolor en la rodilla. Una vez dispongamos de la muestra, se realizará una historia clínica de cada uno de los sujetos con el fin de determinar si realmente tienen esta lesión. El diagnóstico de PFPS se hará en base a la anamnesis y la historia clínica y se considerará que el paciente debe tener los siguientes requisitos:

- Dolor no traumático alrededor de la patela o detrás de ella en una o ambas rodillas
- Dolor de rodilla durante y/o después de correr de mínimo un 3 sobre 10 y no mayor de 7
- Dolor en alguna de las siguientes actividades: subir o bajar escaleras, ponerse de rodillas, hacer una sentadilla o al efectuar una extensión de rodilla contra resistencia

Tras disponer de todos los sujetos con diagnóstico de dolor patelofemoral, se seleccionará a la muestra en base a los criterios de inclusión y exclusión:

##### 7.4.2. Criterios de inclusión

- Edad entre 18-40 años
- Síntomas de rodilla según los criterios anteriormente mencionados durante al menos los últimos 3 meses



#### 7.4.3. Criterios de exclusión

- Presencia de una lesión concomitante en cualquier otra parte del cuerpo
- Historia de luxación patelar
- Cirugía previa en la rodilla afectada
- Presencia de enfermedad reumatoide, cardiovascular, neurológica o degenerativa
- Presencia de síndrome de Osgood-Schlatter
- Embarazo (en sujetos femeninos)
- Uso actual de antiinflamatorios no esteroideos (AINES) o corticoesteroides

El cribado se hará con el objetivo de que la muestra final, una vez aplicados los criterios de inclusión y exclusión, sea de 60 sujetos, de manera que se dividirán a los sujetos en cuatro grupos de 15 participantes.

#### 7.4.4. Tipo de estudio

La intervención consistirá en un Ensayo Clínico Aleatorizado (ECA), pues ha demostrado ser el diseño que aporta mayor evidencia a la hora de conocer la eficacia de una determinada intervención y observar los posibles efectos y reacciones adversas que puedan surgir. La aleatorización se efectuará a través de un programa de ordenador, OxMaR en español. En dicho estudio, y con el fin de cumplir los objetivos, se dividirá a los sujetos en 4 grupos:

- Grupo 1: Ejercicio + Reentrenamiento de la carrera
- Grupo 2: Ejercicio
- Grupo 3: Reentrenamiento de la carrera
- Grupo 4: Grupo Control

El estudio tendrá una duración total de 1 año. La intervención consistirá en un programa de 18 semanas y posteriormente se realizará un análisis de los datos durante el tiempo restante hasta cumplir 1 año tras el inicio de la intervención. Esta consistirá en 3 sesiones semanales

distribuidas en días alternos con al menos 24-48 h de diferencia entre sesiones. El Grupo 1, llevará a cabo en la misma sesión los programas de ejercicio y de reentrenamiento de la carrera.

El profesional sanitario que efectuará las mediciones tras los respectivos tratamientos estará cegado y no conocerá el tipo de intervención a la que ha sido sometido el deportista. El estudio se efectuará por un grupo de investigadores de la Universidad Pública de Navarra (UPNA). La intervención se llevará a cabo siguiendo los principios dictados en la declaración del Helsinki de 1975.

#### 7.4.5. Protocolo

A continuación, se detalla el protocolo de cada grupo.

El protocolo de ejercicio (Grupos 1 y 2) estará basado en entrenamiento de fuerza en combinación con estiramientos, pues varios autores han mostrado resultados prometedores de este programa (Esculier et al., 2018, Bagheri et al., 2021, Letafatkar et al., 2020, Zago et al., 2020). Los ejercicios de fuerza incluidos serán los siguientes:

## Sentadilla

En las primeras sesiones, los pacientes podrán realizar este ejercicio sin la necesidad de añadir peso extra y empleando únicamente su peso corporal. En caso de que los sujetos estén familiarizados con el ejercicio y que puedan añadir peso sin aumentar el dolor, estos pasarán a realizar la sentadilla añadiendo la carga de una barra olímpica apoyada sobre el trapecio superior y sujeta con las manos. Semanalmente, los pacientes irán aumentando el peso de la sentadilla añadiendo discos a ambos lados de la barra. Se indicará a los pacientes la importancia de controlar la fase excéntrica de bajada y de tratar de ejecutar la fase concéntrica de subida de manera explosiva.



