

Universidad San Jorge

Facultad de Ciencias de la Salud

Grado de Fisioterapia

Proyecto Final

**Efectividad del entrenamiento de bajas cargas
con restricción de flujo sanguíneo en pacientes
con dolor de rodilla: una revisión bibliográfica**

Autor del proyecto: Javier Planas Gil

Director del proyecto: Pablo Bellosta López

Zaragoza, 19 de mayo de 2023



DECLARACIÓN DEL ALUMNO

Este trabajo constituye parte de mi candidatura para la obtención del título de Grado en Fisioterapia de la Universidad San Jorge y no ha sido entregado previamente (o simultáneamente) para la obtención de cualquier otro título.

Este documento es el resultado de mi propio trabajo, excepto donde de otra manera esté indicado y referido.

Doy mi consentimiento para que se archive este trabajo en la biblioteca universitaria de Universidad San Jorge, donde se puede facilitar su consulta.

Firma



Fecha: 19 de mayo de 2023

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Quiero comenzar agradeciendo a todos los profesores que han contribuido en mi formación académica durante estos años. Su dedicación y conocimientos han sido un recurso imprescindible en mi camino. En particular, quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi tutor de este trabajo, D. Pablo Bellosta, cuya orientación y apoyo han sido de gran valor en cada etapa del proceso. Su compromiso ha sido fundamental para el éxito de este proyecto.

También agradecer a las amistades que han ido surgiendo durante esta etapa, que me han servido de motivación y compañía a lo largo de esta experiencia.

Por último, quiero aprovechar para dar las gracias a mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria. Han sido mi mayor fuente de aliento y motivación, estando siempre presentes en los momentos buenos y malos. Les estoy enormemente agradecido por ser mi pilar e inspiración a lo largo del camino.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Objetivos del proyecto	9
2. METODOLOGÍA.....	10
2.1. Diseño del estudio.....	10
2.2. Criterios de selección	10
2.3. Estrategia de búsqueda.....	10
2.4. Proceso de selección.....	11
2.5. Proceso de extracción de datos.....	12
2.6. Evaluación de calidad metodológica.....	12
3. RESULTADOS	13
3.1 Artículos de la búsqueda	13
3.2 Características principales de los artículos incluidos	14
3.3 Evaluación de riesgo de sesgos.....	16
3.4 Resultado principal	17
3.5 Resultados secundarios.....	17
4. DISCUSIÓN	21
5. LIMITACIONES/FORTALEZAS- DEBILIDADES.....	23
6. CONCLUSIÓN	24
7. BIBLIOGRAFÍA.....	25
8. ANEXOS.....	29
8.1 ANEXO 1: Estrategia de búsqueda en Pubmed y Web of Science.....	29

RESUMEN

Introducción: El dolor de rodilla es uno de los principales dolores musculoesqueléticos en la actualidad afectando a un 25% de la población adulta que ha ido aumentando en los últimos años, siendo la artrosis de rodilla uno de los principales motivos. El método Entrenamiento con Restricción de Flujo Sanguíneo (Blood Flow Restriction Training, BFR-T) con bajas cargas se trata de una técnica novedosa en la que se ha observado que se obtienen mejoras en la masa muscular y fuerza similares al entrenamiento de alta intensidad por lo que puede ser interesante para pacientes que no pueden realizar este tipo de entrenamiento.

Objetivos: Evaluar la efectividad del ejercicio de bajas cargas con restricción de flujo sanguíneo en pacientes con dolor de rodilla en términos de disminución del dolor, principalmente, así como mejoras en la funcionalidad y calidad de vida.

Metodología: Se realizó una búsqueda de ensayos clínicos aleatorizados en las bases de datos de Pubmed, WOS y PEDro. Se escogen artículos con menos de 10 años de antigüedad cuyo grupo intervención recibiera entrenamiento de bajas cargas con BFR, en pacientes mayores de 18 años con dolor musculoesquelético en rodilla. El riesgo de sesgo fue evaluado con la escala de PEDro.

Resultados: De un total de 51 estudios, se eligieron 6 artículos tras el cribado. En todos ellos se analiza el dolor en diferentes momentos, mientras que solo 4 analizaron la variable secundaria de funcionalidad y solo 2 la calidad de vida. Todos los estudios obtuvieron mejoras en las variables, pero solo un estudio encontró diferencias significativas en el dolor y la calidad de vida.

Conclusión: El entrenamiento de bajas cargas con restricción de flujo sanguíneo ofrece beneficios para los pacientes con dolor de rodilla. Reduce el dolor, mejora la funcionalidad de la rodilla y contribuye a una mejor calidad de vida a corto y mediano plazo. Dado que produce resultados comparables al entrenamiento de altas cargas, es una opción adecuada para aquellos pacientes que no pueden tolerar altas cargas de ejercicio.

Palabras clave: dolor de rodilla; dolor musculoesquelético; restricción de flujo sanguíneo; entrenamiento con bajas cargas.

ABSTRACT

Introduction: Knee pain is one of the leading musculoskeletal pains affecting 25% of the adult population, and its prevalence has been increasing in recent years, with knee osteoarthritis being one of the main reasons. Blood Flow Restriction Training (BFR-T) with low loads is a novel technique that has shown improvements in muscle mass and strength similar to high-intensity training, making it potentially beneficial for patients unable to engage in such training.

Objectives: To evaluate the effectiveness of low-load exercise with blood flow restriction in patients with knee pain in terms of pain reduction, primarily, as well as improvements in functionality and quality of life.

Methodology: A search for randomized clinical trials was conducted in the PubMed, WOS, and PEDro databases. Articles published within the last 10 years were selected, in which the intervention group received low-load training with BFR, targeting patients aged 18 years and older with musculoskeletal knee pain. The risk of bias was assessed using the PEDro scale.

Results: Out of a total of 51 studies, 6 articles were chosen after screening. All of them analyzed pain at different time points, while only 4 assessed the secondary variable of functionality, and only 2 examined quality of life. All studies reported improvements in the variables, but only one study found significant differences in pain and quality of life.

Conclusion: Low-load training with blood flow restriction provides benefits for patients with knee pain. It reduces pain, improves knee functionality, and contributes to better short- and medium-term quality of life. Since it produces comparable results to high-load training, it is a suitable option for patients who cannot tolerate high exercise loads.

Keywords: knee pain; musculoskeletal pain; blood flow restriction; low-load training.

1. INTRODUCCIÓN

El Comité de Taxonomía de la Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP) actualizó en 2020 la definición del dolor como "una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con, o similar a la asociada con, daño tisular real o potencial"⁽¹⁾. Por otro lado, se conoce como dolor musculoesquelético a aquel que proviene o es provocado por una alteración en el sistema locomotor; ya bien sea de huesos, articulaciones, músculos, ligamentos o tendones⁽²⁾.

El dolor musculoesquelético implica una gran carga económica social para el sistema sanitario, además de una pérdida en calidad de vida en aquellas personas que sufren este dolor, y supone un impedimento para la realización de las actividades diarias, lo que implica una pérdida de la productividad laboral. Los trastornos de dolor musculoesqueléticos tienen una incidencia del 19% en Europa⁽³⁾, dentro de los cuales, el dolor de rodilla es un síntoma que afecta a aproximadamente a un 25% de la población adulta. Se trata de un problema que ha aumentado en casi un 65% en los últimos 20 años llegando a ser un tercio de las presentaciones de dolor musculoesquelético en las visitas médicas de atención primaria^(4,5).

