

ENTRENAMIENTO CON RESTRICCIÓN DE FLUJO SANGUÍNEO EN
EXTREMIDAD SUPERIOR CON DISFUNCIÓN MUSCULOESQUELÉTICA.
CARACTERÍSTICAS DE INTERVENCIÓN, ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN,
MEDIDAS DE RESULTADO Y RESULTADOS REPORTADOS: UN SCOPING
REVIEW.

POR: SARA MARÍA PINTO PADILLA

Actividad de Grado presentada a la Facultad de Medicina de la Universidad del
Desarrollo para optar al grado académico de Magíster en Terapia Física y
Rehabilitación (MAKI)

TUTORA: KLGA. PAULINA ARAYA CASTRO

CO-TUTORA: KLGA. MARÍA JESÚS MENA ITURRAGA

Diciembre 2024

SANTIAGO

Esta Actividad de Grado está en formato de artículo científico, según formato de la revista: Brazilian Journal of Physical Therapy.

Normas de publicación: <https://www.rbf-bjpt.org.br/en-guia-autores#toc-3>

© Se autoriza la reproducción de esta obra en modalidad acceso abierto para fines académicos o de investigación, siempre que se incluya la referencia bibliográfica.

Dedicado a Miguel, por su apoyo incondicional, paciencia y cariño; a mi familia, por su aliento constante; a mis pacientes y colegas, por motivarme diariamente.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mi agradecimiento al apoyo, disposición y profesionalismo de mi tutora Paulina Araya y de mi cotutora María Jesús Mena, quienes me desafiaron y guiaron de manera cariñosa durante todo el proceso.

Extender mi gratitud a todo el equipo docente y a mis colegas-compañeros, quienes siempre estuvieron en caso de necesidad.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE ABREVIATURAS.....	vii
RESUMEN	viii
INTRODUCCIÓN	10
MÉTODO.....	12
Protocolo y registro	12
Objetivo de la revisión.....	12
Fuentes de información y estrategia de búsqueda.....	13
Piloto	14
Criterio de elegibilidad.....	14
Selección de estudios	15
Extracción de datos.....	15
RESULTADOS	16
Selección de fuentes de evidencia.....	16
Síntesis de resultados.....	18
Características de la muestra	18
Características de la intervención	18
Medidas de resultado e instrumentos de medición	19
Parámetros de entrenamiento.....	21
Parámetros del dispositivo BFR.....	22
Resultados reportados	23
DISCUSIÓN	32
LIMITACIONES	37
PERSPECTIVAS.....	38
CONCLUSIONES.....	38

REFERENCIAS.....	40
ANEXOS Y TABLAS	48
ANEXO 1 – Marco Población, Concepto, Contexto (PCC)	48
ANEXO 2 - Tabla: Identificación de sinónimos de los componentes de la pregunta y términos específicos disponibles.....	49
ANEXO 3 – Tabla: Estrategias de búsqueda en bases de datos	50
ANEXO 4 - Criterios de Elegibilidad.....	53
ANEXO 5 – Tabla: Razones, etiquetas y codificación para software Rayyan® .	54
ANEXO 6 – Tabla con registros excluidos y motivos de exclusión	56

LISTA DE ABREVIATURAS

1-RM:	1 repetición máxima
ASES:	American shoulder and elbow surgeon
BFR:	Blood flow restriction
BFRT:	Blood flow restriction therapy
DASH:	Disabilities of the arm, shoulder and hand
ECA:	Estudio controlado aleatorizado
EVA:	Escala visual análoga
GROC:	Global rating of change
HIT:	High intensity training
JBI:	Joanna Briggs Institute
LLRT:	Low load resistance training
LOP:	Limb occlusion pressure
MR:	Manguito rotador
MVC:	Maximal voluntary contraction
NPRS:	Numeric pain rating scale
PENN:	Pennsylvania shoulder score
RPE:	Rate of perceived exertion
PRTEE:	Patient rated tennis elbow evaluation
PRWE:	Patient rated wrist evaluation
PSFS:	Patient specific functional scale
PTS:	Personalized tourniquet system
ROM:	Range of motion
SANE:	Single alpha-numeric evaluation
SPADI:	Shoulder pain and disability index
USD:	Ultrasonido

RESUMEN

Introducción: La debilidad muscular es altamente prevalente en condiciones musculoesqueléticas. El entrenamiento de fuerza con Restricción de Flujo Sanguíneo (BFR) emerge como una opción prometedora. La evidencia de su uso en extremidades superiores es aún limitada y heterogénea.

Objetivo: Explorar y sintetizar, la evidencia disponible sobre el uso de BFR durante el entrenamiento de extremidad superior, abordando características de intervención, estrategias de evaluación, resultados, medidas de resultado y eventos adversos.

Método: Se llevó a cabo una revisión de alcance (Scoping Review) siguiendo las directrices de la Extensión para Revisiones Exploratorias de PRISMA (PRISMA-ScR). Las bases de datos incluidas fueron PubMed, Scopus, EBSCOhost, CINAHL, BVS, Cochrane Central, Science Direct, Web of Science, LILACS, Scielo y Google Académico. Se incluyeron registros a texto completo, realizados en adultos entrenados con BFR en extremidad superior con disfunción musculoesquelética, y que hayan reportado sus parámetros de intervención.

Resultados: De los 5287 registros identificados, 13 artículos cumplieron con los criterios de inclusión. Se encontraron diversas disfunciones musculoesqueléticas en la muestra. Todos los estudios realizaron entrenamiento de resistencia adicionando BFR, con resultados favorables en fuerza, dolor y/o ejecución, entre otros. No se reportaron eventos adversos asociados al uso de BFR. Los protocolos de intervención fueron variados.

Conclusión: El entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo (BFR) en extremidad superior con disfunción musculoesquelética es un campo emergente con reportes prometedores en fuerza, dolor y/o ejecución, entre otros; sin eventos adversos. Se requieren de más estudios que detallen su intervención y evaluación de resultados.

Palabras claves: Restricción de Flujo Sanguíneo, entrenamiento de fuerza, extremidad superior, disfunción musculoesquelética (Blood Flow Restriction Therapy, resistance training, upper extremity, musculoskeletal disease).

Esta investigación no recibió ningún tipo de ayuda económica ni beca en sectores públicos, comerciales, o instituciones sin fines de lucro.

INTRODUCCIÓN

Los trastornos musculoesqueléticos representan un problema para la salud pública, no sólo por su alta prevalencia e incidencia, sino también debido al impacto en la funcionalidad de las personas, discapacidad laboral y en los altos costos económicos asociados al uso de servicios de salud, ausentismo y retiro prematuro laboral.¹ La pérdida de masa muscular está presente en muchos de estos trastornos, tales como osteoporosis,² sarcopenia,³ cáncer,^{4,5} estadías prolongadas en unidades de cuidados intensivos,⁶ entre otras condiciones de reposo prolongado y/o inmovilización. Para contrarrestar esto, el entrenamiento de resistencia (fuerza) se ha posicionado como el método de elección.⁷

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) ha publicado guías de entrenamiento declarando que, para conseguir el reclutamiento muscular de fibras tipo II e inducir hipertrofia, se debe trabajar al 60-100% de 1-RM, o la cantidad máxima de fuerza que pueda generarse en una contracción máxima.⁸ Sin embargo, se ha evidenciado que el ejercicio a baja carga (20-30% de 1-RM), en combinación con terapia de restricción de flujo sanguíneo (BFR, por sus siglas en inglés), puede ofrecer beneficios similares. La terapia con BFR se desarrolla mediante una oclusión parcial del flujo sanguíneo arterial, mientras se interrumpe el flujo venoso en una extremidad, durante breves períodos de tiempo. Los mecanismos que favorecen la hipertrofia muscular mediante el uso de BFR son diversos y continúan siendo objeto de investigación. No obstante, se postula que tanto la tensión mecánica, como el estrés metabólico, son factores clave en la inducción de la hipertrofia muscular.⁹⁻¹⁵

Clínicamente, el entrenamiento de baja carga (<50% de 1-RM) con BFR ha mostrado ganancias similares en fuerza e hipertrofia, al compararlo con rutinas de entrenamiento de alta carga, con el beneficio de un menor estrés tisular. Estos resultados prometedores pueden ser ventajosos en el tratamiento de personas con trastornos musculoesqueléticos, quienes podrían entrenar su musculatura, sin agregar estrés mecánico a los tejidos o articulaciones, en reparación o reconstruidos. Se han reportado resultados favorables para diversas patologías en extremidad inferior, principalmente en rodilla;¹⁶⁻¹⁸ tales como osteoartritis de rodilla, post cirugía artroscópica de rodilla, reconstrucción de ligamento cruzado anterior y dolor patelo femoral.

Y aunque en extremidad superior, los resultados de estudios recientes en sujetos sanos prometen beneficios similares,^{9,19-21} la evidencia ha reportado una considerable heterogeneidad en los protocolos de entrenamiento con BFR publicados.^{22,23}

Entendiendo los beneficios del entrenamiento con BFR en disfunciones musculoesqueléticas, y considerando la brecha de conocimiento respecto a su uso en el cuadrante superior, se planteó la siguiente pregunta de investigación: “¿Cómo se está utilizando y evaluando el entrenamiento con BFR en extremidad superior?”. El objetivo principal de esta revisión de alcance fue explorar y sintetizar la evidencia disponible respecto a las características de intervención, estrategias de evaluación, y resultados, así como las medidas de resultado reportadas, con relación al uso de BFR durante el entrenamiento de extremidad superior. Los objetivos específicos son: caracterizar los estudios incluidos en el mapeo de la literatura, respecto a sus

variables bibliométricas; describir las cualidades de los estudios, tales como metodología y características de intervención; identificar los resultados, medidas de resultado e instrumentos de medición empleados en la evaluación del entrenamiento con BFR en extremidad superior; y conocer los riesgos reportados en los estudios incluidos.

MÉTODO

Protocolo y registro

Se realizó una revisión de alcance, de acuerdo con la naturaleza exploratoria de la pregunta de investigación.²⁴ Fue conducida de acuerdo con las guías recientes propuestas por la metodología de JBI para scoping reviews,^{25,26} y reportado mediante Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA-ScR). De acuerdo con los requerimientos actuales para revisiones exploratorias, este proyecto fue registrado, previo a la recolección de los datos, en Open Science Framework (OSF) el 25 de marzo, 2024 (<https://osf.io/m6sa2>). Este enfoque garantiza la transparencia y reproducibilidad en todas las etapas del estudio.

Objetivo de la revisión: El propósito de esta revisión exploratoria es mapear la evidencia disponible acerca del uso de Restricción de Flujo Sanguíneo (BFR) en el entrenamiento de extremidad superior. La intención es proporcionar una visión amplia de los parámetros de intervención y entrenamiento, las medidas de resultado empleadas, los resultados obtenidos y los riesgos reportados. Esto facilitará una implementación informada durante la práctica clínica.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda: Se identificaron las palabras claves de los tres conceptos principales: extremidad superior, restricción de flujo sanguíneo y entrenamiento.²⁷ Los términos de búsqueda fueron desarrollados de acuerdo con recomendaciones para revisiones exploratorias, utilizando el esquema PCC (Población, Concepto, Contexto), reportado en la Tabla 1 (esquema completo en Anexo 1).²⁸ Se utilizaron los operadores Booleanos “Or” y “And”, en caso de búsqueda en PubMed, para unir las palabras claves de cada concepto, y enlazar a los conceptos en sí mismos. Se llevó a cabo una búsqueda a través de las bases de datos PubMed, Scopus, EBSCOhost, CINAHL, BVS, Cochrane Central, Science Direct, Web of Science (WOS), LILACS, Scielo; así como literatura gris desde Google Académico. No se realizó filtro por idioma. Los sinónimos de los componentes de la pregunta y términos específicos disponibles, así como las expresiones de búsqueda para cada base de dato, pueden encontrarse en los Anexos 2 y 3. Se realizó una búsqueda manual de revisiones sistemáticas, con el fin de identificar estudios que pudieran no haber sido detectados mediante las bases de datos previamente mencionadas.

Tabla 1. Esquema Población, Concepto, Contexto (PCC)

Marco PCC	
Población	<ul style="list-style-type: none"> • Persona, adulto >18 años. • Extremidad superior. • Sanos, lesión musculoesquelética, disfunción musculoesquelética, lesión deportiva, sarcopenia.
Concepto	<ul style="list-style-type: none"> • Restricción de flujo sanguíneo, entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo, Kaatsu, entrenamiento con Kaatsu, manguito de oclusión, oclusión vascular, entrenamiento de oclusión. • Parámetros de intervención (dosis, frecuencia, carga). • Parámetros del manguito (marca/sistema, diámetro, ancho, presión de oclusión). • Medidas de resultado (fuerza, hipertrofia muscular, función, discapacidad, entre otros). • Instrumentos de evaluación. • Riesgos y eventos adversos.
Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenamiento, rehabilitación, fisioterapia, terapia física, ejercicio, kinesiología, laboratorio, biomecánica.