*Imagen 2 – Ejercicio 1: Sentadilla*

## Zancadas hacia delante

El motivo de que se haya seleccionado la variante de zancada hacia delante es aproximar al deportista al impacto que puede causarle dolor durante la carrera, pero con una menor carga y mayor facilidad de amortiguación al estar en un entorno más controlado y tener el foco en el ejercicio. Además, se trata de un ejercicio que implica la musculatura estabilizadora y que permite trabajar simultáneamente la fuerza y el equilibrio. El paciente alternará entre una pierna y la otra hasta completar de 5 a 8 repeticiones con cada pierna por serie. Al igual que sucede en el ejercicio anterior, en este se podrá añadir peso en función de la progresión

individual de cada paciente. Para ello, se emplearán dos mancuernas que se sujetarán con cada mano con los codos extendidos.



*Imagen 3 – Ejercicio 2: Zancada hacia delante*

### Extensión de rodilla

Este ejercicio se ejecutará en la máquina de extensión de cuádriceps (Technogym). Para ello, el paciente se sentará en ella y se le indicará que tenga un punto de apoyo con las manos para tener mayor estabilidad y poder generar mayor cantidad de fuerza. El sujeto llevará a cabo el ejercicio de manera unilateral, alternando entre series. De la misma manera que en la sentadilla, la fase concéntrica se hará de forma explosiva y la fase excéntrica de manera lenta y controlada. Como en todos los ejercicios, los sujetos tratarán de progresar semanalmente en las cargas.



*Imagen 4 – Ejercicio 3: Extensión de rodilla*

### Abducción y aducción de cadera en decúbito lateral

Estos ejercicios se desempeñarán en el suelo sobre una esterilla. El paciente realizará abducciones y aducciones desde el decúbito lateral, primero sin resistencia y, posteriormente con la resistencia de una goma elástica. Las progresiones se harán empleando gomas de mayor resistencia.



*Imagen 5 – Ejercicio 4: Abducción de cadera en decúbito lateral*



*Imagen 6 – Ejercicio 5: Aducción de cadera en decúbito lateral*

Para cada ejercicio se realizarán 3 series de 10 a 12 repeticiones, tratando de alcanzar un RIR (“Reps in Reserve”) de 2-3, lo cual supone una intensidad de entrenamiento alta. Durante la ejecución del ejercicio se permitirá a los participantes tener un dolor máximo de 4/10 en la Escala EVA. Esto es debido a que es normal que los sujetos puedan padecer ciertas molestias durante la sesión, pero se considera que un dolor mayor a 4/10 podría condicionar la contracción y el reclutamiento muscular y disminuir la eficacia del ejercicio. En caso de que el paciente presente un dolor mayor a 4, se reducirán las cargas hasta que pueda realizar el ejercicio según las indicaciones. Por último, el tiempo de descanso entre series será entre 1,5 y 2 minutos, según las necesidades de cada paciente.

Diferentes autores han incluido estiramientos en sus protocolos de ejercicio, mostrando resultados satisfactorios en el conjunto (Bagheri et al., 2021, Letafatkar et al., 2020, Zago et al., 2020). Por lo tanto, los grupos que realizarán el programa de ejercicio combinarán el entrenamiento de fuerza con una serie de estiramientos de los principales grupos musculares del miembro inferior: cuádriceps, isquiosurales y tríceps sural. El estiramiento se mantendrá por un tiempo de 30 a 60 segundos. Tanto el protocolo de fuerza como el de estiramientos, se realizarán de manera bilateral, en la pierna lesionada y en la pierna sana.

Por otro lado, el Grupo 1 añadirá a su intervención un protocolo de reentrenamiento de la carrera, mismo protocolo que el Grupo 3 hará de manera aislada. Este programa consistirá en un entrenamiento de carrera en tapiz siguiendo una serie de directrices. El entrenamiento tendrá una duración de 15 minutos inicialmente y el objetivo será aumentar semanalmente la duración hasta alcanzar 30 minutos de carrera continua. Los dos cambios que se introducirán en los sujetos con el fin de modificar la mecánica de la carrera serán los siguientes:

#### Cambio de apoyo del retropié a un apoyo de antepié

Este cambio en el apoyo durante la carrera ha demostrado disminuir el dolor, mejorar las variables cinemáticas y ser una mecánica de carrera eficiente (Esculier et al., 2018, Roper et al., 2016, Roper et al., 2017). Para lograr este cambio se emplearán indicaciones verbales que el paciente deberá seguir (instrucciones cómo: “debes tratar de correr apoyando primero la parte anterior del pie y no los talones”), además de feedback visual con dos espejos, uno colocado frente al paciente y el otro al lado suyo. Al comienzo de la intervención los sujetos correrán sobre el tapiz con una ligera inclinación (de hasta 10° si fuese necesario), que favorecerá el apoyo de antepié y la interiorización de la mecánica de carrera. Poco a poco se intentará retirar el feedback y reducir la inclinación, con la finalidad de acercar al corredor a unas condiciones más habituales de carrera. Se explicará a los sujetos que la aparición de molestias leves es algo normal en las primeras sesiones, y que mientras esa molestia no aumente y les permita continuar con el programa, deberían ser capaces de seguir con las sesiones con normalidad.

