



Facultad de Enfermería y Fisioterapia

Memoria del Trabajo Final de Grado

**Efectos del entrenamiento de fuerza con
restricción de flujo sanguíneo en la
rehabilitación de lesiones de rodilla.**

Eder Ruiz Justicia

Grado de Fisioterapia

Año académico 2019-2020

DNI del alumno: 43218738J

Trabajo tutelado por Natalia Romero Franco
Departamento de Fisioterapia

Palabras clave del trabajo: Restricción de flujo sanguíneo, rehabilitación, lesiones de rodilla.

RESUMEN

Introducción: el entrenamiento de fuerza con restricción de flujo sanguíneo (RFS) promueve aumentos en la fuerza y en la masa muscular en personas sanas a través de la realización de ejercicios con baja carga, a la vez que se aplica un manguito que ocluye el flujo venoso pero que permite el flujo arterial. Este hecho hace que el entrenamiento de fuerza con RFS pueda ser una herramienta rehabilitadora de gran utilidad, ya que no toda la población con patología ósea y/o articular puede soportar el estrés de trabajar con altas cargas. Sin embargo, los efectos de esta metodología en rehabilitación de lesiones de rodilla no son claros.

Objetivo: El objetivo de esta revisión fue analizar los posibles efectos del entrenamiento de fuerza con restricción de flujo sanguíneo en el dolor, la fuerza muscular, el volumen muscular y la funcionalidad y calidad de vida en la rehabilitación de personas con lesión de rodilla.

Material y métodos: Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Medline (Pubmed), Cochrane Library, ScienceDirect (EBSCO), LILACS, Scielo, Sportsdiscus y PEDro. La búsqueda se realizó hasta febrero de 2020 incluyendo estudios de los últimos 10 años que analizaran los efectos del entrenamiento con restricción de flujo en la rehabilitación de lesiones de rodilla.

Resultados: Se analizaron un total de 11 artículos que mostraron, mediante el entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo y bajas cargas en pacientes con lesión de rodilla, efectos beneficiosos y significativos en la disminución del dolor de rodilla, en las ganancias de fuerza extensora de rodilla y en la funcionalidad y calidad de vida de estos pacientes. Además, la intervención se llevó a cabo con menores molestias frente a aquellos que realizaron un entrenamiento mediante altas cargas, pero las mejoras de fuerza fueron similares mediante ambos entrenamientos.

Conclusión: La rehabilitación mediante el entrenamiento de fuerza con RFS como parte del proceso de rehabilitación presenta efectos beneficiosos en el dolor, la fuerza muscular y la funcionalidad y calidad de vida en pacientes con lesión de rodilla. No obstante, los efectos de esta intervención en el volumen muscular continúan siendo controvertidos.

Palabras clave: restricción de flujo sanguíneo, rehabilitación, lesiones de rodilla

ABSTRACT

Introduction: blood flow restriction (BFR) resistance training can increase muscle strength and mass in healthy people through performing exercises with low-load, while applying a cuff that occludes venous flow but allows arterial flow. This fact makes BFR resistance training a very useful rehabilitation tool, since not all the population with bone and / or joint pathology can bear the stress of working with high-loads. However, the effects of this methodology in rehabilitation of knee injuries are not clear.

Objective: The objective of this review was to analyze the possible effects of BFR resistance training on pain, muscle strength, muscle mass, functionality and quality of life in the rehabilitation of people with knee injury.

Material and methods: A bibliographic search was performed in the Medline (Pubmed), Cochrane Library, ScienceDirect (EBSCO), LILACS, Scielo, Sportsdiscus and PEDro databases. The search was conducted until February 2020, including studies from the past 10 years looking at the effects of BFR resistance training on knee injury rehabilitation.

Results: A total of 11 articles had been analyzed and showed, through BFR resistance training and low loads in patients with knee injury, beneficial and significant effects in the reduction of knee pain, in knee extensor strength gains and in the functionality and quality of life of these patients. In addition, the intervention was carried out with less discomfort compared to those who had a training with high loads, but the improvements in strength were similar through both workouts.

Conclusion: Rehabilitation through BFR resistance training as part of the rehabilitation process has beneficial effects on pain, muscle strength, functionality and quality of life in patients with knee injury. However, the effects of this intervention on muscle mass remain controversial.

Key words: blood flow restriction, rehabilitation, knee injuries

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVOS	7
3. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.....	7
3.1 Fuentes de información	7
3.2. Límites.....	9
3.3. Criterios de elegibilidad	9
3.4. Calidad metodológica	9
4. RESULTADOS.....	10
4.1 Fuentes de información	10
4.2 Calidad metodológica	11
4.3. Características generales de la muestra	11
4.4 Intervención	13
4.5. Variables del estudio	15
5. DISCUSIÓN	19
6. CONCLUSIÓN.....	26
7. BIBLIOGRAFÍA	27
8. ANEXOS	33

1. INTRODUCCIÓN

Tras el dolor lumbar, la rodilla es la segunda fuente de dolor más frecuente (1) y en sus lesiones más comunes prevalece el dolor y la atrofia muscular, cuyos efectos degenerativos pueden observarse tanto en lesiones agudas como en crónicas. (1–3)

Entre las lesiones de rodilla más prevalentes destacan la rotura de menisco, que es la estructura más comúnmente lesionada en la rodilla humana, la lesión del ligamento cruzado anterior (LCA), con más de 250.000 casos al año en Estados Unidos (4), la artrosis de rodilla, que es la afectación más común en personas de alrededor de 60 años, afectando a un 30-50% de estos (10) y el dolor anterior de rodilla (DAR), que puede representar el 25-40% de todos los problemas de rodilla vistos en una clínica (6).

En el caso de la cirugía de reconstrucción de LCA, los pacientes experimentan una pérdida de fuerza de las extremidades inferiores debido a la atrofia muscular (3,7,8) durante las 12 semanas después de la cirugía, afectando a la función de las extremidades inferiores y a la calidad de vida. (9,10). Además, la atrofia muscular se considera un factor de riesgo importante para patologías como la artrosis de rodilla (9,11) y es uno de los factores clave del mal funcionamiento de la rodilla y de la aparición de DAR (2,6,10), un término general que describe una variedad de sintomatologías que incluyen: dolor femoro-patelar (DFP), tendinopatía rotuliana o pinzamiento meniscal (1,2).

Por lo tanto, en la rehabilitación musculoesquelética de estas patologías de rodilla es indispensable el entrenamiento de fuerza con altas cargas (EFAC) (12), ya que durante muchos años se ha indicado que el EFAC (mediante el 65% del máximo de una repetición [1RM]) maximiza tanto las adaptaciones funcionales (fuerza) como morfológicas (hipertrofia)(12–14). Estudios previos han demostrado que, la mayor fuerza del cuádriceps se ha relacionado con un menor riesgo de artrosis sintomática de la rodilla(15), así como también un menor dolor y cambios positivos en la función física (16). No obstante, encontramos algunas limitaciones, ya que no toda la población con patología ósea y/o articular puede soportar el estrés mecánico y la intensidad al trabajar con altas cargas, ya que el dolor articular imposibilita la prescripción y la adherencia al entrenamiento. (17–19)

Por esta razón, hay autores que han diseñado alternativas para entrenar la fuerza con bajas cargas (20-50% del 1RM). Entre las opciones investigadas en la literatura, destaca el entrenamiento de fuerza con restricción de flujo sanguíneo (RFS), que consiste en realizar un ejercicio a la vez que se aplica un manguito presurizado en la parte proximal del muslo que ocluye el flujo venoso pero que permite el flujo arterial. Se cree que los efectos acumulados de la fatiga, la tensión mecánica, el estrés metabólico y la hiperemia reactiva contribuyen a promover la adaptación de los cuádriceps con una tensión mínima. (20-23). Por lo tanto, esta metodología puede ser una herramienta de rehabilitación eficaz para la mejora de fuerza y masa muscular en personas con patología, produciendo menores molestias en la rodilla que mediante el otro tipo de entrenamientos. (24-27).

Hasta el momento, el entrenamiento de fuerza con RFS se ha utilizado con éxito en poblaciones sanas de avanzada edad que no son capaces de levantar cargas casi máximas, con el objetivo de maximizar su lapso de funcionamiento efectivo y demostrando que esta metodología, aplicada durante entrenamientos de fuerza y caminatas a lo largo de 10 semanas, influye positivamente en las adaptaciones musculares en comparación con el ejercicio en condiciones normales de flujo sanguíneo (27)

En el caso de atletas sanos, el entrenamiento de fuerza con RFS de baja carga realizado junto con el EFAC puede proporcionar un estímulo adicional para el desarrollo muscular, ya que de esta forma se han demostrado aumentos en la fuerza y el tamaño muscular que no se dan en estas modalidades por separado. Además, estas mejoras se han visto traducidas en un rendimiento mejorado en pruebas físicas, como el sprint de 5m, circuitos de agilidad y pruebas de obstáculos (21).

Sin embargo, cuando el entrenamiento de fuerza con RFS se aplica en el proceso de rehabilitación de lesiones de rodilla, los beneficios no son tan claros (21,28,29). Por lo tanto, es de gran interés el estudio de sus efectos en el proceso de recuperación de lesiones de rodilla, ya que, debido a las adaptaciones musculares observadas en poblaciones sanas esta presenta un gran potencial.