Piloto: En la primera etapa, se realizó un piloto en PubMed (diciembre 2023) utilizando los términos correspondientes, para evaluar la estrategia de búsqueda, entrenar a los revisores, verificar los criterios de elegibilidad y testear el nivel de acuerdo entre los dos primeros revisores. El índice Kappa de Cohen resultante,²⁹ con un valor de 0,878 indicó un fuerte nivel de acuerdo, superando el umbral establecido (75%). Este proceso validó la estrategia de búsqueda y garantizó la coherencia en la selección de estudios.

La segunda etapa consistió en extender la búsqueda a las bases de datos electrónicas ya mencionadas hasta abril 30, 2024; con el objetivo de identificar potenciales estudios que se ajustaran a los criterios de inclusión.

Criterio de elegibilidad: El criterio de inclusión de estudios se rigió por el marco PCC recomendado por Peters y cols. en su guía para conducir revisiones exploratorias.^{25,30} Fueron considerados aquellos estudios realizados en personas mayores de 18 años, que abarcaron el uso de BFR en el entrenamiento de extremidad superior, tanto en personas con disfunciones musculoesqueléticas como en individuos sin ellas. Sin embargo, para el análisis final, se seleccionaron sólo los trabajos realizados en sujetos con disfunción musculoesquelética reportada. Se excluyeron estudios que describieron el entrenamiento con BFR únicamente en otros segmentos anatómicos. Fueron considerados estudios experimentales y cuasiexperimentales, así también trabajos del tipo prospectivos, cohorte retrospectivos, series de casos y reportes de casos; siempre que describieran los parámetros utilizados en su intervención. Las características de elegibilidad están

detalladas en el Anexo 4, y las razones, etiquetas y codificación acordada entre los revisores se incluye en el Anexo 5.

Selección de estudios: Todas las citas identificadas fueron recolectadas y administradas mediante el software para referencias Mendeley®, eliminando los duplicados por medio del software Rayyan®. Los estudios fueron filtrados por título y resumen, mediante los criterios ya señalados; determinando su inclusión una vez revisada por dos investigadores independientes: SP y MD. Este proceso se llevó a cabo mediante el mismo software Rayyan®. Los dos revisores analizaron, de manera independiente, el texto completo de las citas seleccionadas, garantizando un umbral del 75% de acuerdo. En caso de desacuerdo, un tercer revisor, PA, resolvió la inclusión. La descripción del proceso de selección de los estudios ha sido presentada tanto de forma narrativa, como en diagrama de flujo, tal como lo indica la guía PRISMA-ScR. Los detalles de las fuentes excluidas de la revisión de texto completo fueron descritos en un apéndice de la revisión, junto a las razones para su exclusión (Anexo 6).

Extracción de datos: Los artículos seleccionados de la fase anterior fueron utilizados para extracción de datos. Se desarrolló una base estandarizada para la extracción, y un autor (SP) ejecutó la descarga de datos en una planilla Excel®, acorde a la pregunta de investigación y objetivos de la revisión de alcance. Se extrajeron los siguientes datos relevantes: autor, año de publicación, diseño de estudio, setting/contexto, condición musculoesquelética de los participantes, características de la muestra (tamaño, sexo, edad), parámetros específicos del entrenamiento con BFR (características del manguito, presión de oclusión, sitio de

aplicación, modo de restricción, carga/resistencia utilizada, progresión, número de repeticiones, sets, frecuencia y descanso), medidas de resultado (dolor, fuerza, hipertrofia, función, entre otros), instrumentos de evaluación (escalas, equipos y dispositivos, cuestionarios, entre otros), efectos adversos y resultados reportados. Los datos descargados fueron revisados y verificados por los otros dos revisores (MD y PA), optimizando la planilla final, en un proceso iterativo. Cualquier desacuerdo fue resuelto mediante discusión entre los tres revisores.³⁰

RESULTADOS

Selección de fuentes de evidencia

La búsqueda en la literatura (conducida hasta el 30 de abril, 2024), arrojó 5287 artículos. Los duplicados fueron removidos, y los restantes 3416 artículos fueron revisados por título y resumen. Un total de 172 artículos fueron leídos a texto completo, y evaluados mediante los criterios de elegibilidad. Se excluyeron 159 artículos debido a antecedente, población, intervención o medida de resultado incorrecta. La lista de los artículos excluidos es presentada en el Anexo 6. Finalmente, un total de 13 artículos fueron incluidos en la revisión. El diagrama de flujo PRISMA-ScR resume esta información (Fig. 1).³¹

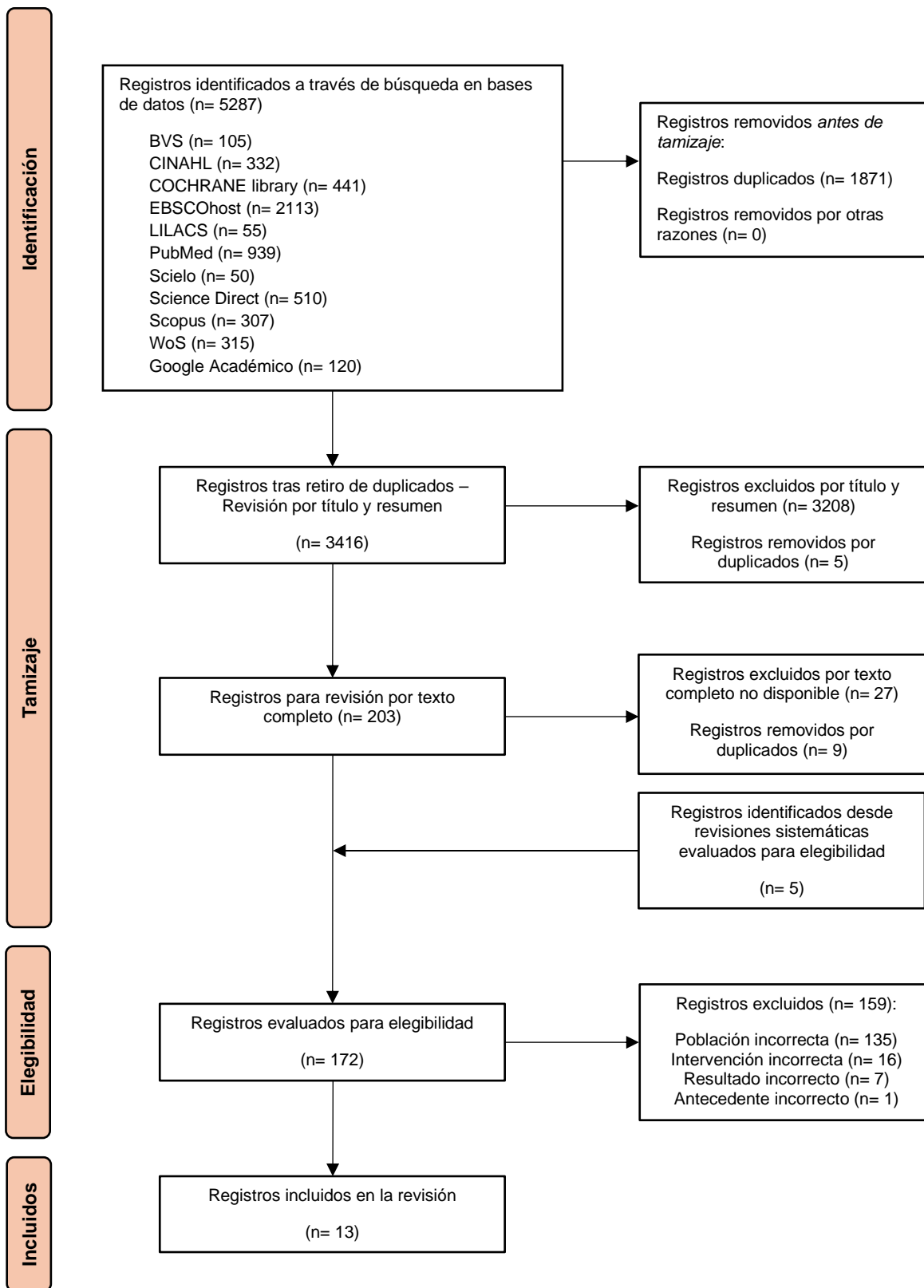


Fig. 1 Diagrama de flujo PRISMA de la selección de los estudios

Síntesis de resultados

De acuerdo con el diseño metodológico, de los trece estudios incluidos, seis corresponden a estudios controlados aleatorizados (ECA),³²⁻³⁷ seis corresponden a reporte de casos,³⁸⁻⁴³ y un estudio es una serie de casos prospectivo.⁴⁴

Características de la muestra

Esta revisión de alcance resume los parámetros de intervención y resultados reportados al investigar el uso de BFR en el entrenamiento de extremidad superior con disfunción musculoesquelética en 218 participantes (112 participantes con BFR, y 106 sin BFR). Más de la mitad de los participantes resultaron ser mujeres (55%; n= 120). Los diagnósticos de los sujetos de estudio incluyeron: fractura de extremo distal del radio (manejo quirúrgico^{32,36} y ortopédico³³), tendinopatía de manguito rotador,^{37,41} tendinopatía lateral de codo,^{35,40} sintomatología subacromial,^{42,43} inestabilidad de hombro de manejo quirúrgico,⁴⁴ desgarro muscular del subescapular,³⁸ reinserción quirúrgica del tendón distal del bíceps,³⁹ y osteoartritis de la mano.³⁴ Donde el 25% (n= 28) de los participantes entrenados con BFR, no placebo, correspondió a diagnóstico fractura de extremo distal del radio.^{32,33,36} Las características generales de los estudios incluidos se encuentran en la Tabla 2.

Características de la intervención

Todos los estudios incluidos utilizaron la terapia con BFR (BFRT) post condición musculoesquelética, ya sea posterior al diagnóstico y/o intervención ortopédica o quirúrgica. Ninguno de estos estudios realizó entrenamiento con BFR previo a la intervención quirúrgica. Sólo un estudio realizó una fase de familiarización con el

dispositivo de BFR, hasta obtener la presión deseada de oclusión a la tercera sesión.³⁷ De los estudios con grupo control, uno adicionó un tercer grupo correspondiente a entrenamiento de alta intensidad (HIT) sin BFR;³⁴ en tanto que otro estudio comparó BFRT con un grupo control y con un grupo placebo (utilizando manguito mínimamente insuflado, al 20% de la presión de oclusión arterial completa).³⁵

Medidas de resultado e instrumentos de medición

Doce de los trece estudios incluidos (92%) evaluaron dolor como medida de resultado. De ellos, seis (46% del total) aplicaron el instrumento de medición escala numérica para el dolor (Numeric Pain Rating Scale, NRS o NPRS);^{34,35,39-41,44} cuatro estudios (30%) utilizaron escala visual análoga (EVA),^{32,33,36,37} y dos trabajos (15%) incluyeron la evaluación de dolor desde el ítem del cuestionario Puntaje de Hombro de Pensilvania (Pennsylvania Shoulder Score, PENN).^{42,43} Además, tres estudios (23%) evaluaron el umbral de dolor por presión, medido con algómetro de presión.⁴⁰⁻⁴² Sólo un estudio no realizó evaluación de dolor.³⁸

El rango de movimiento (ROM) fue utilizado como medida de resultado en siete estudios (53%). Los instrumentos de medición empleados incluyeron goniómetro manual en tres artículos (23%),^{32,33,36} inclinómetro digital en un estudio (7%),⁴⁴ mientras que dos investigaciones (15%) no especificaron el instrumento utilizado.^{38,43} Además, un estudio (7%) reportó de manera parcial su método de evaluación, omitiéndolo para rangos de flexión y abducción de hombro, y valorando patrones funcionales para evaluar rotación interna y externa de hombro.⁴²

La mayoría de los estudios (84%; n=11) evaluaron fuerza como uno de los resultados, incluyendo seis estudios (46%) que evaluaron presión de puño,^{32,33,35,36,38,40} empleando dinamometría manual en cinco de estos trabajos (38%), mientras que sólo uno (7%) no reportó instrumento de medición;³⁸ tres estudios (23%) evaluaron fuerza de pinza digital,^{32,33,36} todos utilizando dinamometría con pinzómetro; siete estudios (53%) evaluaron fuerza isométrica, ya sea en musculatura de antebrazo o en hombro, donde los autores utilizaron como instrumento de medición dinamometría manual^{35,36,41-44} e isocinética.³⁷

Once trabajos (84%) evaluaron función física. Los índices y cuestionarios empleados como instrumentos de medición fueron: Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH)^{32-34,39} y su versión abreviada (quickDASH),⁴⁴ Patient Rated Wrist Evaluation (PRWE),^{32,33} Functional Index of Hand Osteoarthritis (FIHOA),³⁴ Patient-Specific Functional Scale (PSFS),^{34,43} Patient-Rated Tennis Elbow Evaluation (PRTEE) versión griega,^{35,40} formulario de evaluación estandarizada American Shoulder and Elbow Surgeon (ASES),⁴² Single Alpha-Numeric Evaluation (SANE),^{42,44} Shoulder Pain and Disability Index (SPADI),^{37,44} Pennsylvania Shoulder Score (PENN),^{42,43} Timed functional Arm and Shoulder Test (TFAST)⁴³ y la modificación de Cooney para función de muñeca.³⁶

El grosor muscular, o su área de sección transversal, fue valorado como medida de resultado en cuatro estudios (30%). Todos estos trabajos utilizaron la ultrasonografía como instrumento de evaluación.^{35,37,41,43} En tanto que un estudio describió la circunferencia de muñecas y antebrazos como medida de resultado, sin reportar su instrumento de medición.³⁶

Tres estudios (23%) evaluaron ejecución física como medida de resultado, empleando distintos instrumentos: el índice de Ejecución de Codo Mayo;³⁹ la batería de pruebas Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST), Upper Extremity Y-Balance Test (UQYBT) y Unilateral Seated Shotput Test (USPT);⁴⁴ y pruebas específicas de hombro de Michener (Neer, Hawkins Kennedy, Arco doloroso, Empty Can, test de resistencia a la rotación externa).⁴²

Otras medidas de resultado descritas fueron: a) calificación global de cambio (GROC) acerca de los síntomas y recuperación autoreportada por los sujetos, mediante escala Likert en tres artículos (23%);^{35,40,43} b) expectativas del participante, utilizando preguntas con opciones cerradas;³⁴ c) percepción de esfuerzo, valorada mediante el cuestionario de autoreporte OMNI-Resistance Exercise Scale;³⁷ d) estabilidad y consolidación ósea, empleando radiografía en dos trabajos (15%);^{32,36} e) un estudio (7%) evaluó seguridad (riesgo de trombosis venosa) al medir dímero-D sanguíneo, sin reportar su instrumento de medición.³⁶

Esta información está resumida en la tabla 3.

