

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

FACULTAD DE MEDICINA

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN FISIOTERAPIA



**Terapia de restricción de flujo sanguíneo en pacientes con
reconstrucción de ligamento cruzado anterior. Revisión
bibliográfica**

AUTOR: Miralles Candela, Pablo

TUTOR: Torres Belda, Joaquim

Departamento de Patología y Cirugía. Área de

Fisioterapia Curso académico 2022-2023

Convocatoria de Junio

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	5
MATERIAL Y MÉTODOS.....	6
RESULTADOS.....	8
DISCUSIÓN.....	10
CONCLUSIÓN.....	13
ANEXOS.....	14
BILBIOGRAFÍA.....	23



RESUMEN

Introducción: Las lesiones de ligamento cruzado anterior son muy frecuentes en deportistas, tras la reconstrucción de este aparecen déficits de fuerza y masa muscular de miembro inferior y la rehabilitación convencional no resulta eficaz. La terapia de restricción de flujo sanguíneo (BFR) ofrece una alternativa para los problemas de fuerza, atrofia y dolor articular después de la intervención.

Objetivo: Conocer la eficacia del entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo en pacientes con reconstrucción de ligamento cruzado anterior.

Métodos: Se ha realizado una revisión bibliográfica en las bases de datos de Pubmed, Cochrane, Scopus, Web of Science (WOS) y PEDro para tratar de revisar la evidencia científica sobre la restricción de flujo sanguíneo en pacientes con reconstrucción del ligamento cruzado anterior. Se han utilizado operadores booleanos AND y OR en la cadena de búsqueda.

Resultados: Se revisaron 9 artículos, en 5 de ellos se valoró la fuerza (medida con un dinamómetro) y el volumen muscular (medido con ecografía y prueba de imagen) y también en 5 artículos se valoró el dolor (medido con la escala KOOS, la escala de Borg y la escala EVA)

Conclusión: El entrenamiento de resistencia con BFR con presión individualizada y cargas bajas que sean superiores al 10% de 1 repetición máxima (RM) mejoran la fuerza y la hipertrofia y reducen el dolor articular.

Palabras clave: Terapia de restricción de flujo sanguíneo, restricción de flujo sanguíneo, reconstrucción de ligamento cruzado anterior y reconstrucción de LCA.

ABSTRACT

Introduction: Anterior cruciate ligament injuries are very common in athletes, after its reconstruction, strength and muscle mass deficits appear in the lower limb and conventional rehabilitation is not effective. Blood flow restriction therapy offers an alternative to improve strength, hypertrophy and reduce joint pain.

Objectives: Know the efficacy of training with blood flow restriction in patients with anterior cruciate ligament reconstruction.

Methods: A bibliographic review has been carried out in the Pubmed, Cochrane, Scopus, Web of Science (WOS) and PEDro databases to try to review the scientific evidence on blood flow restriction in patients with anterior cruciate ligament reconstruction. Boolean AND and OR operators have been used in the search string.

Results: 9 articles were reviewed, in 5 of them strength (measured with a dynamometer) and muscle volume (measured with ultrasound and imaging tests) were assessed, and pain was also assessed in 5 articles (measured with the KOOS scale, the de Borg and the EVA scale).

Conclusion: BFR resistance training with individualized pressure and low loads greater than 10% of 1 repetition maximum (RM) improves strength and hypertrophy and reduces joint pain.

Keywords: Blood flow restriction therapy, blood flow restriction, anterior cruciate ligament reconstruction and ACL reconstruction.

1. INTRODUCCIÓN

El ligamento cruzado anterior (LCA) es el ligamento de rodilla con mayor frecuencia de lesión (1) y los deportistas son los que más lo sufren con un 70% (2). La incidencia de desgarro aislado del LCA en la población general es de 68,6 por 100 000 personas-año (3)

Tras el desgarro del LCA, más de un 75% de atletas se somete a una reconstrucción (4) pero, debido a que la articulación permanece fija durante un tiempo prolongado, disminuye su rango de movimiento y la fuerza de cuádriceps e isquiotibiales, además de su masa muscular (5). También se cree que la debilidad viene dada por una pérdida de mecanorreceptores en el LCA que provoca una falta de reflejo ligamentoso-muscular del LCA y el cuádriceps y eso lleva a un déficit de la activación de las unidades motoras durante la contracción voluntaria del cuádriceps (6). Por otra parte, el dolor y la hinchazón dan como resultado una inhibición neuromuscular, que también provoca la debilidad y atrofia muscular (7).

La tasa de retorno al deporte es tan solo de un 33% tras 12 meses de la operación y a pesar de esto, tienen una gran probabilidad de volver a lesionarse (8) debido a que, esta deficiencia en la musculatura altera los patrones motores de la rodilla (9), pudiendo desarrollar artrosis de rodilla a largo plazo (10).

En cuanto al entrenamiento postoperatorio tradicional, encontramos los ejercicios isométricos de cuádriceps e isquiotibiales como los principales para el fortalecimiento temprano de la pierna (11), a diferencia de los recomendados para los pacientes con atrofia por el colegio americano de medicina del deporte para el aumento de la fuerza y la masa muscular, que serían ejercicios con cargas entre el 60 y el 70% de una repetición máxima (1 RM). Sin embargo, se ha observado que el entrenamiento de alta carga provoca dolor e inflamación en pacientes con reconstrucción del LCA, a causa del estrés mecánico del entrenamiento en la articulación (12).

La técnica de restricción de flujo sanguíneo, blood flow restriction en inglés (BFR) o Kaatsu en japonés, consiste en la restricción parcial del flujo arterial y la restricción total del flujo de retorno venoso durante el ejercicio (12). Se colocan correas restrictivas o un manguito de presión arterial en la zona proximal de la extremidad y deben estar a una presión de forma que aplique una reducción del flujo arterial del 50-80% (13). Esta técnica puede conseguir aumentar la masa muscular y la fuerza, en poblaciones

comprometidas con la carga, con cargas ligeras de 20-30% 1RM (14) y conseguir resultados similares a los de un individuo que hace ejercicio con cargas altas en torno al 80% 1RM (15) y es más tolerable, además de que se pueden conseguir mejoras en cuanto a la resistencia, la circulación sanguínea, la función, el hinchazón y el dolor de la articulación (16) y no presenta mayor riesgo que los entrenamientos de rehabilitación convencionales siempre que la implementación de la restricción de flujo sanguíneo sea correcta (17).