La artrosis de rodilla es una de las principales patologías que se experimentan en la rodilla⁽⁶⁾. Se trata de una enfermedad de tipo de degenerativo en la que se produce una degradación o desgaste gradual del cartílago, que tiene mayor incidencia en personas de edad avanzada o individuos jóvenes con un historial previo de lesión de rodilla, donde uno de los principales síntomas es el dolor de rodilla⁽⁷⁾. La disminución de la fuerza, así como rigidez e hinchazón de la articulación son síntomas secundarios de la patología. Existen diferentes grados de la lesión que va desde el grado 0 que corresponde a la ausencia radiológica de artrosis de rodilla y va aumentando según la gravedad de la patología hasta el grado 4 que es el de mayor gravedad⁽⁸⁾. Existe una prevalencia del 13,83% de artrosis de rodilla en España, siendo una de las patologías degenerativas más acontecen a la población⁽⁶⁾.

Hasta ahora, se había recomendado en pacientes con artrosis de rodilla, la realización de entrenamiento de fuerza de alta intensidad con cargas externas 70-85% de una repetición máxima (1 RM)⁽⁹⁾ para la ganancia de masa muscular y aumentar la fuerza, mejorar la condición física e incrementar la capacidad de absorber impactos de los músculos de los miembros inferiores en las actividades de la vida diaria, que además se traducían en una disminución de los umbrales de dolor en la rodilla^(10,11). También se emplea en la práctica clínica el uso de medicamentos analgésicos para la reducción de la inflamación y el dolor o la inyección de sustancias dentro de la rodilla para favorecer la calidad del líquido articular y de esta manera aliviar el dolor. En casos extremos, el tratamiento quirúrgico es la última opción a la que se

termina optando cuyas intervenciones más comunes son la artroplastia de rodilla o el injerto de cartílago⁽¹²⁾.

El método Entrenamiento con Restricción de Flujo Sanguíneo (Blood Flow Restriction Training, BFR-T) se trata de una técnica novedosa que ha llamado la atención en los últimos años debido al potencial de que las personas que lo utilicen sean capaces de generar un aumento de la fuerza y la masa muscular, además de la capacidad cardiovascular, utilizando este tipo de entrenamiento con una carga de baja intensidad⁽¹³⁾. El entrenamiento de BFR consiste en el empleo de un manguito de oclusión o de un torniquete que se coloca de forma circunferencial alrededor de la parte proximal de una extremidad y se infla hasta obtener una presión determinada⁽¹⁴⁾. El objetivo de la técnica consiste en restringir totalmente el retorno venoso en la musculatura activa en el ejercicio de fuerza, mientras que permite el paso del flujo arterial de manera parcial. Esta restricción da como resultado una hipoxia (disminución del suministro de oxígeno) ^(15,16). No existe todavía un consenso sobre la presión exacta a la que debemos inflar el manguito, pero existen recomendaciones sobre la presión a la que debemos hinchar el manguito. Esta presión debe estar relacionada con la presión de oclusión arterial (AOP), que se define como la presión requerida para obstruir completamente el flujo sanguíneo, que se determina registrando la presión cuando el pulso reaparece después haber inflado y liberado gradualmente el manguito; en la que trabajaremos entre el 40% y el 80% de la AOP de cada individuo, pudiendo variar desde 40mmHg hasta 300mmHg⁽¹⁷⁾. Hasta la fecha, se ha observado que a través del BFR-T con bajas cargas también se obtienen adaptaciones musculares que mejoran la masa muscular y la fuerza, por lo que se ha sugerido el empleo de esta técnica en pacientes que no fueran capaces de realizar el entrenamiento de alta intensidad como pacientes en periodos de rehabilitación, personas de avanzada edad, o pacientes con otro tipo de patologías potencialmente de riesgo^(18,19).

Existen ciertas teorías que tratan de justificar los resultados obtenidos con el BFR-T con bajas cargas que hablan de que los efectos metabólicos provocados por la hipoxia que se crea inducen a una mayor cantidad de lactato producida⁽¹⁹⁾, radicales libres de óxido de nitrógeno y oxígeno reactivo⁽²⁰⁾, lo que se traduce en una mayor síntesis de proteínas, así como un aumento en el reclutamiento de fibras musculares, obteniendo también una disminución de la proteólisis⁽²¹⁾. Por otro lado, las respuestas hormonales y neuromusculares que se dan durante la aplicación de la técnica sean debidas a la presión de los manguitos, entre 50 mmHg y 230 mmHg resulten en una mayor activación muscular, así como un aumento de la secreción de la hormona de crecimiento IGF-1⁽²²⁾.

1.1. Objetivos del proyecto

Por todo lo anterior, el objetivo de este estudio fue: evaluar la efectividad del ejercicio de bajas cargas con restricción de flujo sanguíneo en la disminución del dolor y mejora de la funcionalidad y calidad de vida en pacientes que padecen de dolor de rodilla.

2. METODOLOGÍA

2.1. Diseño del estudio

Se realizó la revisión bibliográfica basándose en las directrices declaradas según la guía Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analyses (PRISMA)⁽²³⁾.

2.2. Criterios de selección

Los criterios para la inclusión de los artículos fueron: estudios que incluyeran pacientes hombres o mujeres, mayores de 18 años, que padecieran dolor musculoesquelético en la rodilla, cuyos resultados evaluaran dolor, funcionalidad y/o calidad de vida.

Las variables que se analizan en el estudio se definen para contestar a los objetivos planteados del estudio. La variable del dolor es elegida como la variable principal y se describe como una experiencia personal desagradable en el ámbito sensorial y emocional, que se asocia a un daño tisular real o potencial. Se trata de una experiencia subjetiva en la que también intervienen factores cognitivos y sociales⁽²⁴⁾.

Como variables secundarias, la funcionalidad que es definida como la manera en que las personas pueden moverse dentro del entorno para llevar a cabo y participar en las actividades de la vida diaria, como son caminar, estar de pie o agacharse⁽²⁵⁾; y la calidad de vida que se precisa como la consecuencia de una afección o problema médico sobre la función física y el bienestar⁽²⁵⁾.

Los artículos seleccionados debían ser ensayos clínicos aleatorizados en los que al menos un grupo de intervención recibiera tratamiento mediante el entrenamiento de BFR, que estuvieran publicados desde el año 2013 hasta el 2023. No se detalló ningún criterio concreto para la procedencia del país en el que se llevó a cabo el estudio. No se limitó la elección de los artículos a un tamaño muestral determinado.

Los criterios de exclusión fueron estudios que no valoraran el dolor de rodilla de los pacientes, que padecieran cáncer o alguna enfermedad cardiovascular, que la intervención no fuera realizada en la rodilla, que el manguito de presión no se colocara en la extremidad inferior, estudios a los que no se pudiera acceder a su texto completo y que no estuvieran redactados en inglés o español.

2.3. Estrategia de búsqueda

Tras establecer los criterios de selección, se procedió a formular la pregunta clínica mediante el método PICOS⁽²⁶⁾, de la que se establecieron las palabras clave que posteriormente se utilizaron en la estrategia de búsqueda (Ver Tabla 1).

Se emplearon las bases de datos PubMed, Web Of Science (WOS) y Physiotherapy Evidence Database (PEDro) para la búsqueda y recopilación de artículos. La búsqueda se realizó

de forma detallada empleando los booleanos "AND" y "OR" unidos mediante las palabras clave. Se puede encontrar las estrategias de búsqueda en el *Anexo I*. La última fecha de búsqueda se realizó el 31 de marzo de 2023.

