

EFICACIA DEL BLOOD FLOW RESTRICTION
COMO TRATAMIENTO DE PACIENTES EN
PERIODO POST-OPERATORIO REVISIÓN
SISTEMÁTICA

TRABAJO FINAL DE GRADO

ARTHUR BETTEMBOS

VICTOR JUMEL



Facultad de fisioterapia
Universidad Europea de Valencia

Valencia
Curso académico 2022-2023

EFICACIA DEL BLOOD FLOW RESTRICTION COMO
TRATAMIENTO DE PACIENTES EN PERIODO POST-
OPERATORIO REVISIÓN SISTEMÁTICA

TRABAJO FINAL DE GRADO PRESENTADO POR :
VICTOR JUMEL Y ARTHUR BETTEMBOS

TUTOR DEL TRABAJO :
FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ BLÁSQUEZ

FACULTAD DE FISIOTERAPIA

UNIVERSIDAD EUROPEA DE VALENCIA

VALENCIA

CURSO 2022-2023

Índice de figuras	4
Índice de tablas	4
1. Listado de símbolos y siglas	5
2. Resumen general y palabras claves	6
2.1. Resumen en castellano y palabras claves	6
2.2. Abstract and key words	7
3. Introducción	8
4. Hipótesis y objetivos	12
4.1. Hipótesis general	12
4.2. Hipótesis específicas	12
4.3. Objetivo general	12
4.4. Objetivos secundarios	12
5. Material y metodología	13
5.1. Tipo de estudio y planificación	13
5.2. Pregunta de investigación	13
5.3. Base de datos	13
5.4. Ecuación de búsqueda	13
5.5. Criterios de inclusión y exclusión	14
5.6. Proceso de selección de la muestra	14
5.7. Calidad de los artículos	16
5.8. Descripción de la muestra	17
5.9. Descripción de las variables del estudio	17
5.10. Análisis de datos	17
5.11. Intervención	18

5.12.	Procedimiento para garantizar aspectos éticos en investigaciones	23
6.	<i>Resultados</i>	24
7.	<i>Discusión</i>	27
7.1.	Fuerza muscular	27
7.2.	Hipertrofia	28
7.3.	Protocolos	29
8.	<i>Limitaciones</i>	29
9.	<i>Conclusión</i>	30
	BIBLIOGRAFÍA	31
	ANEXOS	36

Índice de figuras

Figura 1.	10
Figura 2.	10

Índice de tablas

Tabla 1. _____	13
Tabla 2. _____	14
Tabla 3. _____	15
Tabla 4. _____	16
Tabla 5. _____	18
Tabla 6. _____	24
Tabla 7. _____	26

1. Listado de símbolos y siglas

AOP – Arterial occlusion pressure

BFR – Blood flow restriction

BFR-AE – Blood flow restriction aerobic exercise

BFR-RE – Blood flow restriction resistance exercise

BFR-RT – Blood flow restriction resistance training

BFRT – Blood flow restriction training

CSA – Cross sectional área

HL-RT – Heavy load resistance training

LCA – Ligamento cruzado anterior

LL-BFR – Low load blood flow restriction training

LOP – Limb occlusion pressure

Mm HG – Milímetro de mercurio

MPT – Master in Physiotherapy

P-BFR – Passive blood flow restriction

RCT – Randomized control trial

RM – Repetición máxima

SHAM-BFR – BFR simulado

2. Resumen general y palabras claves

2.1. *Resumen en castellano y palabras claves*

Introducción : Para los pacientes sometidos a rehabilitación después de una intervención quirúrgica, recuperar la fuerza entrenando con cargas elevadas no suele estar indicado, por lo tanto, muchos cirujanos ortopédicos y fisioterapeutas han empezado a incorporar la terapia Blood Flow Restriction (BFR) para facilitar la mejora de la fuerza y la hipertrofia. El entrenamiento con BFR implica el uso de un manguito o sistema de torniquete colocado circunferencialmente alrededor del extremo proximal de una extremidad para producir oclusión vascular. El BFR se utiliza a través de diferentes protocolos con el objetivo de un fortalecimiento muscular.

Objetivos : Nuestros objetivos son evidenciar la efectividad del BFR para tratar los pacientes en periodo postoperatorio. Además, queremos demostrar la eficacia del BFR para favorecer la hipertrofia y la fuerza muscular de los pacientes en periodo postoperatorio.

Metodología : Se realizó una revisión sistemática a través de las bases de datos PUBMED, Web of Science y PEDro.

Resultados : La revisión sistemática incluye 7 artículos que son ensayos controlados aleatorizados. Los resultados han mostrado una mejora de la fuerza muscular y de la hipertrofia en los pacientes post-operativos.

Conclusión : Se puede afirmar que el blood flow restriction training es eficaz para tratar los pacientes en periodo postoperatorio. Se debe continuar la realización de estudios más exhaustivos en comparación con otras modalidades de rehabilitación para un mayor conocimiento en la eficacia del BFR en fisioterapia.

Palabras claves : BFR / Blood flow restriction / rehabilitación / post-operatorio / hipertrofia / fuerza muscular / fisioterapia

2.2. *Abstract and key words*

Introduction : For patients undergoing rehabilitation after surgery, regaining strength by training with high loads is usually not recommended, therefore, many orthopedic surgeons and physical therapists have begun to incorporate Blood Flow Restriction (BFR) therapy to help to improved strength and hypertrophy. BFR training involves the use of a cuff or tourniquet system placed circumferentially around the proximal end of an extremity to produce vascular occlusion. BFR is mainly used with different protocols to strengthen muscles.

Objectives : Our objectives are to demonstrate the effectiveness of BFR to treat postoperative patients. In addition, we want to demonstrate the efficacy of BFR to promote muscle hypertrophy and strength in postoperative patients.

Methodology : A systematic review was performed through PUBMED, Web of Science and PEDro databases.

Results : The systematic review includes 7 articles which are randomized controlled trials (RCT). The results have shown an improvement in muscle strength and hypertrophy in post-operative patients.

Conclusion : It can be stated that blood flow restriction training is effective in treating postoperative patients. More exhaustive studies should continue in comparison with other rehabilitation modalities for a better understanding of the efficacy of BFR in physiotherapy.

Key words : BFR / Blood flow restriction / rehabilitation / post-surgery / hypertrophy / muscle strength / physiotherapy

3. Introducción

La eficacia del fortalecimiento muscular durante la rehabilitación de un paciente es una de las principales preocupaciones para el fisioterapeuta. Dolores, limitaciones quirúrgicas, la imposibilidad de utilizar cargas pesadas son obstáculos potenciales a un tratamiento óptimo (Planque & Tamalet, 2021). Mantener su masa muscular es un factor importante de salud y mejora la calidad de vida (Seguin & Nelson, 2003). Un nivel de tejido muscular esquelético adecuado es fundamental para realizar actividades de la vida diaria como andar o prevenir el riesgo de caída (Slysz et al., 2016). Además, la cantidad y la calidad del tejido muscular esquelético tiene un impacto directo sobre el rendimiento deportivo, la tasa metabólica basal, la fuerza y la explosividad, y el gasto calórico (Herda et al., 2013). Una baja masa muscular se asocia a una mayor mortalidad en adultos sanos y adultos con comorbilidades (Koeppel et al., 2021). El entrenamiento con ejercicios de resistencia es el medio externo no farmacológico más potente para aumentar la masa muscular esquelética (McKendry et al., 2021). El trabajo de fuerza con cargas pesadas compensa la pérdida de fuerza y masa muscular relacionada con la edad (Narici et al., 2004) y el entrenamiento de fuerza tras la inmovilización es esencial para recuperar la fuerza perdida como consecuencia de la atrofia muscular por desuso (Hughes et al., 2017).