También es posible conseguir incrementos en la masa muscular al combinar el estímulo restrictivo no solo con entrenamiento de resistencia de baja carga sino también con muchas otras tareas de baja intensidad, como entrenamiento de resistencia con bandas elásticas o caminar (18).

Se cree que la hipertrofia se podría impulsar a través de un ambiente hipóxico intramuscular que podría producir un crecimiento vascular endotelial y un alto estrés metabólico que llevaría a la acumulación de metabolitos (3). Por otra parte, las fibras musculares tipo I necesitan grandes cantidades de oxígeno para el funcionamiento, por lo tanto, en un ambiente hipóxico no pueden funcionar adecuadamente y aumenta la activación de las fibras tipo II, facilitando reducir su atrofia (19). También contribuyen a la hipertrofia el aumento de la concentración de factores de crecimiento, células satélite, especies reactivas de oxígeno y reacciones anabólicas intramusculares (12).

El entrenamiento BFR ha dado resultados favorables en personas sanas consiguiendo mejorar tanto su fuerza como su atrofia demostrando ganancias iguales y/o mayores que en las formas tradicionales de ejercicio, ya que estas han tenido eficacia limitada para mitigar las alteraciones en la composición muscular (20). Por lo tanto, BFR puede ser una técnica beneficiosa y segura para pacientes con lesiones o alteraciones musculoesqueléticas y personas de edad avanzada (21).

2. OBJETIVOS

Se ha realizado una revisión bibliográfica con el objetivo de conocer la evidencia científica actual de la técnica de restricción de flujo sanguíneo en pacientes con reconstrucción de ligamento cruzado anterior, comparándola o no, con otros tratamientos.

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

- Conocer la eficacia del entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo en pacientes con reconstrucción de ligamento cruzado anterior.

2.2 OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Comparar la eficacia con otros tratamientos convencionales en pacientes con reconstrucción de ligamento cruzado anterior.
- Determinar objetos, parámetros de presión y lugar de colocación para la restricción de flujo sanguíneo.
- Determinar la carga y número de sesiones favorables del entrenamiento.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El artículo fue registrado en la base de datos de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el siguiente código de investigación responsable (COIR): **TFG.GFI.JTB.PMC.230423**.

Se realizó una búsqueda bibliográfica desde enero de 2023 hasta marzo del mismo año en cinco bases de datos de Pubmed, Cochrane, Scopus, Web of Science (WOS) y PEDro para obtener el máximo número de artículos posibles. Se utilizaron descriptores de la salud junto a palabras clave para poder acceder a más artículos. Además, se hizo uso de los operadores booleanos “AND” y “OR”. La ecuación de búsqueda utilizada fue la siguiente:

((“Blood Flow Restriction Therapy”[Mesh]) OR (“blood flow restriction”)) AND ((“Anterior Cruciate Ligament Reconstruction”[Mesh]) OR (“ACL reconstruction”))

Los filtros que se aplicaron fueron: artículos publicados en los últimos 10 años y que fueran ensayos clínicos, no se incluyó ningún filtro lingüístico. Una vez realizada la búsqueda y aplicados los filtros se obtuvieron, 6 artículos en Pubmed, 9 en WOS, 41 en Cochrane, 24 en Scopus y 7 en PEDro. Tras una revisión del abstract y el título de los artículos y la eliminación de duplicados, nos quedamos con 26. Finalmente, se seleccionaron 11 artículos, los cuales cumplían los siguientes criterios de exclusión:

- Artículos que hablaban de otras patologías.
- La población de estudio era menor de 14 años.
- Artículos en los que no estaba programada o no se había realizado la reconstrucción del LCA.
- Artículos que fueran protocolos de ensayo clínico.

Tras la revisión y análisis de los 11 artículos se realizó una valoración metodológica de los artículos seleccionados mediante la escala PEDro que tiene 11 ítems. Por último, se decidieron excluir dos artículos por tener una puntuación menor de 5 y por lo tanto ser de baja calidad metodológica (10)(5). *Ver tabla*