#### Aumento de la cadencia

Es otra de las intervenciones que ha demostrado tener resultados satisfactorios (Esculier et al., 2018, Bonacci et al., 2018). Esta consistirá en un aumento de la cadencia de un 10% respecto a la inicial (natural), medida previamente a través de la grabación de un vídeo. Para lograr esto, se utilizará un metrónomo (Seiko DM51) y se indicará a los sujetos que traten de hacer coincidir sus pasos durante la carrera con el sonido del metrónomo.

Finalmente, el Grupo 4, el grupo control, no recibirá ninguna intervención específica. Se les indicará que continúen con sus entrenamientos como lo estaban haciendo hasta entonces. De esta forma se podrá comparar todas las intervenciones para ver si existen diferencias significativas entre ellas.

### Variables

Las variables que se medirán para comprobar los efectos de los diferentes programas de tratamiento serán las siguientes:

#### Dolor

Será la variable principal de este estudio. El mayor problema de los pacientes con PFPS es el dolor, y cuantificarlo es una forma eficaz de valorar la eficacia de las distintas intervenciones. Para ello, se utilizarán diferentes escalas. La primera de ellas será la Escala EVA del Dolor, que nos aporta información sobre la percepción subjetiva del dolor del paciente. El paciente tendrá que puntuar su sensación de dolor en una escala del 0 al 10 en la que el cero representa el “no dolor” y diez, “el mayor dolor imaginable”. En el momento en el que se lleven a cabo los respectivos protocolos de tratamiento, se pasará la escala a los sujetos durante la realización de los ejercicios, al finalizar las sesiones de tratamiento y al día siguiente. Una vez finalizadas las intervenciones, se procederá a realizar un seguimiento de los sujetos para evaluar la evolución de estos y las diferencias entre grupos. Para cuantificar la variable del DOLOR a lo largo de este tiempo, se empleará la escala Knee injury and Osteoarthritis Outcome Survey (KOOS) con sus diferentes variantes (síntomas, dolor, actividades cotidianas, función, actividades deportivas y recreacionales y calidad de vida). Tendrán que contestar diariamente al cuestionarios hasta el final del período de mediciones. También se pasará a los sujetos la escala EVA en el mismo momento de la semana en el que contesten al cuestionario KOOS, y de esta forma se observará si existe concordancia entre ambas.

#### Fuerza

Se ha visto previamente que un programa de ejercicio físico mejoraba los niveles de fuerza en corredores con dolor patelofemoral (Esculier et al., 2018). No obstante, no se ha estudiado si la combinación de un programa de fuerza y un programa de reentrenamiento de la carrera podría producir mayores mejoras respecto a esta variable. Para medirla, se utilizará un dinamómetro manual (Swiff Pro), y se medirá la fuerza de los siguientes grupos musculares:



- Cuádriceps
- Isquiosurales
- Complejo glúteo
- Tríceps sural

Esta medición se efectuará previo al programa y al finalizar las intervenciones. Posteriormente se repetirá al finalizar el período de seguimiento para comprobar si los efectos se mantienen en el largo plazo.

#### Variables cinemáticas

Respecto al análisis cinemático de la carrera, las variables que se han seleccionado para su medición han sido elegidas por dos motivos. El primero es que existe evidencia de que alteraciones en estas variables podrían favorecer el desarrollo de dolor patelofemoral. El segundo es que diversas intervenciones han demostrado que las mejoras de estas parecen disminuir la sintomatología en sujetos con PFPS (Letafatkar et al., 2020, Zago et al., 2020). Las variables objeto de estudio serán las siguientes:

- Pico y promedio de carga vertical
- Pico de aducción
- Valgo dinámico de rodilla

Para estas mediciones, se empleará un acelerómetro triaxial que se colocará en la zona lumbar del corredor mediante un pequeño arnés y un software de análisis de vídeo en 3D (C-Motion Inc, Rockville, MD).

### Índice de recidivas

Se trata de una variable poco estudiada hasta el momento. Se va a cuantificar el número de recaídas que el deportista sufre tras su intervención. Para ello, se va a medir el número de entrenamientos perdidos a causa de la recaída. Se indicará a los sujetos que informen al equipo investigador cada vez que pierdan un entrenamiento a causa del mismo dolor que los llevó a formar parte del estudio. De esta manera se anotará el número total de entrenamientos perdidos a causa de una recidiva.

