

Abordajes fisioterapéuticos del dolor patelofemoral en corredores

Physiotherapeutic approaches to patellofemoral pain in runners

Filiación:

¹Fisioterapeuta independiente, BTL Medical, San José, Costa Rica.

²Fisioterapeuta independiente, Fisiolution, Cartago, Costa Rica.

³Universidad Santa Paula, San José, Costa Rica.

Correspondencia: ✉ Jose Daniel Quirós-Lynch, correo electrónico: dqlynch@icloud.com

Financiamiento: ninguno.

Conflictos de Interés: los autores declaran que este artículo es original y se basa en la Tesis de Grado de su misma autoría: "El abordaje fisioterapéutico del dolor patelofemoral en corredores del Gran Área Metropolitana, 2022", presentada en la Universidad Santa Paula, Costa Rica.

Forma de citar: Quirós-Lynch JD, Ramírez-Cambronero VM, Castro-Mora LM, García-Marín A. Abordajes fisioterapéuticos del dolor patelofemoral en corredores. Rev Ter [Internet]. 2024;18(2): 41-57.

Abreviaturas: CCC, cadena cinética cerrada; EVA, escala visual analógica; FSS, caer con el antepié; PFP, dolor patelofemoral (por sus siglas en inglés); PFPS, síndrome de dolor patelofemoral (por sus siglas en inglés); RM, repetición máxima; SR10%, aumentar la cadencia en 10%; VCI, instrucción de control de valgo (por sus siglas en inglés); VL, vasto lateral; VMO, vasto medial oblicuo.

Fecha de envío: 16 de febrero del 2024.

Fecha de aceptación: 10 de junio del 2024.

Jose Daniel Quirós-Lynch¹✉, Verónica María Ramírez-Cambronero², Luz Marina Castro-Mora³, Anthony García-Marín³.

Resumen

Introducción: el dolor patelofemoral es una condición musculoesquelética común y crónica manifestada como dolor alrededor o detrás de la rótula durante actividades que implican carga en esta articulación. Tiene alta prevalencia en individuos físicamente activos, principalmente corredores. No hay suficiente evidencia sobre los abordajes fisioterapéuticos más efectivos ni enfocados en corredores. Se realiza este artículo de revisión con el fin de analizar los abordajes fisioterapéuticos del dolor patelofemoral en corredores para aportar a un protocolo clínico de rehabilitación. **Metodología:** estudio bibliográfico tipo monografía, basado en artículos publicados en Pubmed, EBSCOhost, SCiELO, Google Académico y PEDro, en inglés y español, de no más de 20 años de publicados, utilizando descriptores relacionados con biomecánica, causas y abordaje fisioterapéutico del dolor patelofemoral en corredores. Se utilizaron 44 artículos, dentro de los que destacan metaanálisis, revisiones sistemáticas y ensayos clínicos aleatorizados y controlados. **Resultados:** las alteraciones biomecánicas en miembros inferiores son la principal causa del dolor patelofemoral. Algunas pautas clínicas incluyen ejercicio terapéutico, reeducación del gesto de carrera y tratamientos complementarios, siendo el ejercicio el más respaldado por la evidencia. Es indispensable incluir ejercicios combinados para musculatura rotadora externa, abductora de cadera y cuádriceps – sin enfocarse excesivamente en la activación selectiva del músculo vasto medial oblicuo – junto con el reentrenamiento de carrera técnica. Los tratamientos complementarios abarcan entrenamiento neuromuscular, vendaje y órtesis; de estos, la evidencia no respalda su uso como tratamiento de elección o principal. **Conclusiones:** el tratamiento de dolor patelofemoral en corredores debe incluir ejercicio terapéutico, reentrenamiento del gesto deportivo y tratamientos complementarios. El ejercicio terapéutico es la intervención esencial y de primera elección.

Palabras clave: dolor patelofemoral, síndrome de dolor patelofemoral, dolor anterior de rodilla, rehabilitación, fisioterapia, ejercicios terapéuticos.

Abstract

Introduction: patellofemoral pain is a common and chronic musculoskeletal condition, manifested as pain around or behind the patella during activities involving load in this joint. It is prominent in physically active individuals, mainly in runners. There is not enough evidence on the most effective or focused physiotherapeutic approaches for runners. This review article is carried out to analyze the physiotherapeutic approaches of patellofemoral pain in runners in order to create a clinical rehabilitation protocol. **Methodology:** monograph-type bibliographic, based on articles published in Pubmed, EBSCOhost, SCiELO, Google Scholar and PEDro; in english and Spanish, with no more than 20 years of having been published, related to biomechanics, causes, and physiotherapeutic approach to patellofemoral pain in runners. Forty-four articles were used, including meta-analyses, systematic reviews, and randomized controlled clinical trials. **Results:** biomechanical alterations in lower limbs are the main cause of patellofemoral pain. Some clinical guidelines include therapeutic exercise, running gesture re-education and adjunctive treatments, with exercise being the most supported by evidence. It is essential to include both combined exercises for the external rotator, hip abductor and quadriceps muscles - without focusing excessively on the selective activation of the Vastus Medialis Oblique muscle - along with technical running retraining. Complementary treatments include neuromuscular training, taping, and orthoses. Of these, evidence does not support its use as the treatment of choice or the main one. **Conclusions:** treatment of patellofemoral pain in runners should include therapeutic exercise, retraining of the sporting gesture and adjunctive treatments. Therapeutic exercise remains the essential and first choice intervention.

Keywords: Patellofemoral pain, Patellofemoral pain syndrome, anterior knee pain, rehabilitation, physiotherapy, therapeutic exercise.

Introducción

El Síndrome de Dolor Patelofemoral (PFPS, por sus siglas en inglés) o Dolor Patelofemoral (PFP, por sus siglas en inglés), es una deficiencia musculoesquelética de rodilla que ha sido estudiada y definida por múltiples autores. Es uno de los trastornos más frecuentes de rodilla con una tasa de incidencia del 25-40% de todos los casos de dolor anterior de rodilla¹. Se caracteriza por síntomas retropatelares o peripatelares difusos durante las actividades que cargan la rodilla durante la flexión, como correr, bajar escaleras o ponerse en cuclillas².

Este trastorno musculoesquelético tiene su prevalencia en individuos físicamente activos con una recurrencia de dolor muy alta³. Es una de las afecciones musculoesqueléticas más frecuentes en

corredores con una incidencia de entre el 3 al 25% de todas las lesiones en corredores^{4,5}.

La causa del PFP es multifactorial, sin embargo, en corredores es importante conocer el gesto deportivo para entender la relación de la biomecánica con la predisposición que tienen de padecer esta condición.