Parámetros de entrenamiento

Todos los artículos seleccionados incorporaron resistencia externa durante el entrenamiento con BFR. Dos estudios (15%) mencionaron la progresión del entrenamiento con resistencia utilizando cargas externas;^{38,39} cuatro estudios (30%) utilizaron porcentajes de contracción máxima voluntaria (MVC, por sus siglas en inglés),^{34,36,42,43} donde tres de ellos reportaron utilizar la valoración isométrica;^{36,42,43} dos estudios (15%) emplearon porcentajes de 1-RM;^{37,41} dos estudios (15%)

utilizaron escalas de dolor;^{35,40} y un trabajo (7%) reportó el uso de la Escala de Percepción de Esfuerzo (RPE) de los sujetos para estimar la progresión.⁴⁴ En tanto, dos trabajos (15%) no reportaron la forma de progresión en las cargas del entrenamiento.^{32,33}

Todos los estudios utilizaron una dosificación base de 4 sets, con 1 set de 30 repeticiones, seguido de 3 sets de 15 repeticiones cada una. Sin embargo, dos de estos trabajos (15%) introdujeron modificaciones. Uno empleó una progresión en el número de sets;³⁴ y un segundo trabajo, adicionó otra dosificación.³⁵ Los periodos de descanso fueron de 30 segundos entre cada set en todos los estudios; y ocho estudios (61%) reportaron su tiempo de descanso entre cada ejercicio, siendo éste de 1 minuto,^{32,33,35,36,42,44} y de 2 minutos.^{37,43} La frecuencia del entrenamiento con BFR fue de 2 veces por semana (30%; n= 4),^{35,37,39,40} 2 a 3 veces por semana (23%; n= 3),^{32,33,44} 3 veces por semana (23%; n=3),^{34,38,41} 3 a 4 veces por semana (7%; n= 1),⁴² 5 veces por semana (7%; n= 1);³⁶ mientras que un estudio (7%) no reportó la frecuencia por semana, pero sí el número total de sesiones.⁴³ La duración de los protocolos de entrenamiento con BFR variaron entre 3 y 18 semanas.

Esta información está resumida en la tabla 3.

Parámetros del dispositivo BFR

La mayoría de los autores (61%; n= 9) reportaron haber utilizado un sistema de torniquete personalizado (o PTS por sus siglas en inglés),^{32,33,35,38,40,42-44} mientras que cuatro estudios (30%) usaron manguitos del tipo neumático (ya sea automático o manual).^{36,37,39,41} Sólo un estudio no reportó su sistema de restricción de flujo

sanguíneo.³⁴ Respecto a la presión de oclusión de la extremidad (LOP, por sus siglas en inglés), once estudios (84%) reportaron haber utilizado 30% a 50% de la presión máxima necesaria para ocluir completamente el aporte sanguíneo de la extremidad;^{32-35,37,38,40-44} en tanto que los otros dos estudios (15%) reportaron la presión de oclusión en milímetros de mercurio (mmHg), entre 80 y 100mmHg.^{36,39} Doce trabajos (92%) reportaron sus intervenciones con BFR empleando una restricción de flujo continua, y sólo un estudio (7%) no mencionó su modo de restricción de flujo.³⁹ Así también, los mismos doce estudios declararon que el manguito de oclusión de flujo fue posicionado en el brazo ipsilateral al entrenamiento y extremidad con disfunción (92%); y sólo un estudio no describió el lugar anatómico de aplicación.³⁹

Esta información está resumida en la tabla 3.

Resultados reportados

Los estudios incluidos reportaron disminución de dolor (76%; n= 10)^{33-37,39-42,45}, aumento de fuerza (69%; n= 9)^{35-38,40-44}, mejora en función (76%; n= 10)^{33,35-37,39,40,42-45}. Entre otros resultados informados se encontraron: mejora en rendimiento,⁴³ disminución de edema,³⁶ aumento de grosor muscular,^{37,41} y aumento de la percepción de esfuerzo (RPE).³⁷

Estos datos se encuentran resumidos en la tabla 3.

Tabla 2. Características generales de los estudios incluidos.

Identificación del estudio (País de ejecución)	Diseño	Condición músculo esquelética de participantes	Características de la muestra				Edad promedio (años)	Setting
			Tamaño analizado	F	M	BFR		
Nielsen y cols., 2018 (EEUU)	Reporte de caso	Desgarro muscular de subescapular, manejo conservador	1	0	1	1	21	NR
Wentzell y cols., 2018 (Canadá)	Reporte de caso	Reinserción quirúrgica de tendón distal del bíceps	1	0	1	1	35	Clínico
Cancio y cols. 2019 (EEUU)	ECA	Fractura de extremo distal de radio desplazada, manejo ortopédico	13	7	6	6	Por grupo: Control 41.0 BFR 51.3	Clínico
Sgromolo y cols., 2020 (EEUU)	ECA	Fractura de extremo distal de radio desplazada, manejo quirúrgico	9	4	5	5	Por grupo: Control 43.8 BFR 37.2	Clínico
Ceballos y cols., 2022 (EEUU)	Reporte de casos	Síndrome pinzamiento subacromial, manejo ortopédico	2	1	1	2	48.5 (51 y 46; ± 2.5)	Clínico
Magni y cols., 2022 (Nueva Zelanda)	ECA de viabilidad	Osteoartritis de la mano	59	49	10	19	Por grupo (DS): Control 75.6 (12) HIT 72.7 (9) BFR 67.9 (8.6)	Universidad
Karanasios y cols. 2022 (Grecia)	ECA	Tendinopatía lateral de codo	46	22	24	23	45.2 (DS +8.4) Por grupo (DS): Placebo 47.08 (8.1) BFR 43.3 (8.7)	Clínico
McGinnis y cols. 2022 (EEUU)	Serie de casos prospectivo	Inestabilidad de hombro, manejo quirúrgico	20	3	17	20	21.3 (DS 1.9)	NR
Miller y cols. 2022 (EEUU)	Reporte de casos	Dolor subacromial	2	2	0	2	27.5 (27 y 28; ± 0.5)	NR
Fan y cols. 2023 (China)	ECA	Fractura de extremo distal de radio desplazada, manejo quirúrgico	35	18	17	17	23 a 72 años Por grupo (DS): Control 47 (14) BFR 44 (15)	Clínico
Kara y cols. 2023 (Turquía)	ECA	Tendinopatía de manguito rotador	28	14	14	14	Por grupo: Control 34.9 (IC 95% 31.7-38.1) BFR 31.1 (IC 95% 28.2-34.1)	Clínico
Karanasios y cols. 2023 (Grecia)	Reporte de caso	Tendinopatía lateral de codo	1	0	1	1	51	Clínico
Poursaleh y cols., 2023 (Irán)	Reporte de caso	Tendinopatía de supraespinoso	1	0	1	1	40	Clínico

Legenda: Estados Unidos (EEUU); no reportado (NR); ensayo controlado aleatorizado (ECA); restricción de flujo sanguíneo (BFR); desviación estándar (DS); entrenamiento de alta intensidad (HIT); intervalo de confianza (IC).

Tabla 3. Dispositivo BFR empleado, entrenamiento, medidas de resultado y resultados reportados.

Autor, año, condición de participantes	Parámetros de BFR			Parámetros de entrenamiento		Evaluación y resultados		
	Modelo BFR y tamaño manguito	Posición	Porcentaje/ presión de oclusión; modo de restricción	Entrenamiento con BFR y carga (entrenamiento adicional sin BFR)	Dosificación Descansos Frecuencia Tempo	Medidas de resultado (instrumentos de evaluación)	Resultados	Eventos adversos
Nielsen y cols., 2018. Desgarro subescapular, manejo ortopédico	Delfi Personalize d Tourniquet System® (PTS) Tamaño NR	Brazo proximal	50% LOP Modo: Continuo	AROM muñeca y antebrazo, muñeca con resistencias, perturbaciones manuales en hombro, patrones de PNF, pliométricos. Progresión con cargas. (Fortalecimiento isométrico de MR y escapular, lanzamiento, pesas, ejercicios "bullpen")	Sets 4; Reps 30-15-15-15; D 30 seg entre set; Frec 3 por sem x 18 sem Tempo: 1 seg CC, 1 seg CE	ROM RE y RI (NR); fuerza de prensión puño (NR); fuerza isométrica rotadores de hombro (sensor de fuerza Kiio).	Aumento de fuerza RI 101.3% y de RE 96.3% comparado a contralateral. Fuerza de puño y ROM rotaciones de hombro, sin diferencias a contralateral.	Sin eventos adversos
Wentzell y cols., 2018. Ruptura de tendón distal del bíceps, manejo quirúrgico	Manguito de presión WelchAllyn® (Neumático manual) Tamaño NR	NR	80 mmHg Modo NR	Flexo extensión de codo, progresando a supinación de muñeca. Progresión con cargas. (Isométricos, CCA, CCC, hombro contra resistencia; kinesiotaping, compresión, elevación,	Sets 4; Reps 30-15-15-15; D 30 seg entre set; Frec 2 por sem x 15 sem	Dolor (NPRS); discapacidad y función (DASH); ejecución de codo (Índice de Ejecución de Codo Mayo)	A 3.5 meses de evolución, el dolor disminuyó de 5/10 a 0/10 en NPRS; en función (DASH) mejoró desde 100 pts. a 6.25 pts. en trabajo; y a 25 pts. para deporte. Mejoró ejecución de codo (Índice Mayo) desde 20 a 95 pts.	NR

				laserterapia, manejo tejidos blandos).				
Cancio y cols., 2019.	Delfi Personalized Tourniquet System® (PTS)	Brazo proximal	50% LOP Modo: Continuo	Flexo extensión de muñeca; pronación-supinación de antebrazo. Carga NR.	Sets 4; Reps 30-15-15-15; D 30 seg entre set, 1 min entre ejercicio; Frec 2-3 por sem x 8 sem	ROM muñeca (goniómetro manual Patterson Medical Supply Inc. Warrenville, IL), fuerza de puño (dinamómetro JAMAR Lafayette Instrument, Lafayette, IN), fuerza de pinza (PG-60 Pinch gauge B&L Engineering, Santa Ana, CA), dolor (EVA), funcionalidad (PRWE y DASH)	A las 8 sem, el grupo BFR tuvo reducción significativamente mayor en dolor a la actividad, comparado con grupo control (Δ -4.0 vs. -2.3; $p= 0.03$), y mayor reducción en puntaje de función PRWE (Δ -57.9 vs. -30.8; $p= 0.01$)	Sin eventos adversos
Fractura extremo distal del radio, manejo ortopédico	Tamaño: 18'' diámetro; 4,5'' ancho							
Sgromolo y cols., 2020.	Delfi Personalized Tourniquet System® (PTS)	Brazo proximal	50% LOP Modo: Continuo	Flexo extensión de muñeca; pronación-supinación de antebrazo. Carga NR.	Sets 4; Reps 30-15-15-15; D 30 seg entre set, 1 min entre ejercicio; Frec 2-3 por sem x 8 sem.	ROM muñeca (goniómetro manual Patterson Medical Supply Inc. Warrenville, IL), fuerza de puño (dinamómetro JAMAR Lafayette Instrument, Lafayette, IN), fuerza de pinza (PG-60 Pinch gauge B&L Engineering, Santa Ana, CA), dolor (EVA), función (PRWE y DASH), estabilidad ósea (radiografía).	Grupo BFR tuvo reducción significativamente mayor en dolor con actividad, comparado con grupo control (Δ -3.0 vs. -1.5; $p= 0.03$), y mejora significativa en función (PRWE) (Δ -36.4 vs. -18.8; $p= 0.01$). Sin diferencias en medidas radiográficas ni en otros resultados evaluados.	Sin eventos adversos
Fractura extremo distal del radio, manejo quirúrgico	Tamaño NR							
Ceballos y cols., 2022.	Delfi Personalized Tourniquet System® (PTS)	Brazo proximal	50% LOP Modo: Continuo	RE en decúbito lateral, abducción horizontal en prono, y "scaption" (elevación en plano escapular) en posición de pie. Carga: % de MVIC.	Sets 4; Reps 30-15-15-15; D 30 seg entre set, 1 min entre ejercicio; Frec 3-4 por sem x 3-4 sem.	Dolor, función y satisfacción (PENN); función, actividades de la vida diaria y dolor (ASES); nivel funcional comparado con función pre-lesión (SANE); función (PSFS); umbral de dolor por presión (Algómetro de	Ambos sujetos alcanzaron mínima diferencia clínicamente detectable en cuestionarios PENN, ASES, SANE y PSFS. Entre sesiones, ambos sujetos excedieron el	NR
Síndrome pinzamiento subacromial	Tamaño NR							