1

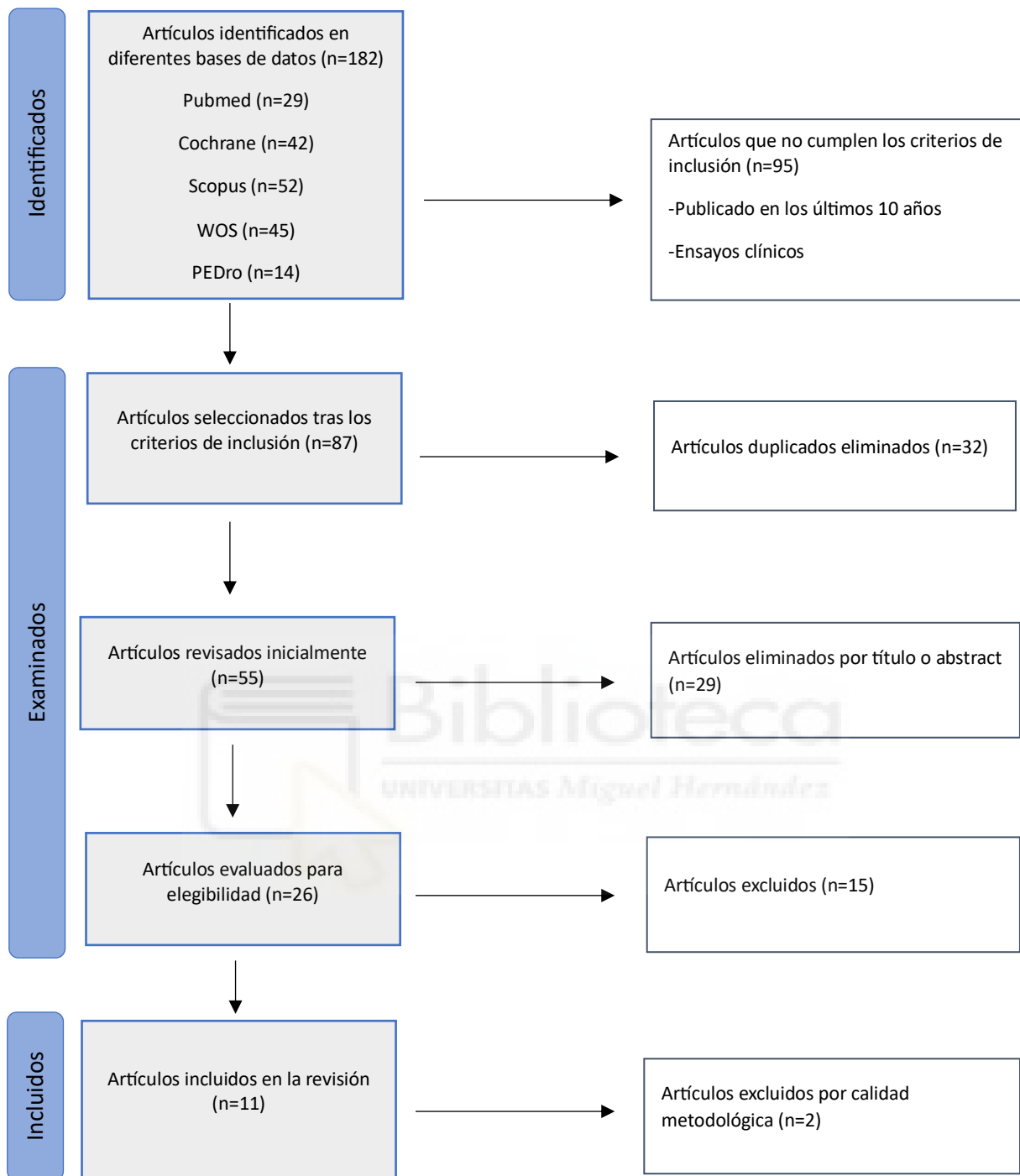


Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de artículos

4. RESULTADOS

Tras realizar una búsqueda bibliográfica en las bases de datos de Pubmed, Cochrane, Scopus, WOS y PEDro, se obtuvieron un total de 182 artículos. De estos, se descartaron 95 por criterios de inclusión, 32 por estar duplicados, 29 por título y abstract, 15 por criterios de exclusión y 2 por pobre calidad metodológica. *Ver tabla 1.* Finalmente, en el proceso de elegibilidad se obtuvieron 9 artículos para revisar a texto completo, 8 de estos ECA (14) (7) (16) (22) (23) (24) (25) (26) y 1 ECNA (27). *Ver figura 1.*

Para la evaluación de los resultados de los artículos se emplearon distintas variables de medida, que coincidían en la mayoría de los artículos a diferencia de unas pocas que solo se tuvieron en cuenta en un artículo. *Ver tabla 2.* Las variables y sus escalas o instrumentos de medición fueron los siguientes:

- Fuerza: se valoraba en 5 artículos y en todos se midió mediante un dinamómetro (14) (7) (24) (26), excepto en un artículo que se realizó la medición haciendo un ejercicio de extensión (27).
- Volumen muscular: se valoró con ecografía (14) (24) (27) y con prueba de imagen (23) (25).
- Función física: se tenía en cuenta solo en 2 artículos la función física y se valoró con la escala Lysholm, la The International Knee Documentation Committee (IKDC) (14) (7) y con The modified star excursion balance test (SEBT) (14).
- Dolor: se tuvo en cuenta en 5 artículos, se midió el dolor articular con la escala de dolor Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) (14) (7), el dolor muscular y articular con la escala de Borg (16) (22) y con la escala EVA (27) se valoró solamente el dolor muscular.
- Esfuerzo percibido: se medía en 2 artículos (16) (22) y en ambos fue con la escala de Borg.
- Variables menos medidas: el ROM con goniómetro, el derrame o edema con cinta métrica y la laxitud con artrómetro (14), la presión arterial con la ayuda de un monitor de presión arterial (22), la densidad ósea se midió con una absorciometría de rayos X (25), la resistencia mediante una prueba de ejercicio y el flujo sanguíneo con una espectroscopía (26).

Respecto a la carga empleada en los entrenamientos, podemos encontrar que en 2 artículos se empleaba un 20% de 1 RM (25) (27), en solo un artículo se empleaba un 70% de 1 RM (24), en 2 artículos la intensidad era menor a 10% 1 RM (23) (26). En cambio, en 4 artículos se empleaba un 30% de 1 RM como intensidad de carga (14) (7) (16) (22) y a su vez fueron los únicos en los que el grupo intervención y el grupo control tenían distinta intensidad de carga, siendo la del segundo un 80% de 1 RM (14) (16) (22) y 70% de 1 RM (7).

La dosificación del entrenamiento coincidía en la mayoría de los artículos, siendo de 2 sesiones por semana (14) (7) (16) (24) (25), en dos artículos se realizaron 5 sesiones por semana (26) (27), en otro artículo se realizaron 2 sesiones por día (23), sin embargo, en un artículo solo se realizó una sesión de entrenamiento (22).

Con relación a la reconstrucción del LCA, en la muestra total encontramos 135 personas con injerto de tendón de isquiotibiales, 63 personas con injerto de hueso-tendón rotuliano-hueso y 3 personas con injerto del tendón del cuádriceps. *Ver tabla 3.*

Si nos centramos en la presión de oclusión de entrenamiento, en todos fue individualizada con un 80 % de LOP (limb occlusive pressure) o presión de oclusión del miembro y un 50% LOP (27), excepto en 2 artículos en los que la presión fue estandarizada para todos los pacientes del grupo intervención, entre 130-180 mmHg (23) (26). *Ver tabla 4.*

Por último, en los resultados obtenidos se encuentran discrepancias en cuanto a la fuerza y el volumen muscular, en unos artículos las diferencias fueron significativas a favor del GI (grupo intervención) (14) (7) (25) (27), en cambio, en otros artículos las diferencias fueron mínimas (23) (24) (26). Si hablamos de dolor articular, los resultados fueron significativamente favorables en el GI durante el entrenamiento y 24 horas después de este (14) (7) (16) (22).

5. DISCUSIÓN

El objetivo de la revisión es observar la eficacia de la técnica BFR y los resultados encontrados indican contradicciones, si hablamos de la fuerza y la masa muscular, en las investigaciones de Iversen (23) y de Žargi (26) los resultados seguramente no fueron favorables debido a que las cargas fueron menores de 10% 1 RM y la recomendación para una mejora de la fuerza y la hipertrofia es que la carga mínima sea de un 10% de 1 RM. En el caso del estudio de Curran (24) la carga del grupo con BFR fue de 70% de 1 RM al igual que en el grupo control y se ha llegado a la conclusión de que los mecanismos por los que se produce la hipertrofia y el aumento de la fuerza no son aditivos, por lo tanto, no tiene beneficios realizar ejercicios de altas cargas con oclusión del flujo sanguíneo. Una progresión adecuada para la mejora de la fuerza y la hipertrofia podría ser de ejercicios de cargas bajas con un 20-30% de 1 RM con BFR como en el estudio de Hughes (14), a ejercicios de cargas altas sin BFR.