El tejido muscular esquelético aumenta por hipertrofia que se define como un aumento del área de la sección transversal (CSA) de un músculo. Se produce en humanos adultos debido a la acumulación de proteínas celulares (por ejemplo, miofibrilares, sarcoplásmicas, mitocondriales) dentro de las fibras musculares preexistentes (LIM et al., 2022). La tensión mecánica y el estrés metabólico producen una cascada de señalización y factores de crecimiento que conducen a la hipertrofia del tejido muscular (Pearson & Hussain, 2015). La tensión mecánica se define como la tensión que recibe un músculo al ser sometido a una fuerza mientras que el estrés metabólico se relaciona con la acumulación de metabolitos durante el ejercicio (Pearson & Hussain, 2015). Tradicionalmente se ha admitido que para producir hipertrofia del tejido muscular y aumentar la fuerza, se debe realizar un trabajo de fuerza intenso con pesos (Pearson & Hussain, 2015). La carga de entrenamiento, normalmente definida como el número de repeticiones objetivo hasta el fallo muscular (por ejemplo, 12RM, repeticiones máximas) o como un porcentaje de la repetición máxima (% de 1 RM), es la variable más importante en el entrenamiento de fuerza (Bird et al., 2005). Históricamente se ha creído que las adaptaciones tras el entrenamiento de fuerza dependen de la carga, utilizándose cargas pesadas, cargas moderadas y cargas bajas para aumentar la fuerza máxima, la hipertrofia y la resistencia muscular, respectivamente (Bird et al., 2005). En general se recomienda entrenar dentro de un rango de carga de 1 a 12RM centrándose en el rango de 6 a 12 RM para aumentar la fuerza muscular y la hipertrofia, o 70% de 1RM, y cargas más ligeras para mejorar la resistencia muscular, por ejemplo 20% o 50% de 1RM (American College of Sports Medicine, 2009). Sin embargo, nuevos estudios demuestran que se pueden producir respuestas hipertróficas

similares con rangos de repeticiones mas amplios y pesos muy ligeros, siempre que el entrenamiento se realice con un alto nivel de esfuerzo y volumen de trabajo total igual (Schoenfeld et al., 2017). Las consecuencias de la pérdida progresiva de fuerza por lesiones pueden afectar mucho la vida, el trabajo de fuerza es imprescindible en rehabilitación clínica y los fisioterapeutas se enfrentan a la tarea de convertir las numerosas investigaciones en un practica clínica eficaz (Hughes et al., 2017).

En rehabilitación, entrenar hasta el fallo muscular puede ser una estrategia eficaz para maximizar la hipertrofia cuando se entrena con cargas bajas en situaciones en las que no se puede utilizar cargas pesadas. Por lo tanto, el entrenamiento con cargas bajas puede ser útil, ya que la adición temprana de masa muscular y función en la rehabilitación puede ser beneficiosa para las personas que han sufrido atrofia (Hughes et al., 2017).

Para los pacientes sometidos a rehabilitación que sea no operatoria o postoperatoria, recuperar la fuerza entrenando con cargas elevadas no suele estar indicado, por lo tanto, muchos cirujanos ortopédicos y fisioterapeutas han empezado a incorporar la terapia Blood Flow Restriction (BFR) para facilitar la mejora de la fuerza (Wortman et al., 2021).

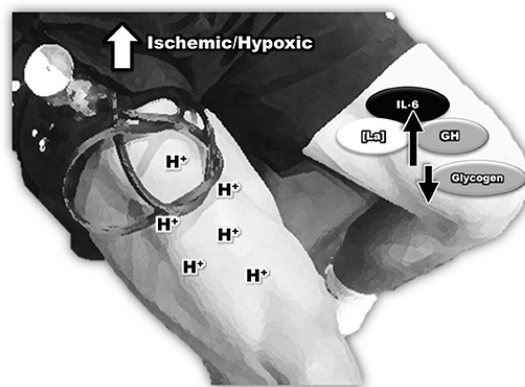
En los últimos años, el entrenamiento con BFR ha suscitado una mayor atención debido a la posibilidad de que las personas alcancen una mejora de la carga muscular y de cambios fisiológicos con una intensidad de entrenamiento más baja (Wortman et al., 2021). Se cree que esta técnica se originó en Japón en los años 1970 con el método de entrenamiento "Kaatsu" del Dr. Yoshiaki Soto. Sin embargo, el primer estudio relacionado con este método fue publicado en 1998 por Shinohara (DePhillipo et al., 2018). El entrenamiento con BFR implica el uso de un manguito o sistema de torniquete colocado circunferencialmente alrededor del extremo proximal de una extremidad y se infla a una presión predeterminada (los estudios de 110 a 240 mm Hg) en un intento de mantener el flujo arterial mientras se restringe el retorno venoso (DePhillipo et al., 2018). Al ocluir la salida venosa de la extremidad, el entorno anaeróbico resultante promueve la hipertrofia muscular a través de la señalización celular y cambios hormonales similares a los que se observan en un entrenamiento de mayor intensidad con más resistencia (Shinohara et al., 1998). Al principio, los modos de oclusión no fueron sofisticados y se incluían bandas y cuerdas. En 1984 se inventó el torniquete electrónico de primer generación, pero solo fue a partir de los años 2000 que aparecieron torniquetes electrónicos seguros y fiables. Popularizado por Johnny Owens M.P.T (Máster in Physical Therapy), el BFR se aplicó inicialmente en su clínica para mejorar la fuerza muscular y la hipertrofia con sus pacientes militares. En pocos años, se reconoció el potencial del BFR en otras subespecialidades y se realizó una transición de pacientes traumatológicos al tratamiento de lesiones deportivas (DePhillipo et al., 2018).

El daño muscular asociado al ejercicio y a la BFR no es el responsable de los cambios, es el estrés metabólico. La oclusión provoca una isquemia tisular y, por tanto, hipoxia, lo que produce un aumento de lactato, que a su vez es responsable de una cascada metabólica. Esta cascada de respuesta a la oclusión estimula la activación de la Interleucina-6 (IL-6), los

neutrófilos y los macrófagos. El principal efecto de la IL-6 es la activación del complejo mTORc1, que es uno de los dos complejos de la enzima mTOR que controla la biosíntesis de proteínas, pero también la proliferación y el crecimiento celular (Fujita et al., 2007). La IL-6, los macrófagos, los neutrófilos y la enzima mTor actúan directamente sobre las células satélite, permitiendo su activación, diferenciación y proliferación. Así pues, es efectivamente el aumento de los mecanismos de inflamación a nivel tisular lo que permite la remodelación del músculo esquelético. (Rossi et al., 2018).

Figura 1.

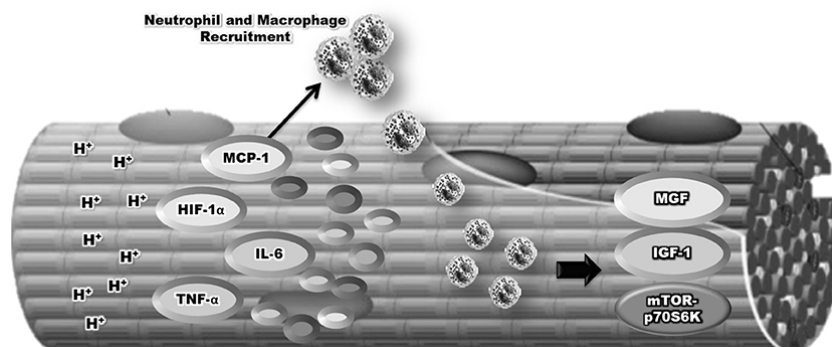
Respuesta inflamatoria con BFR y ejercicio de baja intensidad



Fuente 1 - (Rossi et al., 2018)

Figura 2.

Relación entre inflamación, neutrófilos y macrófagos en la remodelación de la masa muscular esquelética inducida por BFR más entrenamiento de fuerza



Fuente 2 - (Rossi et al., 2018)

Por último, el estrés metabólico permite la estimulación preferente de las fibras de contracción rápida de tipo II, las fibras más sensibles a la hipertrofia. El BFR se parece a un acelerador biofisiológico natural del que se deriva toda una cascada de reacciones metabólicas para obtener un aumento de fuerza y de hipertrofia (Planque & Tamalet, 2021).

El BFR se aplica tanto durante el ejercicio activo (BFR-RE) como durante el ejercicio aeróbico (BFR-AE), y también pasivamente sin ejercicio (P-BFR) (Patterson et al., 2019). La aplicación del BFR con ejercicio de resistencia se debe realizar 2 a 3 veces por semana, durante un periodo mínimo de 3 semanas, o 1 a 2 veces al día durante 1 a 3 semanas. El ejercicio se realiza con poca carga (LL-BFR, low load BFR), es decir 20-40 del 1RM. El tiempo de restricción del flujo sanguíneo se encuentra entre 5 y 10 minutos en total por sesión. La evidencia científica recomienda un total de 75 repeticiones distribuidas de la manera siguiente : 30 – 15 – 15 -15, o 2 a 4 series hasta el fallo muscular (Patterson et al., 2019). En general se recomienda que los periodos de descanso entre las series sean cortos, y la restricción del flujo puede mantenerse durante este periodo aunque se puede realizar de manera intermitente con liberación del flujo durante el descanso (Patterson et al., 2019). La presión de oclusión arterial (AOP), es decir la cantidad de presión necesaria para interrumpir el flujo sanguíneo a una extremidad, está relacionada con una serie de características individuales de la extremidad: la forma, la anchura y la longitud del torniquete, el tamaño de la extremidad o la tensión arterial de la persona (McEwen et al., 2019). Una extremidad más grande requerirá una mayor presión en el manguito para restringir completamente el flujo sanguíneo arterial, y esto es así en toda la gama de anchuras de manguito. La literatura existente recomienda utilizar una presión durante el ejercicio de BFR en función de la medición de la AOP, con presiones que oscilen entre el 40 y el 80% resultado encontrado. Se puede utilizar una amplia variedad de anchuras de manguito si la presión se ajusta adecuadamente mediante la AOP. Debe tenerse en cuenta que cuanto más ancho sea el manguito, menor será la presión total necesaria (Patterson et al., 2019). En cuanto al material del puño, tanto los puños elásticos como los de nailon se han utilizado en la literatura y han mostrado adaptaciones musculares beneficiosas pero siempre se debe ajustar la presión utilizada mediante la AOP (Patterson et al., 2019).