						presión digital manual Wagner Instruments FPX 25, Greenwich, CT); AROM (patrones funcionales para rotaciones, flexión y abducción NR); fuerza isométrica voluntaria máxima (dinamómetro manual); 5 tests específicos de hombro de Michener (Neer, Hawkins Kennedy, Arco doloroso, Empty Can, test de resistencia a la RE).	mínimo cambio detectable para el umbral de dolor por presión. En fuerza, ambos aumentaron su fuerza, sujeto B excedió el mínimo cambio detectable en las rotaciones. Sujeto A mejoró su AROM en flexión y abducción, excediendo el mínimo cambio detectable.	
Magni y cols., 2022.	Modelo NR	Brazo	50% LOP	Fortalecimiento puño y pinzas isométricos (usando dinamómetros digitales Biometric Ltd, Newport, UK); y de extensión y abducción del pulgar en forma isotónica contra resistencias. Carga: 30-40% de MVC.	Sets 2 (sem1), 3 (sem2-4), 4 (sem 5-6); Reps 30-15-15-15; D 30 seg entre set; Frec 3 por sem x 6 sem.	Función (cuestionarios Funcional Index of Hand Osteoarthritis FIHOA, PSFS, DASH), dolor (NRS), evaluación global del paciente (NRS de 0-10), expectativas del tratamiento (3 opciones de respuestas cerradas).	Mayor número de respondedores en grupo BFR (79%, OR 6.96; 95% CI 1.66 a 29.3; p= 0.01) y grupo HIT (60%, OR 2.8; 95% CI 0.77 a 10; p= 0.2). Mejora clínicamente relevante de dolor, en grupos BFR (Δ -2.3) y HIT (Δ -1.8). Sin mejora clínicamente relevante en fuerza de prensión, ni diferencias estadísticamente significativas en función en grupo BFR.	Sin eventos adversos en grupo BFR
Osteoartritis de mano	Tamaño: 53cm diámetro; 13.5cm ancho		Modo: Continuo		Tempo: 2 seg contracción, 1 seg descanso			
Karanasios y cols., 2022.	Mad-Up Pro (Francia) Personalize d Tourniquet System® (PTS)	Brazo proximal	40-50% LOP	Flexo extensión de codo (concéntrico-excéntrico); flexo extensión, pronación y supinación de muñeca. Carga: 30% 1-RM, progresión según dolor en NPRS. ("push-ups", flexo extensión de muñeca)	Sets 4 (codo) y 3 (muñeca); Reps 30-15-15-15 (codo) y 10 (muñeca); D 30 seg entre set, 1 min entre ejercicio; Frec 2 por sem x 6 sem.	Dolor (NPRS de 11 puntos), dolor y disfunción en tendinopatía lateral de codo (PRTEE, versión griega), fuerza de puño libre de dolor (dinamómetro Jamar), calificación global de cambio (GROC con escala Likert de 6 puntos), MVIC de flexores y extensores de codo (dinamómetro digital portátil)	Mejora estadísticamente significativa en grupo LLRT-BFR, comparado con grupo control, en dolor a 12 sem (-1.54; 95% IC -2.89 a -0.18; p=0.026), fuerza de puño a 6 sem (0.20; 95% IC 0.06 a 0.34; p=0.005), y PRTEE a 6	Sin eventos adversos
Tendinopatía lateral de codo	Tamaño NR		Modo: Continuo					

				contra resistencia, puño, ejercicio de remo; masaje, consejo y educación, programa de ejercicio para el hogar, elongación)	Tempo: 2 seg CC, 2 seg CE	BioFET MusTec), grosor de tendón extensor común del codo (ultrasonido portátil Alpinion minisono, 3-12Hz).	y 12 sem (respectivamente -11.92; 95% IC -20.26 a -3.59; p=0.06 y -15.23; 95% IC -23.57 a -6.9; p<0.001). A 6 y 12 sem, grupo LLRT-BFR tuvo mayor razón de chances de recuperación completa o mejora significativa (OR= 6.0; OR= 4.09 respectivamente).	
McGinnis y cols., 2022:	Delfi Personalized Tourniquet System® (PTS)	Brazo proximal	40-50% LOP	Rotación externa resistida, retracción escapular con extensión de hombro, abducción en plano escapular. Carga: según RPE.	Sets 4; Reps 30-15-15-15; D 30 seg entre set, 1 min entre ejercicio; Frec 2-3 por sem x 12 sem.	Fuerza isométrica de hombro en RE, RI y abducción (dinamómetro manual Microfet 2, hoggan Health Industries Inc. Draper, UT, EEUU); dolor (NPRS), función autoreportada (SANE), función física (SPADI y QuickDASH), AROM de hombro en flexión y rotaciones (inclinómetro digital Baseline Digital Inclinometer 12-1057; Fabrication Enterprises INC, Nueva York, EEUU); ejecución (Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test CKCUEST, Upper Extremity Y-Balance Test UQYBT, y Unilateral Seated Shotput Test USPT).	Mejora estadísticamente significativa y clínicamente relevante en fuerza de RE (p< 0.001; Δ 0.049; 95% IC 0.021 a 0.077), de abducción (p < 0.001; Δ 0.079; 95% IC 0.050 a 0.108), y de RI (p< 0.001; Δ 0.060; IC 0.028 a 0.093); así también en función autoreportada (SANE) (p< 0.001; Δ 17.7; IC 9.4 a 25.9) y función física (SPADI) (p< 0.001; Δ -31.1; IC -44.2 a -18.0). Más del 70% de los participantes alcanzaron valores de referencia en rendimiento a los 6 meses.	Sin eventos adversos
Estabilización quirúrgica de hombro: tensión o reparación de lábrum glenoideo o ligamentos glenohumerales	Tamaño: 18" diámetro; 4,5" ancho			(terapia manual y programa de ejercicios domiciliarios).				

Miller y cols., 2022. Dolor subacromial	Delfi Personalized Tourniquet System® (PTS) Tamaño NR	Brazo, sobre bíceps	50% LOP Modo: Continuo	Elevación en plano escapular (scaption), abducción horizontal en prono, RE en decúbito lateral. Carga: 20% de MVIC. (ejercicios de ROM, terapia manual, elongaciones, movilidad funcional, fortalecimiento específico del deporte, programa de ejercicios para el hogar)	Sets 4; Reps 30-15-15-15; D 30 seg entre set, 2 min entre ejercicio; Frec 16 a 22 sesiones, en 8 a 11 sem.	Dolor y función de hombro (Pennsylvania Shoulder Score PENN); recuperación en función y recreación (PSFS); evaluación general de síntomas y recuperación (GROC); AROM flexión, "scaption", RE y RI (instrumento NR); fuerza isométrica máxima voluntaria (dinamómetro manual microFET 2, Hoggan Scientific LLC, Salt Lake City, UT); recuperación de movimientos funcionales complejos (TFAST); área de sección transversal SSP e ISP (ultrasonido Mindray Z6 con sonda 7L4P 5- to 10-MHz, Mindray North America, Mahwah, NJ).	Post intervención, ambas participantes mejoraron en función reportada, ROM de flexión de hombro y RE, así como en la fuerza isométrica, área de sección transversal de SSP e ISP, y en el rendimiento de la extremidad superior. Resultados en valores absolutos, la mayoría de los cambios excedió los valores de corte significativos establecidos.	Sin eventos adversos
Fan y cols., 2023. Fractura extremo distal del radio (tipo A-AO), manejo quirúrgico	B-strong (America) (Neumático manual) Tamaño: diámetro NR, ancho 5cm.	Brazo proximal	120 mmHg Modo: Continuo	Puño, pinzas, contracción isométrica de flexión y extensión de muñeca, contracción isotónica contra gravedad en flexo extensores de muñeca. Carga: 20% de MVIC. (antiinflamatorios, crioterapia; compresión; ultrasonido, electroterapia de baja frecuencia. AROM de hombro y codo, movilización pasiva de	Sets 4; Reps 30-15-15-15; D 30 seg entre set, 1 min entre ejercicio; Frec 5 por sem x 4 sem. Tempo: 5 seg de contracción	Dolor (EVA); circunferencia muñecas y antebrazos (NR); fuerza isométrica de puño (dinamómetro SAEHAN50111-7, Korea); y pinza (pinzómetro SAEHAN5011-7, Korea); fuerza isométrica flexo-extensores de muñeca (dinamómetro manual microFET2 America); ROM de muñeca (goniómetro manual); dímero-D (NR); función (modificación de Cooney para función de muñeca); consolidación ósea (radiografía, RUSS).	Dolor significativamente menor en grupo BFR (p<0.01; tamaño del efecto= 2.33; -2.44 a las sem 2 y 4), edema menor en ambos grupos, menor aún en grupo BFR (p<0.01; tamaño del efecto= -2.17 a la sem 4). Aumento significativo de fuerza isométrica extensión de muñeca (p<0.01; tamaño del efecto= 1.5; 3.02 a sem 2 y 4), flexión (p<0.01; tamaño del	Sin eventos adversos

				muñecas y antebrazos)			efecto= 1.33; 2.53 a las semanas 2 y 4) y función en el grupo BFR (p<0.01; tamaño del efecto= 2.8 a la sem 12).	
Kara y cols., 2023.	Manguito KAATSU Nano (KAATSU Global, Inc., Huntington Beach, California) (Neumático automático)	Brazo proximal	50% LOP Modo: Continuo	Fortalecimiento de MR, bíceps braquial y estabilizadores escapulares: "Full can", RE en decúbito lateral, "biceps curl", retracción escapular. Carga: 30% de 1-RM y escala OMNI-RES.	Sets 4; Reps 30-15-15-15; D 30 seg entre set, 2 min entre ejercicio; Frec 2 por sem x 8 sem. Tempo: 2 seg CC, 2 seg CE	Grosor muscular de MR, deltoides, trapecio medio, romboides y bíceps (sonda lineal de USD 5 a 12 MHz Logiq P5, GE Medical Systems, Wisconsin); fuerza rotaciones de hombro (test isocinético IsoMed 2000, D&R Ferstl GmbH, Alemania); dolor (EVA); función de hombro (SPADI); percepción de esfuerzo (OMNI-Resistance Exercise Scale con bandas elásticas OMNI-RES EB)	Grupo BFR tuvo mayor incremento en grosor muscular del bíceps (p= 0.002) y en fuerza RI a 60°/seg (p= 0.040). Mejora significativa en grosor muscular (SSP, ISP y retractores escapulares) y en fuerza de rotaciones en ambos grupos (todos p< 0.05); disminución dolor y aumento de función (SPADI) ambos grupos (todos p< 0.05); mayor Percepción de esfuerzo en grupo BFR (p< 0.001).	NR
Tendinopatía de manguito rotador	Tamaño: diámetro NR, ancho 5cm.							
Karanasios y cols., 2023.	Sistema de torniquete personalizado automático (PTS) (Mad-Up Pro, France)	Brazo proximal	40% LOP Modo: Continuo	CC y CE flexo extensión de codo; CC y CE de extensión de muñeca con mancuernas. Carga según dolor aceptable (NRPS). (flexión, pronosupinación de muñeca; flexión-extensión de codo, elongación, "push-up"	Sets 4; Reps 30-15-15-15; D 30 seg entre set; Frec 2 por sem x 6 sem. Tempo: 2 seg CC, 2 seg CE	Dolor (NPRS de 11 puntos), dolor y disfunción en tendinopatía lateral de codo (versión griega de PRTEE), fuerza de puño libre de dolor (dinamómetro Jamar), calificación global de cambio (GROC con escala de Likert de 6 puntos); umbral de dolor por presión (algómetro digital portátil de 1cm de diámetro Baoshishan ZP-1000 N 20/22806, China)	A las 12 semanas se encontró disminución intensidad del dolor (0/11 NPRS), aumento en fuerza de agarre sin dolor (1.03; tasa de contralateral), mejor función (PTREE 0 ptos.), y la recuperación autopercebida fue "completa". Se encontró una	Sin eventos adversos

				en pared, flexo- extensión de muñeca con barra de goma y mancuernas, puño con balón blando, remo con TheraBand®)			reducción del 21% en umbral de dolor por presión en el epicóndilo lateral.	
Poursaleh y cols., 2023.	Smart cuff BFR que incluye un doppler vascular portátil (EDAN vascular Doppler 8 MHz) (Neumático manual) Tamaño: diámetro 17'', ancho NR	Brazo proximal	30-50% LOP Modo: Continuo	Elevación en plano escapular (Scaption), ejercicio de remo, RE de pie a 0° de abducción (full can). Carga: 20-40% de 1RM calculado. (BFR fue aplicado también en extremidades inferiores para marcha hacia atrás, ejercicio aeróbico)	Sets 4; Reps 30-15-15-15; D 30 seg entre set; Frec 3 por sem x 4 sem.	Grosor muscular de SSP, trapecio superior (TS), SSP+TS (ultrasonido sonda lineal 5-12 MHz HS-2600 Honda Electronic Co, Japan); fuerza de SSP, serrato anterior, trapecio medio, trapecio inferior (dinamómetro fijo); umbral de dolor por presión de músculo deltoides y SSP (algómetro de presión); dolor (escala numérica de dolor).	Aumentó la fuerza de SSP (Δ 128.79%)y estabilizadores escapulares, excepto trapecio inferior (Δ -15.51%). Aumentó grosor de SSP (Δ 13.78%); y el umbral de dolor por presión en SSP y deltoides (Δ 71.65% y 86.79% respectivamente). Disminuyó el promedio de dolor reportado (Δ -41.89%).	Sin eventos adversos