2. OBJETIVOS

El objetivo general es:

- Determinar los efectos del entrenamiento de fuerza con RFS en la rehabilitación de lesiones de rodilla

Los objetivos específicos son:

- Determinar los efectos del entrenamiento de fuerza con RFS en el dolor de pacientes con lesiones de rodilla.
- Determinar los efectos del entrenamiento de fuerza con RFS en la fuerza y volumen muscular del cuádriceps de pacientes con lesiones de rodilla.
- Determinar los efectos del entrenamiento de fuerza con RFS en la funcionalidad y calidad de vida de pacientes con lesiones de rodilla.

3. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

3.1 Fuentes de información

Esta revisión ha sido realizada sobre los efectos del entrenamiento de fuerza con RFS en lesiones de rodilla mediante la búsqueda en las siguientes bases de datos: Medline (Pubmed), Cochrane Library, ScienceDirect (EBSCO), LILACS, Scielo, Sportsdiscus y PEDro. La búsqueda se realizó hasta febrero de 2020 y las palabras claves que se utilizaron fueron “restricción de flujo sanguíneo”, “oclusión vascular”, “ejercicio isquémico” y “dolor femoropatelar”, los descriptores “knee”, “knee osteoarthritis”, “anterior cruciate ligament” y “atrophy” y el operador booleano “AND” y “OR” (Tablas 1 y 2).

Tabla 1 – Palabras clave y descriptores

Descriptores	
DECS	MESH
Rodilla	Knee
Osteoartritis de rodilla	Knee osteoarthritis
Ligamento cruzado anterior	Anterior cruciate ligament
Atrofia	Atrophy
Palabras clave (leguaje natural)	
Español	Inglés
Restricción de flujo sanguíneo	Blood flow restriction
Oclusión vascular	Vascular occlusion
Ejercicio isquémico	Ischemic exercise

Tabla 2 – Estrategia de Búsqueda Bibliográfica.

Base de datos Medline	A través de la plataforma PUDMED
Estrategia de búsqueda	
#1:	("blood flow restriction" OR "ischemic exercise" OR "vascular occlusion") AND (knee OR knee osteoarthritis OR atrophy OR anterior cruciate ligament OR patellofemoral pain)
Base de Datos IBECS y LILACS	A través de la plataforma Biblioteca virtual en Salud
Estrategia de búsqueda	
#1:	("blood flow restriction" OR "ischemic exercise" OR "vascular occlusion")
Base de datos PEDro	A través de la plataforma PEDro
Estrategia de búsqueda	
#1:	“blood flow restriction” AND “knee”
#2:	“ Vascular occlusion” AND “knee”
Base de Datos Science direct	A través de la plataforma ELSEVIER
Estrategia de búsqueda	
#1:	("blood flow restriction" OR "ischemic exercise" OR "vascular occlusion") AND ("knee" OR "knee osteoarthritis" OR "patellofemoral pain" OR "anterior cruciate ligament")
Base de datos SportDiscus, Academic search y Cinahl	A través de la plataforma EBSCO Cinahl
Estrategia de búsqueda	
#1:	(blood flow restriction OR ischemic exercise OR vascular occlusion) AND (knee OR knee osteoarthritis OR atrophy OR anterior cruciate ligament OR patellofemoral pain)
Base de datos Cochrane Library	A través de la plataforma Cochrane Library
Estrategia de búsqueda	
#1:	("blood flow restriction" OR "vascular occlusion" OR "ischemic exercise") AND ("knee" OR "knee osteoarthritis" OR "anterior cruciate ligament" OR "patellofemoral pain")
Base de datos sciELO	A través de la plataforma sciELO
Estrategia de búsqueda	
#1:	(“blood flow restriction" OR "ischemic exercise" OR "vascular occlusion") AND ("knee" OR "knee osteoarthritis" OR "patellofemoral pain" OR "anterior cruciate ligament")

3.2. Límites

Los límites establecidos para las búsquedas fueron:

- Idioma: español o inglés.
- Año de publicación: 2010-2020
- Tipo de estudios: ensayos clínicos aleatorizados

3.3. Criterios de elegibilidad

Criterios de inclusión:

- Tipo de participantes: pacientes de cualquier edad y sexo, que presenten lesiones de rodilla.
- Tipo de intervención: cualquier intervención en la que se realizara entrenamiento de fuerza con RFS en el proceso de rehabilitación de lesiones de rodilla.
- Medidas de resultado: estudios que analizaran dolor, fuerza, hipertrofia, funcionalidad y/o calidad de vida tras el entrenamiento de fuerza con RFS en pacientes con lesiones de rodilla

Criterios de exclusión:

- Estudios que analicen personas deportistas o militares
- Estudios que realicen la intervención a modo de pre-acondicionamiento en lugar de rehabilitación.

3.4. Calidad metodológica

El nivel de evidencia de todos los estudios incluidos en esta revisión ha sido evaluado y determinado de acuerdo con la escala de PEDro. Esta escala está basada en la lista Delphi, desarrollada en 1998. El objetivo de la escala PEDro es ayudar a identificar los ensayos clínicos aleatorizados con suficiente validez interna e información estadística para hacer que sus resultados sean interpretables.

Consta de 11 ítems que valoran criterios de selección, asignación aleatoria de los sujetos, ocultación de la asignación, comparabilidad de base, cegamiento de sujetos, cegamiento de terapeutas, cegamiento de evaluadores, seguimiento adecuado de los resultados clave, análisis de intención de tratar, análisis entre grupos, medidas de puntuación y variabilidad.

Por cada criterio que se cumpla se sumará 1 punto hasta una puntuación máxima de 10, ya que el ítem nº1 no se incluye en la puntuación global.

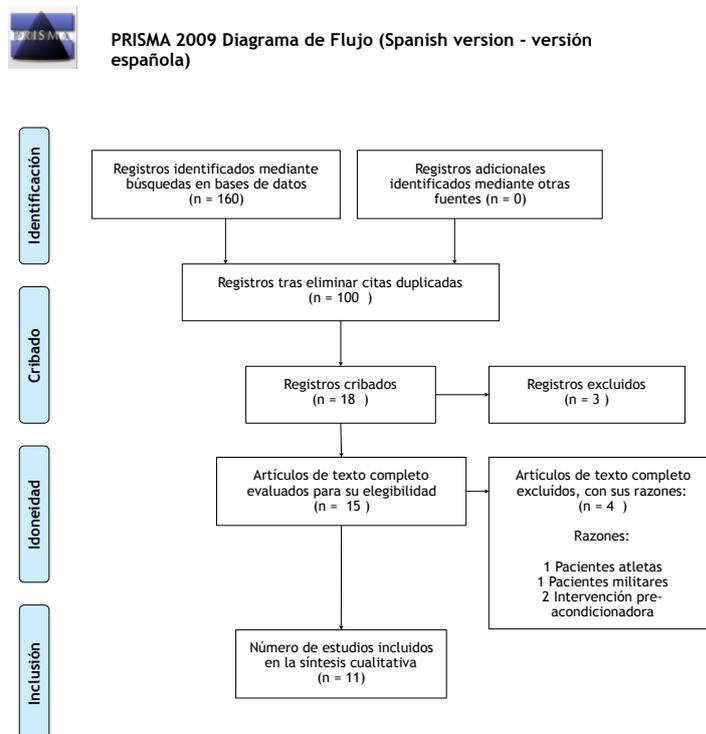
Además, según esta escala, los estudios que obtienen una puntuación mayor o igual a 6 se consideran de alta calidad, mayor o igual a 4 se consideran de calidad moderada y los que reciben una puntuación de 3 o menos se consideran de baja calidad (30)

No obstante, los datos obtenidos de la escala PEDro no deben utilizarse como medida de validez de los estudios, dado que los estudios puntuados de forma alta en esta escala pueden no necesariamente proporcionar evidencia de que el tratamiento es clínicamente útil (Anexo 1).

4. RESULTADOS

4.1 Fuentes de información

La estrategia de búsqueda mostró 160 artículos inicialmente, y no se escogieron artículos identificados de otras fuentes. Después de revisar los títulos, resúmenes y texto completo en varios artículos, 11 estudios fueron incluidos en esta revisión (Figura 1) (31).



Fuente: Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(6): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

Para más información, visite: www.prisma-statement.org.

Figura 1. Flujograma

4.2 Calidad metodológica

La calidad metodológica de los estudios revisados mediante la escala PEDro se muestran en la Tabla 3. Según los criterios especificados anteriormente, tendríamos los estudios de Ferraz et al.(32), Harper et al.(33), Hughes et al.(34) y Tennent et al.(35), con una puntuación de 6/10, la más baja de todos los estudios, mientras el estudio de mayor calidad metodológica sería el de Giles et al.(36), con una puntuación de 9/10. Todos los demás artículos obtienen una puntuación de 7 u 8, por lo que también se considerarían de alta calidad.

Los criterios que más se cumplieron fueron que los criterios de elección fueron especificados, que los sujetos fueron aleatorizados, que los grupos fueron similares al inicio con relación a los indicadores de pronóstico más importantes y que los resultados de comparaciones estadísticas y las medidas puntuales y de variabilidad fueron proporcionadas para al menos un resultado clave en todos los artículos. Los criterios que menos se cumplieron fueron los de cegamiento de pacientes y terapeutas, que únicamente se cegaron en el estudio de Giles et al.(36).