4. Hipótesis y objetivos

4.1. *Hipótesis general*

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, se plantea como hipótesis que el blood flow restriction training es eficaz para tratar los pacientes en periodo postoperatorio.

4.2. *Hipótesis específicas*

Se plantean las hipótesis específicas siguiente :

- El blood flow restriction training favorece la hipertrofia muscular en los pacientes en periodo postoperatorio.
- El blood flow restriction training aumenta la fuerza en los pacientes en periodo postoperatorio.

4.3. *Objetivo general*

Evidenciar (en base a las publicaciones científicas más relevantes) la efectividad del blood flow restriction training para tratar los pacientes en periodo postoperatorio.

4.4. *Objetivos secundarios*

- Demostrar la eficacia del blood flow restriction training para favorecer la hipertrofia muscular de los pacientes en periodo postoperatorio.
- Justificar la eficacia del blood flow restriction training para aumentar la fuerza de los pacientes en periodo postoperatorio.

5. Material y metodología

5.1. *Tipo de estudio y planificación*

Este trabajo es una revisión sistemática de la literatura que data de mayo de 2017 a diciembre de 2022 y que tratan del uso del blood flow restriction en la rehabilitación de pacientes postquirúrgicos. Esta investigación se ha llevado a cabo utilizando diferentes fuentes de información que siguen las normas de la declaración de PRISMA (Mj et al., 2021).

5.2. *Pregunta de investigación*

Para llevar a cabo esta revisión sistemática, se estableció una pregunta de investigación según el formato estándar de pregunta PICO (Richardson et al., 1995). Por lo tanto, la pregunta de investigación que introduce este trabajo tendrá esta forma :

¿Es el Blood flow restriction training eficaz para aumentar la fuerza y favorecer la hipertrofia muscular de los pacientes en periodo postoperatorio?

5.3. *Base de datos*

Esta investigación se basa en las bases de datos PUBMED, Web of Science y PEDRO. Se inició en Diciembre 2022 y finalizó en Marzo 2023. Para la recogida y gestión de los datos bibliográficos se utiliza la herramienta Zotero.

5.4. *Ecuación de búsqueda*

Las ecuaciones de búsqueda se establecen en función de las especificidades de cada base de datos. Estas ecuaciones son las siguientes :

Tabla 1.

Ecuaciones de búsqueda

PUBMED	(((((postoperative period[MeSH Terms]) OR (post-operative)) OR (surgery)) OR (surgical)) AND (((Blood Flow Restriction Therapy[MeSH Terms]) OR (Blood Flow Restriction)) OR (Blood Flow Restriction Training))) AND (((Hypertrophy[MeSH
--------	---

	Terms)) OR (Muscle Strength[MeSH Terms])) OR (Strength))) AND ((Randomized controlled trial) OR (Randomised controlled trial))
WEB OF SCIENCE	((AB=(postoperative period OR post-operative OR surgery OR surgical)) AND AB=(blood flow restriction therapy OR blood flow restriction OR blood flow restriction training)) AND AB=(hypertrophy OR muscle strength OR strength)) AND AB=(randomized controlled trial OR randomised controlled trial)
PEDRO	"BFR AND Postoperative"

5.5. Criterios de inclusión y exclusión

Tabla 2.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<ul style="list-style-type: none"> • Pacientes en periodo post cirugía • Intervención de BFR • Análisis de la hipertrofia y/o fuerza muscular • Randomized controlled trial 	<ul style="list-style-type: none"> • Artículos de protocolos • Revisión sistemática • Pacientes sanos • Artículos sin la variable fuerza o hipertrofia muscular • Artículos completos no disponibles • Artículos sin BFR • Artículo de calidad de la evidencia < 7 según la escala Pedro

5.6. Proceso de selección de los artículos

La búsqueda en las bases de datos identificó 48 artículos. A continuación, se eliminaron los duplicados y triplicados. Los estudios se seleccionaron leyendo el título y luego los resúmenes, basándose en los siguientes criterios PICO:

P : Patients post surgery

I : Blood Flow Restriction Therapy

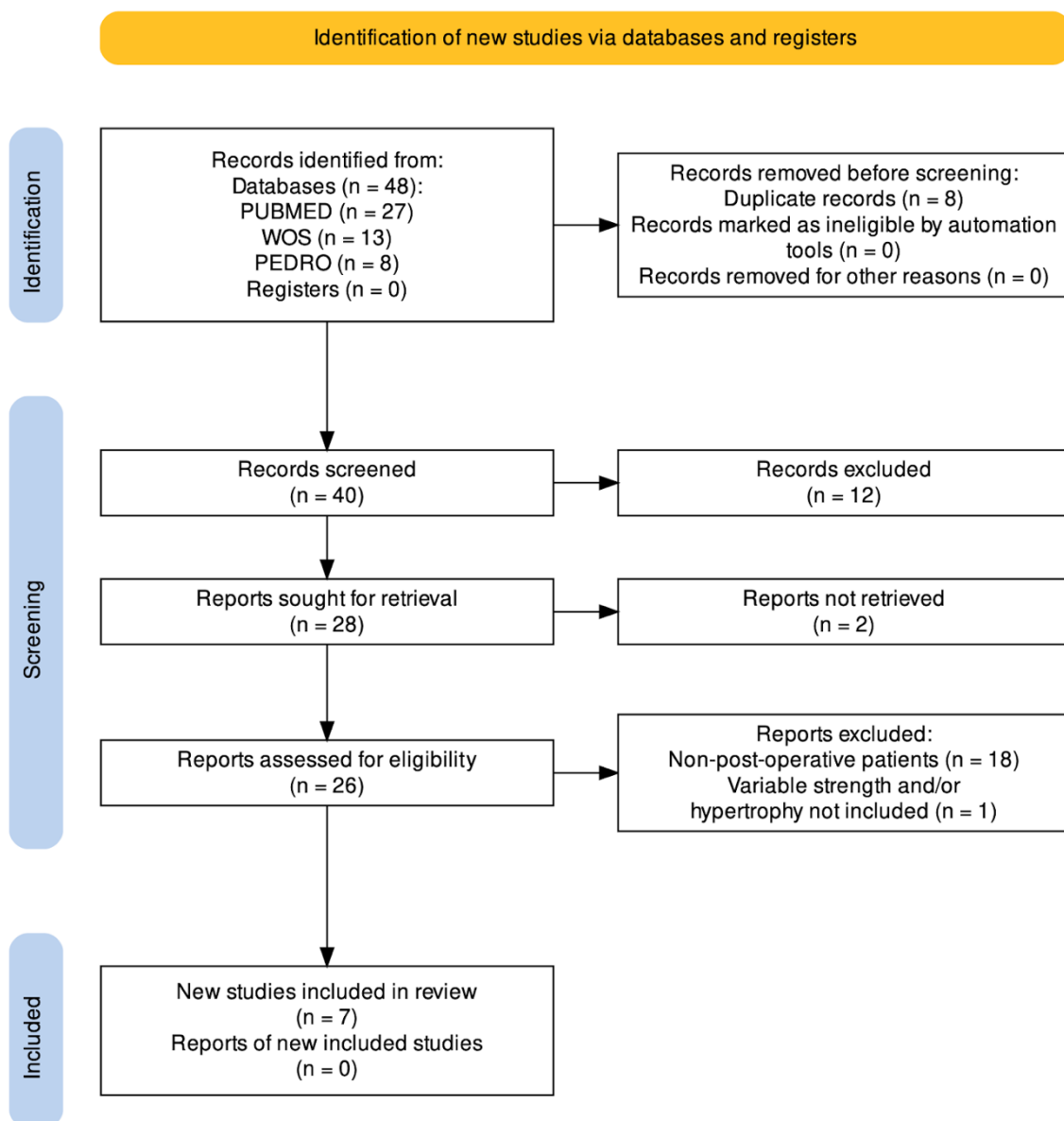
C : Any technique different from BFR

O : Muscle hypertrophy + Strength

Se eliminan los estudios cuyos títulos mencionan específicamente criterios P e I diferentes de los nuestros. Aquellos en los que no se encuentran claramente estos criterios se conservan para su análisis posterior. A continuación, se sigue el mismo procedimiento para leer los resúmenes. De los 48 artículos obtenidos a partir de las búsquedas en bases de datos, sólo se seleccionan 7 artículos para esta revisión sistemática. Todo el proceso de selección se representa mediante el siguiente diagrama de flujo:

Tabla 3.