Tabla 1: tabla PICOS con palabras clave.

MÉTODO PICO		PALABRAS CLAVE
<u>Población</u>	Paciente con dolor de rodilla	"knee pain" OR "anterior knee pain" OR "patellofemoral pain" OR "anterior cruciate ligament reconstruction" OR "knee osteoarthritis"
AND		
<u>Intervención</u>	Blood Flow Restriction	"blood flow restriction" OR "Kaatsu" OR "ischemic training" OR "occlusion resistance training" OR "vascular restriction" OR "vascular occlusion"
AND		
<u>Comparación</u>	-	-
AND		
<u>Objetivos</u>	Cualquier variable resultado con dolor, funcionalidad o calidad de vida	"pain" OR "knee function" OR "quality of life"
<u>Estudio</u>	Tipo de estudio seleccionado	"Randomized controlled trial"

2.4. Proceso de selección

Un solo investigador llevó a cabo la búsqueda de la literatura científica en las diferentes bases de datos teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión descritos anteriormente.

Para la elección de artículos se tuvo en consideración el título y el resumen cuando era suficiente. No obstante, en alguna ocasión se tuvo que leer el artículo entero para determinar si el artículo era válido. Aquellos artículos que se encontraban duplicados fueron descartados. Se revisó en profundidad la bibliografía de los estudios analizados con el fin de identificar estudios adicionales.

Una vez seleccionados los artículos, se evaluó la validez interna mediante el empleo de la escala PEDro⁽²⁷⁾.

2.5. Proceso de extracción de datos

La extracción de datos de los estudios seleccionados fue llevada a cabo por un solo investigador mediante una hoja de registro. Con relación a las características de los resultados del estudio, se tomaron en cuenta diferentes datos como tipo de artículo, el número de participantes, la edad media y el género de estos, el tipo de dolor de rodilla, el tiempo que duraron los estudios analizados y los grupos de intervención que se diseñaron en cada uno. También se incluyeron características sobre el tipo de ejercicio en cada intervención, la presión y el tamaño del manguito empleado en la restricción del flujo sanguíneo. Con respecto a los datos de las variables resultados, se recopilaron diferentes variables que se utilizaron para medir la intensidad del dolor tales como la escala visual analógica, o los apartados específicos de los cuestionarios. Asimismo, se registraron aquellas variables cuyo objetivo fuera evaluar otros beneficios más allá de la intervención como la calidad de vida y la funcionalidad. Se extrajo la media como medida de tendencia central y la desviación estándar como medida de dispersión.

2.6. Evaluación de calidad metodológica

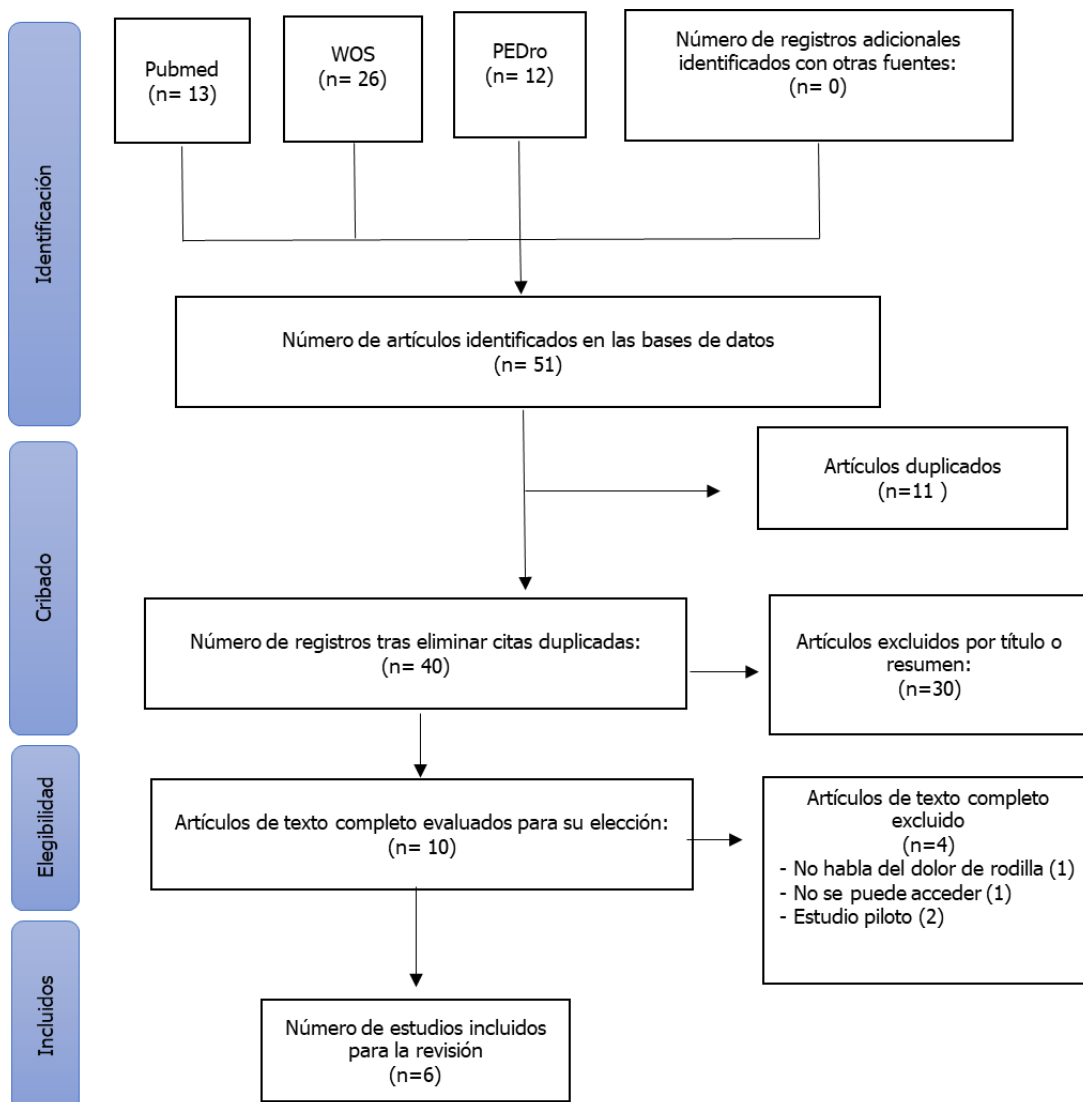
Un solo investigador realizó la evaluación de la calidad metodológica de los ensayos clínicos aleatorizados fue llevada a cabo mediante la escala PEDro⁽²⁷⁾. Esta escala, consta de 11 ítems que se valoran con "sí", en caso de que cumplan el criterio, o con "no" en el caso contrario. El ítem 1 se encarga de valorar la validez externa, mientras que los encargados de evaluar la validez interna son los ítems 2-9; y los ítems 10-11 valoran la interpretabilidad de los resultados. La escala tiene una puntuación total de 10 puntos, ya que el ítem 1 no se tiene en cuenta en la puntuación final. Se consideraron artículos de calidad alta aquellos que obtuvieron una puntuación de al menos 6 criterios positivos sobre 10, calidad moderada aquellos que obtuvieron una puntuación entre 4 y 5 criterios positivos y se consideraron artículos de calidad baja aquellos con menos de 4 puntos. Estos resultados nos ayudan a comprender la cantidad de riesgo de sesgo que puede contener cada artículo incluido en la revisión.