Por otro lado, se ha observado que la resistencia y la preservación de la función microvascular muscular están correlacionadas y su deterioro es el predictor más fuerte de debilidad y atrofia muscular después de la reconstrucción del LCA según el estudio de Žargi (26), en este estudio se preservó la microcirculación hasta 4 semanas después de la cirugía con un entrenamiento enfocado a la mejora de la resistencia. Sin embargo, en la investigación de Kacin (28) consiguieron efectos protectores a corto plazo en la resistencia con ejercicios con cargas ligeras y BFR, pero no se consiguieron resultados en la fuerza ni el volumen. Los resultados en ambas investigaciones coinciden en que existe un efecto protector de la microcirculación y de la resistencia después de la intervención y que podría ser beneficioso un entrenamiento preoperatorio enfocado en la resistencia.

También se ha observado que con un entrenamiento con BFR se consiguió preservar la masa ósea en toda la extremidad después de 12 semanas de entrenamiento a diferencia del grupo con entrenamiento convencional sin BFR (25), esta podría ser una propuesta interesante para personas con menor densidad ósea como podrían ser personas de edad avanzada o mujeres con osteoporosis postmenopáusica como alternativa o como complemento a los entrenamientos convencionales.

En relación con el dolor muscular, se atribuye a una mayor concentración de metabolitos a causa de la oclusión venosa y la hipoxia y el esfuerzo percibido, se relaciona con una conducción limitada de los nervios periféricos (22), por lo que podemos entender que cuanto mayor sea la oclusión, mayor dolor muscular habrá durante el entrenamiento y si esta es muy elevada podría producir eventos adversos. En estudios como el de Martín-Hernández (18), ambas variables fueron mayores en los grupos con BFR, pero fueron en disminución durante las sesiones, aunque es probable que el hecho de que la carga no se adaptara durante todo el protocolo fuera la razón, en el artículo de Hughes (16) también hubo un dolor muscular alto, pero esto no impidió que completaran el entrenamiento ni que tuvieran menor adherencia a él.

Si hablamos de dolor articular todos los autores coinciden en que durante el entrenamiento con BFR se percibe menor dolor, posiblemente debido a que las cargas menos pesadas provocan menor estrés en la articulación, por otra parte, también disminuye el dolor 24 horas después del entrenamiento (22), aunque no se conocen las causas hay autores que sugieren que pueden ser por varios mecanismos, puede ser que la isquemia provocada por el manguito y el dolor muscular inducido por el ejercicio tengan un efecto antinociceptivo. Otra posible causa es que debido a la hipoxia durante el entrenamiento se liberen opioides endógenos (16). Esto supone una gran ventaja sobre todo en las primeras semanas después de la intervención debido a que, en la mayoría de los casos, en estas etapas el dolor articular es un limitante.

La mayoría de los estudios están de acuerdo en que la mejor opción para realizar la oclusión es un manguito de torniquete neumático, pero las medidas de este varían según el estudio por lo que habría que tener en cuenta el ancho del manguito debido a que cuanto más estrecho, se necesita mayor presión para restringir el flujo sanguíneo. Es imprescindible saber que la circunferencia del muslo es el principal determinante de la presión de la oclusión arterial por lo que la presión debería ser individualizada en función de las características del paciente para que la oclusión sea igual en todos los individuos (17). En el estudio de Ohta (29), las presiones del entrenamiento fueron estandarizadas a 180 mmHg y 2 participantes abandonaron debido a molestias, posiblemente provocadas por una oclusión demasiado elevada. Investigaciones recientes sugieren que no se necesitan presiones mayores para conseguir resultados en la resistencia, la fuerza y el tamaño muscular debido a que se produjeron aumentos

similares en entrenamientos de 8 semanas de duración con 40% de LOP y 90% de LOP, pero sin tantas molestias como la última presión (17).

Por otro lado, la frecuencia del tratamiento coincide en la mayoría de los artículos siendo de 2-3 sesiones por semana, en cambio, en cuanto a la duración del tratamiento no establecen un tiempo determinado, los protocolos suelen variar de 4 a 8 semanas y pueden llegar hasta 20 semanas (30).

En relación con un posible protocolo de entrenamiento, según el artículo de Loenneke (31) constaría de 4 fases. La fase 1, fase de reposo, consistiría en ejercicios de peso corporal con BFR en decúbito supino como podrían ser extensiones de rodilla, en la fase 2 pasaríamos a la deambulación con BFR, en la fase 3 comenzaríamos con los ejercicios de resistencia con cargas bajas y finalmente, en la fase 4 se combinarían ejercicios de cargas bajas con BFR, con ejercicios de cargas altas sin BFR.

Otra opción interesante sería combinar ejercicios con BFR y ejercicios con estimulación eléctrica neuromuscular para favorecer las ganancias de fuerza y la hipertrofia, sobre todo en las primeras semanas después de la operación en las cuáles hay un déficit del reclutamiento de las fibras (9).

Las principales limitaciones han sido la falta de ensayos controlados aleatorizados debido a que es una técnica nueva y no hay suficiente investigación, por otra parte, los tamaños muestrales eran muy pequeños por lo que los resultados pierden cierta fiabilidad. Los distintos tipos de presión de oclusión y de carga de entrenamiento también han sido una gran limitación porque no se han podido sacar conclusiones claras en cuanto a los resultados. En relación con los tipos de injerto, ha ido variando según el artículo por lo tanto habría que tener en cuenta si esto pudiera haber interferido en los resultados y la evolución de los participantes.

En cuanto a las sugerencias para futuras investigaciones, es importante que se realicen ensayos clínicos aleatorizados con mayores tamaños muestrales y que utilicen escalas y métodos de valoración validados. También es necesario que hagan hincapié sobre qué duración de tratamiento es la óptima para obtener mejores resultados y cuántas semanas debería durar. Por otra parte, sería conveniente conocer que ejercicios son los más seguros y eficaces para la patología y el volumen de entrenamiento necesario.