Con los avances de la ciencia se ha descubierto el dolor patelofemoral, sin embargo, no existe claridad sobre los abordajes fisioterapéuticos más efectivos, ni hay evidencia suficiente del abordaje del dolor patelofemoral en corredores. Históricamente el tratamiento de pacientes con PFPS ha incluido distintas modalidades de tratamiento. Estas han incluido fortalecimiento, estiramiento, entrenamiento de biorretroalimentación, vendajes, aparatos ortopédicos, ortesis, farmacoterapia y

cirugía; sin embargo, la evidencia no concluyente ha impedido definir un protocolo eficaz del abordaje fisioterapéutico⁶.

Actualmente, el tratamiento integral se enfoca, y destaca la importancia del ejercicio terapéutico, especialmente el fortalecimiento de la musculatura de la rodilla y la cadera. A pesar de esto, aún existe cierta incertidumbre sobre cuales modalidades son las más apropiadas en el tratamiento de PFP.

Metodología

Se llevó a cabo un estudio descriptivo de revisión bibliográfica basado en artículos publicados en

Pubmed, EBSCOhost, SCiELO, Google Académico y PEDro, en inglés y español, de no más de 20 años de publicados, utilizando descriptores relacionados con biomecánica, causas y abordaje fisioterapéutico del dolor patelofemoral en corredores.

Según el nivel de evidencia de Sackett, los artículos utilizados corresponden a: 27 de nivel 1 (61,36%), 3 de nivel 2 (6,81%), 6 de nivel 3 (13,63%) y 8 de nivel 4 (18,18%). La figura 1 resume el proceso de búsqueda, selección y elegibilidad de estudios, así como los criterios de elegibilidad.

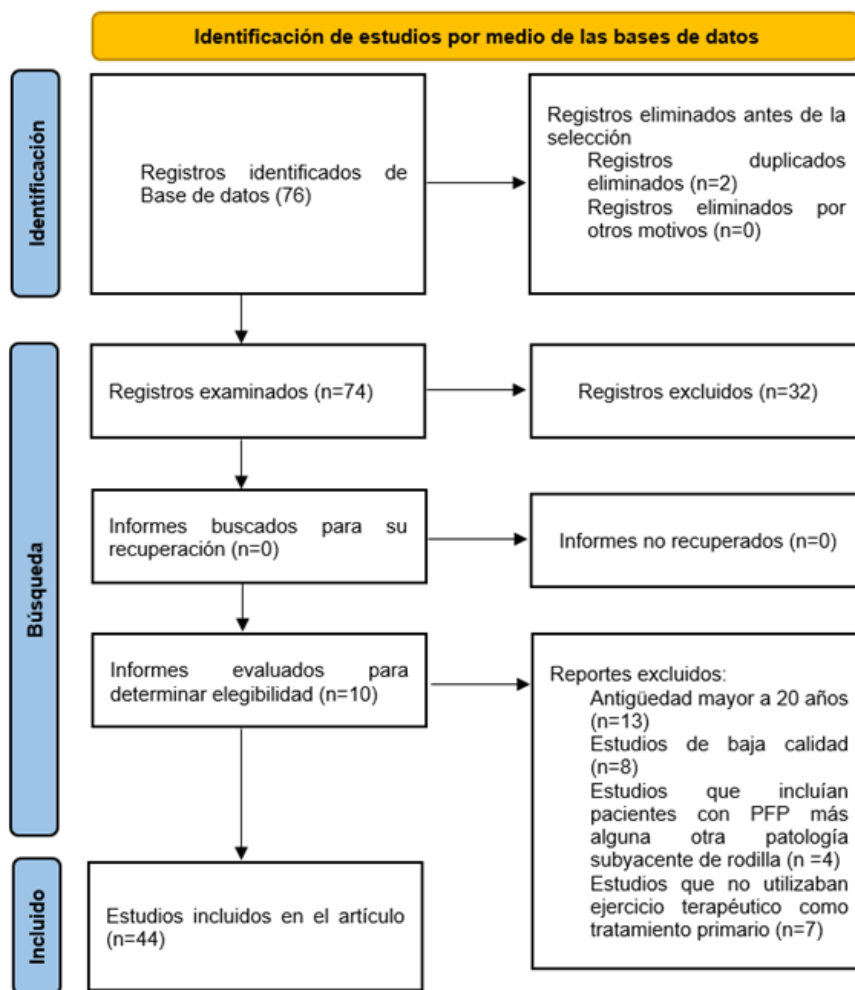


Figura 1. Diagrama PRISMA

Fuente: elaboración propia. 2024.

Resultados y discusión

Biomecánica de la articulación patelofemoral

Es importante mencionar que el área de contacto patelar no es uniforme en todo el rango de movimiento que la patela soporta cargas de entre 0,5 a 9,7 veces mayores al peso corporal, y en algunos deportes, hasta 20 veces el peso corporal^{7,8}.

La rótula tiene su área de contacto más grande con la tróclea a partir de la flexión media comenzando a los 60°⁸⁻¹¹. La presión de contacto patelofemoral alcanza su pico a los 60 a 90° de flexión, después, conforme continúa aumentando la flexión – $\geq 120^\circ$ – la presión descende^{7,11}. Esto se debe a que con el aumento de la flexión de rodilla, el área de contacto con el tendón cuadriceps aumenta, al flexionar la rodilla alrededor de los 45 grados, la fuerza dentro del tendón cuadriceps es mayor que la del rotuliano⁷. Lo anteriormente mencionada resulta importante a la hora de la prescripción del ejercicio, ya que permite comprender la distribución de cargas en la articulación patelofemoral.

Asu vez, resulta necesario conocer el movimiento artrokinemático normal de la rótula, para identificar alguna posible alteración. El deslizamiento superior de la patela se produce durante la extensión tibiofemoral cuando el cuádriceps se contrae creando un tirón superior sobre la rótula. Un deslizamiento inferior es la flexión rotuliana y ocurre junto con la flexión tibiofemoral. También, el deslizamiento lateral y medial se produce como traslaciones en el plano frontal que se corresponden con el movimiento tibiofemoral¹².

Haber analizado las cargas implicadas en la articulación patelofemoral resulta esencial debido a que precisamente los corredores presentan un gran estrés por la fuerza recibida desde el suelo al momento del contacto inicial. Además de esto, al

realizar el contacto inicial en el ciclo de la carrera se ocasiona una leve flexión de la rodilla para poder amortiguar las cargas y generar una futura propulsión, y justamente esta leve flexión es donde existe mayor tensión articular en la parte anterior de la rodilla.