3. RESULTADOS

3.1 Artículos de la búsqueda

Tras la búsqueda de publicaciones en las bases de datos de Pubmed, WOS y PEDro, se encontraron un total de 51 artículos. De los 40 artículos finales tras descartar los duplicados y tras analizar el título y resumen de cada uno de los artículos, se descartaron 30 por no cumplir con los criterios de inclusión, 4 por ser protocolo. A continuación, se procedió a analizar los 10 artículos de texto completo de los cuales, se excluyeron 4 debido a que: no exponían resultados sobre el dolor de rodilla (n=1), no era posible acceder al texto completo de forma gratuita (n=1) y eran estudio piloto (n=2). Se incluyeron finalmente 6 ensayos clínicos aleatorizados: Constantinou et al. 2022⁽²⁸⁾, Ferraz et al. 2018⁽²⁹⁾, Segal et al. 2015⁽³⁰⁾, Segal et al. 2015⁽³¹⁾, Vieira de Melo et al. 2022⁽³²⁾, Park et al. 2022⁽³³⁾. El proceso de selección se detalla en la figura 1.

Figura 1. Diagrama de flujo sobre la selección de los artículos.



3.2 Características principales de los artículos incluidos

La tabla 2 muestra las principales características de los artículos seleccionados para esta revisión. En este estudio, se contemplaron un total de 268 pacientes que se incluyeron en los diversos estudios que se analizaron. El número de pacientes por estudio varió, con un mínimo de 28 pacientes (Vieira de Melo et al. 2022) y un máximo de 60 pacientes (Constantinou et al. 2022). Los participantes tenían una edad promedio de 49,7 años, y el rango de edades varió desde los 18 años hasta los 65 años. Tres estudios incluyeron pacientes que padecían osteoartritis de rodilla (Segal et al 2015, Segal et al. 2015, Ferraz et al. 2018), uno a pacientes con dolor patelofemoral (Constantinou et al. 2022), otro a pacientes en fase de postoperatorio tras cirugía de ligamento cruzado anterior y otro a pacientes tras post-osteotomía tibial alta (Park et al. 2022). El tiempo de estudio varió desde 4 semanas en las que se realizaban 3 sesiones por semana (Constantinou et al. 2022, Segal et al 2015, Segal et al. 2015) hasta 12 semanas con 2 sesiones por semana (Vieira de Melo et al. 2022, Ferraz et al. 2018, Park et al. 2022). Se muestra también el tipo de ejercicio y de intervención que se llevó a cabo en cada estudio donde dos estudios compararon un grupo control que realizó ejercicios de baja intensidad frente al grupo intervención que utilizó el BFR con ejercicios de baja intensidad (Constantinou et al. 2022, Vieira de Melo et al. 2022), otros dos estudios utilizaron el entrenamiento de baja intensidad para el grupo control y ese mismo entrenamiento junto al BFR para el grupo experimental (Segal et al. 2014, Segal et al. 2015), hubo un estudio que comparó tres grupos: uno realizó entrenamiento de alta intensidad, otro de baja intensidad y un último que combinó el BFR junto al entrenamiento de baja intensidad (Ferraz et al. 2018); un último estudio comparó un grupo control que realizó entrenamiento de baja intensidad, un grupo intervención que utilizó el BFR al 80% de la AOP junto al entrenamiento de baja intensidad y otro grupo intervención que empleó el BFR al 40% de la AOP con el entrenamiento de baja intensidad (Park et al. 2022). También se indicó el tamaño y la presión a la que se infló cada manguito en porcentaje de AOP o mmHg. Se indica también, las variables relacionadas con este estudio que se analizan en cada uno de los artículos.

Ningún estudio reflejó efectos adversos con relación al grupo que utilizó BFR, solo el estudio Ferraz et al. 2018 reportó que cuatro pacientes de los dieciséis del GE1 (25%), que llevó a cabo el entrenamiento de alta intensidad sin BFR que consistió en realizar cuatro series al 50% del 1RM la primera semana, incrementando al 80% del 1RM las semanas posteriores, se retiraron del estudio debido al dolor de rodilla provocado por la intervención.

Tabla 2. Características principales de los ensayos clínicos aleatorizados analizados

Artículo y año	Patología	Tiempo de estudio	Intervenciones	Participantes (n=total)	Edad media (Rango de edad)	Presión de los neumáticos	Tamaño manguito	Tipo de ejercicio
Constantinou et al. 2022	Dolor patelofemoral	4 semanas, 3 sesiones/semana	CON: entrenamiento alta intensidad, BFR: BFR+ entrenamiento de baja intensidad	n=60 CON:30 BFR:30	CON:30,5(18-40) BFR:25,5(18-40)	70% AOP	10 cm ancho, 116 cm o 84 cm largo	CON: Programa de ejercicios cadera y rodilla 70% 1RM, 3 series, 10 reps, 30 s descanso/serie. Rep: 1 s concéntrico-2 s excéntrico. BFR: Programa de ejercicios cadera y rodilla + BFR 30% 1RM, 4 series (reps: 30,15,15,15), 30 s descanso/serie, 2 min descanso/ejercicio.
Vieira de Melo et al. 2022	Postoperatorio LCA	12 semanas, 2 sesiones/semana	CON: entrenamiento alta intensidad BFR: BFR+ entrenamiento de baja intensidad	n=28 CON:14 BFR: 14	CON:39,6(18-59) BFR:41,1(18-59)	80% AOP	10x 80 cm de ancho	CON: Prensa de pierna y curl isquio 70% 1RM, 3 series (reps: 10, 10, 10) Rep: 2 s concéntrico- 2 s excéntrico, 30 s descanso/serie BFR: 30% 1RM, 4 series (reps: 30, 15, 15, 15) Rep: 2 s concéntrico- 2 s excéntrico, 30 s descanso/serie + BFR
Segal et al. 2015	Osteoartritis de rodilla	4 semanas, 3 sesiones/semana	CON: entrenamiento baja intensidad BFR: CON+ BFR	n=45 CON:24 BFR:21	CON: 54,6(45-65) BFR: 56,1(45-65)	BFR: 1ª semana 160mmHg, 2ª semana 180mmHg, 3ª semana 200 mmHg	65 mm de ancho y 650 mm en longitud	CON: Prensa de pierna 30% 1RM: 4 s (reps: 30, 15, 15, 15), 30 s descanso. Rep: 2 s. BFR: CON+ BFR concéntrico y 2 s excéntrico
Segal et al. 2015	Osteoartritis de rodilla	4 semanas, 3 sesiones/semana	CON: entrenamiento baja intensidad BFR: CON+ BFR	n=42 CON:22 BFR:20	CON: 56,1(45-90) BFR: 58,4(45-90)	BFR: 1ª semana 160mmHg, 2ª semana 180mmHg, 3ª semana 200 mmHg	65 mm de ancho y 650 mm en longitud	CON: Prensa de pierna 30% 1RM: 4 s (reps: 30, 15, 15, 15), 30 s descanso. Rep: 2 s. BFR: CON+ BFR concéntrico y 2 s excéntrico
Ferraz et al. 2018	Osteoartritis de rodilla	12 semanas, 2 sesiones/semana, 20 min/sesión	GE1: entrenamiento alta intensidad GE2: entrenamiento baja intensidad BFR: GE2+ BFR	n=48 GE1:16 GE2:16 BFR:16	GE1: 59,9(50-65) GE2: 60,7(50-65) BFR:60,3 (50-65)	70% AOP	Ancho 175 mm x largo 920 mm	GE1: 1ª semana (4 series, 10 reps, 50% 1RM), 2ª semana (4 series, 10 reps, 80% 1RM), 5ª semana (5 series, 10 reps, 80% 1RM). GE2: 1ª semana (4 series, 15 reps, 25% 1RM), 2ª semana (4 series, 15 reps, 30% 1RM), 5ª semana (5 series, 15 reps, 30% 1RM). BFR: GE2+ BFR
Park, et al. 2022	Osteotomía tibial alta	12 semanas, 2 veces/semana	CON: entrenamiento baja intensidad BFR1: CON+ BFR (80% AOP) BFR2: CON+ BFR (40% AOP)	n=42 CON:13 BFR1:14 BFR2:15	CON: 57,5(45-65) BFR1: 58,7 (45-65) BFR2: 59,8(45-65)	80% AOP: BFR1 40% AOP: BFR2	n/a	CON: 0-6 semanas, ejercicio sin carga de peso 4 series (reps: 30/15/15/15) + 6-12 semanas ejercicios con peso 30% 1RM 4 series (reps: 30/15/15/15) BFR1: CON+ 80% BFR BFR2: CON+ 40% BFR