6. CONCLUSIÓN

Tras la revisión de los artículos se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Los artículos sugieren que un entrenamiento con BFR puede ser efectivo para la mejora de la fuerza y de masa muscular en comparación con una rehabilitación convencional de baja carga sin BFR.
- El entrenamiento de cargas bajas con BFR produce menor dolor articular que los ejercicios de cargas altas durante el entrenamiento y 24 horas después de este.
- La individualización de la presión de oclusión con un manguito de torniquete en la región proximal del muslo es una opción eficaz para evitar eventos adversos y molestias durante el entrenamiento.
- La carga mínima del entrenamiento debe ser de 10 % de 1 RM con una duración de 4 a 20 semanas y los ejercicios de cargas altas con BFR no producen mejoras en la fuerza ni hipertrofia en comparación con los ejercicios de cargas altas sin BFR.



7. ANEXOS

Tabla 1. Escala PEDro.

Autor y año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	T
L. Hughes et al. 2019 (1)		X	X	X			X	X		X	X	7
R. Vieira de Melo et al. 2022	X	X	X	X				X	X	X	X	7
S. Telfer et al. 2021	X							X	X	X	X	4
L. Hughes et al. 2018		X	X	X			X			X	X	6
L. Hughes et al. 2019 (2)		X	X	X			X	X		X	X	7
E. Iversen et al. 2016		X		X			X	X		X	X	6
M. Curran et al. 2020	X	X	X	X				X		X	X	6
W. Jung et al. 2022								X		X	X	3
M. Kilgas et al. 2019	X			X				X	X	X	X	5
RA. Jack et al. 2019		X					X	X		X	X	5
T. Žargi et al. 2018		X	X	X				X	X	X	X	7
<p>Los criterios de puntuación son los siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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, 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. <p>(El ítem 1 de los criterios de elegibilidad no contribuye al puntaje total)</p>												

Tabla 2. Tabla de resultados.

Autor y año	Tipo de estudio	Población	Intervención	Carga de ejercicios	Medidas	Resultados
L. Hughes et al. 2019 (1)	ECA	N=28	<p>Divididos en 2 grupos: -Grupo BFR -Grupo HL-RT (cargas pesadas)</p> <p>Dosificación: 2 sesiones por semana durante 8 semanas, 16 sesiones separadas cada una por 48 horas.</p> <p>Entrenamiento: Cada sesión 5 minutos de calentamiento con bici sin carga a una cadencia libre, seguido de 10 repeticiones de prensa de pierna unilateral con 30 s de descanso entre series.</p>	<p>GI: 30% de 1RM</p> <p>GC: 80% de 1 RM</p>	<p>Fuerza muscular: dinamómetro isocinético Biodex System 4.</p> <p>Volumen: ecografía en modo B utilizando el dispositivo de ultrasonido LOGIQ E.</p> <p>Función física: IKDC Escala de Lysholm y el test SEBT.</p> <p>Dolor: escala de dolor Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS).</p> <p>ROM: goniómetro.</p> <p>Derrame: cinta métrica flexible.</p> <p>Laxitud: artrómetro de ligamentos de la rodilla KT-1000.</p>	<p>Aumento de la fuerza, volumen muscular y ROM en GI similares a GC</p> <p>Mejora en la función física.</p> <p>Reducción del derrame y el dolor.</p> <p>No hay cambios en la laxitud de la articulación.</p>
R. Vieira de Melo et al. 2022	ECA	N=24	<p>Divididos en 2 grupos: -Grupo BFR -Grupo HL-RT.</p> <p>Dosificación: 2 sesiones por semana durante 8 semanas.</p> <p>Entrenamiento: Prensa de piernas y silla de flexión de rodilla. En cada ejercicio, el grupo intervención debía hacer 1 serie de 30 repeticiones y 3 series de 15 (30-15-15-15) repeticiones con BFR y en el grupo control 3 series de 10 repeticiones sin BFR con 30 s de descanso entre series.</p>	<p>GI: 30% de 1RM</p> <p>GC: 70% de 1 RM</p>	<p>Fuerza: dinamómetro digital de mano MICROFET2</p> <p>Función física: Escala Lysholm y la IKDC</p> <p>Dolor: Escala KOOS.</p>	<p>Mejoras más rápidas en la fuerza en el GI.</p> <p>Mejoras en el dolor después de 4 semanas y de la función física después de 8 y 12 semanas.</p>

L. Hughes et al. 2018	ECA	N=30	<p>Divididos en 3 grupos: -Grupo NI-BFR -Grupo ACLR-BFR -Grupo ACLR-HL</p> <p>Dosificación: 1 sesión.</p> <p>Entrenamiento: La sesión consistió en un calentamiento de 5 minutos con bici sin carga a una cadencia libre, seguido de 10 repeticiones de prensa de pierna unilateral</p> <p>Los grupos NI-BFR y ACLR-BFR luego realizaron 4 series, 1 serie de 30 repeticiones y 3 de 15 repeticiones de ejercicio de prensa de piernas unilateral con 30 s de descanso entre series.</p> <p>El grupo ACLR-HL realizó ejercicios de prensa de piernas unilateral, 3 series de 10 repeticiones con períodos de descanso de 30 s entre series.</p>	<p>GI: 30% de 1RM</p> <p>GC: 80% de 1 RM</p>	<p>Dolor: Escala de Borg</p> <p>Esfuerzo percibido: Escala de Borg</p> <p>Presión arterial: monitor de presión arterial ambulatorio Mobil-O-Graph con el software de gestión de la hipertensión</p>	<p>El esfuerzo percibido fue significativamente mayor en ACLR-BFR que en NI-BFR, pero similar a ACLR-HL</p> <p>El dolor muscular fue mayor en ambos grupos BFR</p> <p>El dolor de rodilla de la sesión y el dolor de rodilla 24 h después del ejercicio fue menor en el grupo ACLR-BFR en comparación con el grupo ACLR-HL</p> <p>No hubo diferencias en la presión arterial antes y después del ejercicio entre los grupos.</p>
L. Hughes et al. 2019 (2)	ECA	N=28	<p>Divididos en 2 grupos: -Grupo BFR -Grupo HL-RT</p> <p>Dosificación: 2 sesiones por semana durante 8 semanas, 16 sesiones separadas cada una por 48 horas.</p> <p>Entrenamiento: Cada sesión 5 minutos de calentamiento con bici sin carga a una cadencia libre, seguido de 4 series de 10 repeticiones de prensa de pierna unilateral con 30 s de descanso entre series.</p>	<p>GI: 30% de 1RM</p> <p>GC: 80% de 1 RM</p>	<p>Dolor: Escala de Borg</p> <p>Esfuerzo percibido: Escala de Borg</p>	<p>El dolor fue menor en GI durante el entrenamiento y 24 horas después.</p> <p>El dolor muscular fue mayor en GI, pero eso no disminuyó la adherencia al tratamiento.</p> <p>El EP fue igual en GI y GC.</p>