Biomecánica del gesto de la carrera

En el ciclo de la carrera hay dos periodos donde ninguno de los pies está en contacto con el suelo, a estos dos periodos se les conoce como la fase de vuelo. Al ocurrir una fase de vuelo existe una menor duración de la fase de apoyo y un incremento en la fase de balanceo. La fase de apoyo (tiempo que cada pie permanece en el suelo) fue del 62% al caminar, del 31% al correr y del 22% al correr a toda velocidad¹³.

Al haber una mayor flexión de rodilla durante la carrera ocurren cambios importantes en la musculatura de esta, sobre todo en el cuádriceps. Durante la carrera, el cuádriceps se activa en el último 20% de la fase de oscilación y permanece activo durante aproximadamente el primer 50% de la fase de apoyo. Durante la carrera a toda velocidad, está activo durante aproximadamente el primer 80% de la fase de apoyo y los últimos 50 a 60% de la fase de balanceo¹³. Además, como resultado de la triple flexión de los miembros inferiores el centro de gravedad del cuerpo tiende a disminuir. Esto ocurre con el fin de impulsar con mayor fuerza el cuerpo y que éste gane mayor velocidad¹⁴.

El ciclo de la carrera se puede dividir en tres fases, las cuales son: fase de apoyo, fase de balanceo y fase de vuelo. Estas fases, a su vez, cuentan con sub-fases, las cuales se discutirán a continuación.

Según Dugan et al¹⁵ la fase de apoyo está dividida en tres fases:

1. Choque de talón a pie plano: en esta primera sub-fase la parte lateral del talón contacta con el suelo con el pie en una leve supinación, y ocurre a medida que la pierna se aproxima la línea media. La pronación ocurre producto de la poca plantiflexión que el tobillo realiza en la carrera, ya que realiza dorsiflexión. La absorción de las fuerzas es fundamental y existen tres mecanismos por los cuales se puede dar, estos son: contracción muscular excéntrica, compresión del cartílago articular y el movimiento articular. Además, la triple flexión de las articulaciones de los miembros inferiores ayuda a disipar la fuerza de impacto. "La fuerza de reacción vertical del suelo puede alcanzar una magnitud de 2.2 veces el peso corporal después del contacto del talón al correr, en comparación con 1.1 veces el peso corporal durante la marcha"¹⁵.
2. Pie plano a despegue del talón: la dorsiflexión incrementa significativamente a 20° en esta fase, esta ocurre en cadena cinética cerrada. Esta pronación es controlada por el tríceps sural y por el tibial posterior. A medida que la extremidad opuesta avanza, ocurre la rotación pélvica y resulta en un torque de rotación externa de la extremidad en apoyo. La rotación externa de la tibia provoca la inversión en el calcáneo con la subsiguiente supinación del pie¹⁵. El comienzo de la supinación marca la finalización de esta fase.
3. Despegue del talón a despegue de los dedos: La supinación inicia el despegue del talón y se mantiene hasta el final de esta fase. Posterior a esto ocurre una plantiflexión por activación concéntrica del tríceps sural, lo cual comienza a generar la propulsión.

Esta plantiflexión trabaja en conjunto con la musculatura intrínseca del pie para mantenerlo rígido. Dugan et al menciona,

La fuerza máxima de reacción ocurre cuando el pie se impulsa fuera del suelo y empuja el cuerpo hacia adelante. La magnitud de la fuerza de reacción vertical en el suelo puede alcanzar 2.8 veces el peso corporal al correr, en comparación con 1.3 veces el peso corporal al caminar¹⁵.

Es importante mencionar que durante la primera mitad de la fase de apoyo el tobillo genera pronación, esto con el fin de recibir y propagar las fuerzas; mientras que la otra mitad consta de supinación, la cual genera la propulsión.

La fase de balanceo está dividida en dos fases.

1. Balanceo inicial: al finalizar el despegue de los dedos el cuerpo se ve impulsado hacia la primera fase de vuelo. En esta fase los abductores de cadera están activos para mantener estable la pelvis.
2. Balanceo final o terminal: al mismo tiempo que la extremidad contraria termina el despegue de los dedos, la segunda fase de vuelo ocurre. En este momento la pierna que se encuentra en balanceo se prepara para contactar el suelo. Una vez en este punto la flexión de cadera termina y comienza la extensión por parte del glúteo mayor e isquiotibiales. La extensión terminal de rodilla ocurre rápidamente por contracción del recto femoral. Al estar en extensión, la cadera se aduce para preparar al pie para recibir el impacto¹⁵.

El tríceps sural y tibial anterior comienzan a contraerse para aceptar la caída y absorber la fuerza generada. Esto marca el fin del ciclo de la carrera y

puede comenzar un nuevo ciclo con el choque de talón.

Causas del Síndrome de Dolor Patelofemoral en corredores

Las alteraciones biomecánicas en los miembros inferiores son la principal causa del dolor patelofemoral^{2,16}. Es por esto por lo que resulta fundamental comprender las posibles alteraciones biomecánicas que presentan los corredores con dolor patelofemoral, para así poder realizar el mejor tratamiento.

Como las principales alteraciones del PFPS en corredores se encontraron las siguientes^{4,5,17,18,19,20}:

Mayor eversión del retropié

Durante la fase de pie plano a despegue de talón, el tríceps sural, junto al tibial posterior son los encargados de controlar la pronación ocasionada por la eversión del retropié por medio de una contracción excéntrica. En el estudio de Neal⁴ se identificó que los corredores con PFP tienen una mayor activación de soleo. Esto quiere decir que al haber un momento de eversión por encima del máximo se produce un momento pronador mayor.

Este hallazgo es muy relevante porque al haber una mayor pronación, existe una mayor rotación externa de la tibia y una mayor rotación interna del fémur, lo cual puede conllevar a padecer dolor patelofemoral por el seguimiento inadecuado de la patela sobre el surco.

Mayor rotación externa de rodilla

“La cinemática al correr indicó un aumento significativo en la rotación externa de la rodilla en el momento de máxima extensión en individuos con PFP”¹⁸. Esta rotación de la rodilla resulta en un incremento del Ángulo Q, lo cual genera un

mayor estrés en la articulación patelofemoral por el aumento del área de contacto.

Debilidad de la musculatura de los miembros inferiores:

La evidencia de cuatro estudios de alta calidad indica una asociación entre el PFP y un aumento en la caída pélvica contralateral máxima⁴. Esto se sustenta por medio de una electromiografía donde en los resultados se observó que las mujeres que padecen de PFP tienen una activación menos fuerte y con menor duración del Glúteo Medio, el cual es el abductor de cadera primario⁴.