CON: Control; BFR: Blood Flow Restriction; 1RM: 1 Repetición Máxima; s: segundos; reps: repeticiones; LCA: Ligamento Cruzado Anterior; GE: Grupo Experimental; AOP: Presión de Oclusión Arterial; mmHg: milímetro de mercurio; n/a: no aporta el dato.

3.3 Evaluación de riesgo de sesgos

En la tabla 3 se presenta un resumen de la calidad metodológica de los artículos incluidos en el estudio, donde se indica con un "sí" o un "no" si cumplen con los elementos de la escala PEDro.

Tabla 3. Calidad de la evidencia (escala PEDro).

Autor y año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total	Calidad
Constantinou et al. 2022	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí	8	Alta
Vieira de Melo et al. 2022	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	No	Sí	Sí	7	Alta
Segal et al. 2015	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	7	Alta
Segal et al. 2015	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	7	Alta
Ferraz et al. 2018	Sí	Sí	No	Sí	No	No	Sí	No	Sí	Sí	Sí	6	Alta
Park et al. 2022	Sí	Sí	Sí	Sí	No	No	Sí	Sí	No	Sí	Sí	7	Alta

No: no presenta el criterio estudiado; Sí: presenta el criterio estudiado;

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

El ítem 1 no se tiene en consideración para la obtención de la puntuación final.

Todos los estudios obtuvieron una puntuación total de calidad alta, donde el estudio que más puntuación obtuvo fue Constantinou et al. 2022 con una puntuación de 8. La puntuación más baja la obtuvieron los artículos Vieira de Melo et al. 2022 y Segal et al. 2014 con un 6, sin embargo, siendo considerados de calidad alta. La puntuación total media de todos los estudios analizados fue de 6,8. Todos los artículos coincidieron en que sí presentaban la comparabilidad entre grupos al inicio (ítem 4), en la comparación estadística entre grupos (ítem 10) y en las medidas puntuales y de variabilidad en cada grupo (ítem 11). También coincidieron en la asignación oculta (ítem 3) y el seguimiento de los pacientes (ítem 8), salvo el estudio Ferraz et al. 2018 que no cumplió con ninguno de estos dos elementos. El estudio de Constantinou et al. 2022 fue el único que cumplió con el cegamiento de los terapeutas (ítem 6) evitando que los fisioterapeutas fueran conocedores del tratamiento que realizaban los otros grupos; y el análisis por intención de tratar (ítem 9) fue Ferraz et al. 2018. Ningún estudio fue capaz de llevar a cabo el cegamiento de los pacientes (ítem 5).

3.4 Resultado principal

En la tabla 4 se analiza la comparación del dolor de rodilla entre los diferentes grupos control frente a los grupos intervención de cada estudio. Se emplearon distintas escalas de medición para evaluar el dolor en cada estudio como fueron el Kujala Patelofemoral Score para el estudio Constantinou et al. 2022, el cuestionario KOOS para Segal et al. 2015, Segal et al 2014 y Vieira de Melo et al. 2022; se empleó la parte específica del cuestionario WOMAC que habla sobre el dolor en Ferraz et al. 2018 y la Escala Visual Analógica (VAS) en el estudio Park et al. 2022. Todos los artículos reflejaron una mejora en el dolor desde el comienzo del tratamiento comparado con la última medición realizada. Cada estudio realizó las mediciones de las variables en distintos momentos cronológicos y en la mayoría de los estudios no se encontraron diferencias significativas entre los grupos control frente a intervención exceptuando en Vieira de Melo et al. 2022 que indica diferencias significativas en el grupo intervención en las semanas 8 y 12; en el artículo Ferraz et al. 2018 se encontraron diferencias significativas dentro de los grupos G2 y BFR.

3.5 Resultados secundarios

En la tabla 5 se compararon la funcionalidad de la rodilla en los diferentes estudios exceptuando Constantinou et al. 2022 y Segal et al. 2015 que no analizaron esta variable. Se emplearon diferentes cuestionarios para su medición como Lysholm, IKDC, y pruebas funcionales como Stair Climb Power en el caso de Segal et al. 2014 y Timed Stand Test para Ferraz et al. 2018. Todos los artículos presentaron una mejoría respecto a las mediciones basales frente a las últimas mediciones. No obstante, Vieira de Melo et al. 2022 encontró diferencias significativas del grupo BFR respecto al control a partir de las semanas 8 y 12 y el estudio Ferraz et al. 2018 halló mejoras significativas en los grupos GE1 y BFR. En el estudio Park et al. 2022 se observó una mayor puntuación en el grupo BFR1 a las 12 semanas de haber concluido el tratamiento. El estudio Segal et al. 2015 obtuvo mejoras significativas en la funcionalidad de ambos grupos, pero no hubo diferencias significativas entre ellos.

La tabla 6 muestra los datos sobre la medición de la calidad de vida, que en este caso se evaluó solamente en los artículos Vieira de Melo et al. 2022 que utilizó la parte específica para esta variable del cuestionario KOOS y Ferraz et al. 2022 que empleó el cuestionario SF-36. Todas las mediciones reflejaron una mejora de la calidad de vida de los pacientes, sin embargo, solo se observó una diferencia significativa de mejora dentro del grupo BFR del estudio Vieira de Melo et al. 2022.

Tabla 4. Resultado primario: dolor de rodilla.