E. Iversen et al. 2016	ECA	N=24	<p>Divididos en 2 grupos: -Grupo oclusión -Grupo control</p> <p>Dosificación: El entrenamiento se realizaba 2 veces al día durante 12 días.</p> <p>Entrenamiento: Cada sesión, 20 repeticiones durante cada periodo de oclusión de extensiones isométricas del cuádriceps y elevaciones de piernas rectas.</p> <p>El GC realizaba el mismo protocolo, pero sin oclusión.</p>	Los 2 grupos: <10% de 1RM	Volumen: resonancia magnética utilizando el software incluido en Sectra PACS	No hubo reducción de la atrofia en los primeros 16 días después de la reconstrucción.
M. Curran et al. 2020	ECA	N=34	<p>Divididos en 4 grupos: -Ejercicios excéntricos -Ejercicios concéntricos -Ejercicios excéntrico con BFR -Ejercicios concéntricos con BFR</p> <p>Dosificación: 2 sesiones por semana durante 8 semanas.</p> <p>Entrenamiento: Cada sesión consistió en 5X10 de prensa de piernas isocinética de forma unilateral.</p> <p>2 minutos de descanso entre series.</p>	70% de 1RM	<p>Fuerza: dinamómetro Biodex System 3.</p> <p>Volumen: ecografía utilizando el dispositivo de ultrasonido LOGIQ E.</p>	<p>No hubo mejoras significativas en la fuerza ni volumen en comparación con los ejercicios sin BFR.</p> <p>Tampoco hubo diferencias entre los grupos con ejercicios excéntricos y los grupos con ejercicios concéntricos.</p>
M. Kilgas et al. 2019	ECNA	N=18	<p>Divididos en 2 grupos: -Grupo ACLR -Grupo control sano.</p> <p>Dosificación: 5 sesiones por semana durante 4 semanas.</p> <p>Entrenamiento: Cada sesión consistió en 3x30 repeticiones de extensiones de rodilla con la pierna afectada con una banda de resistencia, 3x30 de medias</p>	Los 2 grupos: 20% de 1 RM	<p>Dolor: escala EVA</p> <p>Volumen: ecografía en modo B</p> <p>Fuerza: máquina de extensión de rodilla.</p>	<p>El dolor muscular fue muy bajo haciendo tolerable el tratamiento.</p> <p>Aumentó el grosor del cuádriceps y la fuerza extensora de la rodilla.</p>

			<p>sentadillas con el peso corporal y 3x2 minutos de caminata a la velocidad preferida.</p> <p>Los descansos eran de 2 minutos entre ejercicios y 1 minuto entre series.</p>			
RA. Jack et al. 2019	ECA	N=32	<p>Divididos en 2 grupos: -Grupo Rehabilitación -Grupo Rehabilitación con BFR</p> <p>Dosificación: 2 sesiones de entrenamiento por semana durante 12 semanas</p> <p>Entrenamiento: Los ejercicios se realizaron en 1 serie de 30 repeticiones y 3 series de 15 (30-15-15-15) Los ejercicios fueron sentadillas a una sola pierna, descenso excéntrico, equilibrio en Y, prensa de piernas y curl de isquiotibiales.</p>	Los 2 grupos: 20% de 1 RM	<p>Densidad ósea: Absorciometría de rayos X de energía dual</p> <p>Volumen: Absorciometría de rayos X de energía dual</p>	<p>El GI tuvo una menor disminución de densidad ósea y masa muscular.</p> <p>El tiempo de vuelta al deporte también disminuyó en el GI.</p>
T. Žargi et al. 2018	ECA	N=20	<p>Divididos en 2 grupos: -Grupo BFR -Grupo SHAM-BFR</p> <p>Dosificación: 5 sesiones de ejercicio durante los últimos 8 días antes de la operación y la última debía ser en las 48 horas previas a la operación.</p> <p>Entrenamiento: Cada sesión consistió en un calentamiento de 10-15 repeticiones de extensión unilateral de rodilla en máquina de extensión con 0,5 kg de carga y después de 30s de oclusión se empezaban 6 series del mismo ejercicio hasta el fallo.</p> <p>Descansos de 45 segundos entre la</p>	Los 2 grupos: <10% de 1RM	<p>Fuerza: dinamómetro estático, electromiografía de superficie.</p> <p>Resistencia: Se calculó el 30% del torque preoperatorio y se estableció como objetivo, el tiempo de contracción sostenida en el objetivo se usó como medida.</p> <p>Flujo sanguíneo: espectroscopía de infrarrojo cercano.</p>	<p>El GI no tuvieron disminución de la resistencia en las primeras 4 semanas después de la cirugía, pero 12 semanas después la diferencia con el otro grupo no era significativa.</p> <p>No hubo cambios significativos en la fuerza.</p> <p>Hubo un aumento del 50% del flujo sanguíneo muscular posterior al ejercicio en el GI.</p>

			<p>primera, tercera y quinta serie y de 90s entre la segunda y la cuarta serie.</p> <p>El grupo SHAM-BFR siguió el mismo protocolo y replicó el número de repeticiones de su pareja del grupo BFR.</p>			
--	--	--	--	--	--	--

Índice de tabla

GC: Grupo control

GI: Grupo intervención

ECA: Ensayo controlado aleatorizado

ECNA: Ensayo controlado no aleatorizado

N: Número

RM: repetición máxima

HL: cargas pesadas (heavy load)

SHAM-BFR: grupo de simulación

ACLR: reconstrucción de ligamento cruzado anterior (anterior cruciate ligament reconstruction)

NI: pacientes sanos (non-injured)

Tabla 3. Características de la muestra

Autor y año	Participantes	Sexo	Tipos de injerto	Edades
L. Hughes et al. 2019 (1)	Total: 28 GC: 14 GI: 14	GC: 7H Y 5M GI: 10H Y 2M	TI: 24	22-36 años
R. Vieira de Melo et al. 2022	Total: 24 GC: 12 GI: 12	GC: 9H Y 3M GI: 8H Y 4M	TI: 24	18-59 años
L. Hughes et al. 2018	Total: 30 NI-BFR: 10	NI-BFR: 10H		