Diagrama de flujo para selección de los artículos.



Fuente 3. *Elaboración propia*

5.7. Calidad de los artículos

La escala “Physiotherapy Evidence Database (PEDro)”, creada en 1998 por Verhagen fue empleada para analizar la calidad metodológica de todos los artículos seleccionados. La escala PEDro es una herramienta diseñada para evaluar la calidad metodológica de los diseños clínicos y empleada en numerosas revisiones bibliográficas (Cashin & McAuley, 2020).

La escala PEDro presenta un total de 11 ítems. El ítem 1 hace referencia a la validez externa del estudio, mientras que los ítems 2-9 hacen referencia a la validez interna, indicando los ítems 10 y 11 si la información estadística aportada por los autores permite interpretar los resultados de forma adecuada. Todos los criterios de esta lista están dicotomizados como “1” o “0”. Cada criterio contestado como “1” suma un punto, mientras que los criterios contestados como “0” no reciben puntuación alguna (El criterio 1 no forma parte de la puntuación final).

Tabla 4.

Escala PEDro

Artículo	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4	Criterio 5	Criterio 6	Criterio 7	Criterio 8	Criterio 9	Criterio 10	Criterio 11	TOTAL
(Hughes et al., 2019)	Si	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10/10
(Curran et al., 2020)	Si	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
(Vieira de Melo et al., 2022)	Si	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7/10
(Tennent et al., 2017)	No	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7/10
(Kacin et al., 2021)	Si	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	7/10
(Mason et al., 2022)	Si	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	7/10
(Park et al., 2022)	Si	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10/10

5.8. *Descripción de la muestra*

La muestra consiste en hombres y mujeres entre 14 y 65 años. Los participantes se habían sometido a cirugía ortopédica de rodilla, principalmente reconstrucción del ligamento cruzado anterior (artículos 1,2,3,5); reparación meniscal o cirugía de restauración condral (6); artroscopia de rodilla no reconstructiva (4) y osteotomía tibial alta (7) . En todos los artículos, al menos un grupo se sometió al tratamiento Blood Flow Restriction Training y a otro grupo de ejercicios sin BFR (1,2,3,4,5,6,7).

5.9. *Descripción de las variables del estudio*

Las variables que se analizaron en esta revisión sistemática son : la fuerza y la hipertrofia.

La fuerza se evalúa con dinamómetro (artículos 3,4,5,6,7), 1 RM prensa unilateral (2), 10 RM prensa unilateral (1).

La hipertrofia se evalúa con ecografía (1,2) cinta métrica estándar (4,6) y resonancia magnética (5,7).

5.10. *Análisis de datos*

Los resultados según las variables del estudio se presentarán en tablas.

5.11. Intervención

Tabla 5.

Intervención para cada artículo

Título y autor	Intervención
<p>1 - (Hughes et al., 2019) - Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial.</p>	<p>2 grupos: Blood flow restriction resistance training (BFR-RT), (n=14) / Heavy load resistance training (HL-RT) : (n=14)</p> <p>Pruebas previas a la cirugía: fuerza de 10 RM; fuerza isocinética; morfología muscular; función física; rango de movimiento y derrame de la articulación de la rodilla</p> <p>Pruebas postoperatorias (semana 0) : fuerza de 10 RM; morfología muscular; función física; rango de movimiento y derrame de la articulación de la rodilla</p> <p><u>Intervención BFR-RT :</u></p> <p>-5 min de bicicleta</p> <p>-10 repeticiones de prensa de pierna unilateral con peso ligero</p> <p>-4 series (30,15,15,15 repeticiones, 30s de descanso) de press de pierna unilateral al 30% del 1RM previsto con BFR al 80% LOP: 2x por semana durante 8 semanas.</p> <p><u>Intervención HL-RT:</u></p> <p>-5 min bicicleta</p> <p>-10 repeticiones de prensa de pierna unilateral con peso ligero</p> <p>-3x10 repeticiones (30 segundos de descanso) de press de pierna unilateral al 70% de la 1RM prevista: 2x por semana durante 8 semanas</p> <p>Pruebas mitad de entrenamiento (semana 5): fuerza de 10 RM; morfología muscular; función física; rango de movimiento y derrame de la articulación de la rodilla</p> <p>pruebas posteriores al entrenamiento (semana 9) : fuerza de 10 RM; fuerza isocinética;</p> <p>morfología muscular; función física; rango de movimiento y derrame de la articulación de la rodilla</p>

4 grupos: sólo ejercicio concéntrico (n=8) / sólo ejercicio excéntrico (n=8) /
ejercicio concéntrico con BFRT (n=9) / ejercicio excéntrico con BFRT (n=9)

La intervención del estudio duró 8 semanas y comenzó 10 semanas después de la cirugía.

Los participantes completaron las pruebas del estudio en 4 momentos: (1) antes de la cirugía (en las 2 semanas previas a la cirugía), (2) antes de la intervención (antes de comenzar la intervención del estudio), (3) después de la intervención (en las 2 semanas posteriores al final de la intervención del estudio) y (4) después de que el médico supervisor autorizara al participante a volver a la actividad.

2 - (Curran et al., 2020) - Blood Flow Restriction Training Applied With High-Intensity Exercise Does Not Improve Quadriceps Muscle Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial.

Todos los pacientes del estudio se sometieron a la rehabilitación estándar del LCA después de la cirugía.

Realización del 1RM a la presa unilateral el primer día de la intervención y, a continuación, una vez cada semana de la intervención. Se utilizó el 1RM para ajustar la intensidad de la intervención cada semana con el fin de aumentar progresivamente la resistencia del ejercicio a medida que los pacientes se fortalecían.

Grupos ejercicios concéntricos con y sin BFR:

-5x10 reps press unilateral (2min descanso)

-Primera serie 20% 1RM

-Serie 2 a 5 70% 1RM (con fase excéntrica a 20%)

Grupos ejercicios excéntricos con y sin BFR:

-5x10 reps press unilateral (2min descanso)

-Primera serie 20% 1RM

-Serie 2 a 5 70% 1RM (con fase concéntrica a 20%)

Para las series 2 a 5 de la prensa de piernas, a los pacientes de los grupos de BFRT se les inflaron los manguitos de torniquete hasta su presión de oclusión de las extremidades del 80% previamente registrada antes de realizar cada serie.

Los participantes de todos los grupos de intervención recibieron 2 tratamientos de estudio por semana durante 8 semanas, con un total de 16 sesiones de tratamiento.