Escala de medición	Artículo	Grupo	Características basales	Mediciones±DE (rango mínimo- rango máximo)				
				4 semana	6 semanas	8 semana	12 semana	1-3 meses
Kujala Patellofemoral Score (0-100)	Constantinou et al. 2022	CONTROL	74,1 (71,66- 76,54)	n/a	94,1 (92,25-96,09)	n/a	n/a	98,7 (97,38-99,95)
		BFR	72,7 (69,89- 75,57)	n/a	94,9 (93,19-96,61)	n/a	n/a	98,9 (97,81-99,99)
KOOS (0-100)	Segal et al. 2015	BFR	83,3 ± 15,4	n/a	86,2 ± 10,0	n/a	n/a	91,1 ± 3,3
		CONTROL	76,6 ± 22,1	n/a	82,2 ± 11,7	n/a	n/a	96,4 ± 7,2
	Segal et al. 2015	BFR	80,5 ± 16,9	n/a	n/a	n/a	n/a	82,5 ± 2,8
		CONTROL	76,0 ± 20,0	n/a	n/a	n/a	n/a	77,8 ± 2,7
	Vieira de Melo et al. 2022	CONTROL	84,75 ± 4,67	70,67±3,30	n/a	76,92±3,94	88,00 ± 2,35	n/a
		BFR	84,50 ± 3,33	90,58±3,20	n/a	99,50 ± 0,48	100,00 ± 0	n/a
WOMAC Subescala (0-20)	Ferraz et al. 2018	GE1	7,2±2,2	n/a	n/a	n/a	4,6±3,1	n/a
		GE2	7,9±3,9	n/a	n/a	n/a	4,0±2,6	n/a
		BFR	6,9±3,3	n/a	n/a	n/a	4,0±2,9	n/a
VAS (0-100mm)	Park et al. 2022	CONTROL	7,5 ± 0,9	n/a	4,4 ± 1,5	n/a	3,5 ± 1,2	n/a
		BFR1	7,3 ± 1,1	n/a	3,8 ± 1,6	n/a	3,1 ± 1,3	n/a
		BFR2	7,5 ± 1,4	n/a	4,2 ± 1,6	n/a	3,1 ± 1,2	n/a

Kujala Patellofemoral Score (0 mayor gravedad-100 menor severidad); KOOS: Knee Osteoarthritis Outcome Score (0 mayor gravedad- 100 menor severidad), WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (0 menor severidad-20 mayor gravedad), VAS: Visual Analogic Scale (0 menor severidad- 100 mayor gravedad), BFR: Blood Flow Restriction, GE: Grupo Experimental; DE: Desviación estándar; n/a: no aporta el dato.

Tabla 5. Resultados funcionalidad de la rodilla.

Escala de medición	Artículo	Grupo	Características basales	Mediciones ± DE				
				4 semana	6 semanas	8 semana	12 semana	1-3 meses
Lysholm (0-100)	Vieira de Melo et al. 2022	CONTROL	81,17 ± 6,23	81,75 ± 3,80	n/a	86,17 ± 1,95	90,58 ± 0,84	n/a
		BFR	85,17 ± 3,97	92,00 ± 2,39	n/a	100,00 ± 0	100,00 ± 0	n/a
Stair Climb Power (W)	Segal et al. 2015	BFR	364,3 ± 71,2	n/a	n/a	n/a	n/a	393,6 ± 11,6
		CONTROL	404,3 ± 118,4	n/a	n/a	n/a	n/a	457,7 ± 11,0
IKDC (0-100)	Vieira de Melo et al. 2022	CONTROL	57,67 ± 3,06	51,58 ± 2,02	n/a	55,00 ± 1,60	60,92 ± 1,59	n/a
		BFR	59,67 ± 1,65	58,25 ± 1,50	n/a	65,08 ± 0,38	74,83 ± 0,44	n/a
	Park, et al. 2022	CONTROL	30,4 ± 5,4	n/a	27,9 ± 4,5	n/a	38,3 ± 3,8	n/a
		BFR1	29,7 ± 5,5	n/a	28,1 ± 3,2	n/a	42,1 ± 3,5	n/a
		BFR2	29,1 ± 7,4	n/a	27,6 ± 4,1	n/a	38,9 ± 3,3	n/a
Timed Stand Test (reps)	Ferraz et al. 2018	GE1	14,25 ± 3,75	n/a	n/a	n/a	16,5 ± 4,5	n/a
		GE2	13 ± 2,5	n/a	n/a	n/a	14 ± 2,5	n/a
		BFR	13,5 ± 2,5	n/a	n/a	n/a	15 ± 2	n/a

Lysholm (0 mayor gravedad- 100 menor severidad); IKDC: International Knee Documentation Committee (0 mayor gravedad- 100 menor severidad); BFR: Blood Flow Restriction; DE: Desviación Estándar; GE: Grupo Experimental; W: vatios; Reps: repeticiones; n/a: no aporta el dato.

Tabla 6. Resultados calidad de vida

Escala de medición	Artículo	Grupo	Características basales ± DE (Rangos mínimo-máximo)	Mediciones ± DE		
				4 semana	8 semana	12 semana
KOOS (0-100)	Vieira de Melo et al. 2022	CONTROL	66,42 ± 4,99	62,25 ± 4,54	65,17 ± 4,08	69,92 ± 3,04
		BFR	64,33 ± 4,03	72,58 ± 1,82	79,75 ± 1,43	83,92 ± 0,69
SF-36 (0-100)	Ferraz et al. 2018	GE1	55,7±16,9	n/a	n/a	64,8±15,5
		GE2	57,0±15,9	n/a	n/a	66,0±20,3
		BFR	60,4±16,1	n/a	n/a	73,4±13,5

KOOS: Knee Osteoarthritis Outcome Score (0 mayor gravedad- 100 menor severidad); SF-36: Health Questionnaire SF-36 (0 mayor gravedad- 100 menor severidad); BFR: Blood Flow Restriction; GE: Grupo Experimental; DE: Desviación Estándar; n/a: no aporta el dato.

4. DISCUSIÓN

Los estudios analizados en esta revisión revelaron que el entrenamiento de baja intensidad con BFR provoca una mejoría en los pacientes con dolor de rodilla respecto a su dolor, funcionalidad y calidad de vida en comparación con el inicio del tratamiento. La calidad metodológica de los estudios fue alta. El escaso cumplimiento de los ítems 5 y 6 ("Todos los sujetos fueron cegados; Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados"), donde solo hubo un estudio capaz de llevar a cabo el ítem 6, refleja las dificultades que se presentan en el momento de realizar el enmascaramiento del paciente y del clínico con una técnica instrumental como BFR, lo que influye en la calidad de los estudios que tratan de examinar qué tan eficaz fue la técnica.

De los estudios revisados, todos evaluaron la efectividad del entrenamiento de bajas cargas con BFR frente a un grupo control que realizó un entrenamiento convencional de alta^(28,29, 32) o baja carga^(29,30,31,33). Solo un estudio comparó el BFR frente a dos grupos control, uno de alta intensidad y otro de baja intensidad⁽²⁹⁾. La presión del BFR fue similar en la mayoría de los estudios, siendo todas por encima del 70%. Solo un estudio (Park et al. 2022) comparó un grupo con una presión superior y otro grupo con una presión inferior evidenciando resultados similares en los dos grupos a corto plazo, pero en mediciones posteriores no se hallaron diferencias significativas en cuanto a la mejora del dolor. Únicamente un estudio (Vieira de Melo et al. 2022) evidenció diferencias significativas entre grupos. No obstante, el grupo control de los estudios también refirió mejoras en todas las variables evaluadas. Se puede observar una mejoría a largo plazo en ambos grupos, pero ligeramente superior en aquellos con BFR por lo que podemos deducir que un planteamiento de entrenamiento de ejercicios de carga enfocados en la rodilla puede ayudar a disminuir el dolor en los pacientes con dolor de rodilla por artritis o después de cirugías.

Las variables secundarias también mostraron una mejoría al final del tratamiento. Un estudio demostró que ambos grupos que participaron en el estudio obtuvieron mejoras significativas al final del tratamiento con relación a la funcionalidad de la rodilla⁽³¹⁾. En general, todos los grupos intervención que participaron en los estudios reportaron una mejora respecto al grupo control, aunque no significativa. Solo dos estudios evaluaron la calidad de vida al final de tratamiento mostrando mejorías en ambos grupos, pero en ninguno de los casos fueron significativas^(29,32).