	ACLR-BFR: 10 ACLR-HL: 10	ACLR-BFR: 6H Y 4M ACLR-HL: 7H Y 3M	TI: 20	23-38 años
L. Hughes et al. 2019 (2)	Total: 28 GC: 14 GI: 14	GC: 7H Y 5M GI: 10H Y 2M	TI: 24	22-36 años
E. Iversen et al. 2016	Total: 24 GC: 12 GI: 12	GC: 7H Y 5M GI: 7H Y 5M	TI: 24	18-40 años
M. Curran et al. 2020	Total: 34 Ejercicios excéntricos: 8 Ejercicios concéntricos: 8 Ejercicios excéntricos con BFR: 9 Ejercicios concéntricos con BFR: 9	Ejercicios excéntricos: 2H y 6M Ejercicios concéntricos: 3H y 5M Ejercicios excéntricos con BFR: 5H y 4M Ejercicios concéntricos con BFR: 5H y 4M	Ejercicios excéntricos: HTRH: 5 TI: 3 Ejercicios concéntricos: HTRH: 7 TC: 1 Ejercicios excéntricos con BFR: HTRH: 7 TI: 2 Ejercicios concéntricos con BFR: HTRH: 6 TI: 1 TC: 2	14-30 años
M. Kilgas et al. 2019	Total: 18 GC: 9 GI: 9	GC: 3H Y 6M GI: 3H Y 6M	TI: 3 HTRH: 6	18-44 años
RA. Jack et al. 2019	Total: 32 GC: 15 GI: 17	GC: 7H Y 8M GI: 12H Y 5M	HTRH: 32	16-39 años
T. Žargi et al. 2018	Total: 20 GC: 10 GI: 10	GC: 8H Y 2M GI: 8H Y 2M	TI: 20	18-45 años

Índice de tabla

GC: Grupo control

GI: Grupo intervención

H: Hombres

M: Mujeres

TI: tendón isquiotibiales

HTRH: hueso-tendón rotuliano-hueso

TC: tendón cuádriceps

HL: cargas pesadas (heavy load)

ACLR: reconstrucción de ligamento cruzado anterior (anterior cruciate ligament reconstruction)

NI: pacientes sanos (non-injured)

Tabla 4. Características de la técnica BFR

Autor y año	Material	Medidas	Colocación	Tiempo	Oclusión
L. Hughes et al. 2019 (1)	manguito de torniquete automático personalizado (Delfi Medical) conectado a un sistema PTS	11,5 cm de ancho	la parte más proximal de la extremidad	Oclusión durante todo el entrenamiento	80% LOP (150-157 mmHg)
R. Vieira de Melo et al. 2022	manguito de torniquete neumático (Cuff Scientific Leg- WCS) con un manómetro	7 cm de ancho	región cercana al ligamento inguinal de la pierna derecha e izquierda	Oclusión durante todo el entrenamiento	80% LOP (110-186 mmHg)
L. Hughes et al. 2018	manguito de torniquete automático personalizado para BFR (Delfi Medical) conectado mediante tubería de manguera hermética a un dispositivo PTS	11,5 cm de ancho	la parte más proximal de la extremidad	Oclusión durante todo el entrenamiento	80% LOP (150-157 mmHg)
L. Hughes et al. 2019 (2)	manguito de torniquete automático personalizado (Delfi Medical) conectado a un sistema PTS	11,5 cm de ancho	la parte más proximal de la extremidad	Oclusión durante todo el entrenamiento	80% LOP (150-157 mmHg)
E. Iversen et al. 2016	manguito de oclusión neumático contorneado (Delfi Medical) con una bomba manual de presión arterial	14 cm de ancho	la parte más proximal de la extremidad	Oclusión durante 5 minutos seguido de la eliminación de la presión durante 3 minutos.	130-180 mmHg

	portátil (Trigger Aneroid DS66)			Se repitió esto 5 veces por entrenamiento.	
M. Curran et al. 2020	manguito de torniquete Easi-Fit (Delfi Medical Innovations) conectado a un sistema PTS	11 cm de ancho	alrededor de la parte proximal del muslo	Oclusión durante los ejercicios con reperusión de 2 minutos entre series.	80% LOP (110-186 mmHg)
M. Kilgas et al. 2019	esfigmomanómetro aneroide (Briggs, Healthcare)	18 cm de ancho	alrededor del muslo	Oclusión durante 18 de los 25 minutos de la sesión El manguito solo se desinflaba durante los 2 minutos de descanso entre ejercicios	50% LOP (90 mmHg)
RA. Jack et al. 2019	manguito de torniquete automático personalizado (Delfi Medical)	14 cm de ancho	alrededor de la parte proximal del muslo	Oclusión durante todo el entrenamiento	80% LOP (130-150 mmHg)
T. Žargi et al. 2018	manguito de torniquete neumático contorneado (VariFit Conture Thigh Cuff, Delfi Medical Innovations) conectado a un sistema PTS	14 cm de ancho	alrededor de la parte proximal del muslo	Oclusión durante los ejercicios con reperusión de 90s entre la segunda y cuarta serie. Un total de 3 ciclos de 180s bajo oclusión.	GI:150 mmHg GC: 20 mmHg

Índice de tabla

LOP: presión de oclusión de la extremidad (limb occlusion pressure)

PTS: sistema de regulación de presión (Personalized Tourniquet System)

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Hughes L, Rosenblatt B, Paton B, Patterson SD. Blood flow restriction training in rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstructive surgery: A review. *Tech Orthop*. 2018 Jun; 33(2):106–13.
2. LEROY Q. Influence of Blood Flow Restriction in the Early Phase After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Hamstring Graft: Proposal for a Randomized Multicentric Experimental Protocol. *International Journal of Physiotherapy*. 2021 Apr 1; 8(2).
3. Caetano D, Oliveira C, Correia C, Barbosa P, Montes A, Carvalho P. Rehabilitation outcomes and parameters of blood flow restriction training in ACL injury: A scoping review. *Phys Ther Sport*. 2021 May; 49:129–37.
4. Prue J, Roman DP, Giampetruzzi NG, Fredericks A, Lolic A, Crepeau A, et al. Side Effects and Patient Tolerance with the Use of Blood Flow Restriction Training after ACL Reconstruction in Adolescents: A Pilot Study. *Int J Sports Phys Ther*. 2022 Apr; 17(3):347–54.
5. Jung WS, Kim SH, Nam SS, Kim JW, Moon HW. Effects of Rehabilitation Exercise with Blood Flow Restriction after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Applied Sciences*. 2022 Dec 1;12(23).
6. Buckthorpe M, Rosa G La, Villa F Della. RESTORING KNEE EXTENSOR STRENGTH AFTER ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT RECONSTRUCTION: A CLINICAL COMMENTARY. *Int J Sports Phys Ther* 2019 Feb; 14(1):159-172.
7. Vieira de Melo RF, Komatsu WR, Freitas MS de, 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
8. Koc BB, Truyens A, Heymans MJLF, Jansen EJP, Schotanus MGM. Effect of Low-Load Blood Flow Restriction Training After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Systematic Review. *Int J Sports Phys Ther*. 2022 ;17(3):334–46.