Leyenda: restricción de flujo sanguíneo (BFR); no reportado (NR); magnitud del cambio (Δ); presión de oclusión de la extremidad o limb occlusion pressure (LOP); manguito rotador (MR); rango de movimiento (ROM); rango de movimiento activo (AROM); rango de movimiento pasivo (PROM); repeticiones (Reps); descanso (D); frecuencia (Frec); semanas (Sem); rotación externa (RE); rotación interna (RI); contracción concéntrica (CC); contracción excéntrica (CE); cadena cinética abierta (CCA); cadena cinética cerrada (CCC); escala numérica de dolor o Numeric Pain Rating Scale (NRS o NPRS); cuestionario Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH); Escala Visual Análoga (EVA); cuestionario Patient Rated Wrist Evaluation (PRWE); contracción isométrica máxima voluntaria (MVIC); puntaje Pennsylvania Shoulder Score (PENN); cuestionario American Shoulder and Elbow Surgeon (ASES); evaluación Single Alpha-Numeric Evaluation (SANE); escala Patient-Specific Functional Scale (PSFS); contracción máxima voluntaria (MVC); cuestionario Patient-Rated Tennis Elbow Evaluation (PRTEE); entrenamiento de alta intensidad o High Intensity Training (HIT); Global Rating Of Change (GROC); entrenamiento de resistencia con baja carga o Low Load Resistance Training (LLRT); razón de chances o odds ratio (OR); Shoulder Pain and Disability Index (SPADI); Timed functional Arm and Shoulder Test (TFAST); músculo supraespinoso (SSP); músculo infraespinoso (ISP); puntaje Radius Union Scoring System (RUSS).

DISCUSIÓN

Los principales hallazgos de esta revisión de alcance fueron los efectos favorables reportados al utilizar BFR en el entrenamiento con resistencia de extremidad superior, en diferentes condiciones de disfunción musculoesquelética; así como la ausencia de eventos adversos asociados a la intervención investigada. Estos beneficios acerca del uso de BFR en extremidad superior, habían sido reportados en revisiones sistemáticas previas, sin embargo, la evidencia disponible sólo abarcó poblaciones sanas.^{22,23}

El entrenamiento con BFR ha evolucionado desde sus primeros usos, con el reporte de Yoshiaki Sato en 1960, mediante un proceso de auto experimentación al usar la técnica de restricción de flujo para recuperarse de una fractura en su pierna;⁴⁶ hasta protocolos cada vez más estandarizados para diversas poblaciones, con un enfoque particular en extremidad inferior^{47,48} y en personas con sarcopenia.¹² Sin embargo, y pese al aumento de estudios en extremidad superior, persiste una amplia variedad en su forma de aplicación y evaluación. Factores como el tipo de manguito, presión de restricción utilizada, tipo de ejercicio y forma de aplicación del BFR, se suman a factores propios de los sujetos a investigar, como su condición de salud, sexo, edad, composición muscular, entre otros. Por lo tanto, numerosos investigadores se han visto obligados a desarrollar sus propios protocolos de intervención con el fin de alcanzar los objetivos de sus investigaciones.⁴⁹

El objetivo principal de esta revisión de alcance fue explorar la evidencia disponible acerca de cómo se está utilizando y evaluando el entrenamiento con BFR en

extremidad superior. Fue durante esta exploración, enmarcada en el proceso de iteración característico del tipo de estudio, que se optó por seleccionar y analizar descriptivamente aquellos trabajos con muestras de participantes con disfunción musculoesquelética en extremidad superior. Este enfoque busca aportar datos relevantes para una implementación informada en poblaciones con necesidades clínicas específicas.

Los estudios incluidos en la presente revisión fueron publicados en idioma inglés, entre los años 2018 y 2023. Resultaron provenir de diferentes países (Estados Unidos, Canadá, Nueva Zelanda, China, Irán, Grecia, Turquía), de manera que la muestra de participantes resultó ser diversa. Todos los trabajos incluidos fueron del tipo cuantitativo, incluyendo estudios controlados aleatorizados, reportes de casos y serie de casos prospectiva. La ausencia de estudios de tipo cualitativo se debe a los criterios de inclusión definidos previos a la búsqueda. No se hallaron estudios del tipo mixto.

El contexto de los trabajos de investigación fue mayoritariamente clínico (69%; n= 9), lo que concuerda con la población objetivo. Las condiciones estudiadas fueron variadas: fractura de extremo distal del radio, lesión de manguito rotador, sintomatología subacromial, inestabilidad de hombro, tendinopatía lateral de codo, reinserción de bíceps distal, y osteoartritis de la mano. Aunque no se puede afirmar que estos diagnósticos son representativos de la población general, sí existe cierta similitud con los hallazgos de trabajos previos, donde también se reportaron estas patologías entre las más frecuentes.^{50,51} Por otro lado, y a diferencia de investigaciones anteriores,²² la mayoría de la población estudiada resultó ser

femenina. Esto resulta ser un hallazgo interesante, ya que responde a la necesidad de incluir esta población en la investigación del uso de BFR, y no descartarla debido a su fisiología característica.⁵² En cuanto a la edad de los participantes de los trabajos incluidos, se anticipó y corroboró un amplio rango, dado que la evidencia respalda el uso del BFR en un espectro que abarca desde jóvenes y atletas,⁵³ hasta poblaciones de adultos mayores.⁵⁴⁻⁵⁶

La implementación de restricción de flujo sanguíneo descrita en los textos incluidos abarcó dos tipos: sistemas de torniquete personalizado y sistemas neumáticos (manuales y automáticos). La literatura señala que los dispositivos de BFR están básicamente divididos en dos grandes grupos: tradicional (basado en laboratorio) y prácticos (basado en el campo). Los dispositivos tradicionales (como el KAATSU-Master y -Mini, el sistema Delfi, entre otros) son controlados electrónicamente, utilizan manguitos estandarizados y tienen la capacidad de controlar en forma precisa la cantidad de presión aplicada a la extremidad (LOP) durante el ejercicio. En tanto que los dispositivos de BFR práctico, consisten en bandas elásticas o cinchas situadas alrededor de las extremidades, sin ningún tipo de conexión a un controlador de presión externo.⁴⁹ El uso de sistemas tradicionales, con medición de LOP, presenta los siguientes beneficios: evitar eventos adversos asociados a la aplicación de presiones excesivamente altas; limitar la variabilidad en la intensidad del BFR para pacientes, ya que la activación muscular y fatiga neuromuscular pueden variar en función de dicha intensidad; y permite comparar las medidas de resultado y los resultados obtenidos de estudios sobre BFR.⁵⁷⁻⁵⁹ En la presente

revisión se encontró que once de los trece estudios incluidos (84%) utilizaron medición de LOP en sus participantes.

El porcentaje de LOP utilizado por los autores de los trabajos incluidos que describieron esta medida, varió de 30-50%. Estos valores coinciden con las recomendaciones de estudios previos, los cuales evidenciaron que entrenar con baja carga, utilizando un 40% de la LOP o presiones más altas del 60-90% de la LOP, genera rendimientos similares. Por lo tanto, no es imprescindible alcanzar presiones de restricción máximas para obtener beneficios.^{60,61}

Doce de los trece estudios incluidos en esta revisión (92%) utilizaron BFR en modo continuo. Wilk y cols.⁶² nos señalan que existen tres modalidades diferentes de la aplicación con restricción de flujo sanguíneo: BFR continuo durante el set o varios sets de entrenamiento; BFR intermitente, utilizado únicamente durante el ejercicio y liberando la oclusión en los periodos de descanso; o incluso sólo ocluir en el periodo previo al ejercicio, de manera de inducir preacondicionamiento isquémico (IPC). Sin embargo, es importante recordar que la intervención con BFR no debe, en ningún momento, generar una oclusión sanguínea total.⁶³ Por el momento, no existe claridad de que un modo u otro, continuo o intermitente, sea más favorable;⁶⁴ de manera que es plausible suponer que la preferencia por utilizar el modo continuo en los estudios incluidos pueda obedecer sólo a fines prácticos de la aplicación.

Todos los artículos seleccionados que reportaron el lugar de aplicación del manguito de BFR (92%; n=11), lo aplicaron en el brazo. Lambert y cols.⁶⁵ mencionan que el torniquete debe aplicarse en la región más proximal de la extremidad superior, esto es justo distal a la axila. Uno de los motivos para esta recomendación, es prevenir

complicaciones debido a la compresión de nervios periféricos, por lo que debiera aplicarse en regiones anatómicas de mayor masa y ancho de la extremidad. Esto sumado a que los efectos se ven principalmente, aunque no de manera exclusiva, en los músculos distales a la oclusión del manguito.⁶⁶

Todos los estudios incluidos en esta revisión realizaron entrenamiento de resistencia. Este tipo de entrenamiento es uno de los métodos recomendados por el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM, por sus siglas en inglés), tanto para adultos sanos, como para aquellos con enfermedades crónicas o disfunciones.⁶⁷ El entrenamiento de resistencia debe ser supervisado por un profesional de la salud en poblaciones clínicas, y debiera individualizarse para todas las poblaciones.⁶⁸ En la guía de ACSM para prescripción del ejercicio, se describieron recomendaciones en cuanto al número de sets, descansos y frecuencia del entrenamiento con resistencia. Patterson y cols. siguieron estas directrices, y ofrecieron modelos de prescripción de ejercicio con BFR.⁶⁹ Las dosificaciones descritas por los autores de los trabajos incluidos en esta revisión, se enmarcan en estas recomendaciones y guías propuestas.

Las medidas de resultado evaluadas en los artículos incluidos en esta revisión son variadas. Destacan entre ellas la evaluación de dolor, fuerza, función física, rango de movimiento (ROM) y grosor muscular. Además, al revisar los instrumentos de medición utilizados por los autores, se observó aún mayor diversidad y heterogeneidad. Y si bien, los resultados reportados tienden a indicar que la terapia con BFR en extremidad superior con disfunción musculoesquelética es favorable,

ya que se describió disminución de dolor, aumento de fuerza y mejor función, entre otros; también se detectó disparidad en la forma de reportar dichos hallazgos.

Pese a lo anterior, ningún estudio reportó efectos adversos asociados a la intervención con BFR. Esto concuerda con múltiples trabajos que han estudiado la seguridad de esta técnica, tanto en personas sanas, como en participantes con disfunciones musculoesqueléticas.^{70,71} Que el entrenamiento con BFR sea seguro y bien tolerado, está supeditado a su correcto uso.⁷² Esto implica la selección de los participantes o pacientes, respetando sus factores de riesgo; el conocimiento de una adecuada aplicación del dispositivo; la dosificación del entrenamiento; y la atención a banderas amarillas y rojas, como señales de alerta.⁷³⁻⁷⁶

En relación al uso de BFR, la Asociación Americana de Terapia Física (APTA) establece que los terapeutas no requieren de una certificación especial, sin embargo, recomienda que los profesionales tengan las competencias necesarias y que sigan una práctica basada en evidencia.⁷⁷ Esto refuerza la necesidad de generar conocimiento, de la mejor manera posible.

LIMITACIONES

Esta revisión exploratoria no está exenta de limitaciones. Aunque se empleó una estrategia de búsqueda sistemática, es posible que estudios relevantes hayan quedado fuera del marco identificable, y que otras fuentes de información (tales como blogs, editoriales y documentos de conferencias, entre otros) puedan aportar datos relevantes. En segundo lugar, y debido a la extensión y tiempo que se necesitó para realizar el presente estudio, es posible que se hayan publicado

nuevas investigaciones durante el periodo de elaboración, por lo que se aconseja considerar las conclusiones con cautela.