	2 grupos: Ejercicio con BFR / Grupo control sin BFR
3 - (Vieira de Melo et al., 2022) - Comparison of Quadriceps and Hamstring Muscle Strength after Exercises with and without Blood Flow Restriction following Anterior Cruciate Ligament Surgery: A Randomized Controlled Trial.	<p><u>Ejercicio con BFR:</u> Prensa de pierna unilateral: 1x30 reps y 3x15reps 30% 1RM (descanso 30sec) Ejercicio flexor chair: 1x30 reps y 3x15reps 30% 1RM (descanso 30sec) 80% limb occlusion pressure (LOP)</p> <p><u>Grupo control sin BFR:</u> Prensa de pierna unilateral: 3x10 reps 70% 1RM (30 sec descanso) Ejercicio flexor chair: 3x10 reps 70% 1RM (30 sec descanso) La frecuencia de entrenamiento fue de dos veces por semana durante 12 semanas.</p> <p>El primer día de evaluación: análisis de la fuerza muscular (dinamómetro isométrico) 1ª evaluación: 4ª semana postoperatoria: análisis de la fuerza muscular (dinamómetro isométrico) 2ª evaluación: 8ª semana postoperatoria: análisis de la fuerza muscular (dinamómetro isométrico) 3ª evaluación: 12ª semana postoperatoria: análisis de la fuerza muscular (dinamómetro isométrico)</p>
	2 grupos: Grupo oclusión (n=10) / Grupo control (n=7)
4 - (Tennent et al., 2017) - Blood Flow Restriction Training After Knee Arthroscopy: A Randomized Controlled Pilot Study.	<p>Tras recibir el visto bueno de su cirujano en la visita postoperatoria de 2 semanas, cada paciente se sometió a 12 sesiones de fisioterapia supervisada según sus respectivos protocolos.</p> <p>Todos los pacientes se sometieron a pruebas de fuerza, pruebas de resultados funcionales físicos y encuestas de resultados comunicados por los pacientes al principio y al final del periodo de estudio.</p> <p>Ambos grupos siguieron el mismo protocolo de fisioterapia acelerada supervisada para la artroscopia de rodilla no reconstructiva, según las directrices del centro, que consistía en soporte inmediato de peso, fisioterapia formal inmediata y amplitud de movimiento sin restricciones.</p> <p>El grupo BFR realizó 3 ejercicios adicionales bajo oclusión vascular parcial (80% LOP): prensa de piernas, extensión de piernas y prensa inversa a 30% del 1RM</p>

	<p>Los sujetos realizaron 4 series de 30/15/15/15 repeticiones durante cada ejercicio de fortalecimiento. Se utilizó un periodo de descanso de 30 segundos entre series. El torniquete se mantuvo inflado durante todo el ejercicio, incluidos los periodos de descanso para el grupo BFR. Se utilizó un periodo de descanso de 1 minuto entre cada ejercicio individual, y el torniquete se infló durante un período máximo de 5 minutos.</p>
	<p>3 grupos: Low load-BFR (LL-BFR) / sham LL-BFR / Grupo control (no intervención)</p>
<p>5 - (Kacin et al., 2021) - Functional and molecular adaptations of quadriceps and hamstring muscles to blood flow restricted training in patients with ACL ruptura</p>	<p>3 semanas con 3 sesiones de ejercicios por semana = 9 sesiones</p> <p>Cada sesión del grupo BFR consistió en 4 series de extensiones y flexiones de rodilla a 40% RM hasta el fallo, realizadas sólo con la pierna lesionada. La carga de trabajo se mantuvo constante durante toda la intervención. Se realizaron en un sistema dinamométrico en modo isotónico.</p> <p>El manguito se infló con aire hasta alcanzar una presión acumulada de 150 mmHg para el grupo LL-BFR y 20 mmHg para el grupo sham LL-BFR.</p> <p>Para igualar el número de repeticiones entre grupos, cada sujeto del grupo SHAM-BFR replicó el número de repeticiones realizadas en la misma sesión de entrenamiento por su compañero del grupo BFR (los pacientes fueron emparejados entre grupos por sexo, puntuación de Lysholm e IMC)</p>
<p>6 - (Mason et al., 2022) - The Effect of Blood Flow Restriction Training on Muscle Atrophy Following Meniscal Repair or Chondral Restoration Surgery in Active Duty Military: A Randomized Controlled Trial.</p>	<p>2 grupos : BFR / No BFR</p> <p>12 semanas / 2 a 3 veces x semana</p> <p>Ambos grupos siguieron una progresión de fisioterapia en 4 fases de acuerdo con el protocolo posquirúrgico aprobado de la instalación participante durante las 12 primeras semanas de rehabilitación. El grupo BFR hace exactamente las mismas series y repeticiones que el grupo sin BFR pero con oclusión LOP 80%.</p> <p><u>Fase 1 = 1-2 semanas postoperatorias :</u></p> <p>Se realizaron contracciones isométricas del cuádriceps hasta que se pudieron completar 10 elevaciones de piernas rectas sin lag del cuádriceps.</p> <p>Las elevaciones de piernas rectas en flexión/extensión y aducción/abducción se realizaron de la siguiente manera:</p> <p>- 1 serie de 30 repeticiones seguida de 3 series de 15 repeticiones con 30 segundos de descanso entre series.</p>

- La resistencia se aumentaba gradualmente una vez completadas 75 repeticiones en el tiempo prescrito sin perder la forma adecuada.

Fase 2 = 3-4 semanas postoperatorias:

-Continuación de los ejercicios de la fase I

-Se añadieron extensiones de rodilla de cuádriceps de arco corto de 90° a 45° de flexión (o dentro de la amplitud de movimiento actual disponible), progresando de la siguiente manera: 1 serie de 30 repeticiones seguida de 3 series de 15 repeticiones con 30 segundos de descanso entre series.

- La resistencia se aumentaba gradualmente una vez completadas 75 repeticiones en el tiempo prescrito sin perder la forma adecuada.

Fase 3 = 5-6 semanas postoperatorias:

-Continuación de los ejercicios de las fases I y II

-Añadido harmstring curls. progresado de la siguiente manera: 1 serie de 30 repeticiones seguida de 3 series de 15 repeticiones con 30 segundos de descanso entre series.

- La resistencia se aumentaba gradualmente una vez completadas 75 repeticiones en el tiempo prescrito sin perder la forma adecuada.

Fase 4 = 7-12 semanas postoperatorias:

Comenzó a realizar ejercicios completos de soporte de peso y de cuádriceps consistentes en sentadillas de doble extremidad y prensa de una sola pierna con amplitud de movimiento progresiva hasta 60° de flexión de rodilla. Se progresó de la siguiente manera: 1 serie de 30 repeticiones seguida de 3 series de 15 repeticiones con 30 segundos de descanso entre series.

- La resistencia se aumentaba gradualmente una vez completadas 75 repeticiones en el tiempo prescrito sin perder la forma adecuada.

7 - (Park et al., 2022) - Effects of low-intensity resistance exercise with blood flow restriction after high tibial osteotomy in middle-aged women.

3 grupos : BFR LOP 80% / BFR LOP 40% / sin BFR

Los participantes participaron en el programa de ejercicios dos veces por semana durante 12 semanas. (una fase de 6 semanas sin carga de peso y una fase de 6 semanas con carga completa de peso)

La intensidad del ejercicio de todos los grupos se midió en el rango de 1 a 3 en la escala de ejercicios de resistencia OMNI (0, extremadamente fácil; 10, extremadamente difícil)

El BFR se aplicó al ejercicio de ajuste de cuádriceps, elevación de piernas rectas, extensión de rodillas, y curl de isquiotibiales utilizando una Thera-Band. Se aplicó a la extensión de piernas y curl de isquiotibiales utilizando una máquina, prensa de piernas, sentadilla y zancada después de 6 semanas.

Para todos los ejercicios a los que se aplicó el BFR, se realizaron 4 series de 30/15/15/15 repeticiones.

FASE 1 (0-6 semanas):

- Upper body ciclo
- Estiramientos
- ROM ejercicios
- Cuadriceps/Hamstring settings (BFR)
- Four-way SLR (BFR)
- Extensión de rodilla con Thera-band (BFR)
- Curl de isquiotibiales con Thera-band (BFR)
- Ejercicios adicionales

FASE 2 (6-12 semanas):

- Bicicleta estática
- Estiramientos
- Extensión de piernas con máquina (BFR)
- Curl de isquiotibiales con máquina (BFR)
- Prensa de piernas (BFR)
- Sentadilla (BFR)
- Zancada (BFR)
- Ejercicio de equilibrio y propiocepción
- Vuelta a la calma

5.12. Procedimiento para garantizar aspectos éticos en investigaciones

Todos los estudios fueron aprobados por un comité de ética y sus participantes han firmado un informe de consentimiento.

6. Resultados

En primer lugar, es importante señalar que nos hemos centrado solo en los resultados de las variables previamente elegidas (fuerza e hipertrofia) pero que es posible encontrar en la literatura otros resultados relativos a la funcionalidad (1,2,3,4,6,7), el dolor (1,3,7), el ROM (1), el derrame (1), laxitud de rodilla (1) y calidad de vida (3). También nos centramos en los resultados entre la pré-intervención y la post-intervención, que nos parecieron más relevantes para nuestras hipótesis.

Tabla 6.