Existe un estudio de revisión sistemático⁽³⁴⁾ con ciertas similitudes que analizó estudios que combinaran el BFR junto al ejercicio terapéutico en población con patologías neurológicas y musculoesqueléticas, que además de evaluar la fuerza como variable principal, analiza como variables secundarias el dolor, la funcionalidad y la calidad de vida que corresponden a las variables de nuestro estudio. En Reina-Ruiz AJ, et al 2023 podemos observar que se obtuvieron

resultados similares a los que se ha obtenido en este estudio, evidenciando una disminución del dolor en todos los grupos con una ligera puntuación superior en los grupos con BFR. En el estudio también observamos que a medio plazo existe una reducción del dolor mayor en la aplicación de la intervención BFR, cuyos resultados los relaciona con la aplicación de presiones altas en el manguito de oclusión que provoca el mecanismo de hipoalgesia inducido por el ejercicio. Respecto a los resultados de funcionalidad y de calidad de vida también obtiene una puntuación de mejora similar en ambos grupos.

Esta mayor mejora a medio plazo se podría relacionar con un menor estrés mecánico que supone a la hora de la realización de los ejercicios con BFR y que gracias a la presión ayuda a obtener un aumento del estrés metabólico⁽³⁵⁾. Otro motivo que pueda justificar la mejora del dolor es el aumento de la masa y fuerza muscular, ya que un incremento de ambas está altamente relacionado con una mejora del dolor⁽³⁶⁾. Además, es posible que la exposición a un periodo de hipoxia provocado por la presión del manguito pueda tener algún efecto en la hipoalgesia y que provoque una mayor liberación de sustancias endógenas que inhiban las vías nociceptivas^(37,38).

En cuanto a la mejora de la funcionalidad de los sujetos se puede deber, en mayor medida, a la ganancia de fuerza y masa muscular provocada por el plan de entrenamiento, ya que la hipertrofia de los músculos de la rodilla son esenciales para la mejora en la funcionalidad⁽³⁹⁾.

Por lo que la calidad de vida sufre una mejora consecuente gracias a la ganancia de fuerza, funcionalidad y salud provocada por el ejercicio físico activo⁽⁴⁰⁾.

Resaltar que todos los artículos analizados en este estudio mostraron resultados positivos lo que se puede traducir en que la técnica BFR puede aplicarse para el tratamiento de dolor de rodilla como técnica de tratamiento y especialmente en aquellos pacientes que se les imposibilita la realización del entrenamiento de cargas de alta intensidad, por lo que es imprescindible realizar un adecuado diagnóstico de los pacientes y poder determinar si la técnica puede ser beneficiosa y adecuada para el paciente.

5. LIMITACIONES/FORTALEZAS- DEBILIDADES

La principal limitación presente en este estudio es que la elección de los estudios y su búsqueda fue llevada a cabo por una sola persona, que, además, no presenta experiencia a la hora de realizar revisiones ni en la evaluación de la calidad metodológica de los estudios.

Otra limitación del estudio es la heterogeneidad en el uso de diferentes cuestionarios para la medición de las variables, los diferentes tiempos de evaluación, así como de tratamiento, lo que imposibilita la realización de un meta-análisis y nos hace evidente la necesidad de establecer un protocolo específico para mejorar la comparabilidad y reproductibilidad del BFR. Por otra parte, ningún estudio habló de efectos adversos que podrían haberse dado con la aplicación del BFR.

Nuestro estudio es uno de los pocos que evalúan solamente el dolor de rodilla como principal variable en el empleo del BFR. Existe una escasa literatura que estudie la efectividad de esta técnica sobre las variables estudiadas, por lo que futuros ensayos clínicos deben realizarse para la evaluación más a largo plazo, ya que en los estudios analizados encontramos tiempos de medición temprana que demuestran la efectividad solamente en estos plazos de tiempo.

Futuras líneas de investigación son necesarias para investigar en profundidad cómo influye la diferencia de presiones del manguito en las diferentes variables del paciente. Además, sería interesante realizar estudios de una manera más específica en cuanto al rango de edad, la patología para poder comparar los resultados obtenidos. También habría que estudiar los efectos de esta técnica en plazos más largos de tiempo para poder observar si los efectos conseguidos se conservan.

6. CONCLUSIÓN

En conclusión, el entrenamiento de bajas cargas con restricción de flujo sanguíneo disminuye el dolor en pacientes con dolor de rodilla, así como mejora la funcionalidad de la rodilla y mejora la calidad de vida de los pacientes a corto y medio plazo. Al tener resultados similares al entrenamiento de altas cargas, sería adecuado optar por este tipo de tratamiento cuando el paciente no es capaz de soportar altas cargas.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Raja SN, Carr DB, Cohen M, Finnerup NB, Flor H, Gibson S, Keefe FJ, Mogil JS, Ringkamp M, Sluka KA, Song XJ, Stevens B, Sullivan MD, Tutelman PR, Ushida T, Vader K. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*. 2020 Sep 1;161(9):1976-1982.
2. Cotler HB, Chow RT, Hamblin MR, Carroll J. The Use of Low Level Laser Therapy (LLLT) For Musculoskeletal Pain. *MOJ Orthop Rheumatol*. 2015;2(5):00068.
3. Bevan S. Economic impact of musculoskeletal disorders (MSDs) on work in Europe. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2015;29 (3):356–73.
4. Nguyen US, Zhang Y, Zhu Y, Niu J, Zhang B, Felson DT. Increasing prevalence of knee pain and symptomatic knee osteoarthritis: survey and cohort data. *Ann Intern Med*. 2011;155(11):725-732.
5. Calmbach W.L., Hutchens M. Evaluation of patients presenting with knee pain: Part I. History, physical examination, radiographs, and laboratory tests. *Am. Fam. Physician*. 2003;68:907–912.
6. Blanco FJ, Silva-Díaz M, Quevedo Vila V, Seoane-Mato D, Pérez Ruiz F, Juan-Mas A, Pego-Reigosa JM, Narváez J, Quilis N, Cortés R, Romero Pérez A, Fábregas Canales D, Font Gayá T, Bordoy Ferrer C, Sánchez-Piedra C, Díaz-González F, Bustabad-Reyes S; en representación del Grupo de Trabajo del Proyecto EPISER2016. Prevalence of symptomatic osteoarthritis in Spain: EPISER2016 study. *Reumatol Clin (Engl Ed)*. 2020 Apr 28:S1699-258X(20)30023-1. English, Spanish.
7. Tsokanos A, Livieratou E, Billis E, Tsekoura M, Tatsios P, Tsepis E, Fousekis K. The Efficacy of Manual Therapy in Patients with Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. *Medicina (Kaunas)*. 2021 Jul 7;57(7):696.
8. Ling S.M., Fried L.P., Garrett E.S., Fan M.-Y., Rantanen T., Bathon J.M. Knee osteoarthritis compromises early mobility function: The Women's Health and Aging Study II. *J. Rheumatol*. 2003;30:114–120.
9. American College of Sports Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(3):687-708.
10. Hughes L Paton B Rosenblatt B, et al. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017;51(13):1003-1011.
11. Messier S. P., Mihalko S. L., Beavers D. P., Nicklas B. J., DeVita P., Carr J. J., et al.. (2021). Effect of high-intensity strength training on knee pain and knee joint compressive forces Among adults With knee osteoarthritis: The START randomized clinical trial. *JAMA* 325, 646–657.