### Análisis estadístico de los resultados

Se calcularán las diferencias entre los promedios de los diferentes grupos a partir de un test T-Student intragrupal, con carácter pareado, para conocer el efecto del protocolo de cada uno de los grupos, comparando los resultados de cada variable en el momento previo de la intervención, a las 18 semanas una vez finalizada la intervención, a los 6 meses del inicio del estudio y al año, así como una comparación intergrupala, mediante un test T-Student no pareado, en los que  $P < 0,05$  indicará la aparición de diferencias intergrupales o intragrupalas.

El análisis estadístico se realizará con SPSS versión 20.0 (SPSS Inc. Chicago, EE. UU.).

## 8. AGRADECIMIENTOS

La realización de este Trabajo de Fin de Grado no habría sido posible de no ser por la ayuda de varias personas.

En primer lugar, agradecer a mi Tutor, Roberto Aguado, por su ayuda, por su comprensión, y por lo sencillo que resulta trabajar a su lado. Ha sido una sorpresa para mí encontrarme con un Tutor tan cercano y profesional.

Por supuesto, agradecer también a mi madre, Marga, a mi hermano, Ander y a mi pareja, Amaia, por ser mi refugio y mi apoyo incondicional. Tengo que mencionar también a mi padre, Raúl, por ser mi mayor inspiración y porque sé que estaría orgulloso de mí.

Me gustaría mostrar mi agradecimiento también a Mitxelko, por ayudarnos con lo que hiciera falta de manera tan desinteresada.

Y, por último, tengo que acordarme de mis compañeros de piso, gracias a los cuales ha sido mucho más llevadero este proceso y con los que he disfrutado sobremanera de este último año de universidad.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

Almeida, G. P. L., Silva, A. P. de M. C. C. E., França, F. J. R., Magalhães, M. O., Burke, T. N., & Marques, A. P. (2016). Q-angle in patellofemoral pain: Relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. *Revista Brasileira De Ortopedia*, 51(2), 181-186. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2016.01.010>

Bagheri, S., Naderi, A., Mirali, S., Calmeiro, L., & Brewer, B. W. (2021). Adding Mindfulness Practice to Exercise Therapy for Female Recreational Runners With Patellofemoral Pain: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Athletic Training*, 56(8), 902-911. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0214.20>

Benca, E., Listabarth, S., Flock, F. K. J., Pablik, E., Fischer, C., Walzer, S. M., Dorotka, R., Windhager, R., & Ziai, P. (2020). Analysis of Running-Related Injuries: The Vienna Study. *Journal of Clinical Medicine*, 9(2), 438. <https://doi.org/10.3390/jcm9020438>

Boling, M. C., Padua, D. A., & Alexander Creighton, R. (2009). Concentric and eccentric torque of the hip musculature in individuals with and without patellofemoral pain. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 7-13. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.1.7>

Boling, M. C., Padua, D. A., Marshall, S. W., Guskiewicz, K., Pyne, S., & Beutler, A. (2009). A prospective investigation of biomechanical risk factors for patellofemoral pain syndrome: The Joint Undertaking to Monitor and Prevent ACL Injury (JUMP-ACL) cohort. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(11), 2108-2116. <https://doi.org/10.1177/0363546509337934>

Bonacci, J., Hall, M., Saunders, N., & Vicenzino, B. (2018). Gait retraining versus foot orthoses for patellofemoral pain: A pilot randomised clinical trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(5), 457-461. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.187>

Bramah, C., Preece, S. J., Gill, N., & Herrington, L. (2019). A 10% Increase in Step Rate Improves Running Kinematics and Clinical Outcomes in Runners With Patellofemoral Pain at 4 Weeks and 3 Months. *The American Journal of Sports Medicine*, 47(14), 3406-3413. <https://doi.org/10.1177/0363546519879693>

Callaghan, M. J., & Selfe, J. (2007). Has the incidence or prevalence of patellofemoral

pain in the general population in the United Kingdom been properly evaluated? *Physical Therapy in Sport*, 1(8), 37-43. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2006.07.001>

Collins, N. J., Barton, C. J., van Middelkoop, M., Callaghan, M. J., Rathleff, M. S., Vicenzino, B. T., Davis, I. S., Powers, C. M., Macri, E. M., Hart, H. F., de Oliveira Silva, D., & Crossley, K. M. (2018). 2018 Consensus statement on exercise therapy and physical interventions (orthoses, taping and manual therapy) to treat patellofemoral pain: Recommendations from the 5th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Gold Coast, Australia, 2017. *British Journal of Sports Medicine*, 52(18), 1170-1178. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099397>

Crossley, K. M., Stefanik, J. J., Selfe, J., Collins, N. J., Davis, I. S., Powers, C. M., McConnell, J., Vicenzino, B., Bazett-Jones, D. M., Esculier, J.-F., Morrissey, D., & Callaghan, M. J. (2016). 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 839-843. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096384>

Crossley, K. M., van Middelkoop, M., Callaghan, M. J., Collins, N. J., Rathleff, M. S., & Barton, C. J. (2016). 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: Recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 844-852. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096268>

Damsted, C., Glad, S., Nielsen, R. O., Sørensen, H., & Malisoux, L. (2018). IS THERE EVIDENCE FOR AN ASSOCIATION BETWEEN CHANGES IN TRAINING LOAD AND RUNNING-RELATED INJURIES? A SYSTEMATIC REVIEW. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 13(6), 931-942.