Resultados relativos a la fuerza

Autor	Medida	Intragrupo	Intergrupo
1 - (Hughes et al., 2019)	10RM prensa unilateral (% de mejora para los miembros lesionados y no lesionados, respectivamente)	- <u>BFR-RT</u> : 104±18% y 33±12% - <u>HL-RT</u> : 106±21% y 40±16%	<u>BFR-RT</u> vs <u>HL-RT</u> : -2% y -7%
2 - (Curran et al., 2020)	1RM prensa unilateral	- <u>BFRT</u> : 2.44 ± 1.21 - <u>No BFRT</u> : 2.10 ± 0.95	<u>BFRT</u> vs <u>No BFRT</u> : 0.34
3 - (Vieira de Melo et al., 2022)	Dinamómetro	Aumento de la fuerza en los movimientos de extensión y flexión durante todo el ciclo de entrenamiento, tanto en el grupo BFR como en el no BFR.	- A partir del tercer periodo postquirúrgico (semana 12), el grupo BFR presentó una mayor ganancia de fuerza en el movimiento de extensión. - A partir del segundo periodo postquirúrgico (semana 8), el grupo BFR presentó una mayor ganancia de fuerza en el movimiento de flexión.

4 - (Tennent et al., 2017)	Dinamómetro (% de mejora)	<p>- <u>BFRT:</u> En extensión : 74.594%* En flexión : 40.20%*</p> <p>- <u>No BFRT :</u> En extensión : 33.5%* En flexión : 16.80%*</p>	<p><u>BFRT vs No BFRT :</u> En extensión 41,094%* En flexión : 23,4 %*</p>
5 - (Kacin et al., 2021)	Dinamómetro (% de mejora)	<p>- <u>BFRT:</u> <i>Músculos extensores</i> Peak torque 60°/s: 14% Trabajo total 60°/s: 14% Peak torque 120°/s: 10% Trabajo total 120°/s: 8%</p> <p><i>Músculos flexores</i> Peak torque 60°/s: 6% Trabajo total 60°/s: 12% Peak torque 120°/s: 6% Trabajo total 120°/s: 10%</p> <p>- <u>SHAM-BFR:</u> <i>Músculos extensores</i> Peak torque 60°/s: -1% Trabajo total 60°/s: 0% Peak torque 120°/s: - 4% Trabajo total 120°/s: - 2%</p> <p><i>Músculos flexores</i> Peak torque 60°/s: 4% Trabajo total 60°/s: 0% Peak torque 120°/s: - 1% Trabajo total 120°/s: - 5%</p>	<p>- <u>BFRT vs SHAM-BFR:</u> <i>Músculos extensores</i> Peak torque 60°/s: 15%* Trabajo total 60°/s: 14%* Peak torque 120°/s: 14%* Trabajo total 120°/s: 10%*</p> <p><i>Músculos flexores</i> Peak torque 60°/s: 2% Trabajo total 60°/s: 12%* Peak torque 120°/s: 7% Trabajo total 120°/s: 15%*</p>

6 - (Mason et al., 2022)	Dinamómetro (% de mejora)	No hay resultados porque no disponemos de los datos iniciales previos a la intervención.	<u>BFRT vs No BFRT :</u>
			Extensor de rodilla a 180 °/s : - 1.3% Extensor de rodilla a 300 °/s : - 2.1% Flexor de rodilla a 180°/s : - 0.7% Flexor de rodilla a 300°/s : - 3.9%
7 - (Park et al., 2022)	Dinamómetro (% de mejora)	<i>Fuerza muscular en extensión de rodilla</i>	
		- <u>BFR AOP 80% :</u>	<u>BFR AOP 80% vs 40% :</u>
		34.2%*	13.7% *
		- <u>BFR AOP 40% :</u>	<u>BFR AOP 80% vs NO BFR :</u>
20.5%*	14% *		
		- <u>NO BFR :</u> 20.2%*	

*corresponde a los resultados significativos $p < 0,05$

Tabla 7.

Resultados relativos a la hipertrofia

Autor	Medida	Intragrupo	Intergrupo
1 - (Hughes et al., 2019)	Ecografía	<i>Grosor muscular</i>	<u>BFR-RT vs HL-RT:</u> <i>Grosor muscular:</i> -0.9 <i>Angulo penación:</i> 0.7
		• <u>BFR-RT:</u> 5.8 ± 0.2 %* • <u>HL-RT:</u> 6.7 ± 0.3 %*	
2 - (Curran et al., 2020)	Ecografía	<i>Angulo de penación</i>	<i>Volumen del músculo recto femoral Δ</i> <u>BFR vs No BFRT :</u> -1.13
		• <u>BFR-RT:</u> 4.1 ± 0.3 %* • <u>HL-RT:</u> 3.4 ± 0.1 %*	
3 - (Vieira de Melo et al., 2022)	NO HAY RESULTADOS RELACIONADOS CON LA HIPERTROFIA (ESTUDIO EXCLUSIVAMENTE SOBRE LA FUERZA)	<i>Volumen del músculo recto femoral Δ</i>	
		• <u>BFRT:</u> 1.13 ± 3.05 • <u>No BFRT:</u> 2.26 ± 3.11	

4 - (Tennent et al., 2017)	Cinta métrica estándar	<i>Δ Grosor del muslo (cm) proximal al polo superior de la rótula, 6cm proximal:</i>	<i>Δ Grosor del muslo (cm) proximal al polo superior de la rótula:</i>
		<ul style="list-style-type: none"> • <u>BFRT</u>: 1.75* (1 to 4.6) • <u>No BFRT</u>: 0 (-1 to 0,5) 	<u>BFRT vs No BFRT</u> :
		<i>16 cm proximal:</i>	<i>6cm proximal: 1.75*</i>
		<ul style="list-style-type: none"> • <u>BFRT</u>: 2.25* (0.75 to 3) • <u>No BFRT</u>:0.50 (0 to 1.5) 	<i>16 cm proximal: 1.75</i>
5 - (Kacin et al., 2021)	Resonancia magnética	<i>ΔCSAquad (%)</i>	<u>BFRT vs SHAM-BFR</u> :
		<ul style="list-style-type: none"> • <u>BFRT</u> : 5.0 ± 3.4%* • <u>SHAM-BFR</u> : -1.1 ± 2.1% 	<i>ΔCSAquad (%) : 6.1%*</i>
		<i>ΔCSAhams (%)</i>	<i>ΔCSAhams (%) : 3.8%</i>
		<ul style="list-style-type: none"> • <u>BFRT</u> : 5.1 ± 3.1% • <u>SHAM-BFR</u> : 1.3 ± 3.3% 	
6 - (Mason et al., 2022)	Cinta métrica estándar	<i>Circunferencia del muslo</i>	<u>BFRT vs No BFRT</u> :
		<ul style="list-style-type: none"> • <u>BFRT</u> : -1.9cm • <u>No BFRT</u> : 0.3cm 	<i>Circunferencia del muslo : -2.2</i>
7 - (Park et al., 2022)	Resonancia magnética	<i>CSA del muslo al 30% del fémur distal (Δ cm)</i>	<i>CSA del muslo al 30% del fémur distal (Δ cm)</i>
		<ul style="list-style-type: none"> • <u>BFR AOP 80%</u> : -0.7 • <u>BFR AOP 40%</u> : -6.7 	<u>BFR AOP 80% vs 40%</u> : 6*
		• <u>NO BFR</u> : -12.1	<u>BFR AOP 80% vs NO BFR</u> :
		<i>CSA del muslo al 50% del fémur distal (Δ cm)</i>	<i>CSA del muslo al 50% del fémur distal (Δ cm)</i>
		<ul style="list-style-type: none"> • <u>BFR AOP 80%</u> : -2.2 • <u>BFR AOP 40%</u> : -8.6 • <u>NO BFR</u> : -10.6 	<u>BFR AOP 80% vs 40%</u> : 6.4*
			<u>BFR AOP 80% vs NO BFR</u> :
			8.4*