PERSPECTIVAS

Es importante recalcar la necesidad de futuros ensayos clínicos que reporten detalladamente su metodología, destacando el dispositivo empleado, tamaño de manguito, sitio de aplicación, modo de restricción del BFR; así como su protocolo de intervención, tanto en la restricción del flujo sanguíneo, como en el entrenamiento utilizado. Obtener información estandarizada de la metodología y de los resultados reportados, nos ayudará a futuras comparaciones entre estudios, posibilitando evaluaciones de efectividad. Es relevante tomar en cuenta otras poblaciones con disfunciones musculoesqueléticas que no se hallaron en esta revisión, tales como lesiones de nervio periférico, amputaciones, luxofracturas de codo, entre otras. Así como aumentar los tamaños muestrales de los participantes en los estudios, y extender el tiempo de seguimiento post intervención, facilitando una mejor comprensión de los efectos del entrenamiento con BFR a largo plazo.

CONCLUSIONES

El entrenamiento con BFR en personas con disfunción musculoesquelética en extremidad superior, es un campo de investigación emergente. Aunque la evidencia disponible es diversa y heterogénea, los hallazgos reportados por los estudios revisados son prometedores en términos de su aplicabilidad y seguridad. Los estudios incluidos informaron resultados favorables en fuerza, dolor y/o ejecución,

entre otros; sin eventos adversos. Sin embargo, es fundamental ampliar el número de investigaciones que detallen sus parámetros de intervención, utilicen medidas de resultado e instrumentos de evaluación estandarizados, y adopten diseños metodológicos robustos que permitan una comparación más precisa y análisis exhaustivo de los resultados. Esto contribuirá a establecer un tratamiento efectivo y seguro para personas con disfunción musculoesquelética en la extremidad superior.

REFERENCIAS

1. Safiri S, Kolahi AA, Cross M, et al. Prevalence, Deaths, and Disability-Adjusted Life Years Due to Musculoskeletal Disorders for 195 Countries and Territories 1990–2017. *Arthritis and Rheumatology*. 2021;73(4):702-714. doi:10.1002/art.41571
2. Szulc P. Impact of Bone Fracture on Muscle Strength and Physical Performance—Narrative Review. *Curr Osteoporos Rep*. 2020;18(6):633-645. doi:10.1007/s11914-020-00623-1
3. Lars Larsson X, Degens H, Li M, et al. Sarcopenia: aging-related loss of muscle mass and function. *Physiol Rev*. 2019; 99:427-511. doi:10.1152/physrev.00061
4. Baracos VE, Mazurak VC, Bhullar AS. Cancer cachexia is defined by an ongoing loss of skeletal muscle mass. *Ann Palliat Med*. 2019;8(1):3-12. doi:10.21037/APM.2018.12.01
5. Pin F, Couch ME, Bonetto A. Preservation of muscle mass as a strategy to reduce the toxic effects of cancer chemotherapy on body composition. *Curr Opin Support Palliat Care*. 2018;12(4):420-426. doi:10.1097/SPC.0000000000000382
6. Wang TH, Wu CP, Wang LY. Impact of peripheral muscle strength on prognosis after extubation and functional outcomes in critically ill patients: a feasibility study. *Sci Rep*. 2021;11(1). doi:10.1038/s41598-021-95647-7
7. Krzysztofik M, Wilk M, Wojdała G, Gołaś A. Maximizing muscle hypertrophy: A systematic review of advanced resistance training techniques and methods. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(24). doi:10.3390/ijerph16244897
8. Nicholas A, Ratamess, Brent A, Alvar, Tammy K, Evetoch, et al. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(3):687-708. doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670
9. Bowman EN, Elshaar R, Milligan H, et al. Upper-extremity blood flow restriction: the proximal, distal, and contralateral effects—a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg*. 2020;29(6):1267-1274. doi:10.1016/j.jse.2020.02.003
10. Dankel SJ, Jessee MB, Abe T, Loenneke JP. The Effects of Blood Flow Restriction on Upper-Body Musculature Located Distal and Proximal to Applied Pressure. *Sports Medicine*. 2016;46(1):23-33. doi:10.1007/s40279-015-0407-7

11. Lorenz DS, Bailey L, Wilk KE, et al. Blood Flow Restriction Training. *J Athl Train.* 2021;56(9):937-944. doi:10.4085/418-20
12. 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):1003-1011. doi:10.1136/bjsports-2016-097071
13. Pearson SJ, Hussain SR. A Review on the Mechanisms of Blood-Flow Restriction Resistance Training-Induced Muscle Hypertrophy. *Sports Medicine.* 2015;45(2):187-200. doi:10.1007/s40279-014-0264-9
14. Gear KM, Kim K, Lee S. Effects of Training with Blood Flow Restriction on Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Exerc Sci.* 2022;15(3):1563-1577. doi:10.70252/tlfi8466
15. Watson R, Sullivan B, Stone A, et al. Blood Flow Restriction Therapy: An Evidence-Based Approach to Postoperative Rehabilitation. *JBJS Rev.* 2022;10(10). doi:10.2106/JBJS.RVW.22.00062
16. Li S, Shaharudin S, Abdul Kadir MR. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscle Strength and Pain in Patients With Knee Injuries: A Meta-Analysis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2021;100(4):337-344. doi:10.1097/PHM.0000000000001567
17. 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. *American Journal of Sports Medicine.* 2022;50(10):2824-2833. doi:10.1177/03635465211027296
18. Van Cant J, Dawe-Coz A, Aoun E, Esculier JF. Quadriceps strengthening with blood flow restriction for the rehabilitation of patients with knee conditions: A systematic review with meta-analysis. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2020;33(4):529-544. doi:10.3233/BMR-191684
19. Lambert BS, Hedt C, Ankensen JP, et al. Rotator cuff training with upper extremity blood flow restriction produces favorable adaptations in division IA collegiate pitchers: a randomized trial. *J Shoulder Elbow Surg.* 2023;32(6):e279-e292. doi:10.1016/j.jse.2023.02.116
20. Yasuda T, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. Effects of Blood Flow Restricted Low-Intensity Concentric or Eccentric Training on Muscle Size and Strength. *PLoS One.* 2012;7(12). doi:10.1371/journal.pone.0052843

21. He K, Sun Y, Xiao S, Zhang X, Du Z, Zhang Y. Effects of High-Load Bench Press Training with Different Blood Flow Restriction Pressurization Strategies on the Degree of Muscle Activation in the Upper Limbs of Bodybuilders. *Sensors*. 2024;24(2). doi:10.3390/s24020605
22. Pavlou K, Korakakis V, Whiteley R, Karagiannis C, Ploutarchou G, Savva C. The effects of upper body blood flow restriction training on muscles located proximal to the applied occlusive pressure: A systematic review with meta-analysis. *PLoS One*. 2023;18(3 March). doi:10.1371/journal.pone.0283309
23. Yazgan E. A., Atli E., Ozdinciler A. R. The Effectiveness of Blood Flow Restriction Training on Upper Extremity Muscle Strength: A Systematic Review. *Physikalische Medizin Rehabilitationsmedizin Kurortmedizin*. 2024;34(2):E3. doi:10.1055/a-2289-4202
24. Colquhoun HL, Levac D, O'Brien KK, et al. Scoping reviews: Time for clarity in definition, methods, and reporting. *J Clin Epidemiol*. 2014;67(12):1291-1294. doi:10.1016/j.jclinepi.2014.03.013
25. Peters MDJ, Godfrey CM, Khalil H, McInerney P, Parker D, Soares CB. Guidance for conducting systematic scoping reviews. *Int J Evid Based Healthc*. 2015;13(3):141-146. doi:10.1097/XEB.0000000000000050
26. Peters MDJ, Godfrey C, McInerney P, et al. Best practice guidance and reporting items for the development of scoping review protocols. *JBI Evid Synth*. 2022;20(4):953-968. doi:10.11124/JBIES-21-00242
27. Adhikari SP, Tretriluxana J, Dev R, Eglitis E, Shrestha N, Kerfeld C. FITT-CORRECT: Updated dynamic and evidence-based principle of exercise prescription. *Journal of Novel Physiotherapy and Rehabilitation*. 2021;5(1):005-009. doi:10.29328/journal.jnpr.1001039
28. Peters MDJ, Marnie C, Tricco AC, et al. Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBI Evid Synth*. 2020;18(10):2119-2126. doi:10.11124/JBIES-20-00167
29. McHugh ML. Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochem Med (Zagreb)*. 2012;22(3):276-282. doi:10.11613/bm.2012.031
30. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, et al. PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Ann Intern Med*. 2018;169(7):467-473. doi:10.7326/M18-0850

31. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009;6(7). doi:10.1371/journal.pmed.1000097
32. Sgromolo NM, Cancio JM, Rhee PC. Safety and Efficacy of Blood Flow Restriction Therapy after Operative Management of Distal Radius Fractures: A Randomized Controlled Study. *J Wrist Surg.* 2020;09(04):345-352. doi:10.1055/s-0040-1712504
33. Cancio JM, Sgromolo NM, Rhee PC. Blood Flow Restriction Therapy after Closed Treatment of Distal Radius Fractures. *J Wrist Surg.* 2019;08(04):288-294. doi:10.1055/s-0039-1685455
34. Magni N, McNair P, Rice D. Six weeks of resistance training (plus advice) vs advice only in hand osteoarthritis: A single-blind, randomized, controlled feasibility trial. *Musculoskelet Sci Pract.* 2022;57. doi:10.1016/j.msksp.2021.102491
35. Karanasios S, Korakakis V, Moutzouri M, Xergia SA, Tsepis E, Gioftos G. Low-Load Resistance Training With Blood Flow Restriction Is Effective for Managing Lateral Elbow Tendinopathy: A Randomized, Sham-Controlled Trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy.* 2022;52(12):1-23. doi:10.2519/jospt.2022.11211
36. Fan Y, Bai D, Cheng C, Tian G. The effectiveness and safety of blood flow restriction training for the post-operation treatment of distal radius fracture. *Ann Med.* 2023;55(2). doi:10.1080/07853890.2023.2240329
37. Kara D, Ozcakar L, Demirci S, Huri G, Duzgun I. Blood Flow Restriction Training in Patients with Rotator Cuff Tendinopathy: A Randomized, Assessor-Blinded, Controlled Trial. *Clinical Journal of Sport Medicine.* 2023; 00:1-7. doi:10.1097/JSM.0000000000001191
38. Nielsen N. *The Utilization of Blood Flow Restriction in the Rehabilitation of a Professional Baseball Pitcher Status Post Subscapularis Strain: A Case Report.*; 2018. Accessed December 13, 2024. <https://iro.uiowa.edu/esploro/outputs/doctoral/The-Utilization-of-Blood-Flow-Restriction/9984109999802771>
39. Wentzell M. Post-operative rehabilitation of a distal biceps brachii tendon reattachment in a weightlifter: a case report. *J Can Chiropr Assoc.* 2018;62(3):193-201. Accessed December 13, 2024. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6319429/>

40. Karanasios S, Lignos I, Gioftos G. Wrist Extensor Training with Blood Flow Restriction for the Management of Lateral Elbow Tendinopathy: A Case Report. *Cureus*. 2023;15(2). doi:10.7759/cureus.35468
41. Poursaleh Begi Z, Bashardoust Tajali S, Mir SM, Talebian S, Shadmehr A, Ashnagar Z. Effects of Blood Flow Restriction on Pain and Muscle Thickness Following Tendinopathy: A Case Study. *Journal of Modern Rehabilitation*. 2023;17(2):199-211. doi:10.18502/jmr.v17i2.12418
42. Ceballos A, Zeppieri G, Bialosky J. Resident Case Series: Blood Flow Restriction as an Adjunct to Strengthening Exercises in Two Patients with Subacromial Impingement and High Irritability. *Int J Sports Phys Ther*. 2022;17(5):931-940. doi:10.26603/001c.36526
43. Miller M, Zeppieri G, Farmer KW, Pozzi F. Blood Flow Restriction Training for Subacromial Pain: Two Case Reports. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy Cases*. 2022;2(2):55-61.
44. McGinniss JH, Mason JS, Morris JB, Pitt W, Miller EM, Crowell MS. The Effect of Blood Flow Restriction Therapy on Shoulder Function Following Shoulder Stabilization Surgery: A Case Series. *Int J Sports Phys Ther*. 2022;17(6):1144-1155. doi:10.26603/001c.37865
45. Sgromolo NM, Cancio JM, Rhee PC. Safety and Efficacy of Blood Flow Restriction Therapy after Operative Management of Distal Radius Fractures: A Randomized Controlled Study. *J Wrist Surg*. 2020;09(04):345-352. doi:10.1055/s-0040-1712504
46. Sato Y. The history and future of KAATSU Training. *Int J KAATSU Training Res*. 2005;1:1-5. doi:10.3806/ijktr.1.1
47. Van Cant J, Dawe-Coz A, Aoun E, Esculier JF. Quadriceps strengthening with blood flow restriction for the rehabilitation of patients with knee conditions: A systematic review with meta-analysis. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2020;33(4):529-544. doi:10.3233/BMR-191684
48. Li S, Shaharudin S, Kadir MRA. Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscle Strength and Pain in Patients with Knee Injuries: A Meta-Analysis. *Am J Phys Med Rehabil*. 2021;100(4):337-344. doi:10.1097/PHM.0000000000001567
49. Freitas EDS, Karabulut M, Bemben MG. The Evolution of Blood Flow Restricted Exercise. *Front Physiol*. 2021;12. doi:10.3389/fphys.2021.747759