Esculier, J.-F., Bouyer, L. J., Dubois, B., Fremont, P., Moore, L., McFadyen, B., & Roy, J.-S. (2018). Is combining gait retraining or an exercise programme with education better than education alone in treating runners with patellofemoral pain? A randomised clinical trial. *British Journal of Sports Medicine*, 52(10), 659-666.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096988>

Esculier, J.-F., Maggs, K., Maggs, E., & Dubois, B. (2020). A Contemporary Approach to Patellofemoral Pain in Runners. *Journal of Athletic Training*, 55(12), 0. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0535.19>

Fallon, K. E. (1996). Musculoskeletal injuries in the ultramarathon: The 1990 Westfield Sydney to Melbourne run. *British Journal of Sports Medicine*, 30(4), 319-323. <https://doi.org/10.1136/bjism.30.4.319>

Gaitonde, D. Y., Ericksen, A., & Robbins, R. C. (2019). Patellofemoral Pain Syndrome. *American Family Physician*, 99(2), 88-94.

Glaviano, N. R., Kew, M., Hart, J. M., & Saliba, S. (2015). DEMOGRAPHIC AND EPIDEMIOLOGICAL TRENDS IN PATELLOFEMORAL PAIN. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(3), 281-290.

Heintjes, E., Berger, M. Y., Bierma-Zeinstra, S. M. A., Bernsen, R. M. D., Verhaar, J. a. N., & Koes, B. W. (2004). Pharmacotherapy for patellofemoral pain syndrome. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2004(3), CD003470. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003470.pub2>

Hutson, M. A. (1984). Medical implications of ultra marathon running: Observations on a six day track race. *British Journal of Sports Medicine*, 18(1), 44-45. <https://doi.org/10.1136/bjism.18.1.44>

Jones, B. Q., Covey, C. J., & Sineath, M. H. (2015). Nonsurgical Management of Knee Pain in Adults. *American Family Physician*, 92(10), 875-883.

Kaya, D., Citaker, S., Kerimoglu, U., Atay, O. A., Nyland, J., Callaghan, M., Yakut, Y., Yüksel, I., & Doral, M. N. (2011). Women with patellofemoral pain syndrome have quadriceps femoris volume and strength deficiency. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, 19(2), 242-247. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1290-2>

Kurt, E. E., Büyükturan, Ö., Erdem, H. R., Tuncay, F., & Sezgin, H. (2016). Short-term effects of kinesio tape on joint position sense, isokinetic measurements, and clinical parameters in patellofemoral pain syndrome. *Journal of Physical Therapy Science*,

28(7), 2034-2040. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2034>

Lankhorst, N. E., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & van Middelkoop, M. (2012). Risk factors for patellofemoral pain syndrome: A systematic review. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 42(2), 81-94. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3803>

Letafatkar, A., Rabiei, P., Farivar, N., & Alamouti, G. (2020). Long-term efficacy of conditioning training program combined with feedback on kinetics and kinematics in male runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(3), 429-441. <https://doi.org/10.1111/sms.13587>

Lewinson, R. T., Wiley, J. P., Humble, R. N., Worobets, J. T., & Stefanyshyn, D. J. (2015). Altering Knee Abduction Angular Impulse Using Wedged Insoles for Treatment of Patellofemoral Pain in Runners: A Six-Week Randomized Controlled Trial. *PLoS One*, 10(7), e0134461. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134461>

Lopes, A. D., Hespanhol Júnior, L. C., Yeung, S. S., & Costa, L. O. P. (2012). What are the main running-related musculoskeletal injuries? A Systematic Review. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 42(10), 891-905. <https://doi.org/10.1007/BF03262301>

Lun, V., Meeuwisse, W. H., Stergiou, P., & Stefanyshyn, D. (2004). Relation between running injury and static lower limb alignment in recreational runners. *British Journal of Sports Medicine*, 38(5), 576-580. <https://doi.org/10.1136/bjism.2003.005488>

Matthews, M., Rathleff, M. S., Claus, A., McPoil, T., Nee, R., Crossley, K., Kasza, J., Paul, S., Mellor, R., & Vicenzino, B. (2017). The Foot Orthoses versus Hip eXercises (FOHX) trial for patellofemoral pain: A protocol for a randomized clinical trial to determine if foot mobility is associated with better outcomes from foot orthoses. *Journal of Foot and Ankle Research*, 10, 5. <https://doi.org/10.1186/s13047-017-0186-5>

Milgrom, C., Finestone, A., Eldad, A., & Shlamkovitch, N. (1991). Patellofemoral pain caused by overactivity. A prospective study of risk factors in infantry recruits. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 73(7), 1041-1043.