*corresponde a los resultados significativos $p < 0,05$

7. Discusión

7.1. Fuerza muscular

Los resultados relacionados con la fuerza varían según los artículos, pero se puede descartar una tendencia en las primeras semanas post intervención quirúrgica como lo demuestra (Vieira de Melo et al., 2022) en el artículo 3. Se puede observar un aumento de la fuerza en los movimientos de extensión y flexión de la rodilla durante todo el ciclo de entrenamiento, tanto en el grupo BFR como en el no BFR pero a partir de la semana 8, el grupo BFR presenta una ganancia claramente mayor. (Hughes et al., 2019) explica en el primer artículo que esta ganancia

se puede explicar porque en la fase post-operatoria del entrenamiento, se realiza de manera progresiva la carga sobre el miembro operado. Así pues, las ventajas del BFR residen en que puede permitir inicialmente una mayor reducción del dolor, con la consiguiente mejora de la función física y la calidad de vida de los pacientes, en mayor grado en comparación con el entrenamiento de resistencia sin oclusión. En efecto, se observó en su estudio (artículo 1) que 8 semanas de BFR-RT producían aumentos de fuerza en 10RM comparables a los del HL-RT utilizando una carga externa más ligera (30% frente a 70% del 1RM). Para los pacientes sometidos a rehabilitación postoperatoria, entrenar con cargas elevadas no suele estar indicado, puede aumentar el dolor o dañar una estructura todavía débil. Por ejemplo después de una ligamentoplastia para un ligamento cruzado anterior, hay que cuidar el injerto utilizado y no aplicar una fuerza exagerada con cargas altas directamente después la intervención quirúrgica (van Melick et al., 2016), entonces la utilización del BFR parece ser una buena opción para facilitar la mejora de la fuerza (Wortman et al., 2021). Los artículos 1, 2, 3 y 6 muestran resultados relacionados a la fuerza y la hipertrofia similares, que sea con la utilización del BFR o de un método de fortalecimiento clásico, no hay diferencia significativa entre los protocolos utilizados. Así, se puede afirmar que el entrenamiento con BFR es eficaz para mejorar la fuerza de un paciente post-operatorio pero hay que preguntarse si es útil utilizarlo si no es más eficaz que un protocolo de fortalecimiento básico y más fácil de utilización. Los artículos 4 (Tennent et al., 2017) y 5 (Kacin et al., 2021) dan resultados espectacular par el grupo utilizando el BFR, eso se puede explicar por los protocolos utilizados. En el artículo 4, el grupo BFR realizó el mismo protocolo que el grupo sin BFR, pero con 3 ejercicios adicionales bajo oclusión vascular parcial (80% LOP). En el artículo 5 es diferente, el grupo BFR realizó 4 series de extensiones y flexiones de rodilla a 40% RM hasta el fallo, y el grupo con un falso BFR hizo exactamente lo mismo numero de repeticiones pero sin oclusión. Estos protocolos no pueden permitir sacar conclusiones sobre la eficacia del BFR, uno realiza una carga de trabajo más importante con más repeticiones lo que conduce a mejores resultados en fuerza y hipertrofia (Schoenfeld et al., 2017) y el otro protocolo compara dos grupos que realizan los mismos ejercicios con la misma intensidad pero uno va hasta el fallo muscular por la utilización del BFR y el otro grupo no.

7.2. Hipertrofia

Se puede observar resultados similares con la hipertrofia de los músculos estudiados en los artículos. Los resultados de los artículo 1 (Hughes et al., 2019), 2 (Curran et al., 2020) y 6 (Mason et al., 2022) muestran que el grupo BFR permite prevenir la atrofia muscular post intervención quirúrgica pero es tan eficaz o ligeramente menos que los grupos que no han utilizado el BFR. Los artículos 4, 5 y 7 muestran resultados a favor del BFR pero tienen protocolos diferentes como se lo ha explicado en los resultados relacionados con la fuerza.

La literatura científica actual va en el mismo sentido que esta revisión sistemática, el BFR mejora de manera significativa la fuerza muscular y la hipertrofia, podría utilizarse en paciente con riesgo de lesiones o que no pueden tolerar las series y repeticiones del 60% al 75% de 1RM. En la actualidad, existe una gran variabilidad en cuanto a la frecuencia y duración propuestas del entrenamiento BFR. Además, existen variaciones entre los protocolos para este tipo de entrenamiento en cuanto al tamaño del manguito, la presión del manguito y la frecuencia del entrenamiento, lo que puede dar resultados diferentes entre los pacientes. Esto dificulta sacar conclusiones sobre qué tipo de paciente puede beneficiarse más del entrenamiento con BFR (Wortman et al., 2021).

7.3. *Protocolos*

En cuanto a los protocolos utilizados con el BFR, los 7 artículos mencionados en esta revisión sistemática han utilizado diferentes protocolos. (Hughes et al., 2019) en el artículo 1 y (Vieira de Melo et al., 2022) en el artículo 3 han utilizado el protocolo del 30/15/15/15 que consiste en 4 series de 30 repeticiones y 3 series de 15, con 30 segundos de descanso entre cada serie. Este método es el más utilizado en la literatura científica (Patterson et al., 2019) y se puede encontrar este principio con algunos ejercicios utilizados en los artículos 6 (Mason et al., 2022) y 7 (Park et al., 2022). Casi todos los artículos han utilizado el principio del 30/15/15/15 pero el número de ejercicio, de series, la frecuencia de realización o el tipo de ejercicio cambian según los artículos. Se puede evidenciar una falta de homogeneidad entre los protocolos de esta revisión así que es importante tener cierta perspectiva sobre los resultados encontrados. La dosis óptima para el entrenamiento con BFR está aún por determinar y puede cambiar según el tipo de paciente, podría variar en función del músculo objetivo, o podría variar en función de los déficits en fuerza muscular. Se necesitan más estudios en cuanto al número de ejercicios, la frecuencia de realización, la carga utilizada y el tipo de oclusión.

8. Limitaciones

A lo largo de la realización de esta revisión sistemática, se encontró limitaciones. El primer obstáculo fue el número de artículos encontrados sobre el BFR, es una tecnología nueva y todavía falta de literatura. Además, los artículos encontrados contenían pequeña muestra y sería interesante estudios con más sujetos. La comparación de las variables entre los artículos encontrados fue una limitación por falta de homogeneidad

9. Conclusión

Con respecto a la hipótesis general de esta revisión sistemática, se puede afirmar que el blood flow restriction training es eficaz para tratar los pacientes en periodo postoperatorio. Con los resultados encontrados en la literatura planteada en este estudio, se evidencia que el Blood Flow Restriction training favorece la hipertrofia muscular y permite aumentar la fuerza muscular en los pacientes en periodo postoperatorio. De todos modos, se debe continuar la realización de estudios más exhaustivos en comparación con otras modalidades de rehabilitación para un mayor conocimiento en la eficacia del BFR en fisioterapia.

BIBLIOGRAFÍA

- American College of Sports Medicine. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 687-708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>
- Anderson, A. B., Owens, J. G., Patterson, S. D., Dickens, J. F., & LeClere, L. E. (2019). Blood Flow Restriction Therapy: From Development to Applications. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 27(3), 119-123. <https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000240>
- Bird, S. P., Tarpenning, K. M., & Marino, F. E. (2005). Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: A review of the acute programme variables. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(10), 841-851. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535100-00002>
- Campos, G. E. R., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., Ragg, K. E., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1-2), 50-60. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0681-6>
- Cashin, A. G., & McAuley, J. H. (2020). Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of Physiotherapy*, 66(1), 59. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>
- Curran, M. T., Bedi, A., Mendias, C. L., Wojtys, E. M., Kujawa, M. V., & Palmieri-Smith, R. M. (2020). Blood Flow Restriction Training Applied With High-Intensity Exercise Does Not Improve Quadriceps Muscle Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. *The American Journal of Sports Medicine*, 48(4), 825-837. <https://doi.org/10.1177/0363546520904008>
- da Costa Santos, C. M., de Mattos Pimenta, C. A., & Nobre, M. R. C. (2007). The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Revista Latino-Americana De Enfermagem*, 15(3), 508-511. <https://doi.org/10.1590/s0104-11692007000300023>
- DePhillipo, N. N., Kennedy, M. I., Aman, Z. S., Bernhardson, A. S., O'Brien, L. T., & LaPrade, R. F. (2018). The Role of Blood Flow Restriction Therapy Following Knee Surgery: Expert Opinion. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 34(8), 2506-2510. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2018.05.038>

- Fujita, S., Abe, T., Drummond, M. J., Cadenas, J. G., Dreyer, H. C., Sato, Y., Volpi, E., & Rasmussen, B. B. (2007). Blood flow restriction during low-intensity resistance exercise increases S6K1 phosphorylation and muscle protein synthesis. *Journal of Applied Physiology*, *103*(3), 903-910. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00195.2007>
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-M., Nieman, D. C., Swain, D. P., & American College of Sports Medicine. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *43*(7), 1334-1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>
- Herda, A. A., Herda, T. J., Costa, P. B., Ryan, E. D., Stout, J. R., & Cramer, J. T. (2013). Muscle performance, size, and safety responses after eight weeks of resistance training and protein supplementation: A randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*(11), 3091-3100. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828c289f>
- Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C., & Patterson, S. D. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, *51*(13), 1003-1011. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097071>
- Hughes, L., Rosenblatt, B., Haddad, F., Gissane, C., McCarthy, D., Clarke, T., Ferris, G., Dawes, J., Paton, B., & Patterson, S. D. (2019). Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, *49*(11), 1787-1805. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01137-2>
- Iversen, V. M., Norum, M., Schoenfeld, B. J., & Fimland, M. S. (2021). No Time to Lift? Designing Time-Efficient Training Programs for Strength and Hypertrophy: A Narrative Review. *Sports Medicine (Auckland, N.z.)*, *51*(10), 2079-2095. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01490-1>
- Jack, R. A., Lambert, B. S., Hedt, C. A., Delgado, D., Goble, H., & McCulloch, P. C. (2022). Blood Flow Restriction Therapy Preserves Lower Extremity Bone and Muscle Mass After ACL