La mayor implicación de una menor activación por parte del Glúteo Medio es que al momento del choque de talón se produce una mayor fuerza en aducción, lo cual genera una fuerza en valgo forzada, esto sucede por la incapacidad del Glúteo Medio de estabilizar la pelvis y brindarle su momento de abducción.

A su vez, la pelvis contralateral a la pierna en fase de apoyo tiende a descenderse por medio de una compensación que realiza el cuerpo, para tratar de brindar estabilidad a la pelvis por la falta de activación y fuerza del Glúteo Medio. Esta compensación se describe como una flexión lateral del tronco hacia la extremidad que se encuentra en el suelo – fase de apoyo – y una elevación de pelvis contralateral¹⁷.

Los corredores con dolor patelofemoral inician su ciclo de carrera en una postura “fatigada”, la cual es usual de notar en corredores sanos con el pasar de los kilómetros. Esta postura implica mayor flexión de cadera, incrementar el tiempo de la fase de apoyo, flexión de tronco y anteversión pélvica^{4,17}. Estas declaraciones sugieren que las personas buscan disminuir el estrés en la articulación patelofemoral por medio de compensaciones para lograr terminar la carrera.

Por otro lado, resulta sumamente importante mencionar la sinergia muscular que ocurre entre el cuádriceps, en especial el Vasto Medial Oblicuo (VMO), con el Glúteo Medio, ya que este es el encargado de darle estabilidad a la cadera y a la rodilla, evitando un valgo dinámico¹⁶. Para fundamentar esto, se encontró que al realizar una sentadilla monopodal se da una activación casi que simultánea entre el Glúteo Medio y el grupo de los vastos²¹.

Debilidad y activación tardía del VMO

Se plantea que la desalineación de la patela sobre el surco del fémur puede deberse a que las fuerzas ejercidas por los músculos extensores de rodilla se encuentran en desproporción, en específico las del VMO y Vasto Lateral (VL), los cuales son potentes estabilizadores dinámicos de la patela. Las fuerzas ejercidas por el VMO y el VL deben de estar proporcionadas en una relación 1:1 idealmente²².

Esta relación describe como los músculos deben ejercer la misma cantidad de fuerza a la hora de estabilizar la patela durante la extensión dinámica de la rodilla. Cuando esta relación sufre una perturbación, por ejemplo 1:2, donde el VL está más activo que el VMO, la patela tiende a lateralizarse creando así una mala alineación.

El VMO, por la orientación de sus fibras oblicuas, se inserta en la cara medial de la patela, actuando activamente de la estabilización de esta. El VMO se activa en los rangos finales de extensión dinámica de rodilla traccionando la patela²³. Por ende, el VL posee mayor participación al activarse primero. Este desbalance muscular desfavorece a los corredores con PFP porque se requiere una activación conjunta de estos músculos para poder brindar la mayor estabilidad a la articulación patelofemoral. Si esta

no ocurre como se debe la patela se desvía de su surco y aparece la sintomatología cuando se realizan actividades de carga.

Los movimientos osteokinemáticos anteriormente mencionados ocurren, pero en menor medida, de manera fisiológica en el ciclo de la carrera, tal y como se vio en el apartado de biomecánica en corredores.

Abordajes fisioterapéuticos del SPF en corredores

Ejercicio terapéutico

El ejercicio terapéutico es la intervención preferida para el dolor patelofemoral, con el mayor cuerpo de evidencia respaldando su uso para mejorar el dolor y la función en el corto, medio y largo plazo²⁴. Es recomendado el ejercicio dirigido a la cadera y musculatura de rodilla como clave esencial en el tratamiento de pacientes con dolor patelofemoral, preferiblemente cuando se utilizan en combinación para mayor beneficio^{1,3,6,24,25,26}.

Es importante reconocer la relevancia de la musculatura de cadera por la sinergia que tiene para estabilizar la articulación junto con los extensores de rodilla. Los músculos de la cadera – abductores y rotadores laterales – son esenciales para la estabilización pélvica y de rodilla durante la ambulación. Son músculos que actúan de manera sinérgica en el control excéntrico de aducción de cadera y en movimientos de rotación interna. Es por lo que su debilidad puede causar excesiva aducción femoral y al aumento de fuerza lateral en la patela, lo que produce un incremento en la desalineación en la articulación¹.

Además, los rotadores externos, junto con los abductores de la cadera, son parte fundamental en el ciclo de la carrera porque actúan estabilizando la

pelvis. Resulta indispensable fomentar la resistencia a la fatiga de estos músculos, para prevenir una caída pélvica o momentos de aducción mayores, ya que esto fomentaría el desarrollo de PFP.

En la Tabla 1 se proponen algunos de los ejercicios de cadera que, según estudios, prueban

un efectivo alivio del dolor, y mejor función de la articulación.

Si bien es necesario trabajar la musculatura de cadera, no se puede dejar de lado el fortalecimiento general del cuádriceps ante alguna disfunción de rodilla por su importante papel en la estabilización dinámica de la rodilla (Tabla 2).

Tabla 1. Ejemplos de ejercicios de cadera

Grupo muscular	Ejercicio
Abductores de cadera	Abducción isométrica de cadera
	Abducción de cadera a 90° en decúbito lateral o <i>clamshell</i> – con o sin resistencia –
	Abducción de cadera con banda elástica de pie
	Abducción de cadera en decúbito lateral con la pierna extendida
	Abducción de cadera con peso y en decúbito lateral
	Abductor de cadera aislado – en sedestación – con rodilla flexionada a 90°
	<i>Pelvic drop</i> o caída pélvica de pie
Rotadores externos de cadera	Pasos laterales con banda elástica
	Rotación lateral en decúbito lateral – con resistencia –
	Rotación lateral en decúbito prono – con resistencia –
	Rotación lateral de la cadera con banda elástica en sedente
Extensores de cadera	Rotación lateral en bipedestación
	Extensión de cadera de pie con banda elástica
	Extensión de cadera en decúbito lateral
	Extensión de cadera en decúbito prono
	Extensión de cadera en 4 apoyos
	Peso muerto con una sola pierna
	Puente unilateral
Puente bilateral – con banda de resistencia en rodillas	
<i>Hip thrust</i>	

Fuente: Elaboración propia a partir de Fukuda et al³, Irish et al²², Rogan et al²⁵, Alammari et al¹, 2024.