9. Charles D, White R, Reyes C, Palmer D. A SYSTEMATIC REVIEW OF THE EFFECTS OF BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING ON QUADRICEPS MUSCLE ATROPHY AND CIRCUMFERENCE POST ACL RECONSTRUCTION. *Int J Sports Phys Ther.* 2020 Dec;15(6):882-891.
10. Telfer S, Calhoun J, Bigham JJ, Mand S, Gellert JM, Hagen MS, et al. Biomechanical Effects of Blood Flow Restriction Training After ACL Reconstruction. *Med Sci Sports Exerc.* 2021 Jan;53(1):115–23.
11. Spada JM, Paul RW, Tucker BS. Blood Flow Restriction Training preserves knee flexion and extension torque following anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. Vol. 34, *Journal of Orthopaedics.* Reed Elsevier India Pvt. Ltd.; 2022 Nov. p. 233–9.
12. Álvarez CB, Santamaría PIK, Fernández-Matías R, Pecos-Martín D, Achalandabaso-Ochoa A, Fernández-Carnero S, et al. Comparison of Blood Flow Restriction Training versus Non-Occlusive Training in Patients with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction or Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2021 Jan;10(1):1–23.
13. Dolin R, Ben Zaki B. Blood Flow Restriction Training, an alternative to create hypertrophy without heavy loads. *Kinesitherapie.* 2022 Jul 1;22(247):34–40.
14. Hughes L, Rosenblatt B, Haddad F, Gissane C, McCarthy D, Clarke T, et al. 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 Med.* 2019 Jul;49(11):1787–805.
15. Humes C, Aguero S, Chahla J, Foad A. Blood Flow Restriction and Its Function in Post-Operative Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Therapy: Expert Opinion. *Archives of Bone and Joint Surgery.* 2020 Sep 1;8(5):570–4.
16. Hughes L, Patterson SD, Haddad F, Rosenblatt B, Gissane C, McCarthy D, et al. Examination of the comfort and pain experienced with blood flow restriction training during post-surgery rehabilitation of anterior cruciate ligament reconstruction patients: A UK National Health Service trial. *Physical Therapy in Sport.* 2019 Sep ; 39:90–8.

17. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. Vol. 51, British Journal of Sports Medicine. 2017 Jun;51(13):1003–11.
18. Martín-Hernández J, Ruiz-Aguado J, Herrero AJ, Loenneke JP, Aagaard P, Cristi-Montero C, et al. Adaptation of Perceptual Responses to Low-Load Blood Flow Restriction Training. J Strength Cond Res. 2017 Mar;31(3):765–72.
19. Lipker LA, Persinger CR, Michalko BS, Durall CJ. Blood Flow Restriction Therapy Versus Standard Care for Reducing Quadriceps Atrophy After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. J Sport Rehabil. 2019 Nov;28(8):897-901.
20. Erickson LN, Lucas KCH, Davis KA, Jacobs CA, Thompson KL, Hardy PA, et al. Protocols Effect of Blood Flow Restriction Training on Quadriceps Muscle Strength, Morphology, Physiology, and Knee Biomechanics Before and After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Protocol for a Randomized Clinical Trial. 2019 Aug; 99(8): 1010–1019.
21. Wengle L, Migliorini F, Leroux T, Chahal J, Theodoropoulos J, Betsch M. The Effects of Blood Flow Restriction in Patients Undergoing Knee Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. Am J Sports Med. 2022 Aug;50(10):2824–33.
22. Hughes L, Paton B, Haddad F, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Comparison of the acute perceptual and blood pressure response to heavy load and light load blood flow restriction resistance exercise in anterior cruciate ligament reconstruction patients and non-injured populations. Physical Therapy in Sport. 2018 Sep; 33:54–61.
23. Iversen E, Røstad V, Larmo A. Intermittent blood flow restriction does not reduce atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction. J Sport Health Sci. 2016 Mar;5(1):115–8.
24. Curran MT, Bedi A, Mendias CL, Wojtys EM, Kujawa M V., Palmieri-Smith RM. Blood Flow Restriction Training Applied With High-Intensity Exercise Does Not Improve Quadriceps Muscle Function After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Randomized Controlled Trial. Am J Sports Med. 2020 Mar;48(4):825–37.

25. Jack RA 2nd, Lambert BS, Hedt CA, Delgado D, Goble H, McCulloch PC. Blood flow restriction therapy preserves lower extremity bone and muscle mass after ACL reconstruction. *Sports Health*. 2023 Jun;15(3):361–71.
26. Žargi T, Drobnič M, Stražar K, Kacin A. Short–Term Preconditioning With Blood Flow Restricted Exercise Preserves Quadriceps Muscle Endurance in Patients After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Front Physiol*. 2018 Aug; 9:1150.
27. Kilgas MA, Lytle LLM, Drum SN, Elmer SJ. Exercise with Blood Flow Restriction to Improve Quadriceps Function Long after ACL Reconstruction. *Int J Sports Med*. 2019;40(10):650–6.
28. Kacin A, Drobnič M, Marš T, Miš K, Petrič M, Weber D, et al. Functional and molecular adaptations of quadriceps and hamstring muscles to blood flow restricted training in patients with ACL rupture. *Scand J Med Sci Sports*. 2021 Aug 1;31(8):1636–46.
29. Ohta H, Kurosawa H, Ikeda H, Iwase Y, Satou N, Nakamura S. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop Scand*. 2003 Feb;74(1):62–8.
30. Lu Y, Patel BH, Kym C, Nwachukwu BU, Beletksy A, Forsythe B, et al. Perioperative blood flow restriction rehabilitation in patients undergoing ACL reconstruction: A systematic review. *Orthop J Sports Med*. 2020; 8(3):2325967120906822.
31. Loenneke J, Abe T, Wilson J, Thiebaud R, Fahs C, Rossow L, et al. Blood flow restriction: An evidence based progressive model (Review). *Acta Physiol Hung*. 2012 Sep 14;99(3):235–50.