Motealleh, A., Barzegar, A., & Abbasi, L. (2020). The immediate effect of lumbopelvic manipulation on knee pain, knee position sense, and balance in patients with patellofemoral pain: A randomized controlled trial. *Journal of Bodywork and*



- Movement Therapies*, 24(3), 71-77. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.01.006>
- Myer, G. D., Ford, K. R., Barber Foss, K. D., Goodman, A., Ceasar, A., Rauh, M. J., Divine, J. G., & Hewett, T. E. (2010). The incidence and potential pathomechanics of patellofemoral pain in female athletes. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 25(7), 700-707. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.04.001>
- Neal, B. S., Barton, C. J., Gallie, R., O'Halloran, P., & Morrissey, D. (2016). Runners with patellofemoral pain have altered biomechanics which targeted interventions can modify: A systematic review and meta-analysis. *Gait & Posture*, 45, 69-82. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.11.018>
- Neal, B. S., Lack, S. D., Lankhorst, N. E., Raye, A., Morrissey, D., & van Middelkoop, M. (2019). Risk factors for patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 53(5), 270-281. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098890>
- Pappas, E., & Wong-Tom, W. M. (2012). Prospective Predictors of Patellofemoral Pain Syndrome: A Systematic Review With Meta-analysis. *Sports Health*, 4(2), 115-120. <https://doi.org/10.1177/1941738111432097>
- Park, S.-K., & Stefanyshyn, D. J. (2011). Greater Q angle may not be a risk factor of patellofemoral pain syndrome. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 26(4), 392-396. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.11.015>
- Patel, D. R., & Villalobos, A. (2017). Evaluation and management of knee pain in young athletes: Overuse injuries of the knee. *Translational Pediatrics*, 6(3), 190-198. <https://doi.org/10.21037/tp.2017.04.05>
- Pihlajamäki, H. K., Kuikka, P.-I., Leppänen, V.-V., Kiuru, M. J., & Mattila, V. M. (2010). Reliability of clinical findings and magnetic resonance imaging for the diagnosis of chondromalacia patellae. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 92(4), 927-934. <https://doi.org/10.2106/JBJS.H.01527>
- Post, W. R., & Dye, S. F. (2017). Patellofemoral Pain: An Enigma Explained by Homeostasis and Common Sense. *American Journal of Orthopedics (Belle Mead, N.J.)*, 46(2), 92-100.

- R, T., J, A., & J, K. (1999). Patellofemoral pain syndrome: A review of current issues. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 28(4). <https://doi.org/10.2165/00007256-199928040-00003>
- Rathleff, M. S., Rathleff, C. R., Crossley, K. M., & Barton, C. J. (2014). Is hip strength a risk factor for patellofemoral pain? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(14), 1088. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093305>
- Roper, J. L., Doerfler, D., Kravitz, L., Dufek, J. S., & Mermier, C. (2017). Gait Retraining From Rearfoot Strike to Forefoot Strike does not change Running Economy. *International Journal of Sports Medicine*, 38(14), 1076-1082. <https://doi.org/10.1055/s-0043-110225>
- Roper, J. L., Harding, E. M., Doerfler, D., Dexter, J. G., Kravitz, L., Dufek, J. S., & Mermier, C. M. (2016). The effects of gait retraining in runners with patellofemoral pain: A randomized trial. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 35, 14-22. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2016.03.010>
- Rothermich, M. A., Glaviano, N. R., Li, J., & Hart, J. M. (2015). Patellofemoral pain: Epidemiology, pathophysiology, and treatment options. *Clinics in Sports Medicine*, 34(2), 313-327. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2014.12.011>
- Satterthwaite, P., Norton, R., Larmer, P., & Robinson, E. (1999). Risk factors for injuries and other health problems sustained in a marathon. *British Journal of Sports Medicine*, 33(1), 22-26. <https://doi.org/10.1136/bjism.33.1.22>
- Scheer, B. V., & Murray, A. (2011). Al Andalus Ultra Trail: An observation of medical interventions during a 219-km, 5-day ultramarathon stage race. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 21(5), 444-446. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e318225b0df>
- Schmitz, R. J., Shultz, S. J., & Nguyen, A.-D. (2009). Dynamic valgus alignment and functional strength in males and females during maturation. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 26-32. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.1.26>
- Smith, B. E., Selfe, J., Thacker, D., Hendrick, P., Bateman, M., Moffatt, F., Rathleff, M.