Tabla3. Escala PEDro de calidad metodológica

Ítems Escala PEDro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TOTAL
Bryk et al., 2016	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	8
Ferraz et al., 2017	SI	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	6
Giles et al., 2017	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	9
Harper et al., 2019	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	NO	SI	SI	SI	6
Hughes et al., 2018	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	6
Hughes et al., 2019a	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	8
Hughes et al., 2019b	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	8
Rodrigues et al., 2019	SI	SI	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	8
Korakakis et al., 2018	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	8
Segal NA et al., 2015a	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	7
Segal NA et al., 2015b	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI	7
David J. Tennent et al., 2016	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	6

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 a 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 fueron cegados; 8 = Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos asignados en los grupos; 9 = Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control; 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.

4.3. Características generales de la muestra

Puesto que en el presente trabajo revisamos los efectos de la rehabilitación con el entrenamiento de fuerza con RFS en lesiones de rodilla, se presentan 11 estudios de los cuales 5 estudian pacientes con artrosis de rodilla (32,33,37-39); 4 estudian pacientes

intervenidos quirúrgicamente de rodilla, 3 por reconstrucción de LCA (34,40,41) y 1 por artroscopia (35); y 2 estudian pacientes con DAR, sin especificar en el caso de korakakis et al(42) y dolor femoropatelar en el caso de Giles et al.(36).

En cuanto a la edad, la mayoría de sujetos tenían entre los 18 y los 65 años, a excepción del artículo de Harper et al.(33), que analiza sujetos mayores de 60 años.

Con respecto al sexo, se presentan 3 estudios en los que los sujetos eran únicamente hombres (36,39,42), 3 en los que eran únicamente mujeres (32,37,39) y 5 en los que se incluyeron ambos sexos (33-35,40,41).

Por otro lado, las características de la muestra en cuanto a actividad física nos muestran que en 6 estudios los sujetos no podían haber participado en entrenamientos de fuerza los últimos 3-6 meses para evitar antiguos no respondedores (32,33,36-39). En los 5 estudios restantes encontramos que en 1 de ellos los sujetos presentan dolor al realizar al menos 1/3 test funcionales (42) y en los 4 restantes los sujetos fueron intervenidos quirúrgicamente, por lo que fueron inmovilizados (34,35,40,41). (Tabla 4)

Tabla 4. Características de los sujetos

Autor, año	Diseño	Muestra	Inclusión*	Exclusión*
Bryk et al, 2016 (37)	ECA	34 mujeres de entre 55 y 56 años con artrosis de rodilla GE: 17 GC:17	Puntuación de 2 o 3 en una de las escalas de Kellgren & Lawrence basadas en la rodilla	Cirugía previa de rodilla, fisioterapia o programa de fortalecimiento previo, patología nerviosa, del corazón o sanguínea
Ferraz et al, 2017 (32)	ECA	34 mujeres de entre 50 y 65 años con artrosis de rodilla GE: 10 GE2: 12 GC1: 12	Diagnosticadas de artrosis de rodilla por el American College of Rheumatology criteria	Entrenó durante el último año, enfermedad cardiovascular, dolor de rodilla <1 o >8 en VAS, infiltración en los últimos 6 meses.
Giles et al, 2017 (36)	ECA	79 personas con DAR GE:40 GC: 39	Edad entre 18-40 años, haber experimentado DAR evidenciado por; aparición atraumática durante más de 8 semanas, dolor al correr, saltar, arrodillarse o subir/bajar escaleras; dolor a la compresión patelar, peripatelar.	Patología coexistente asociada a la rodilla, subluxación rotuliana, cirugía de rodilla o entrenamiento de peso en los últimos 6 meses. Pacientes con riesgo de trombosis venosa, diabetes o problemas de corazón.
Harper et al, 2019 (33)	ECA	35 pacientes mayores de 60 años con limitaciones físicas y artrosis de rodilla. GE: 16 GC: 19	>= 60 años, limitaciones funcionales objetivas, no participar regularmente en entreno de fuerza, artrosis de rodilla sintomática	Contraindicaciones para usar un torniquete, presión sistólica en reposo >160 o <100 mm Hg o diastólica >100 mm HG, contraindicaciones absolutas de hacer ejercicio.
Korakakis et al, 2018 (42)	ECA	40 hombres adultos que acudieron a un médico deportivo por DAR GE: 20 GC: 20	Edad >18 años Diagnóstico de DAR. Dolor durante 1/3 test funcionales IMC<25 ROM conservado	Hipertensión, trombosis venosa profunda, enfermedades vasculares, diabetes, síntomas de rodilla bilaterales, obesidad.
Luke Hughes et al, 2018 (34)	ECA	30 personas de entre 20-40 años	Pacientes no fumadores y sin patología cardiovascular, pulmonar y metabólica.	No aplicable

		GE1: 10 GE2: 10 GC: 10		
Luke Hughes et al, 2019a (40)	ECA	28 pacientes programados para cirugía de LCA GE: 14 GC: 14	No tener antecedentes de deterioro neurológico, no tener problemas cardíacos, pulmonares o metabólicos.	Múltiples roturas de LCA, artritis reumatoide, trombosis venosa, infiltraciones en los últimos 6 meses o uso de anticoagulantes.
Luke Hughes et al, 2019b (41)	ECA	28 pacientes programados para cirugía de LCA GE: 14 GC: 14	No tener antecedentes de deterioro neurológico, no tener problemas cardíacos, pulmonares o metabólicos.	Múltiples roturas de LCA, artritis reumatoide, trombosis venosa, infiltraciones en los últimos 6 meses o uso de anticoagulantes.
Neil Segal et al., 2015 ^a (38)	ECA	45 mujeres de entre 45-65 años con artrosis de rodilla GE: 21 GC: 21	Al menos uno de los siguientes FR: IMC >=25, historia de lesión de rodilla o cirugía, dolor de rodilla frecuente durante los 30 días anteriores, o diagnóstico de artrosis	No haber participado en entrenamientos de fuerza en los últimos 3 meses, prótesis de rodilla bilateral, alteraciones de la marcha, enfermedades vasculares o TVP, patología nerviosa, cáncer o dolor en el pecho al hacer ejercicio
Neil Segal et al., 2015b(39)	ECA	42 hombres mayores de 45 años con artrosis y capaces de andar GE: 19 GC: 22	Artrosis radiográfica de rodilla o a menos 1 de los siguientes FR: dolor de rodilla, dolor o rigidez en la mayoría de los 30 días anteriores, IMC >= 25	No haber participado en entrenamientos de fuerza en los últimos 3 meses, prótesis de rodilla bilateral, alteraciones de la marcha, enfermedades vasculares o TVP, patología nerviosa, cáncer o dolor en el pecho al hacer ejercicio
Tennent et al, 2016(35)	ECA	24 pacientes de entre 18 y 65 años con artroscopia de rodilla. GE: 11 GC:13	-	Incapacidad para dar consentimiento, reconstrucción de ligamentos, hueso u otros tejidos blandos, TVP, diabetes, cirugía en la pierna CL, embarazo, cáncer
<p>CL: Contralateral DAR: Dolor Anterior de Rodilla ECA: Ensayo Clínico Aleatorizado ECCE: Ensayo Clínico Cuasi experimental FR: Factor de riesgo GE: Grupo Experimental GC: Grupo Control IMC: Índice de Masa Corporal LCA: Ligamento Cruzado Anterior RFS: Restricción de Flujo Sanguíneo ROM: Range of Movement TVP: Trombosis venosa profunda VAS: Visual Analog Scale</p>				

4.4 Intervención

La intervención que se llevó a cabo en los estudios revisados fue el entrenamiento de fuerza con RFS. Los ejercicios que se llevaron a cabo fueron la extensión de rodilla en cadena cinética abierta (CCA) de 0-90° en 2 artículos (37,42), pres de pierna en 5 artículos (34,38-41) y la combinación de los dos anteriores en 4 artículos (32,33,35,36).

En cuanto a la intensidad de estos ejercicios, todos los estudios utilizaron una carga del 30% del 1RM, a excepción del estudio de Harper et al.(33), donde utilizaron una carga del 20% del 1RM.

Por otro lado, la frecuencia de estos ejercicios que más se utilizó fue la de 1 serie inicial de 30 repeticiones seguida de 3 series de 15 repeticiones (34,36,38-41), mientras Korakakis et al.(42) utilizó 1 serie al fallo (hasta que la rodilla no se extendiese por completo) seguida de 3 series de 15 repeticiones, Bryk et al.(37) utilizó 3 series de 30 repeticiones, Ferraz et al.(32) 4 series de 15 repeticiones y Harper et al.(33) no especificó el número de series y repeticiones por persona.

En cuanto a la restricción de flujo, esta fue del 80% en 6 estudios (33,34,35,40-42) y del 70% en el caso de Ferraz et al.(32), mientras que Segal et al.(38,39), Bryk et al.(37) y Giles et al.(36), utilizaron una presión del manguito de 160-200, 200 y 250 mmHg respectivamente. Además, todos ellos restringieron el flujo sanguíneo durante todas las series y descansos, con la peculiaridad de que Tennent et al.(35) solo restringió el flujo un máximo de 5 minutos seguidos.