50. Walker-Bone K, Palmer KT, Reading I, Coggon D, Cooper C. Prevalence and impact of musculoskeletal disorders of the upper limb in the general population. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2004;51(4):642-651. doi:10.1002/art.20535
51. Moon DK, Park YJ, Song SY, et al. Common upper extremity disorders and function affect upper extremity-related quality of life: A community-based sample from rural areas. *Yonsei Med J*. 2018;59(5):669-676. doi:10.3349/ymj.2018.59.5.669
52. Counts BR, Rossow LM, Mattocks KT, et al. Let's talk about sex: where are the young females in blood flow restriction research? *Clin Physiol Funct Imaging*. 2018;38(1):1-3. doi:10.1111/cpf.12394
53. Flocco P, Galeoto G. Effect of blood flow restriction training on physiological outcomes in healthy athletes: A systematic review and meta-analysis. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2021;11(1):101-117. doi:10.32098/mltj.01.2021.12
54. 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. *Sports Medicine*. 2019;49(1):95-108. doi:10.1007/s40279-018-0994-1
55. Baker BS, Stannard MS, Duren DL, Cook JL, Stannard JP. Does Blood Flow Restriction Therapy in Patients Older Than Age 50 Result in Muscle Hypertrophy, Increased Strength, or Greater Physical Function? A Systematic Review. *Clin Orthop Relat Res*. 2020;478(3):593-606. doi:10.1097/CORR.0000000000001090
56. Fabero-Garrido R, Gragera-Vela M, del Corral T, Izquierdo-García J, Plaza-Manzano G, López-de-Uralde-Villanueva I. Effects of Low-Load Blood Flow Restriction Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy Compared with Traditional Resistance Training in Healthy Adults Older Than 60 Years: Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2022;11(24). doi:10.3390/jcm11247389
57. McEwen JA, Owens JG, Jeyasurya J. Why is it Crucial to Use Personalized Occlusion Pressures in Blood Flow Restriction (BFR) Rehabilitation? *J Med Biol Eng*. 2019;39(2):173-177. doi:10.1007/s40846-018-0397-7
58. Mattocks KT, Jessee MB, Grant Mouser J, et al. The Application of Blood Flow Restriction: Lessons from the Laboratory. *Curr Sports Med Rep*. 2018;17(4):129-134. doi:10.1249/JSR.0000000000000473

59. Bielitzki R, Behrendt T, Behrens M, Schega L. Current Techniques Used for Practical Blood Flow Restriction Training: A Systematic Review. *J Strength Cond Res.* 2021;35(10):2936-2951. doi:10.1519/JSC.0000000000004104
60. Counts BR, Dankel SJ, Barnett BE, et al. Influence of relative blood flow restriction pressure on muscle activation and muscle adaptation. *Muscle Nerve.* 2016;53(3):438-445. doi:10.1002/mus.24756
61. Loenneke JP, Kim D, Fahs CA, et al. The influence of exercise load with and without different levels of blood flow restriction on acute changes in muscle thickness and lactate. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2017;37(6):734-740. doi:10.1111/cpf.12367
62. Wilk M, Gepfert M, Krzysztofik M, Stastny P, Zajac A, Bogdanis GC. Acute Effects of Continuous and Intermittent Blood Flow Restriction on Movement Velocity During Bench Press Exercise Against Different Loads. *Front Physiol.* 2020;11. doi:10.3389/fphys.2020.569915
63. Scott BR, Girard O, Rolnick N, McKee JR, Goods PSR. An Updated Panorama of Blood-Flow-Restriction Methods. *Int J Sports Physiol Perform.* 2023;18(12):1461-1465. doi:10.1123/ijsp.2023-0135
64. Rodrigues Neto G, Santos HH, Pereira Neto EA, et al. Are there differences in the activation of the agonist and antagonist muscles during resistance training sessions with continuous or intermittent blood flow restriction? *Revista Brasileira de Ciência e Movimento.* 2019;27(3):139-149. doi:10.31501/rbcm.v27i3.9877
65. Lambert BS, Hedt C, Moreno M, Harris JD, McCulloch P. Blood flow restriction therapy for stimulating skeletal muscle growth: Practical considerations for maximizing recovery in clinical rehabilitation settings. In: *Techniques in Orthopaedics.* Vol 33. Lippincott Williams and Wilkins; 2018:89-97. doi:10.1097/BTO.0000000000000275
66. Dankel SJ, Jessee MB, Abe T, Loenneke JP. The Effects of Blood Flow Restriction on Upper-Body Musculature Located Distal and Proximal to Applied Pressure. *Sports Medicine.* 2016;46(1):23-33. doi:10.1007/s40279-015-0407-7
67. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(7):1334-1359. doi:10.1249/MSS.0b013e318213fefb

68. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(4):674-688. doi:10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61
69. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, et al. Blood flow restriction exercise position stand: Considerations of methodology, application, and safety. *Front Physiol.* 2019;10(MAY). doi:10.3389/fphys.2019.00533
70. Minniti MC, Statkevich AP, Kelly RL, et al. The Safety of Blood Flow Restriction Training as a Therapeutic Intervention for Patients with Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review. *American Journal of Sports Medicine.* 2020;48(7):1773-1785. doi:10.1177/0363546519882652
71. Anderson KD, Rask DMG, Bates TJ, Nuelle JAV. Overall Safety and Risks Associated with Blood Flow Restriction Therapy: A Literature Review. *Mil Med.* 2022;187(9-10):1059-1064. doi:10.1093/milmed/usac055
72. Wernbom M, Schoenfeld BJ, Paulsen G, et al. Commentary: Can Blood Flow Restricted Exercise Cause Muscle Damage? Commentary on Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety. *Front Physiol.* 2020;11. doi:10.3389/fphys.2020.00243
73. Brandner CR, May AK, Clarkson MJ, Warmington SA. *Reported Side-Effects and Safety Considerations for the Use of Blood Flow Restriction During Exercise in Practice and Research.*; 2018. www.techortho.com
74. Brandner CR, Warmington SA. Delayed Onset Muscle Soreness and perceived exertion after blood flow restriction exercise. *J Strength Cond Res.* 2017;31(11):3101-3108. doi:10.1519/JSC.0000000000001779
75. Bond CW, Hackney KJ, Brown SL, Noonan BC. Blood flow restriction resistance exercise as a rehabilitation modality following orthopaedic surgery: A review of venous thromboembolism risk. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy.* 2019;49(1):17-27. doi:10.2519/jospt.2019.8375
76. Nascimento D da C, Rolnick N, Neto IV de S, Severin R, Beal FLR. A Useful Blood Flow Restriction Training Risk Stratification for Exercise and Rehabilitation. *Front Physiol.* 2022;13. doi:10.3389/fphys.2022.808622
77. Blood-flow restriction training. (n.d.). APTA. Retrieved December 10, 2024, from <https://www.apta.org/patient-care/interventions/blood-flow-restriction>.

ANEXOS Y TABLAS

ANEXO 1 – Marco Población, Concepto, Contexto (PCC)

Marco PCC	
Población (P)	<ul style="list-style-type: none"> • Persona, adulto > 18 años. • Extremidad superior (mano, muñeca, antebrazo, codo, brazo, hombro; ulna, radio, húmero, clavícula, escápula). • Sanas, lesión musculoesquelética, disfunción musculoesquelética, lesión deportiva (fractura, esguince, inestabilidad, desgarro, trauma, cirugía, sobreuso, fatiga), sarcopenia.
	<p>Inglés:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Human, adults, age > 18 years. • Upper extremity (hand, wrist, forearm, elbow, arm, shoulder; ulnar, radius, humerus, clavicle, scapula). • Healthy, musculoskeletal injury, musculoskeletal disfunction, musculoskeletal disease, sport injury (fracture, strain, instability, trauma, surgery, overuse, fatigue), sarcopenia.
Concepto (C)	<ul style="list-style-type: none"> • Restricción de flujo sanguíneo, entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo, Kaatsu, entrenamiento con Kaatsu, manguito de oclusión, oclusión vascular, entrenamiento de oclusión. • Parámetros de intervención (dosis, frecuencia, carga). • Parámetros del manguito (marca/sistema, diámetro, ancho, presión de oclusión). • Medidas de resultado (fuerza, fuerza de puño, resistencia, hipertrofia muscular, volumen muscular, grosor muscular, tamaño, dolor, rango de movimiento, función, área de sección transversal, fatiga, discapacidad). • Instrumentos de evaluación (EVA, Escala Numérica/Verbal de Dolor, dinamometría, test funcionales, DASH, quick DASH, PRWE, MEPS (Mayo Elbow Performance Score), OES (Oxford Elbow Score), Constant score, ultrasonido, medición de perímetro, isocinética, circunferencia del segmento, electromiografía, Electromiografía (EMG), radiografía, Resonancia Nuclear Magnética (RNM), Tomografía Axial Computada (TAC)). • Riesgos (precauciones, complicaciones, eventos adversos, efecto deletéreo, seguridad, efectos negativos, efectos no esperados).
	<p>Inglés:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Blood flow restriction, Blood flow restriction training, BFR, BFR training, Kaatsu, Kaatsu training, occlusion cuff, occlusion training, vascular occlusion, occlusion resistance training. • Intervention parameters (doses, frequency, load). • Cuff parameters (label/system, diameter, width, occlusion cuff pressure). • Outcomes measurements (muscular strength, fist strength, resistance, endurance, hypertrophy, muscular volume, muscular thickness, size, pain, range of movement, function, cross-sectional area, fatigue, disability). • Evaluation instruments, assessments (VAS, Numerical Rating Scale, Verbal Rating Scale, functional questionnaire, functional test, DASH, quick-DASH, PRWE, MEPS (Mayo Elbow Performance Score), OES (Oxford Elbow Score), Constant score, dynamometry, ultrasound, perimeter, isokinetic, segment circumference, electromyography, radiographic, magnetic resonance imaging, computed tomography scan). • risks (precautions, complications, adverse events, deleterious effects, safety considerations, side effects, negative effects, non-expected effects).
Contexto (C)	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenamiento, rehabilitación, fisioterapia, terapia física, ejercicio, kinesiología, laboratorio, biomecánica.
	<p>Inglés:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Training, rehabilitation, physiotherapy, physical therapy, exercise, kinesiology, laboratory, biomechanics.

ANEXO 2 - Tabla: Identificación de sinónimos de los componentes de la pregunta y términos específicos disponibles.

	SINÓNIMOS EN INGLÉS		SINÓNIMOS EN ESPAÑOL	
	Palabras clave (término libre y título/abstract)	Términos específicos	Palabras clave	Términos específicos
P= extremidad superior	"upper extremity" "extremities, upper" "upper extremities" "membrum superius" "upper limb" "limb, upper" "limbs, upper" "upper limbs" "extremity, upper" "hand" "wrist" "forearm" "elbow" "arm" "shoulder" "radius" "ulna" "humerus" "clavicle" "scapula"	PubMed= "upper extremity"[Mesh] "bones of upper extremity"[Mesh]	"extremidad superior" "extremidades superiores" "superior, extremidad" "miembro superior" "superior, miembro" "miembros superiores" "mano" "muñeca" "antebrazo" "codo" "brazo" "hombro" "radio" "ulna" "húmero" "clavícula" "escápula"	"Extremidad superior"[DeCS]
C= Restricción Flujo Sanguíneo	"Blood Flow Restriction" "BFR Therapy" "BFR Therapies" "Therapy, BFR" "Blood flow restriction training" "blood flow restriction exercise" "Kaatsu" "Kaatsu training" "occlusion training" "vascular occlusion training" "occlusion resistance training"	PubMed= "Blood Flow Restriction Therapy"[Mesh]	"restricción de flujo sanguíneo" "terapia con BFR" "terapias con BFR" "entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo" "ejercicio con restricción de flujo sanguíneo" "Kaatsu" "entrenamiento con Kaatsu" "entrenamiento oclusivo" "entrenamiento con oclusión vascular" "entrenamiento de resistencia con oclusión vascular"	"Terapia de Restricción del Flujo Sanguíneo"[DeCS]
C= entrenamiento	"rehabilitation" "resistance training" "physiotherapy" "physical therapy" "training" "exercise" "kinesiology" "biomechanical"	PubMed= "Rehabilitation"[Mesh] "Exercise therapy"[Mesh] "Kinesiology, applied"[Mesh] "Biomechanical phenomena"[Mesh]	"rehabilitación" "entrenamiento de resistencia" "fisioterapia" "terapia física" "entrenamiento" "ejercicio" "kinesiólogía" "kinesioterapia" "biomecánica"	"Especialidad de fisioterapia"[DeCS]