Tabla 2. Ejemplos de ejercicios de rodilla

Grupo muscular	Ejercicio
Cadena Cinemática Abierta	Isométricos del cuádriceps Short arc cuad (cuad de arco corto) Elevación de pierna estirada en supino Extensión terminal de rodilla en prono – desde 100° de flexión a máxima extensión – Extensión terminal de rodilla en sedente Prensa de piernas
Cadena Cinemática Cerrada	Extensión terminal de rodilla en posición de bipedestación Sentadilla sumo Sentadilla en pared a 45° – sosteniendo isométricamente en 45° – Sentadilla unilateral en pared a 45° – sosteniendo isométricamente en 45° – Sentadillas de 0° a 45° – sosteniendo isométricamente en 45° – Sentadillas de 0° a 45° con peso – sosteniendo isométricamente en 45° – Sentadillas de 0° a 45° con peso Sentadillas con banda elástica en rodillas – creando abducción – Sentadillas convencionales Sentadilla monopodal Step up hacia adelante o de lado Desplante hacia adelante Step downs

Fuente: Elaboración propia a partir de Collins et al²⁴, Fukuda et al³, Irish et al²², Alammari et al¹, 2024.

Actualmente, se reconoce la prioridad y superioridad en los ejercicios de fuerza de cadera y rodilla con respecto al ejercicio selectivo de activación y fortalecimiento del músculo VMO. Por esta razón, se recomienda no enfocarse excesivamente en la activación selectiva del músculo VMO^{6,27}.

Sin embargo, parece importante incluir ejercicios de activación y fortalecimiento del VMO ante la existencia de inhibición o desequilibrio muscular para lograr la adecuada activación del músculo. El VMO es el primer músculo se atrofia e inhibe en las lesiones de rodilla²⁸. Lograr una correcta activación es indispensable ya que este músculo juega un papel importante a la hora de estabilización dinámica de la rótula y a una adecuada alineación articular^{22,23,29}.

Para los ejercicios que buscan la activación del músculo VMO, existe evidencia basada en electromiografías que permiten demostrar en que movimientos hay mayor activación, como se

mencionan en la Tabla 3.

La dosis del ejercicio terapéutico se recomienda de la siguiente manera:

Frecuencia: según estudios la frecuencia de entrenamiento sería de 3 veces por semana, con una duración de 8 a 12 semanas^{1,3,6,22,26,27,30}.

Volumen: se recomienda realizar series altas – 3 a 4 series – con repeticiones altas – 15 a 30 – y preferiblemente realizar más de 6 ejercicios en el programa. También, la bicicleta estacionaria puede ser una opción aeróbica para iniciar el programa de ejercicios^{30,31}.

Intensidad: una revisión sistemática y metaanálisis²⁵ muestra algunas pautas para la intensidad: 70% de una repetición máxima (1RM); resistencia elástica que permita completar las repeticiones con buena técnica; dolor no mayor a 3/10 sobre EVA; progresar cada 2 semanas.

Tabla 3. Ejemplos de ejercicios para VMO

Objetivo	Ejercicio
Facilitación Neuromuscular Propioceptiva	Extensión – Aducción – Rotación Externa de cadera con carga.
Ejercicios de activación para el VMO	Cuad de arco corto con rotación externa Aducción de cadera Rotación medial de la tibia Sentadilla monopodal Sentadilla en pared a 45° – sosteniendo isométricamente en 45° – Sentadilla unilateral en pared a 45° – sosteniendo isométricamente en 45° – Sentadillas de 0° a 45° – sosteniendo isométricamente en 45° – Sentadillas de 0° a 45° con peso – sosteniendo isométricamente en 45° – Sentadillas de 0° a 45° con peso Desplante estático a 45°

Fuente: Elaboración propia a partir de Muyor et al²¹, Kumar et al²³, Syme et al²⁷, Lotfi et al²⁸ y Singh et al²⁹, 2024.

Reeducación del gesto de carrera

El reentrenamiento de la carrera pretende analizar y corregir las alteraciones biomecánicas y neuromusculares que los corredores con PFP presentan. Por esta razón se indicarán dos principales técnicas que han mostrado efectividad en la corrección de la carrera y se describen a continuación.

La primera es caer con el antepié (FFS por sus siglas en inglés), se les indica a los pacientes que impacten primero con sus metatarsos, en vez de caer con el talón^{32,33,34}.

La segunda es Aumentar la cadencia en 10% (SR10%), la cadencia se determina visualmente al contar cuantas veces un pie contacta el suelo en treinta segundos y luego se multiplica por cuatro. Para lograr una cadencia del 10% por encima de la cadencia normal se les reproduce a los pacientes un metrónomo digital que dicta el ritmo al que deben de correr^{32,33,34}.

Se demostró que ambas técnicas de reeducación son efectivas y seguras para aliviar el dolor y mejorar la funcionalidad de la rodilla en corredores con PFP.

Tratamientos complementarios

Entrenamiento Neuromuscular

El entrenamiento neuromuscular es un protocolo en fisioterapia centrado en el control motor, que incluye entrenamiento de fuerza muscular, equilibrio y propiocepción^{5,35}. Los ejercicios deben ser dinámicos y desafiantes, de modo que estimulen el sentido propioceptivo y así contribuir a aumento de la función, balance y disminución del dolor³⁵.

No existe evidencia suficiente que respalde la efectividad de agregar el entrenamiento neuromuscular en adición al entrenamiento de fuerza en PFPS, sin embargo, puede ser un complemento para proporcionar beneficios en términos de dolor, función y cinemática.

Un estudio analizó el efecto de los ejercicios de Instrucción de Control de Valgo (VCI) en el ángulo de valgo de la rodilla, el dolor y la funcionalidad de individuos con PFPS³⁶. Se basó en los métodos de retroalimentación verbal y visual. Se concluyó que el programa de VCI mejora el rendimiento, el ángulo dinámico de valgo de la rodilla y la fuerza en los participantes con PFPS.

Vendaje

Actualmente la evidencia es insuficiente para sacar una conclusión clara a favor del vendaje como método efectivo. Sin embargo, el uso de vendajes podría ser utilizado como terapia complementaria para pacientes con PFPS para reducir el dolor^{6,37}.

Algunos estudios han concluido que el vendaje rotuliano durante un breve período de tiempo produjo mejoras funcionales y clínicas en la mayoría de los pacientes, con una disminución significativa de los síntomas de dolor. Lo anterior sugiere el vendaje puede ser un tratamiento eficaz en pacientes con PFPS y se puede considerar como terapia complementaria para proporcionar alivio inmediato del dolor y mejorar los resultados a corto plazo – 4 semanas – ^{6,38,39}.