La frecuencia de las sesiones que más se repitió fue 3 veces por semana (33,36-39) seguido de 2 veces por semana (32,35,40,41), con la excepción de Korakakis et al.(42) y el estudio de Hughes et al.(34), que únicamente realizaron una sesión para comprobar los efectos intra-entreno e inmediatos de la intervención.

La duración del programa fue desde las 4 a las 12 semanas, siendo la duración que más se repitió 8 semanas (35,36,40,41), los más cortos los de Segal et al.(38,39) con 4 semanas, el de Bryk et al.(37) con 6 semanas y los más duraderos el de Harper et al.(33) y el de Ferraz et al.(32) con 12 semanas (Tabla 5).

Las intervenciones con las que se compara el entrenamiento de fuerza con RFS son el EFAC (32,34,36,37,40,41) y el entrenamiento de fuerza sin RFS (32,38,39,42), donde el GE y el GC realizan exactamente los mismos ejercicios, pero variando la carga y/o eliminando la RFS. En el caso de Tennent et al.(35) la intervención se comparó con un protocolo de ejercicios resistidos por un fisioterapeuta.

Tabla 5. Características de la intervención

Autor, año	GE	GC
Bryk et al, 2016(37)	18 sesiones, 6 semanas 3 v./sem Extensiones de rodilla en CCA al 30% del 1RM + RFS a 200mm Hg durante todo el ejercicio. 3 series X 30 repeticiones	Mismo protocolo que GE, pero fortalecimiento con altas cargas (70% 1RM) y sin BFR
Ferraz et al, 2017(32)	24 sesiones, 12 semanas 2v./sem GE1: Pres de pierna y extensión de rodilla al 30% del 1RM + RFS al 70% durante todo el ejercicio 4 series X 15 repeticiones GE2: mismo ejercicio que el GE1, pero al 80% del 1RM y 4 series X 10 repeticiones	Misma intervención que GE1, pero sin RFS
Giles et al, 2017(36)	24 sesiones, 8 semanas 3v./sem Prensa de pierna y extensión de rodilla al 30% del 1RM con RFS durante todo el ejercicio a un máximo de 250mmHg 1 serie X 30 repeticiones y 3 series X 15 repeticiones	Prensa de pierna y extensión de pierna al 70% del 1RM con RFS placebo (20-40mm HG). 3 series X 7-10 repeticiones
Harper et al, 2019(33)	36 sesiones, 12 semanas 3 v./sem Pres de pierna y extensión de rodilla al 20% del 1RM con RFS al 80% durante todo el ejercicio	Lo mismo que el GE, pero al 60% del 1RM y sin RFS
Korakakis et al, 2018(42)	1 sesión Extensiones de rodilla en CCA (0-90°) al 30% del 1RM con RFS al 80% durante todo el ejercicio 1 serie a repeticiones máximas y 3x15 repeticiones.	Misma intervención que GE, pero sin RFS

	Después de la intervención se realiza una sesión de entreno con un fisioterapeuta.	
Luke Hughes et al, 2018(34)	1 sesión GE1: pres de pierna (0-90°) al 30% del 1RM con RFS al 80% durante todo el ejercicio 1 serie X 30 repeticiones y 3 series X 15 repeticiones GE2: 3 series X 10 repeticiones de pres de pierna al 70% del 1 RM sin RFS	GC: pacientes sanos realizan el mismo ejercicio que el GE1
Luke Hughes et al, 2019a(40)	16 sesiones, 8 semanas 2 v./sem. 8 Pres de pierna al 30% del 1RM con RFS al 80% 1 serie X 30 repeticiones y 3 series X 15 repeticiones	3x10 repeticiones de pres de pierna al 70% del 1RM
Luke Hughes et al, 2019b(41)	16 sesiones, 8 semanas 2 v./sem. 8 Pres de pierna al 30% del 1RM con RFS al 80% 1 serie X 30 repeticiones y 3 series X 15 repeticiones	3x10 repeticiones de pres de pierna al 70% del 1RM
Neil Segal et al., 2015 ^a (38)	12 sesiones, 4 semanas 3 v./sem Pres de pierna al 30% del 1RM con RFS entre 160 y 200 mph 1 serie X 30 repeticiones y 3x15	Misma intervención que GE, pero sin RFS
Neil Segal et al., 2015 ^b (39)	12 sesiones, 4 semanas 3 v./sem Pres de pierna al 30% del 1RM con RFS entre 160 y 200 mph 1 serie X 30 repeticiones y 3x15	Misma intervención que GE, pero sin RFS
Tennent et al. 2016(35)	16 sesiones, 8 semanas 2v./sem Pres de pierna y extensión de rodilla al 30% del 1RM con RFS al 80% durante todo el ejercicio (como máximo 5min de RFS seguidos) 1 serie X 30 repeticiones y 3x15 Además, se realiza una sesión de fisioterapia	Únicamente se realiza la sesión de fisioterapia que realiza el GE
CCA: Cadena Cinética Abierta GC: Grupo Control GE: Grupo Experimental RFS: Restricción de Flujo Sanguíneo RM: Repetición Máxima v./sem: veces por semana		

4.5. Variables del estudio

Seguimiento de las variables

Todos los estudios realizaron mediciones antes y después del protocolo de intervención, y Giles et al.(36) realizó pruebas adicionales 4 meses después de la intervención, al igual que Tennent et al.(35), que las realizó 4 semanas después y Harper et al.(33), que las realizó 6 semanas después de la intervención. Además, 5 estudios (32,35,38,40,41) también valoraron el dolor durante el entrenamiento de fuerza.

Dolor

Esta variable fue analizada mediante la escala NPRS (37,42), WOMAC (32,33), VAS (33,36), escala de Borg (34,41) y/o KOOS (35,38,39,40).

De los 11 artículos revisados, 8 evaluaron el dolor. Se observó una disminución significativa del dolor tras la intervención en 7 de ellos (32,35-37,40-42), y en el estudio

de Harper et al.(33), no se observaron mejoras significativas.

Además, los estudios que compararon el dolor durante el entrenamiento de fuerza con RFS frente al dolor durante el EFAC (32-34,36,37,40,41) y frente al entrenamiento de fuerza sin RFS (42) mostraron menores niveles de dolor.

Fuerza

Como metodología más empleada para medirla se usó el dinamómetro (33,35-39), excepto en Ferraz et al.(32), donde se utilizó la prueba de 1RM y en Hughes et al. 2019a (40), donde se utilizó la prueba 10RM.

Los músculos analizados para esta variable fueron los extensores de rodilla. En 5 artículos se evaluó la fuerza isocinética (33,35,38-40), mientras que en los otros 3 se evaluó la isométrica (32,36,37).

Todos los estudios que midieron la fuerza obtuvieron mejoras significativas de la misma (32,33,35,36,38-40). Respecto a los artículos que compararon el entrenamiento de fuerza con RFS frente a EFAC (33,36,37,40) no se observaron diferencias significativas entre los grupos, pero aquellos que compararon el entrenamiento de fuerza con RFS frente al entrenamiento de fuerza sin RFS (32,38,39) sí que obtuvieron diferencias significativas, al igual que Tennent et al.(35), donde el grupo control se sometió a un protocolo estándar de fisioterapia.

Volumen muscular

La metodología utilizada para medir el volumen muscular fue el ultrasonido (32,40), la resonancia magnética (38), la tomografía (32) y la circunferencia del muslo (35).

El músculo analizado para esta variable fue el cuádriceps (32,36,38,40), excepto en Tennent et al.(35), donde se analizó el muslo en conjunto.

De los estudios que midieron el volumen muscular de los sujetos antes y después del protocolo (32,35,36,38,40) se obtuvieron mejoras significativas en 3 de ellos (32,35,40), donde las ganancias musculares fueron de entre un 6 y un 7%, mientras que los 2 estudios restantes no obtuvieron mejoras significativas (36,38).

Además, en Ferraz et al.(32) se hallaron mejoras significativas en el volumen muscular

del grupo con RFS frente al grupo sin RFS, pero no frente al EFAC. En Hughes et al. 2019a(40) tampoco se hallaron diferencias significativas en el grupo con RFS frente al EFAC. Finalmente, en el estudio de Tennent et al.(35) se hallaron mejoras significativas en el volumen muscular del grupo con RFS frente a un protocolo estándar de fisioterapia.

Funcionalidad y calidad de vida

La metodología para medir estas variables fue el índice de Lequense (37), Time Up and Go (TUG) (32,37), Timed-Stands test (TST) , WOMAC (32), Short Physical Performance Battery (SPPB) y Late Life Function and Disability Instrument (LLFDI) (33), kujala test (32), the International Knee Documentation Committee (IKDC) (40), shallow Single leg squat (SLs), deep Single leg squat SLs y Step Down Test (SDT) (42),: Stair Climb Power Test (SCPT) (38), VR-12 (35) y KOOS (35,40) (Tabla 6).

Estas variables fueron analizadas en 8 artículos (32,33,35-38,40,42), demostrando mejoras significativas de ambas en todos ellos.