<https://doi.org/10.1177/19417381221101006>

- Kacin, A., Drobnič, M., Marš, T., Miš, K., Petrič, M., Weber, D., Tomc Žargi, T., Martinčič, D., & Pirkmajer, S. (2021). Functional and molecular adaptations of quadriceps and hamstring muscles to blood flow restricted training in patients with ACL rupture. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(8), 1636-1646. <https://doi.org/10.1111/sms.13968>
- Koepfel, M., Mathis, K., Schmitz, K. H., & Wiskemann, J. (2021). Muscle hypertrophy in cancer patients and survivors via strength training. A meta-analysis and meta-regression. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 163, 103371. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2021.103371>
- Lim, c., nunes, e. A., currier, b. S., mcleod, j. C., thomas, a. C. Q., & phillips, s. M. (2022). An Evidence-Based Narrative Review of Mechanisms of Resistance Exercise–Induced Human Skeletal Muscle Hypertrophy. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 54(9), 1546-1559. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002929>
- Mason, J. S., Crowell, M. S., Brindle, R. A., Dolbeer, J. A., Miller, E. M., Telemeco, T. A., & Goss, D. L. (2022). The Effect of Blood Flow Restriction Training on Muscle Atrophy Following Meniscal Repair or Chondral Restoration Surgery in Active Duty Military: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Sport Rehabilitation*, 31(1), 77-84. <https://doi.org/10.1123/jsr.2020-0518>
- McEwen, J. A., Owens, J. G., & Jeyasurya, J. (2019). Why is it Crucial to Use Personalized Occlusion Pressures in Blood Flow Restriction (BFR) Rehabilitation? *Journal of Medical and Biological Engineering*, 39(2), 173-177. <https://doi.org/10.1007/s40846-018-0397-7>
- McKendry, J., Stokes, T., Mcleod, J. C., & Phillips, S. M. (2021). Resistance Exercise, Aging, Disuse, and Muscle Protein Metabolism. *Comprehensive Physiology*, 11(3), 2249-2278. <https://doi.org/10.1002/cphy.c200029>
- Mj, P., Je, M., Pm, B., I, B., Tc, H., Cd, M., L, S., Jm, T., Ea, A., Se, B., R, C., J, G., Jm, G., A, H., Mm, L., T, L., Ew, L., E, M.-W., S, M., ... D, M. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 372. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

- Narici, M. V., Reeves, N. D., Morse, C. I., & Maganaris, C. N. (2004). Muscular adaptations to resistance exercise in the elderly. *Journal of Musculoskeletal & Neuronal Interactions*, 4(2), 161-164.
- Park, H.-S., Song, J.-S., & Kim, E.-K. (2022). Effects of low-intensity resistance exercise with blood flow restriction after high tibial osteotomy in middle-aged women. *Medicine*, 101(51), e32294. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000032294>
- Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. L., Libardi, C. A., Laurentino, G., Neto, G. R., Brandner, C., Martin-Hernandez, J., & Loenneke, J. (2019). Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Frontiers in Physiology*, 10, 533. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>
- Pearson, S. J., & Hussain, S. R. (2015). A review on the mechanisms of blood-flow restriction resistance training-induced muscle hypertrophy. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(2), 187-200. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0264-9>
- Planque, F., & Tamalet, B. (2021). L'exercice avec restriction du flux sanguin (BFR): Une mode ? Une alternative ? Une méthode miracle ? L'expérience du centre médical FFF de Clairefontaine. *Journal de Traumatologie du Sport*, 38(2), 94-100. <https://doi.org/10.1016/j.jts.2021.02.002>
- Richardson, W. S., Wilson, M. C., Nishikawa, J., & Hayward, R. S. (1995). The well-built clinical question: A key to evidence-based decisions. *ACP Journal Club*, 123(3), A12-13.
- Rossi, F. E., de Freitas, M. C., Zanchi, N. E., Lira, F. S., & Cholewa, J. M. (2018). The Role of Inflammation and Immune Cells in Blood Flow Restriction Training Adaptation: A Review. *Frontiers in Physiology*, 9. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2018.01376>
- Sarkis-Onofre, R., Catalá-López, F., Aromataris, E., & Lockwood, C. (2021). How to properly use the PRISMA Statement. *Systematic Reviews*, 10(1), 117. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01671-z>
- Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3508-3523. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002200>

- Seguin, R., & Nelson, M. E. (2003). The benefits of strength training for older adults. *American Journal of Preventive Medicine*, 25(3 Suppl 2), 141-149. [https://doi.org/10.1016/s0749-3797\(03\)00177-6](https://doi.org/10.1016/s0749-3797(03)00177-6)
- Shinohara, M., Kouzaki, M., Yoshihisa, T., & Fukunaga, T. (1998). Efficacy of tourniquet ischemia for strength training with low resistance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 77(1-2), 189-191. <https://doi.org/10.1007/s004210050319>
- Slysz, J., Stultz, J., & Burr, J. F. (2016). The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(8), 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005>
- Suga, T., Okita, K., Takada, S., Omokawa, M., Kadoguchi, T., Yokota, T., Hirabayashi, K., Takahashi, M., Morita, N., Horiuchi, M., Kinugawa, S., & Tsutsui, H. (2012). Effect of multiple set on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*, 112(11), 3915-3920. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2377-x>
- Tennent, D. J., Hylden, C. M., Johnson, A. E., Burns, T. C., Wilken, J. M., & Owens, J. G. (2017). Blood Flow Restriction Training After Knee Arthroscopy: A Randomized Controlled Pilot Study. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 27(3), 245-252. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000377>
- van Melick, N., van Cingel, R. E. H., Brooijmans, F., Neeter, C., van Tienen, T., Hullegie, W., & Nijhuis-van der Sanden, M. W. G. (2016). Evidence-based clinical practice update: Practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. *British Journal of Sports Medicine*, 50(24), 1506-1515. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095898>
- Vieira de Melo, R. F., Komatsu, W. R., Freitas, M. S. de, Vieira de Melo, M. E., & Cohen, M. (2022). Comparison of Quadriceps and Hamstring Muscle Strength after Exercises with and without Blood Flow Restriction following Anterior Cruciate Ligament Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 54, jrm00337. <https://doi.org/10.2340/jrm.v54.2550>
- Wortman, R. J., Brown, S. M., Savage-Elliott, I., Finley, Z. J., & Mulcahey, M. K. (2021). Blood Flow Restriction Training for Athletes: A Systematic Review. *The American Journal of Sports Medicine*, 49(7), 1938-1944. <https://doi.org/10.1177/0363546520964454>

ANEXOS

Anexo 1.

Escala PEDro

Escala PEDro-Español

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

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

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

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

Última modificación el 21 de junio de 1999. Traducción al español el 30 de diciembre de 2012

Notas sobre la administración de la escala PEDro:

Todos los criterios	Los puntos solo se otorgan cuando el criterio se cumple claramente. Si después de una lectura exhaustiva del estudio no se cumple algún criterio, no se debería otorgar la puntuación para ese criterio.
Criterio 1	Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.
Criterio 2	Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados deberían ser considerados aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.
Criterio 3	<i>La asignación oculta</i> (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.
Criterio 4	Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.
Criterio 4, 7-11	<i>Los Resultados clave</i> son aquellos que proporcionan la medida primaria de la eficacia (o ausencia de eficacia) de la terapia. En la mayoría de los estudios, se usa más de una variable como una medida de resultado.
Criterio 5-7	<i>Cegado</i> significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran "cegados" si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.
Criterio 8	Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente tanto el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos como el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.
Criterio 9	El análisis por intención de tratar significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.
Criterio 10	Una comparación estadística <i>entre grupos</i> implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupo x tiempo). La comparación puede realizarse mediante un contraste de hipótesis (que proporciona un valor "p", que describe la probabilidad con la que los grupos difieran sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o hazard ratio) y su intervalo de confianza.
Criterio 11	Una <i>estimación puntual</i> es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. Las <i>medidas de la variabilidad</i> incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rango intercuartílicos (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo.

Fuente 4. <https://pedro.org.au/spanish/resources/pedro-scale/>