La técnica de vendaje McConnell se usa ampliamente en el tratamiento de PFP para minimizar el dolor durante tareas funcionales. Estudios recientes sugieren esta técnica efectiva para mejorar el rendimiento durante tareas funcionales como subir escaleras y caminar en un individuo sintomático, siempre y cuando se realice en conjunto con el ejercicio terapéutico^{37,39,40}.

Órtesis

La literatura sobre las órtesis prefabricadas de pie sugiere una reducción del dolor a corto plazo y la mejora de la funcionalidad en tipos específicos de pacientes con PFPS, en combinación con fisioterapia.

Por esta razón, el profesional en fisioterapia debe realizar una evaluación exhaustiva y tener conocimientos de anatomía, biomecánica y del PFPS para reconocer si las órtesis de pie pueden ser una opción de tratamiento complementario para el paciente^{6,37,38}. Cabe mencionar que este tratamiento es considerado como una recomendación para el alivio de dolor a corto plazo, por la falta de evidencia

que respalde su efectividad a largo plazo²⁴.

Tratamientos no recomendados

No se recomiendan órtesis de rodilla para la articulación patelofemoral, punción seca, terapia manual, ni agentes biofísicos, incluyendo ultrasonido, crioterapia, fonoforesis, iontoforesis, estimulación eléctrica y láser terapéutico, para el tratamiento de pacientes con PFP^{24,37,38}.

No obstante, a pesar de la evidencia en contra del uso de agentes electrofísicos en el tratamiento del dolor patelofemoral, diversas investigaciones recientes se han centrado en el uso de radiofrecuencia como tratamiento secundario del dolor patelofemoral^{41,42,43}.

Este agente electrofísico mejora la percepción del dolor y la función general de la articulación de la rodilla. La analgesia es dada por los mecanismos clásicos de la Teoría de la Compuerta del Dolor descrita por Melzack y Wall y por la Teoría de la Liberación de Endorfinas⁴⁴. Estos mecanismos clásicos de la analgesia sustentan como la radiofrecuencia puede tratar tanto el dolor agudo, como el dolor neuropático que puede presentarse en las personas con dolor patelofemoral^{41,42,43}. Además, el incremento de la temperatura tisular produce una contracción muscular más fuerte y aporta un incremento del flujo sanguíneo a los tejidos.

Es por lo que se incentiva el uso de radiofrecuencia junto con el ejercicio terapéutico para, de esta manera, abordar al paciente de una manera integral.

Abordaje terapéutico para rehabilitar el dolor patelofemoral en corredores

Según la literatura consultada, proponemos la práctica clínica de tres pasos para la rehabilitación del SPF en corredores: calentamiento, ejercicios de

fortalecimiento de varios grupos musculares y el reentrenamiento de carrera, para lo cual planteamos la siguiente guía rápida:

Calentamiento:

Movilidad: 2 series – 10 repeticiones.

- Tobillo: rodilla a la pared
- Cadera: péndulos

Activación: 2 series – 12 repeticiones.

- Sentadilla a 45°
- Cuádriceps de arco corto con rotación

externa de cadera

- Abducción de Sharman con el peso corporal
- Extensión de cadera en 4 apoyos

Calentamiento general

- Bicicleta estacionaria durante diez minutos a una intensidad moderada.

Fortalecimiento muscular

La tabla 4 describe el plan de fortalecimiento muscular.

Tabla 4. Plantilla del plan de fortalecimiento para rehabilitación del PFP

Frecuencia: 3-4 veces a la semana	
Volumen: 3 series de 15-30 repeticiones	
Intensidad:	
<ul style="list-style-type: none"> • 70% 1RM • Ejercicios que utilizan resistencia elástica se estandarizan a la resistencia máxima que cada paciente puede utilizar para completar las repeticiones seleccionadas. • Progreso de intensidad cada dos semanas o bien cuando la fuerza y control motor han mejorado 	
Grupo muscular	Ejercicio
Cuádriceps CCA	(Ejercicio a elegir en tabla 2)
Abductores de cadera	(2 Ejercicios a elegir en tabla 1)
Cuádriceps CCC	(Ejercicio a elegir en tabla 2)
Rotadores externos de cadera	(Ejercicio a elegir en tabla 1)
Extensores de cadera	(Ejercicio a elegir en tabla 1)

Fuente: elaboración propia, 2024.

Reentrenamiento de la carrera

Se recomienda realizar un reentrenamiento de la carrera de manera paulatina, dosificando las cargas según la capacidad del paciente o mínimo a 10 km/h y con una duración mínima de 2 semanas y máxima de 12.

Para que el protocolo sea efectivo se debe de tener una frecuencia de entre 3 a 4 sesiones por semana, donde en cada semana o sesión se

incrementará el tiempo de carrera, no la velocidad. Se insta a los pacientes a realizar la corrección del gesto de la carrera y correr bajo los métodos SR10% o FFS – en caso de tener una pisada con el retropié solo se utilizará el método FFS –.

El método que seleccionen será su nuevo gesto deportivo y debe mantenerse con el tiempo para obtener los resultados esperados.

Conclusiones

Este estudio se realizó para analizar la bibliografía existente sobre los abordajes fisioterapéuticos del dolor patelofemoral y poder determinar un protocolo de tratamiento, basado en evidencia científica, para los corredores que lo padecen.

Bajo esta premisa, se encontró que los tratamientos efectivos en el tratamiento del PFP fueron: ejercicio terapéutico para la musculatura de la cadera y la rodilla, reeducación del gesto de la carrera, el uso de órtesis de pie, vendajes y entrenamiento neuromuscular. Siendo estos últimos tres de manera complementaria. El ejercicio terapéutico demostró ser el tratamiento de elección y el que debe ser incluido bajo toda circunstancia en el tratamiento del PFP.

Por otro lado, no se recomienda el uso de punción seca, terapia manual aislada, órtesis de rodilla o agentes electrofísicos en el tratamiento del PFP, salvo la radiofrecuencia.

Se les incentiva a los lectores a realizar un tratamiento basado en ejercicio, con series y repeticiones altas, reentrenamiento de la carrera con los protocolos FFS o SR10% – en caso de que el corredor caiga con el retropié –, utilizar los tratamientos complementarios en caso de ser necesario y manejar el dolor por medio de radiofrecuencia para evitar la aparición del dolor neuropático o nociplásico.

Referencias Bibliográficas

1. Alammari A, Spence N, Narayan A, Karnad SD, Chundan Ottayil Z. Effect of hip abductors and lateral rotators' muscle strengthening on pain and functional outcome in adult patients with patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *J Back Musculoskelet Rehabil*[Internet].

2023;36(1):35–60. doi: 10.3233/BMR-220017.