Los estudios que compararon la intervención de entrenamiento de fuerza con RFS frente al entrenamiento de fuerza sin RFS (32,35,38,42) obtuvieron mejoras significativas en el grupo con RFS frente al grupo control en 2 ocasiones (32,42). En cambio, los estudios que compararon el entrenamiento de fuerza con RFS frente al EFAC (32,33,36,37,40) no obtuvieron diferencias significativas entre grupos.

Tabla 6. Variables de estudio

Autor, año	Seguimiento	VARIABLES	Resultados (pre-post)
Bryk et al. 2016(37)	Pre- y post-intervención	Dolor durante y tras la intervención mediante NPRS Fuerza mediante dinamómetro Funcionalidad mediante TUG e índice Lequense	Mejoras en el NPRS durante y tras el ejercicio (menos molestias al realizar ejercicio con RFS frente a EFAC) El dolor pasa de 6.5±2.5 a 3.2±2 tras el ejercicio y 2.5±1.5 durante el ejercicio (0-10) Mejoras intragrupalas significativas de la fuerza y funcionalidad, pero no intergrupales
Ferraz et al. 2017 (32)	Pre- y post-intervención tras 12 semanas de entreno	Dolor (WOMAC) Fuerza muscular isométrica (1 RM) Volumen muscular de cuádriceps (tomografía) Funcionalidad y calidad de vida (TST, TUG, SF-36)	Mejoras significativas en el dolor, en la fuerza, en el volumen y en la funcionalidad y calidad de vida. El dolor pasa de 7±3 a 4±3 (0-10) Mejora del 7% del volumen Sin diferencias significativas frente al grupo de EFAC para la mejora de fuerza y volumen, pero sí frente al entrenamiento de fuerza sin RFS.
Giles et al. 2017(36)	Medidas pre-, a las 8 semanas y a los 6 meses de la intervención.	Dolor (VAS) Fuerza muscular isométrica del cuádriceps (dinamómetro) Grosor muscular del cuádriceps (US) Funcionalidad (Kujala)	Se hallaron mejoras significativas en el dolor, la fuerza muscular y la funcionalidad, pero no en el volumen muscular. Además, hubo una reducción significativa del dolor durante las AVD del grupo de RFS respecto al GC tras 8 semanas de intervención, pero no se mantuvo tras 6 meses. El dolor pasa de 6±1.5 a 2±2 tras el ejercicio y a 2.7±2.2 durante el ejercicio (0-10) Mejora del 1% del volumen

			La mejora de fuerza en el grupo de DAR con BFR fue clínicamente relevante frente al GC (49%mejor)
Harper et al, 2019 (33)	Mediciones pre-, 6 semanas y 12 semanas post-intervención	Dolor (WOMAC y VAS) Fuerza isocinética (dinamómetro) Funcionalidad (SPPB y LLFDI)	No se observaron mejoras significativas en el dolor, pero si en la fuerza muscular y en la funcionalidad. El dolor pasa de 6 a 5 No hay diferencias significativas entre grupos, pero si se observa que durante la intervención 11 pacientes se quejaron de dolor de rodilla en el GC, mientras solo 3 del GE lo hicieron
Korakakis et al, 2018(42)	Mediciones pre-, post-intervención y post-sesión con fisioterapeuta	Dolor (NRS) Funcionalidad (SLSs, SLSd y SDT)	El entreno con BFR redujo significativamente el dolor en actividades funcionales postintervención y al menos los siguientes 45min. De 4±2 a 2±2 Todos los sujetos con RFS completaron la intervención sin dolor, mientras el 20% en el GC refirieron dolor postintervención.
Luke Hughes et al, 2018(34)	Medidas intra-intervención de RPE, dolor muscular y dolor de rodilla y post-24 de dolor de rodilla	Dolor del GE frente al GC(Borg)	El dolor de rodilla es menor en el grupo con RFS frente al grupo de EFAC.
Luke Hughes et al, 2019a(40)	Precirugía, postcirugía, intraentreno (semana 4-5), post-entreno (semana 9)	Dolor (KOOS) Fuerza isocinética (Test 10RM) Volumen muscular (US) Funcionalidad (KOOS) ROM e inflamación de la rodilla (circunferencia de rodilla)	Mejoras significativas en el dolor durante y tras la intervención, en la fuerza, en el volumen y en la funcionalidad. Mejora del 6% del volumen Sin diferencias significativas en la mejora de fuerza y/o volumen entre grupo con RFS y EFAC. El grupo con RFS produjo mayores mejoras en la función física, el ROM y una mayor reducción del dolor y la hinchazón
Luke Hughes (2) et al, 2019b(41)	Medidas después de cada serie del ejercicio para hacer una media 24h post entreno y medidas intraentreno	Dolor de rodilla (Borg) Esfuerzo percibido (RPE)	Se produce una disminución significativa del dolor de rodilla durante y tras el entrenamiento Dolor intraentreno de 1.5 a 0 y 24 post-entrenamiento de 3 a 0 El dolor de rodilla durante y 24h post-entreno es significativamente más bajo en el grupo con RFS frente al EFAC. El RPE fue similar en ambos grupos.
Neil Segal et al., 2015*(38)	Mediciones pre- y postintervención	Dolor de rodilla (KOOS) Fuerza isocinética de los extensores de rodilla (dinamómetro) Volumen del cuádriceps (RM), Funcionalidad y calidad de vida (SCPT y KOOS)	No se observan mejoras significativas en el dolor de rodilla ni en el volumen muscular (1%). Si se observaron mejoras significativas en la fuerza de los extensores de rodilla y en la funcionalidad y calidad de vida. Además, la mejora de fuerza fue significativa en el grupo con RFS frente al grupo sin RFS.
Neil Segal et al., 2015b(39)	Mediciones pre- y postintervención	Dolor de rodilla (KOOS) Fuerza isocinética de los extensores de rodilla (dinamómetro)	Se observaron mejoras significativas de fuerza en ambos grupos y mejoras significativas en el dolor de rodilla únicamente en el grupo control.
Tennent et al, 2016(35)	Medición pre-, 8 y 12 semanas postintervención	Dolor (KOOS) Fuerza isocinética (dinamómetro) Volumen muscular (circunferencia) Funcionalidad (KOOS y VR-12)	Se produjeron mejoras significativas en el dolor de rodilla, en la fuerza de los extensores, el grosor del muslo y en la funcionalidad Dolor de 53±10 a 75±10 El volumen muscular mejoró un 6% El grupo con RFS mostró mejoras aproximadamente 2 veces mayores en la extensión y la fuerza de flexión en comparación el GC. Las diferencias de volumen también fueron significativamente mayores en el grupo con RFS frente al GC.
KOOS: Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score LLFDI: Late Life Function and Disability Instrument NPRS: Numeric Pain Rating Scale SCPT: Stair Climb Power Test SDT: Step Down Test SF-36: Short Form Health Survey SLSd: deep Single Leg Squat SLSs: shallow Single Leg Squat SPPB: Short Physical Performance Battery TST: Timed-Stands Test TUG: Time Up and Go US: Ultrasonidos VAS: Visual Analog Scale WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index			

5. DISCUSIÓN

Los principales hallazgos de la presente revisión muestran que el entrenamiento de fuerza con RFS aplicado durante el proceso de rehabilitación de lesiones de rodilla produce mejoras significativas en el dolor de dichos pacientes y, además, minimiza el dolor durante el entrenamiento, lo que respalda los resultados del metaanálisis de Hughes et al 2017(43), que estudió los efectos del entrenamiento de fuerza con RFS en pacientes con patología musculoesquelética. Los resultados de fuerza obtenidos en la presente revisión, al igual que en el metaanálisis de Hughes et al del 2017 (43), el de Slysz (44) y el de Loenneke et al.(45), indican que el entrenamiento de fuerza con RFS produce mejoras significativas en la fuerza muscular. Por otro lado, los resultados observados en la funcionalidad y calidad de vida también han demostrado ser favorables tras la intervención, lo que coincide con los resultados obtenidos en los 2 artículos de la revisión de Hughes et al 2017(43) que analizaron esta variable. Sin embargo, los hallazgos sobre el volumen muscular continúan siendo controvertidos, al igual que en la revisión de Hughes et al 2017(43). No obstante, las revisiones de Slysz et al.(44) y Loenneke et al.(45) si obtuvieron resultados beneficiosos en lo que refiere al volumen muscular, pero ambas revisiones incluyeron sujetos sanos y no con patología.

El entrenamiento de fuerza con RFS se solía incluir entre 2 y 3 veces por semana durante una media de 8 semanas, junto a otros componentes como estiramientos (37) o un calentamiento previo al ejercicio (32-36,38-42), así como alguna serie de un ejercicio con el manguito instalado para familiarizarse con la intervención. El protocolo de entrenamiento que más se llevó a cabo fue el de realizar unas 4 series al 30% del RM de prensa de pierna y/o extensión de rodilla, de las cuales una primera serie sería de 30 repeticiones y las 3 restantes de 15 repeticiones. Además, estos ejercicios se realizaron con el manguito colocado en la parte proximal del muslo y restringiendo entre un 70-80% del flujo sanguíneo. Además de este protocolo de ejercicio, en el estudio de Korakakis et al.(42) se llevó a cabo una sesión de ejercicios de fuerza y equilibrio con un fisioterapeuta y, en el caso de Bryk et al(37), además de los ejercicios con RFS, se realizaron también varios ejercicios de miembro inferior y abdomen sin RFS. Sin embargo, los demás estudios únicamente realizaron los ejercicios con RFS mencionados anteriormente (32-35,38-41).