- S., Smith, T. O., & Logan, P. (2018). Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *PloS One*, *13*(1), e0190892. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0190892>
- Taunton, J. E., Ryan, M. B., Clement, D. B., McKenzie, D. C., Lloyd-Smith, D. R., & Zumbo, B. D. (2002). A retrospective case-control analysis of 2002 running injuries. *British Journal of Sports Medicine*, *36*(2), 95-101. <https://doi.org/10.1136/bjism.36.2.95>
- van der Heijden, R. A., Lankhorst, N. E., van Linschoten, R., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & van Middelkoop, M. (2015). Exercise for treating patellofemoral pain syndrome. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *1*, CD010387. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010387.pub2>
- van Gent, R. N., Siem, D., van Middelkoop, M., van Os, A. G., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Koes, B. W. (2007). Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, *41*(8), 469-480; discussion 480. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033548>
- Van Middelkoop, M., Kolkman, J., Van Ochten, J., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Koes, B. W. (2008). Risk factors for lower extremity injuries among male marathon runners. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *18*(6), 691-697. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2007.00768.x>
- Videbæk, S., Bueno, A. M., Nielsen, R. O., & Rasmussen, S. (2015). Incidence of Running-Related Injuries Per 1000 h of running in Different Types of Runners: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *45*(7), 1017-1026. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0333-8>
- Wiese-Bjornstal, D. M. (2010). Psychology and socioculture affect injury risk, response, and recovery in high-intensity athletes: A consensus statement. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, *20 Suppl 2*, 103-111. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01195.x>
- Witvrouw, E., Callaghan, M. J., Stefanik, J. J., Noehren, B., Bazett-Jones, D. M., Willson, J. D., Earl-Boehm, J. E., Davis, I. S., Powers, C. M., McConnell, J., & Crossley, K. M. (2014). Patellofemoral pain: Consensus statement from the 3rd International

Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. *British Journal of Sports Medicine*, 48(6), 411-414. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-093450>

Zago, J., Amatuzzi, F., Rondinel, T., & Matheus, J. P. (2020). Osteopathic Manipulative Treatment Versus Exercise Program in Runners With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Sport Rehabilitation*, 30(4), 609-618. <https://doi.org/10.1123/jsr.2020-0108>

## 10. ANEXOS

## 10.1. Escala PEDro

## Escala PEDro-Español

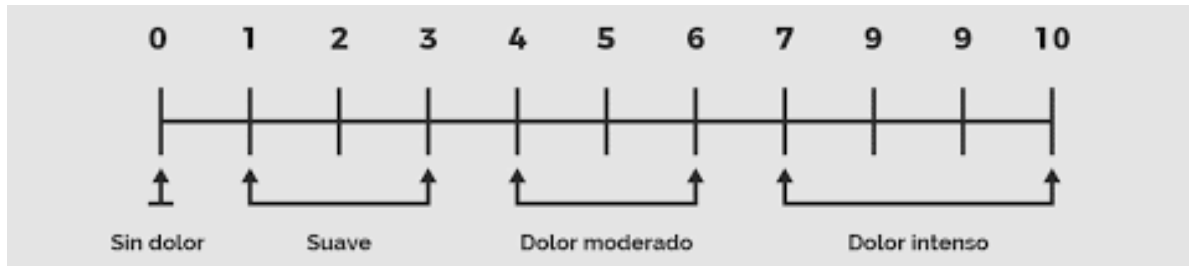
1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/> si <input type="checkbox"/> donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/>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

La escala PEDro está basada en la lista Delphi desarrollada por Verhagen y colaboradores en el Departamento de Epidemiología, Universidad de Maastricht (*Verhagen AP et al (1998). The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomised clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. Journal of Clinical Epidemiology, 51(12):1235-41*). En su mayor parte, la lista está basada en el consenso de expertos y no en datos empíricos. Dos ítems que no formaban parte de la lista Delphi han sido incluidos en la escala PEDro (ítems 8 y 10). Conforme se obtengan más datos empíricos, será posible "ponderar" los ítems de la escala, de modo que la puntuación en la escala PEDro refleje la importancia de cada ítem individual en la escala.

El propósito de la escala PEDro es ayudar a los usuarios de la bases de datos PEDro a identificar con rapidez cuales de los ensayos clínicos aleatorios (ej. RCTs o CCTs) pueden tener suficiente validez interna (criterios 2-9) y suficiente información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables (criterios 10-11). Un criterio adicional (criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("generalizabilidad" o "aplicabilidad" del ensayo) ha sido retenido de forma que la lista Delphi esté completa, pero este criterio no se utilizará para el cálculo de la puntuación de la escala PEDro reportada en el sitio web de PEDro.