12. Michael JW, Schlüter-Brust KU, Eysel P. The epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment of osteoarthritis of the knee. *Dtsch Arztebl Int.* 2010 Mar;107(9):152-62.
13. Fransen M, McConnell S, Harmer AR, Van der Esch M, Simic M, Bennell KL. Exercise for osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015 Jan 9;1:CD004376.
14. Lambert BS, Hedt C, Moreno M, Harris JD, McCulloch P. Blood flow restriction therapy for stimulating skeletal muscle growth: Practical considerations for maximizing recovery in clinical rehabilitation settings. *Techniques in Orthopaedics.* 2018;33(2):89–97.
15. Loenneke JP, Kim D, Fahs CA, Thiebaud RS, Abe T, Larson RD, Bembem DA, Bembem MG. Effects of exercise with and without different degrees of blood flow restriction on torque and muscle activation. *Muscle Nerve.* 2015 May;51(5):713-21.
16. Loenneke JP, Thiebaud RS, Fahs CA, Rossow LM, Abe T, Bembem MG. Effect of cuff type on arterial occlusion. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2013 Jul;33(4):325-7.
17. Brandner CR, May AK, Clarkson MJ, Warmington SA. Reported side-effects and safety considerations for the use of blood flow restriction during exercise in practice and research. *Techniques in Orthopaedics.* 2018;33(2):114–21.
18. Vopat BG, Vopat LM, Bechtold MM, Hodge KA. Blood flow restriction therapy: where we are and where we are going. *J Am Acad Orthop Surg.* 2020;28(12):e493-e500.
19. Slys J, Stultz J, Burr JF. The efficacy of blood flow restricted exercise: a systematic review meta-analysis. *J Sci Med Sport.* 2016;19(8):669-675.
20. Teixeira E.L., Barroso R., Silva-batista C., Laurentino C., Loenneke J.P., Roschel H., Ugrinowitsch C., Tricoli V. Blood Flow Restriction Increases Metabolic Stress But Decreases Muscle Activation During High-Load Resistance Exercise. *Muscle Nerve.* 2017;57:107–111.
21. Ganesan G., Cotter J.A., Reuland W., Cerussi A.E., Tromberg B.J., Galassetti P. Effect of blood flow restriction on tissue oxygenation during knee extension. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2015;47:185–193.
22. Kacin A., Rosenblatt B., Žargi T.G., Biswas A. Safety Considerations With Blood Flow Restricted Resistance Training. *Ann. Kinesiol.* 2015;6:3–26.
23. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, Moher D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Syst Rev.* 2021 Mar 29;10(1):89.
24. Raja SN, Carr DB, Cohen M, Finnerup NB, Flor H, Gibson S, Keefe FJ, Mogil JS, Ringkamp M, Sluka KA, Song XJ, Stevens B, Sullivan MD, Tutelman PR, Ushida T, Vader

- K. The revised International Association for the Study of Pain definition of pain: concepts, challenges, and compromises. *Pain*. 2020 Sep 1;161(9):1976-1982.
25. Forhan M, Gill SV. Obesity, functional mobility and quality of life. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab*. 2013 Apr;27(2):129-37.
26. Amir-Behghadami M., Janati A. Population, intervention, comparison, outcomes and study (PICOS) design as a framework to formulate eligibility criteria in systematic reviews. *Emerg. Med J*. 2020;37:387.
27. Maher CG, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther*. 2003 Aug;83(8):713-21.
28. Constantinou A, Mamais I, Papathanasiou G, Lamnisis D, Stasinopoulos D. Comparing hip and knee focused exercises versus hip and knee focused exercises with the use of blood flow restriction training in adults with patellofemoral pain. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2022 Apr;58(2):225-235.
29. Ferraz RB, Gualano B, Rodrigues R, Kurimori CO, Fuller R, Lima FR, DE Sá-Pinto AL, Roschel H. Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc*. 2018 May;50(5):897-905.
30. Segal NA, Williams GN, Davis MC, Wallace RB, Mikesky AE. Efficacy of blood flow-restricted, low-load resistance training in women with risk factors for symptomatic knee osteoarthritis. *PM R*. 2015 Apr;7(4):376-84.
31. Segal N, Davis MD, Mikesky AE. Efficacy of Blood Flow-Restricted Low-Load Resistance Training For Quadriceps Strengthening in Men at Risk of Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2015 Sep;6(3):160-7.
32. Vieira de Melo RF, Komatsu WR, Freitas MS, Vieira de Melo ME, Cohen M. Comparison of Quadriceps and Hamstring Muscle Strength after Exercises with and without Blood Flow Restriction following Anterior Cruciate Ligament Surgery: A Randomized Controlled Trial. *J Rehabil Med*. 2022 Nov 1;54:jrm00337.
33. Park HS, Song JS, Kim EK. Effects of low-intensity resistance exercise with blood flow restriction after high tibial osteotomy in middle-aged women. *Medicine (Baltimore)*. 2022 Dec 23;101(51):e32294.
34. Reina-Ruiz AJ, Martínez-Cal J, Molina-Torres G, Romero-Galisteo RP, Galán-Mercant A, Carrasco-Vega E, González-Sánchez M. Effectiveness of Blood Flow Restriction on Functionality, Quality of Life and Pain in Patients with Neuromusculoskeletal Pathologies: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Jan 12;20(2):1401.

35. Castilla-López C., Molina-Mula J., Romero-Franco N. Blood flow restriction during training for improving the aerobic capacity and sport performance of trained athletes: A systematic review and meta-analysis. *J. Exerc. Sci. Fit.* 2022;20:190–197.
36. Bokaeian HR, Bakhtiary AH, Mirmohammadkhani M, et al.. Quadriceps strengthening exercises may not change pain and function in knee osteoarthritis. *J Bodyw Mov Ther.* 2018;22:528–33.
37. Korakakis V, Whiteley R, Epameinontidis K. Blood Flow Restriction induces hypoalgesia in recreationally active adult male anterior knee pain patients allowing therapeutic exercise loading. *Phys Ther Sport.* 2018 Jul;32:235-243.
38. Korakakis V, Whiteley R, Giakas G. Low load resistance training with blood flow restriction decreases anterior knee pain more than resistance training alone. A pilot randomised controlled trial. *Phys Ther Sport.* 2018 Nov;34:121-128.
39. Nur H, Sertkaya BS, Tuncer T. Determinants of physical functioning in women with knee osteoarthritis. *Aging Clin Exp Res.* 2017; [Epub ahead of print]. doi:10.1007/s40520-017-0784-x.
40. Zampogna B., Papalia R., Papalia G.F., Campi S., Vasta S., Vorini F., Fossati C., Torre G., Denaro V. The Role of Physical Activity as Conservative Treatment for Hip and Knee Osteoarthritis in Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Clin. Med.* 2020;9:1167.

8. ANEXOS

8.1 ANEXO 1: Estrategia de búsqueda en Pubmed y Web of Science.

((blood flow restriction) OR (Kaatsu) OR (ischemic training) OR (occlusion resistance training)
OR (vascular restriction) OR (vascular occlusion)) AND ((knee pain) OR (Anterior knee pain) OR
(patellofemoral pain) OR (Anterior Cruciate Ligament Reconstruction) OR (knee osteoarthritis))