Como se ha mencionado anteriormente, todos los estudios incluidos en esta revisión podrían considerarse de alta calidad metodológica y, a pesar de que los datos obtenidos de la escala PEDro no deben utilizarse como medida de validez de los estudios, es indispensable seleccionar artículos de una calidad media/alta (puntuación PEDro ≥ 5) para llegar a una conclusión fiable (46). Al igual que en la revisión de Hughes et al. 2017(43), se ha observado que en este tipo de investigaciones siempre se especifican los criterios de elección y que se realizan comparaciones estadísticas entre grupos. Además, en ambas revisiones se ha observado que la mayoría de los estudios no cumplen con el criterio de cegar a los pacientes, por lo que podría estar actuando el efecto placebo. Sin embargo, la mayoría de los estudios revisados en Hughes et al. 2017(43) no cegaron a los evaluadores, mientras en el caso de esta revisión fueron los terapeutas quienes no fueron cegados.

Los estudios que hicieron un seguimiento del dolor (32,33,35-37,40-42) utilizaron escalas diferentes, siendo estas la de Borg, WOMAC, NPRS, VAS y/o KOOS, y todos ellos obtuvieron una disminución significativa del mismo, a excepción de Harper et al.(33). No obstante, cabe destacar que los sujetos de su grupo experimental presentaron un dolor inicial muy bajo, siendo este de $1,5 \pm 1,5$ en la escala de Borg, por lo que el margen de mejora fue muy bajo. Al igual que Harper et al.(33), Bryk et al.(37) y Ferraz et al.(32) realizaron un seguimiento del dolor antes y después de la intervención en pacientes con artrosis de rodilla, obteniendo una reducción del dolor del 49% mediante la escala NPRS y el 39% mediante la escala WOMAC respectivamente. A pesar de que ambos estudios constan de un pequeño número de pacientes (Bryk $n=17$ y Ferraz $n=16$) y solo incluyeron mujeres, podríamos considerar que los hallazgos son relevantes, tal y como afirma Laddlow et al.(19) en su estudio, que analizó los efectos del entrenamiento de fuerza con RFS en 14 pacientes de un mismo sexo con diferentes lesiones musculoesqueléticas.

Respecto a la reducción del dolor en pacientes con DAR, encontramos el estudio de Korakakis et al.(42) y el de Giles et al.(36), con la diferencia de que Korakakis et al.(42) estudió el efecto de la RFS en el dolor tras una única sesión y Giles et al.(36) se enfocó en su efecto a lo largo del tiempo (8 semanas y 6 meses). En el caso de Korakakis et al.(42), se observó que el dolor de rodilla disminuyó significativamente tras la intervención y al menos durante los 45 min siguientes, mientras que en Giles et al.(36), se produjo una reducción significativa del dolor durante las actividades de la vida diaria (AVD) durante

las 8 semanas de intervención, pero esta reducción del dolor no se mantuvo tras el seguimiento a los 6 meses en que la intervención con RFS se había detenido. La diferencia de duración de la reducción del dolor podría atribuirse al número total de sesiones, siendo 1 sesión en Korakakis et al.(42) y 24 sesiones en Giles et al.(36) o bien a las diferencias de presión del manguito para restringir el flujo sanguíneo, ya que observamos que en Korakakis et al.(42) esta fue de 120-140 mmHg mientras en Giles et al.(36) fue prácticamente el doble (250 mmHg) y, como afirmó Lixandrao et al(47) en su revisión, las presiones de oclusión más altas pueden conducir a mayores adaptaciones musculares.

En cuanto a los estudios que realizaron un seguimiento del dolor en pacientes postquirúrgicos (35,40,41), se obtuvo una reducción significativa del mismo en todos ellos, respaldando los resultados del metaanálisis de Hughes et al. 2017(43) . En el caso de Hughes et al. 2019^a(40) y Tennent et al.(35), el dolor se evaluó mediante la escala KOOS, donde ambos estudios obtuvieron mejoras en el dolor superiores al 50% respecto al inicio de la intervención. No obstante, en Tennent et al.(35), donde los pacientes se sometieron a una artroscopia de rodilla, la puntuación del dolor en la escala KOOS fue dos veces mejor (50 pre y 75 post) respecto a la de Hughes et al. 2019a (40) (23 pre y 36 post), donde los pacientes se sometieron a cirugía de LCA. Por otro lado, Hughes et al.2019b(41) midió el dolor mediante la escala Borg (0-10) y fue el único que realizó el seguimiento semana a semana, observando que el dolor de rodilla disminuyó progresivamente, pero que durante la segunda semana de tratamiento se produjo una disminución significativa del mismo, permaneciendo significativamente más bajo después de todas las sesiones restantes.

En cuanto a la comparación del dolor de rodilla durante el entrenamiento de fuerza con RFS frente al EFAC (32-34,36,37,40,41) se obtuvieron resultados favorables para el entrenamiento con RFS, ya que estos refirieron menos molestias. Este hecho respalda los resultados de Hollander et al.(48), que defiende que el entrenamiento de fuerza con RFS puede ser potencialmente comparable en efectividad, pero más tolerable como herramienta de rehabilitación.

La reducción en los niveles de dolor observada en la mayoría de los estudios podría responder al posible efecto hipoalgésico producido tras el entrenamiento de fuerza con

RFS. Según estudios previos, los mecanismos de este efecto todavía no se comprenden, pero la isquemia inducida por la presión podría ser una de las causantes, ya que a menudo se usa como un estímulo acondicionador para la modulación del dolor y se ha demostrado que altera la sensibilidad al dolor en individuos sanos. La modulación condicionada del dolor resultante de la presión del manguito y el alto nivel de isquemia y dolor muscular inducido por el ejercicio con RFS, por lo tanto, pueden contribuir a una respuesta antinociceptiva. Otros posibles mecanismos incluyen la liberación de opioides endógenos y endocannabinoides con hipoxia durante el ejercicio. Además, las menores molestias durante la intervención frente a otros tipos de entrenamiento pueden atribuirse, además del posible efecto hipoalgésico, a la carga más ligera utilizada (30% frente a 70% 1RM) en comparación al EFAC. (43)

En lo que a ganancias de fuerza se refiere, tras el entrenamiento de fuerza con RFS incluido como parte de la rehabilitación de lesiones, todos los estudios obtuvieron mejoras significativas (32,33,35-40), lo que respalda los resultados del metaanálisis de Hughes et al.2017(43), que determinó mediante la *I* de Hedges que el 69% de la población experimentaría ganancias de fuerza muscular mediante esta intervención.

En los 8 artículos se realizó el entrenamiento de fuerza con RFS combinado con bajas cargas, siendo estas cargas del 30% del 1RM en todos los casos, exceptuando a Harper et al.(33), quién incluyó en su estudio a pacientes mayores de 60 años, para los que redujo la carga al 20% del 1RM. Además, la RFS fue diferente entre los estudios, siendo esta del 80% en 3 ocasiones (33,35,40), del 70% en Ferraz et al.(32) y mediante una presión del manguito de entre 120 y 200 y 250mm Hg en ambos estudios de Segal et al.(38,39) y Giles et al.(36) respectivamente. A pesar de las mejoras, esta revisión observó diferencias en estudios que reclutaron solo mujeres con artrosis de rodilla (38), ya que en estas se observaron mejoras de fuerza extensora de rodilla y en la prensa de pierna, pero en aquellos que únicamente se incluyeron hombres con artrosis de rodilla (39) no se dieron mejoras en la fuerza extensora de rodilla (pero sí en la prensa de pierna). Esta diferencia entre sexos podría ser debida a un mayor depósito de adipocitos en las mujeres, ya que según informó Meek et al.(49), una mayor cantidad de músculo magro conduce a un menor % de RFS, mientras que un mayor porcentaje de grasa corporal conduce a un mayor % de RFS. Por lo que las mujeres podrían haber alcanzado un mayor % de RFS

que los hombres al mismo nivel de tensión en el manguito.

Al igual que Segal et al.2015a(38), Bryk et al.(37) y Ferraz et al.(32) incluyeron únicamente mujeres con artrosis de rodilla, con la diferencia de que Bryk et al.(37) evaluó la fuerza isométrica mediante el dinamómetro, mientras que Ferraz et al.(32) la evaluó mediante la prueba del 1RM, que es una prueba más fisiológica, pero en ambos casos se obtuvieron mejoras significativas en la fuerza extensora de rodilla.

Los estudios que analizaron las mejoras de fuerza en pacientes post-operatorios (35,40) obtuvieron mejoras significativas de la misma, siendo estas del 78% en Tennent et al (35) y del 85% en Hughes et al.2019a(40). La única diferencia entre ambas intervenciones fue que Hughes et al.2019a (40) únicamente realizó la prensa de pierna, mientras Tennent et al.(35) realizó la prensa de pierna y la extensión de rodilla en cadena cinética abierta (CCA). A este hecho se le podría asociar las disminuciones del 8% y el 13% en el torque muscular máximo de los extensores de rodilla en el estudio de Hughes et al. 2019a(40), ya que únicamente se realizó un ejercicio en cadena cinética cerrada (CCC) y, como se observó en el estudio de Tagesson et al.(50), el entrenamiento de fuerza mediante CCA mejora el torque de los músculos extensores de rodilla.