2. Neal BS, Lack SD, Lankhorst NE, Raye A, Morrissey D, Van Middelkoop M. Risk factors for patellofemoral pain: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*[Internet]. 2019;53(5):270–281. doi: 10.1136/bjsports-2017-098890.

3. Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhães E, Fernandes Bryk F, García Lucareli PR, Aparecida Carvalho NA. Short-Term Effects of Hip Abductors and Lateral Rotators Strengthening in Females With Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Clinical Trial. *J Orthop Sports Phys Ther*[Internet]. 2010;40(11):736–742. doi: 10.2519/jospt.2010.3246.

4. Neal BS, Barton CJ, Gallie R, O'Halloran P, Morrissey D. Runners with patellofemoral pain have altered biomechanics which targeted interventions can modify: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture*[Internet]. 2016;45:69–82. doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.11.018.

5. Hu H, Zheng Y, Liu X, Gong D, Chen C, Wang Y. Effects of neuromuscular training on pain intensity and self-reported functionality for patellofemoral pain syndrome in runners: study protocol for a randomized controlled clinical trial. *Trials*[Internet]. 2019;20(1):1-8. doi: 10.1186/s13063-019-3503-4.

6. Rixe JA, Glick JE, Brady J, Olympia RP. A review of the management of patellofemoral pain syndrome. *Phys Sportsmed*[Internet]. 2013;41(3):19–28. doi: 10.3810/psm.2013.09.2023.

7. Andrish JT. Biomechanics of the Patellofemoral Joint. *Oper Tech Sports Med*[Internet]. 2015;23(2):62–67. doi: 10.1053/j.otsm.2015.03.001.

8. Runer A, Wierer G, Keshmiri A, Schoettle

- P, Liebensteiner M, Frings J. Anatomie und Biomechanik des Patellofemoralgelenks. *Arthroskopie[Internet]* 2023;36(6):373–381. doi: 10.1007/s00142-023-00638-7.
9. Freedman BR, Sheehan FT, Lerner AL. MRI-based analysis of patellofemoral cartilage contact, thickness, and alignment in extension, and during moderate and deep flexion. *The Knee[Internet]*. 2015;22(5):405–410. doi: 10.1016/j.knee.2015.06.012.
10. Escamilla R, Zheng N, MacLeod TD, Imamura R, Wilk KE, Wang S. et al. Patellofemoral Joint Loading During the Performance of the Forward and Side Lunge with Step Height Variations. *Int J Sports Phys Ther[Internet]*. 2022;17(2); 174-184. doi: 10.26603/001c.31876.
11. Hart HF, Patterson BE, Crossley KM, Culvenor AG, Khan MCM, King MG. et al. May the force be with you: understanding how patellofemoral joint reaction force compares across different activities and physical interventions—a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med[Internet]*. 2022;56(9):521–530. doi: 10.1136/bjsports-2021-104686.
12. Neumann DA. *Fundamentos de La Rehabilitación Física: Cinesiología Del Sistema Musculoesquelético*. España:Paidotribo;2007.
13. Mann RA, Hagy J. Biomechanics of walking, running, and sprinting. *Am J Sports Med[Internet]*. 1980;8(5):345-350. doi: 10.1177/036354658000800510.
14. Souza RB. An Evidence-Based Videotaped Running Biomechanics Analysis. *Phys Med Rehabil Clin N Am[Internet]*. 2016;27(1):217-236. doi: 10.1016/j.pmr.2015.08.006.
15. Dugan SA, Bhat KP. Biomechanics and Analysis of Running Gait. *Phys Med Rehabil Clin N Am[Internet]*. 2005;16(3):603-621. doi: 10.1016/j.pmr.2005.02.007.
16. Bevilaqua-Grossi D, Felicio LR, Leocádio LP. Analysis of the reflex response time of the patellar stabilizer muscles in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Braz J Phys Ther[Internet]*. 2008;12(1):26-30. doi: 10.1590/S1413-35552008000100006.
17. Haghghat F, Ebrahimi S, Rezaie M, Shafiee E, Shokouhyan SM, Motealleh A et al. Trunk, pelvis, and knee kinematics during running in females with and without patellofemoral pain. *Gait Posture[Internet]*.2021;89:80-85. doi: 10.1016/j.gaitpost.2021.06.023.
18. Barton CJ, Levinger P, Menz HB, Webster KE et al. Kinematic gait characteristics associated with patellofemoral pain syndrome: A systematic review. *Gait Posture[Internet]*. 2009;30(4):405-416. doi: 10.1016/j.gaitpost.2009.07.109.
19. Dixit S, DiFiori JP, Burton M, Mines B. et al. Management of Patellofemoral Pain Syndrome. *Am Fam Physician[Internet]*. 2007;75(2):194-202. Disponible en: <https://www.aafp.org/pubs/afp/issues/2007/0115/p194.html>
20. Saltychev M, Dutton RA, Laimi K, Beaupré GS, Virolainen P, Fredericson M et al. Effectiveness of conservative treatment for patellofemoral pain syndrome: A systematic review and meta-analysis. *J Rehabil Med[Internet]*. 2018;50(5):393-401; doi: 10.2340/16501977-2295.
21. Muyor JM, Martín-Fuentes I, Rodríguez-Rid-