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

## 10.2. Escala EVA



## 10.3. Escala KOOS

Formulario KOOS

SEROD

**Instrucciones:** Esta encuesta recoge su opinión sobre su rodilla intervenida o lesionada. La información que nos proporcione, servirá para saber como se encuentra y la capacidad para realizar diferentes actividades.

Responda a cada pregunta marcando la casilla apropiada y solo una casilla por pregunta. En caso de duda. Señale siempre la respuesta que mejor refleja su situación.

**Síntomas**

Responda a estas preguntas considerando los síntomas que ha notado en la rodilla durante la última semana.

**S1.** ¿Se le hincha la rodilla?

Nunca	Rara vez	A veces	Frecuentemente	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**S2.** ¿Siente crujidos, chasquidos u otro tipo de ruidos cuando mueve la rodilla?

Nunca	Rara vez	A veces	Frecuentemente	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**S3.** Al moverse, ¿siente que la rodilla falla o se bloquea?

Nunca	Rara vez	A veces	Frecuentemente	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**S4.** ¿Puede estirar completamente la rodilla?

Siempre	Frecuentemente	A veces	Rara vez	Nunca
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**S5.** ¿Puede doblar completamente la rodilla?

Siempre	Frecuentemente	A veces	Rara vez	Nunca
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Rigidez articular**

La rigidez o entumecimiento es una sensación de limitación o lentitud en el movimiento de la rodilla. Las siguientes preguntas indagan el grado de rigidez que ha experimentado, en la rodilla, durante la última semana.

**S6.** ¿Cuál es el grado de rigidez de su rodilla al levantarse por la mañana?

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**S7.** ¿Cuál es el grado de rigidez de la rodilla después de estar sentado, recostado o descansando?

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Dolor**

**P1.** ¿Con qué frecuencia ha tenido dolor en su rodilla?

Nunca	Mensual	Semanal	Diario	Continuo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**¿Cuánto dolor ha tenido en la rodilla en la última semana al realizar las siguientes actividades?**

**P2.** Girar o pivotar sobre su rodilla

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**P3.** Estirar completamente la rodilla

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**P4.** Doblar completamente la rodilla

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**P5.** Al caminar, sobre una superficie plana

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**P6.** Al subir o bajar escaleras

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**P7.** Por la noche, en la cama

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**P8.** Al estar sentado o recostado

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**P9.** Al estar de pie

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Actividades cotidianas**

Las siguientes preguntas indagan sobre sus actividades físicas, es decir, su capacidad para moverse y valerse por sí mismo.

Para cada una de las actividades mencionadas a continuación, indique el grado de dificultad experimentado en la última semana a causa de su rodilla.

**A1.** Al bajar escaleras

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



**A2. Al subir escaleras**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A3. Al levantarse de una silla o sillón**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A4. Al estar de pie**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A5. Al agacharse o recoger algo del suelo**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A6. Al caminar, sobre una superficie plana**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A7. Al subir o bajar del coche**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A8. Al ir de compras**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A9. Al ponerse los calcetines o las medias**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A10. Al levantarse de la cama**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A11. Al quitarse los calcetines o las medias**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A12. Estando acostado, al dar la vuelta en la cama o cuando mantiene la rodilla en una posición fija**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A13. Al entrar o salir de la bañera**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A14. Al estar sentado**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A15. Al sentarse o levantarse del inodoro**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A16. Realizando trabajos pesados de la casa (mover objetos pesados, lavar el suelo, etc)**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**A17. Realizando trabajos ligeros de la casa (cocinar, barrer, etc)**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Función, actividades deportivas y recreacionales**

Las siguientes preguntas indagan sobre su función al realizar actividades que requieran un mayor nivel de esfuerzo. Las preguntas deben responderse pensando en el grado de dificultad experimentado con su rodilla, en la última semana.

**SP1. Ponerse en cuclillas**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**SP2. Correr**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**SP3. Saltar**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**SP4. Girar o pivotar sobre la rodilla afectada**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**SP5. Arrodillarse**

No tengo	Leve	Moderado	Intenso	Muy intenso
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Calidad de vida**

**Q1. ¿Con qué frecuencia es consciente del problema de su rodilla?**

Nunca	Mensualmente	Semanalmente	A diario	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Q2. ¿Ha modificado su estilo de vida para evitar actividades que puedan lesionar su rodilla?**

No	Levemente	Moderadamente	Drásticamente	Totalmente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Q3.** ¿En qué medida está preocupado por la falta de seguridad en su rodilla?

Nunca	Levemente	Moderadamente	Mucho	Excesivamente
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Q4.** En general, ¿cuántas dificultades le crea su rodilla?

Ninguna	Algunas	Pocas	Muchas	Todas
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Muchas gracias por contestar a todas las preguntas de este cuestionario**