Los artículos que compararon el entrenamiento de fuerza con RFS frente a EFAC (33,37,37,40) no observaron diferencias significativas en la mejora de fuerza entre los grupos, pero en Giles et al.(36), donde los sujetos padecían DAR, la mejora de fuerza en el grupo con RFS fue clínicamente relevante (49% mejor) respecto al grupo de EFAC. Además, cabe destacar que los diferentes episodios de dolor acontecidos en los estudios limitaron la intervención con EFAC.

Para aquellos que compararon el entrenamiento de fuerza con RFS frente al entrenamiento de fuerza sin RFS (32,38,39) si se obtuvieron diferencias significativas. En el caso de Ferraz et al.(32), la fuerza extensora de rodilla mejoró significativamente en el grupo con RFS frente al grupo sin RFS, al igual que en el estudio de Segal et al.2015a(38) que incluyó únicamente mujeres. No obstante, en el estudio de Segal et al.2015b(39), que incluyó únicamente hombres, la fuerza extensora solo mejoró en el GC. Basándonos en que una mayor experiencia de entrenamiento supone una menor tasa potencial de ganancia muscular (51) podríamos asociar las ganancias del GC y no del GE a que los pacientes del GE estuviesen en una mejor condición física previa a la intervención, ya que sus valores base de fuerza fue mayor respecto a los del GC. Además, cabe destacar que las intervenciones de Segal et al.(38,39), fueron de 4 semanas, mientras

la de Ferraz et al.(32) fue de 12 semanas. Como menciona Loenneke et al.(45) en su revisión, la duración de los estudios debería ser de más de 5 semanas, ya que las ganancias de fuerza mediante el entrenamiento con RFS podrían asociarse a la adaptación neuronal, que en el entrenamiento de fuerza con RFS ocurre mucho más tarde que en los entrenamientos de fuerza tradicional.

A pesar de que las mejoras de fuerza conseguidas mediante el entrenamiento de fuerza con RFS son mayores en comparación al entrenamiento sin RFS con bajas cargas, en esta revisión se ha observado que las ganancias de fuerza son muy similares en magnitud a las logradas con EFAC, mientras que en la revisión de Hughes et al.2017 (43) las ganancias en el EFAC fueron mayores que en el entrenamiento de fuerza con RFS. No obstante, además de existir una gran variabilidad entre los métodos utilizados, Hughes et al.2017 (43) incluyó a personas mayores sin necesidad de padecer alguna lesión, por lo que estas pudieron soportar mayores cargas y verse beneficiados de un mayor reclutamiento de unidades motoras.

Respecto a los efectos del entrenamiento de fuerza con RFS en el volumen muscular tenemos 5 estudios (32,35,36,38,40) y 3 de ellos observaron mejoras significativa, siendo esta del 6% del volumen del cuádriceps en el caso de Hughes et al.2019a(40) y Tennent et al.(35) y del 7% en Ferraz et al.(32). No obstante, en el caso de Segal et al.(38) y Giles et al.(36) el incremento no fue significativo.

La discrepancia entre resultados observada en esta revisión puede atribuirse, por un lado, a que en el caso de Segal et al.2015a(38), se llevó a cabo el ejercicio de prensa de piernas, que no es específico de cuádriceps, ya que también involucra la musculatura glútea. Además, este estudio presenta la duración de la intervención más corta, siendo esta de 4 semanas frente a las 8 de Tennent et al.(35), Giles et al.(36) y Hughes et al.2019a(40) y a las 12 de Ferraz et al.(32), donde cabe destacar que en Hughes et al.2019a(40) se observó un mayor aumento del volumen muscular en las semanas 5-8 de entrenamiento en comparación con las 4 primeras, a lo que hay que sumar que Segal et al.(38) no progresó en la carga, por lo que todos estos factores podrían ser los responsables de que no se produjera un aumento de volumen muscular. A pesar de que la presión del manguito en Segal et al.2015a(38) fue ligeramente más baja que en los demás estudios, la revisión de Lixandrao et al.(47) demostró que esta no afecta a la respuesta de la masa muscular.

Por lo tanto, los efectos continúan siendo controvertidos, en contraste con revisiones previas que mostraron mejoras claras del volumen muscular Lixandrao et al. y Centner et al.(27,47). Sin embargo, estas revisiones incluían personas sanas.

Por otro lado, en Giles et al.(35) asoció las adaptaciones centrales y neurales al entrenamiento como posible explicación a la mejora de fuerza, pero no de volumen muscular. En el caso de Hughes et al.2019a y Ferraz et al.(32,40) las mejoras del volumen muscular fueron similares a las producidas por el EFAC. A pesar de que la tensión mecánica en el entrenamiento de fuerza con RFS es bastante baja en comparación con el EFAC, hay una serie de factores producidos por la RFS que parecen favorecen a la hipertrofia muscular. Varios estudios informaron que el ambiente hipóxico y el estrés metabólico producidos por la RFS influyen en la fatigabilidad de las fibras musculares y, por lo tanto, inducen un reclutamiento progresivo de unidades motoras durante el entrenamiento. Además de la acumulación metabólica, se ha sugerido que los efectos del entrenamiento de fuerza con RFS sobre la hipertrofia muscular están mediados por un aumento de la mecanotransducción y la respuesta hormonal, una producción aguda de especies reactivas de oxígeno o hinchazón celular. Sin embargo, la investigación actual sobre este tema es escasa. Por lo tanto, cualquier conclusión definitiva en este momento sería prematura (27).

Finalmente, los efectos observados tras incluir entrenamiento de fuerza con RFS en pacientes con lesiones de rodilla en la funcionalidad y la calidad de vida fueron analizados por 8 de los 11 artículos incluidos en la revisión. Todos observaron mejoras significativas en estas variables, lo que era de esperar puesto a que estudios previos han indicado asociaciones positivas entre la masa muscular y la fuerza con el dolor y la funcionalidad (32).

Esta revisión presenta limitaciones. Primero, el número de estudios incluidos (N=11) que investigan los efectos del entrenamiento de fuerza con RFS en la rehabilitación de lesiones de rodilla aún es escaso, ya se trata de un tema de investigación emergente, como se puede observar en los años de publicación de los estudios incluidos. En segundo lugar, únicamente se han incluido artículos en español e inglés, lo que puede haber limitado mucho el número de artículos, ya que la técnica de RFS fue creada y popularizada en Japón con el nombre de Kaatsu (52).

Futuras investigaciones deberían investigar los mecanismos de acción de la RFS, particularmente si son centrales o periféricos. Si los mecanismos fuesen centrales, por ejemplo, la RFS podría aplicarse con éxito lejos de la extremidad lesionada. En cambio, si los mecanismos fuesen completamente locales (relacionados con el tejido), entonces los parámetros de la RFS (presión, tiempo, volumen de carga) deberían explorarse para permitir la optimización de la intervención (42). Además, sería interesante incluir un mayor tamaño muestral para que los resultados fueran extrapolables, ya que la media de pacientes incluidos por estudio en esta revisión es de 40.

También sería necesario establecer una línea de estudio para determinar los parámetros adecuados a la hora de aplicar el entrenamiento de fuerza con RFS y así conseguir una aplicación segura y efectiva. Además, sería interesante homogeneizar los medidores de las variables para una mejor interpretación de resultados, ya que se utilizaron más de 10 escalas diferentes para valorar la funcionalidad.

Como aplicación práctica para los profesionales sanitarios, sería recomendable incluir el entrenamiento de fuerza con RFS como herramienta rehabilitadora de lesiones de rodilla, particularmente en pacientes con dolor, ya que la población con dolor y/o debilidad de rodilla no tolera el estrés mecánico que supone trabajar con altas cargas, de manera que el entrenamiento de fuerza con RFS permite un efecto similar en cuanto a fuerza y funcionalidad, pero además, esta intervención produce una disminución significativa del dolor de rodilla y menores molestias que el EFAC, de manera que cuando estas personas sean físicamente capaces de soportar altas cargas y, si fuese necesario, progresen al EFAC para beneficiarse de sus efectos.