- ao D, Antequera-Vique JA. Electromyographic activity in the gluteus medius, gluteus maximus, biceps femoris, vastus lateralis, vastus medialis and rectus femoris during the Monopodal Squat, Forward Lunge and Lateral Step-Up exercises. *PLoS ONE*[Internet]. 2020;15(4):e0230841. doi: 10.1371/journal.pone.0230841.
22. Irish SE, Millward AJ, Wride J, Haas BM, Shum GLK. The effect of closed-kinetic chain exercises and open-kinetic chain exercise on the muscle activity of vastus medialis oblique and vastus lateralis. *J Strength Cond Res*[Internet]. 2010;24(5):1256–1262. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181cf749f.
23. Kumar M, Srivastava S. Electromyographic analysis of VMO and VL across straight leg raise, short arc quad, medial tibial rotation and hip adduction in normal individuals. *Work*[Internet]. 2020;65(1):153–159. doi: 10.3233/WOR-193068.
24. Collins NJ, Barton CJ, Van Middelkoop M, Callaghan MJ, Skovdal Rathleff M, Vicenzino BT. 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. *Br J Sports Med*[Internet]. 2018;52(18):1170–1178. doi: 10.1136/bjsports-2018-099397.
25. Rogan S, Haehni M, Lujckx E, Dealer J, Reuteler S, Taeymans J. Effects of Hip Abductor Muscles Exercises on Pain and Function in Patients With Patellofemoral Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Strength Cond Res*[Internet]. 2019;33(11):3174-3187. doi: 10.1519/JSC.0000000000002658.
26. Nascimento LR, Teixeira-Salmela LF, Souza RB, et al. Hip and Knee Strengthening Is More Effective Than Knee Strengthening Alone for Reducing Pain and Improving Activity in Individuals With Patellofemoral Pain: A Systematic Review With Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*[Internet]. 2018;48(1):19-31. doi: 10.2519/jospt.2018.7365.
27. Syme G, Rowe P, Martin D, Daly G. Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: A randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening. *Man Ther*[Internet]. 2009;14(3):252-263. doi: 10.1016/j.math.2008.02.007.
28. Lotfi H, Moghadam AN, Shati M. Electromyography Activity of Vastus Medialis Obliquus and Vastus Lateralis Muscles During Lower Limb Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Patterns in Individuals with and without Patellofemoral Pain Syndrome. *Phys Ther Res*[Internet]. 2021;24(3):218-224. doi: 10.1298/ptr.E10094.
29. Singh GK, Srivastava S. Preferential strengthening of VMO muscle during selected biomechanical rehabilitative exercises of automotive workers with patellofemoral pain syndrome. *Work*[Internet]. 2018;60(1):135–141. doi: 10.3233/WOR-182723.
30. Østerås B, Østerås H, Torstensen TA, Vasseljen O. Dose–response effects of medical exercise therapy in patients with patellofemoral pain syndrome: a randomised controlled clinical trial. *Physiother*[Internet]. 2013;99(2):126-131. doi: 10.1016/j.physio.2012.05.009.
31. Østerås B, Østerås H, Torsensen TA. Long-term effects of medical exercise therapy in patients with patellofemoral pain syndrome: Results from a single-blinded randomized controlled trial with 12 months follow-up. *Physiother*[Inter-

- net]. 2013;99(4):311-316. doi: 10.1016/j.physio.2013.04.001.
32. Wang B, Yang Y, Zhang X, Wang J, Deng L, Fu W. Twelve-Week Gait Retraining Reduced Patellofemoral Joint Stress during Running in Male Recreational Runners. *BioMed Res Int*[Internet]. 2020;2020:1-9. doi: 10.1155/2020/9723563.
33. Dos Santos AF, Nakagawa TH, Lessi GC, Luz BC, Matsuo HTM, Nakashima GY, et al. Effects of three gait retraining techniques in runners with patellofemoral pain. *Phys Ther Sport*[Internet]. 2019;36:92-100. doi: 10.1016/j.ptsp.2019.01.006.
34. De Souza Júnior JR, Reis Rabelo PH, Vilela Lemos T, Esculier JF, Marques Paraizo Barbosa G, Chieregato Matheus JP. Effects of two gait retraining programs on pain, function, and lower limb kinematics in runners with patellofemoral pain: A randomized controlled trial. *PLOS ONE*;19(1):e0295645. doi: 10.1371/journal.pone.0295645.
35. Camin Silva N, De Castro Silva M, Yamada Tamburús N, García Guimarães M, De Oliveira Nascimento MB, Ramiro Felicio L. Adding neuromuscular training to a strengthening program did not produce additional improvement in clinical or kinematic outcomes in women with patellofemoral pain: A blinded randomised controlled trial. *Musculoskelet Sci Pract*[Internet]. 2023;63:102720. doi: 10.1016/j.msksp.2023.102720.
36. Emamvirdi M, Letafatkar A, Khaleghi Tazji M. The Effect of Valgus Control Instruction Exercises on Pain, Strength, and Functionality in Active Females With Patellofemoral Pain Syndrome. *Sports Health*[Internet]. 2019;11(3):223-237; doi: 10.1177/1941738119837622.
37. Neal BS, Bartholomew C, Barton CJ, Morrisey D, Lack SD. Six Treatments Have Positive Effects at 3 Months for People With Patellofemoral Pain: A Systematic Review With Meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther*[Internet]. 2022;52(11):750-768. doi: 10.2519/jospt.2022.11359.
38. Willy RW, Hoglund LT, Barton CJ, et al. Patellofemoral Pain: Clinical Practice Guidelines Linked to the International Classification of Functioning, Disability and Health From the Academy of Orthopaedic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. *J Orthop Sports Phys Ther*[Internet]. 2019;49(9):CPG1–CPG95. doi: 10.2519/jospt.2019.0302.
39. Hasan S, Alonazi A, Anwer S, et al. Efficacy of Patellar Taping and Electromyographic Biofeedback Training at Various Knee Angles on Quadriceps Strength and Functional Performance in Young Adult Male Athletes with Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *Pain Res Manag*[Internet]. 2022;2022:1–13; doi: 10.1155/2022/8717932.
40. Begum R, Tassadaq N, Ahmad S, Ajaz Qazi W, Javed S, Murad S. Effects of McConnell Taping Combined With Strengthening Exercises Of Vastus Medialis Oblique In Females With Patellofemoral Pain Syndrome. *J Pak Med Assoc*[Internet]. 2020;70(4):728-730. doi: 10.5455/JPMA.28469.
41. Albornoz-Cabello M, Ibáñez-Vera AJ, Aguilar-Ferrándiz ME, Espejo-Antúnez et al. Monopolar dielectric diathermy by emission of radiofrequency in Patellofemoral pain. A single-blind-randomized clinical trial. *Electromagn BiolMed*[Internet] 2020;39(4):282-289. doi: 10.1080/15368378.2020.1793169.
42. Albornoz-Cabello M, Ibáñez-Vera AJ, Barrios-Quinta CJ, Lara-Palomo IC, Caldero-Durán

MA, Espejo-Antúnez L. Effects of Radiofrequency Diathermy Plus Therapeutic Exercises on Pain and Functionality of Patients with Patellofemoral Pain Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *J Clin Med*[Internet]. 2023;12:1-13. doi: 10.3390/jcm12062348.

43. Albornoz-Cabello M, Barrios-Quinta CJ, Escobio-Prieto I, Sobrino-Sánchez R, Ibáñez-Vera AJ, Espejo-Antúnez L. Treatment of Patellofemoral Pain Syndrome with Dielectric Radiofrequency Diathermy: A Preliminary Single-Group Study with Six-Month Follow-Up. *Med*[Internet]. 2021;57:1-9. doi: 10.3390/medicina57050429.

44. Albornoz Cabello M, Maya Martín J, Toledo Marhueda V. *Electroterapia práctica: avances en investigación clínica*. 2a ed. Barcelona, España: Elsevier; 2023.