6. CONCLUSIÓN

En conclusión, la rehabilitación mediante el entrenamiento de fuerza con RFS como parte del proceso de rehabilitación presenta efectos beneficiosos en el dolor, la fuerza muscular y la funcionalidad y calidad de vida en pacientes con lesión de rodilla. No obstante, los efectos de esta intervención en el volumen muscular continúan siendo controvertidos.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Wood L, Muller S, Peat G. The epidemiology of patellofemoral disorders in adulthood: a review of routine general practice morbidity recording. *Prim Health Care Res Dev*. 2011;12(2):157–64.
2. Malliaras P, Cook J, Purdam C, Rio E. Patellar tendinopathy: Clinical diagnosis, load management, and advice for challenging case presentations. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2015;45(11):887–98.
3. Thomas AC, Wojtys EM, Brandon C, Palmieri-Smith RM. Muscle atrophy contributes to quadriceps weakness after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2016;19(1):7–11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2014.12.009>
4. Bilgen B, Jayasuriya C, Owens B. Current Concepts in Meniscus Tissue Engineering and Repair. *Advanced Healthcare Materials*. 2018;7(11):1701407.
5. Runhaar J, Van Middelkoop M, Reijman M, Willemsen S, Oei EH, Vroegindeweij D, et al. Prevention of Knee Osteoarthritis in Overweight Females: The First Preventive Randomized Controlled Trial in Osteoarthritis. *Am J Med* [Internet]. 2015;128(8):888-895.e4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amjmed.2015.03.006>
6. Witvrouw E, Callaghan MJ, Stefanik JJ, Noehren B, Bazett-Jones DM, Willson JD, et al. Patellofemoral pain: Consensus statement from the 3rd International Patellofemoral Pain Research Retreat held in Vancouver, September 2013. *Br J Sports Med*. 2014;48(6):411–4.
7. Perraton L, Clark R, Crossley K, Pua YH, Whitehead T, Morris H, et al. Impaired voluntary quadriceps force control following anterior cruciate ligament reconstruction: relationship with knee function. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2017;25(5):1424–31.
8. Iversen E, Røstad V, Larmo A. Intermittent blood flow restriction does not reduce atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sport Heal Sci* [Internet]. 2016 Mar 1 [cited 2020 Mar 21];5(1):115–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jshs.2014.12.005>

9. Filbay SR. Longer-term quality of life following ACL injury and reconstruction. *Br J Sports Med.* 2018;52(3):208–9.
10. Zargi TG, Drobnič M, Koder J, Strazar K, Kacin A. The effects of preconditioning with ischemic exercise on quadriceps femoris muscle atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction: A quasi-randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2016 Jun 1;52(3):310–20.
11. Curran M, Bedi A, Mendias C, Wojtys EM, Kujawa M, Palmieri-Smith R. Blood Flow Restriction Training Does Not Improve Quadriceps Strength After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Orthop J Sport Med.* 2019 Jul;7(7_suppl5):2325967119S0029.
12. Communications S. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687–708.
13. Schoenfeld BJ, Wilson JM, Lowery RP, Krieger JW. Muscular adaptations in low- versus high-load resistance training: A meta-analysis. *Eur J Sport Sci [Internet].* 2016;16(1):1–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2014.989922>
14. Campos GER, Luecke TJ, Wendeln HK, Toma K, Hagerman FC, Murray TF, et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol.* 2002;88(1–2):50–60.
15. Segal NA, Glass NA, Felson DT, Hurley M, Yang M, Nevitt M, et al. The effect of Quadriceps strength and proprioception-Med Sci Sport Exerc-10.pdf. 2011;42(11):2081–8.
16. Amin S, Baker K, Niu J, Clancy M, Goggins J, Guermazi A, et al. Quadriceps strength and the risk of cartilage loss and symptom progression in knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum.* 2009;60(1):189–98.
17. Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Berton R, Vechin FC, Conceição MS, Damas F, et al. Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med.* 2018;48(2):361–78.
18. Vanwyke WR, Weatherholt AM, Mikesky AE. Blood Flow Restriction Training: Implementation into Clinical Practice. *Int J Exerc Sci [Internet].*

- 10(5):649–54. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28966705>
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5609669>
19. Ladlow P, Coppack RJ, Dharm-Datta S, Conway D, Sellon E, Patterson SD, et al. Low-load resistance training with blood flow restriction improves clinical outcomes in musculoskeletal rehabilitation: A single-blind randomized controlled trial. *Front Physiol* [Internet]. 2018 Sep 10 [cited 2020 Mar 21];9(SEP):1269. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30246795>
 20. Cavenett. No Title No Title. *J Chem Inf Model*. 2013;53(9):1689–99.
 21. Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2016;19(5):360–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2015.04.014>
 22. Slysz J, Stultz J, Burr JF. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2016;19(8):669–75.
 23. John S, Syed P, Hussain R. A Review on the Mechanisms of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy. 2014;
 24. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017;51(13):1003–11.
 25. Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Laurentino G, Libardi CA, Aihara AY, Cardoso FN, et al. Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *Eur J Appl Physiol*. 2015;115(12):2471–80.
 26. Sumide T, Sakuraba K, Sawaki K, Ohmura H, Tamura Y. Effect of resistance exercise training combined with relatively low vascular occlusion. *J Sci Med Sport*. 2009;12(1):107–12.
 27. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Medicine*. 2019;49(1):95–108.
 28. Abe T, Loenneke JP, Fahs CA, Rossow LM, Thiebaud RS, Bemben MG. Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-

- restricted muscles: A brief review. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2012;32(4):247–52.
29. Loenneke JP, Wilson JM, Marín PJ, Zourdos MC, Bembien MG. Low intensity blood flow restriction training: A meta-analysis. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(5):1849–59.
 30. Maher C, Sherrington C, Herbert R, Moseley A, Elkins M. Reliability of the PEDro Scale for Rating Quality of Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy*. 2003;83(8):713-721.
 31. Moher D. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*. 2009;151(4):264.
 32. Ferraz RB, Gualano B, Rodrigues R, Kurimori CO, Fuller R, Lima FR, et al. Benefits of Resistance Training with Blood Flow Restriction in Knee Osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc*. 2018;50(5):897–905.
 33. Harper S, Roberts L, Layne A, Jaeger B, Gardner A, Sibille K, et al. Blood-Flow Restriction Resistance Exercise for Older Adults with Knee Osteoarthritis: A Pilot Randomized Clinical Trial. *J Clin Med*. 2019 Feb 21;8(2):265.
 34. 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. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2018 Sep 1 [cited 2020 Mar 21];33:54–61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.07.002>
 35. Tennent DJ, Hylden CM, Johnson AE, Burns TC, Wilken JM, Owens JG. Blood flow restriction training after knee arthroscopy: A randomized controlled pilot study. *Clin J Sport Med*. 2017 May 1;27(3):245–52.
 36. Giles L, Webster KE, Mcclelland J, Cook JL. Quadriceps strengthening with and without blood flow restriction in the treatment of patellofemoral pain: A double-blind randomised trial. *Br J Sports Med*. 2017 Dec 1;51(23):1688–94.
 37. Bryk FF, dos Reis AC, Fingerhut D, Araujo T, Schutzer M, Cury R de PL, et al. Exercises with partial vascular occlusion in patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc* [Internet]. 2016 May 1 [cited 2020 Mar 21];24(5):1580–6. Available from:
 38. Segal NA, Williams GN, Davis MC, Wallace RB, Mikesky AE. Efficacy of Blood Flow-Restricted, Low-Load Resistance Training in Women with Risk

- Factors for Symptomatic Knee Osteoarthritis. *PM R* [Internet]. 2015 Apr 1 [cited 2020 Mar 21];7(4):376–84.
39. Segal N, Davis MD, Mikesky AE. Efficacy of Blood Flow-Restricted Low-Load Resistance Training For Quadriceps Strengthening in Men at Risk of Symptomatic Knee Osteoarthritis. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*. 2015 Sep;6(3):160–7.
 40. 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. *Sport Med* [Internet]. 2019 Nov 1 [cited 2020 Mar 21];49(11):1787–805. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31301034>
 41. 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. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2019 Sep 1 [cited 2020 Mar 21];39:90–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.06.014>
 42. Korakakis V, Whiteley R, Giakas G. Low load resistance training with blood flow restriction decreases anterior knee pain more than resistance training alone. A pilot randomised controlled trial. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2018 Nov 1 [cited 2020 Mar 21];34:121–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.09.007>
 43. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson S. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*. 2017;51(13):1003-1011.
 44. Slysz J, Stultz J, Burr J. The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2016;19(8):669-675.
 45. Loenneke J, Wilson J, Marín P, Zourdos M, Bembem M. Low intensity blood flow restriction training: a meta-analysis. *European Journal of Applied Physiology*. 2011;112(5):1849-1859.

46. Moseley A, Herbert R, Sherrington C, Maher C. Evidence for physiotherapy practice: A survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Australian Journal of Physiotherapy*. 2002;48(1):43-49.
47. Lixandrão M, Ugrinowitsch C, Berton R, Vechin F, Conceição M, Damas F et al. Magnitude of Muscle Strength and Mass Adaptations Between High-Load Resistance Training Versus Low-Load Resistance Training Associated with Blood-Flow Restriction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*. 2017;48(2):361-378.
48. Hollander D, Reeves G, Clavier J, Francois M, Thomas C, Kraemer R. Partial Occlusion During Resistance Exercise Alters Effort Sense and Pain. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2010;24(1):235-243.
49. Meek A, Heavrin A, Segal N, Mikesky A. KAATSU Cuff Tightness and Limb Anthropometry. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2014;46:822.
50. Tagesson S, Öberg B, Good L, Kvist J. A Comprehensive Rehabilitation Program with Quadriceps Strengthening in Closed versus Open Kinetic Chain Exercise in Patients with Anterior Cruciate Ligament Deficiency. *The American Journal of Sports Medicine*. 2007;36(2):298-307.
51. Malek, M. H. & Coburn, J.W (2016). *Manual NSCA: Fundamentos del Entrenamiento Personal*. 2ª Edición. Barcelona: Editorial Paidotribo.
52. Buford T, Fillingim R, Manini T, Sibille K, Vincent K, Wu S. Kaatsu training to enhance physical function of older adults with knee osteoarthritis: Design of a randomized controlled trial. *Contemporary Clinical Trials*. 2015;43:217-222.

8. 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 las 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