LILACS (27 marzo 2024; 13:26 hrs.)	OR (bfr) OR (kaatsu)) AND (db:("LILACS")) Límites: sin límites Filtro de lenguaje: no	
BVS (Biblioteca Virtual en Salud) (27 marzo 2024; 13:41 hrs.)	((terapia de restricción del flujo sanguíneo) OR (blood flow restriction therapy) OR (bfr) OR (kaatsu) OR (oclusión vascular))) AND (((extremidad superior) OR ((upper extremity)) OR ((huesos de la extremidad superior)) OR ((bones of upper extremity))) AND (((ejercicio físico) OR (exercise) OR (modalidades de fisioterapia) OR (physical therapy modalities) OR (quinesiología aplicada) OR (kinesiology, applied) OR (deportes) OR (sports))) Límites: sin límites Filtro de lenguaje: no	105
EBSCOhost (CINAHL Plus with full text, MEDLINE y Rehabilitation & Sport Medicine source) (27 de marzo 2023; 18:59 hrs.)	((upper extremity or shoulder or upper limb or hand or arm) OR "membrum superius" OR wrist OR forearm OR elbow OR radius OR ulnar OR humerus OR clavicle OR scapula OR shoulder) AND ((blood flow restriction training or occlusion training or vascular occlusion or bfrt) OR (blood flow restriction therapy or blood flow restriction or occlusion training or restriction of blood flow or partial occlusion) OR (blood flow restriction or bfr or blood flow restriction training) OR blood flow occlusion OR blood flow resistance training OR kaatsu OR kaatsu training) AND ((rehabilitation or therapy or treatment or intervention or physiotherapy or physical therapy or exercise or physical activity) OR kinesiology OR (biomechanics or kinematics or kinetics) OR biomechanical analysis OR biomechanical OR (resistance training or strength training or weight training or resistance exercise))) Limits: no limits Language filters: no language filter	2113
CINAHL Plus with Full Text (via EBSCOhost Research Databases) (27 de Marzo, 2024 20:37hrs.)	((MH "Upper Extremity") OR (upper extremity or shoulder or upper limb or hand or arm) OR "membrum superius" OR wrist OR forearm OR elbow OR radius OR ulnar OR humerus OR clavicle OR scapula OR shoulder) AND ((MH "Blood Flow Restriction Training") OR(blood flow restriction training or occlusion training or vascular occlusion or bfrt) OR (blood flow restriction therapy or blood flow restriction or occlusion training or restriction of blood flow or partial occlusion) OR (blood flow restriction or bfr or blood flow restriction training) OR blood flow occlusion OR blood flow resistance training OR kaatsu OR kaatsu training) AND ((MH "Rehabilitation") OR(rehabilitation or therapy or treatment or intervention or physiotherapy or physical therapy or exercise or physical activity) OR kinesiology OR (biomechanics or kinematics or kinetics) OR biomechanical analysis OR biomechanical OR (resistance training or strength training or weight training or resistance exercise))) Limits: no limits Language filters: no language filter	332
Cochrane Central (28 Marzo 2024; 08:22hrs)	bfr OR blood flow restriction OR blood flow restriction therapy OR blood flow restriction exercise OR bfr therapy OR vascular occlusion training OR Kaatsu OR Kaatsu training in Title Abstract Keyword AND upper extremity OR upper extremities OR upper limb OR upper limbs OR hand OR wrist OR forearm OR elbow OR arm OR shoulder OR radius OR ulna OR humerus OR clavicle OR scapula in Title Abstract Keyword AND rehabilitation OR resistance training OR physiotherapy OR physical therapy OR training OR exercise OR kinesiology OR biomechanics in Title Abstract Keyword Limits: no limits Language filters: no language filter	441
Google Académico (05 Abril 2024; 14:36hrs)	"blood flow restriction" OR"kaatsu" OR"BFR" OR"BFR therapy" +"upper extremity" +"exercise" OR"therapy" OR"training" Limits: no limits Language filters: no language filter	120 (correspondiente al 10% del total de resultados: 1240)
Web of Science (28 Marzo 2024; 08:11hrs)	("blood flow restriction" OR"BFR" OR"kaatsu" OR"kaatsu training" OR"BFR therapy" OR"blood flow restriction exercise" OR"blood flow restriction therapy" OR"blood flow restriction training" OR "vascular occlusion training") AND("upper extremity" OR"upper limb" OR"hand" OR"wrist" OR"elbow" OR"arm" OR"shoulder" OR"radius" OR"ulna" OR"humerus" OR"clavicle" OR"scapula") AND("rehabilitation" OR"physical therapy" OR"exercise" OR"sport" OR"physiotherapy" OR"resistance training" OR"kinesiology" OR"biomechanical") Limits: no limits Language filters: no language filter	315

Science Direct (04 marzo 2024; 20:51 hrs.)	(("blood flow restriction" OR"BFR" OR"kaatsu" OR"BFR therapy" OR"blood flow restriction training") AND ("upper extremity" OR"wrist" OR"elbow" OR"shoulder")) Limits: no limits Language filters: no language filter	510
Scielo (28 marzo 2024; 12:23hrs)	("blood flow restriction" OR "BFR" OR "kaatsu" OR "kaatsu training" OR "BFR therapy" OR "blood flow restriction exercise" OR "blood flow restriction therapy" OR "blood flow restriction training" OR "vascular occlusion training" OR "restricción de flujo sanguíneo" OR "terapia con restricción de flujo sanguíneo") Limits: no limits Language filters: no language filter	50

ANEXO 4 - Criterios de Elegibilidad

Características	Inclusión	Exclusión
Participantes	Humanos, mayores de 18 años, sanos o con disfunción musculoesquelética y/o sarcopenia, atletas/deportistas.	Animales, humanos menores de 18 años, disfunciones de origen no musculoesquelético, muestras cadavéricas.
Intervención	Uso de BFR en extremidad superior, con o sin resistencia en su entrenamiento (uso de mancuernas, pesos libres, bandas elásticas, handgrip, cicloergómetro, entre otros).	Intervenciones combinadas (uso de fisioterapia, electroestimulación, entre otros); intervención en que no reporten en extremidad superior.
Medidas de resultado	Estudios en donde las medidas de resultado reportadas sean fuerza, resistencia, hipertrofia muscular, función, rango de movimiento y/o dolor, entre otros resultados musculoesqueléticos.	Resultados no medibles, o reportados sin una escala o instrumento de evaluación.
Diseño de estudio	Estudios cuantitativos, incluyendo experimentales (ensayos clínicos aleatorizado o controlado), observacionales (con o sin grupo control), cuasi-experimentales, transversales, caso-control, de cohorte, series de casos y reporte de casos; así como de literatura gris.	Artículos de revisión, comentarios descriptivos, pre-clínicos, reportes preliminares, encuestas, editoriales.
Lenguaje de publicación	Todo idioma es incluido.	

ANEXO 5 – Tabla: Razones, etiquetas y codificación para software Rayyan®

Razón	Etiqueta	Excluir	Incluir
Background article	Wrong background	Sin entrenamiento y evaluación de BFR en extremidad (es) superior (es)	Entrenamiento y evaluación de BFR en extremidad (es) superior (es)
Foreign language		Todos los idiomas (Traductores acordados: Google traductor y DeepL Translate)	
Wrong drug	Wrong drug	Compresiones de flujo sanguíneo no especificada y/o sin medición o referencia de presión de oclusión. Adición de fármacos, hormonas, entre otras intervenciones NO musculoesqueléticas.	Herramienta BFR/Kaatsu (marca, modelo, diámetro, ancho, presión de oclusión), cinchas, bandas elásticas y otros sistemas de compresión no neumática donde Sí reporten presión de oclusión o porcentaje de oclusión. BFR asociado a otra intervención musculoesquelética, como fisioterapia, electroterapia, mecanoterapia y/o ejercicios.
Wrong outcome	Outcome: (vascular, endocrino, metabólico, oftalmológico, entre otros de origen NO musculoesquelético)	Opinión Medidas de resultado fuera del ámbito musculoesquelético (hormonales, endoteliales, oculares, vasculares, cardiovasculares, entre otros que NO incluyan outcomes musculoesqueléticos) Medidas de resultado NO evaluadas en extremidad superior (ipsi o contralateral) Medidas de resultado de tipo perceptual (dolor, disconfort, fatiga, entre otros) NO asociado a otra medida de resultado musculoesquelética	Medida de resultado Dolor Fuerza/Resistencia Hipertrofia muscular Volumen muscular Grosor muscular Tamaño Área de sección transversal Actividad muscular Anatomía Rango de movimiento Función Fatiga - Percepción de esfuerzo (RPE) - Disconfort Discapacidad Otros (reproducción de ángulo de movimiento, edema, etc.)
			Instrumento de medición EVA, escala numérica/verbal de dolor, algómetro de presión Dinamometría, isocinética, cápsulas de carga Medición de perímetros, circunferencia del segmento, ultrasonido, biopsia, Imagen de resonancia electromiografía Radiografía, resonancia nuclear magnética, tomografía axial computada Goniometría, isocinética Test funcionales y medidas de resultado autoreportados tales como: DASH, quickDASH, PRWE, MEPS, OES, Constant Score, entre otros. Borg, otros reportes Cuestionarios y medidas de resultado autoreportados

Wrong population	Population: (BFR en extremidades inferiores, cardiaca, neurológica central, vascular, cardiovascular (ACV), accidente cerebro vascular, entre otras)	<ul style="list-style-type: none"> • No humano • Menor de 18 años • Sin intervención en extremidades superiores • Condición diferente a sanos/patología musculoesquelética/deportistas (por ej., cáncer, síndromes metabólicos, hormonales, enfermedad neurológica central como accidente cerebro vascular, otros que serán identificados) 	<ul style="list-style-type: none"> • Humanos • Mayor de 18 años • Intervención y medición en extremidades (con o sin otro segmento evaluado) • Sano/patología/condición (incluyendo lesión de nervio periférico, desde plexo a distal), plejias, artritis reumatoide, artrosis. Deportistas con lesión musculoesquelética reportada.
Wrong publication type	Cuantitativo, cualitativo o mixto	Cualitativos	Cuantitativos, mixtos
Wrong study design	Describir diseño de estudio	Carta editorial, artículos de revisión (revisiones narrativas, sistemáticas, paragua, overview, entre otros), comentarios descriptivos, pre-clínicos, reportes preliminares; protocolo de estudio, sin datos primarios; capítulos de libros. *(los artículos tipo revisiones sistemáticas fueron tratados buscando los artículos primarios incluidos en la revisión)	Estudios cuantitativos, incluyendo experimentales, cuasi-experimentales, de cohorte, series de casos y reporte de casos; literatura gris (incluyendo tesis y posters que reporten metodología y resultados).
Wrong study duration	Se incluye todo tipo de duración del estudio		

ANEXO 6 – Tabla con registros excluidos y motivos de exclusión

N	Autor	Título	DOI/PMID	Motivo exclusión	Etiqueta Rayyan®
1	Bartolomei	A Comparison between High and Low Cuff Pressures on Muscle Oxygen Saturation and Recovery Responses Following Blood-Flow Restriction Resistance Exercise	10.3390/s22239138	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
2	Krolikowska	A Randomized, Double-Blind Placebo Control Study on the Effect of a Blood Flow Restriction by an Inflatable Cuff Worn around the Arm on the Wrist Joint Position Sense in Healthy Recreational Athletes	10.3390/jcm12020602	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
3	Evangelista	Acute and subacute effects of resistance training with and without blood flow restriction on muscle thickness and cytokines	10.6063/motricidade.14910	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
4	Hill	Acute changes in muscle thickness, edema, and blood flow are not different between low-load blood flow restriction and non-blood flow restriction	10.1111/cpf.12720	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
5	Ruaro	Acute Effects of Strength Training with Blood Flow Restriction on Different Cuffs on Mood Profile in Active Adults	1250962551	Sin outcome MSK	Wrong outcome
6	Moreno	Acute muscular and cardiovascular responses to high load training with pre-exercise blood flow restriction.	10.1111/cpf.12799	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
7	Cockfield	Acute Physiological Responses to Arm-cranking with Blood Flow Restriction	10.37099/mtu.dc.etr/988	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
8	Frechette	Acute physiological responses to steady-state arm cycling ergometry with and without blood flow restriction	10.1007/s00421-022-05118-8	Sin outcome MSK	Wrong outcome
9	Buckner	Acute skeletal muscle responses to very low-load resistance exercise with and without the application of blood flow restriction in the upper body	10.1111/cpf.12557	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
10	Bell	An investigation into setting the blood flow restriction pressure based on perception of tightness	10.1088/1361-6579/aae140	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
11	Ertören	Appraising of Upper Body Blood Flow Restriction Training on Maximal Strength and Arm Circumference	1258105052	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
12	Dankel	Are higher blood flow restriction pressures more beneficial when lower loads are used?	10.1556/2060.104.2017.32	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
13	Rodrigues Neto	Are there differences in the activation of the agonist and antagonist muscles during resistance training sessions with continuous or intermittent blood flow restriction?	1250899536	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
14	Loenneke	Are there perceptual differences to varying levels of blood flow restriction?	10.1016/j.physbeh.2016.02.022	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population

15	Marocolo M	Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning in Resistance Exercise Fade Over Time	10.1055/s-0042-109066	IPC	Wrong drug
16	Farup	Blood flow restricted and traditional resistance training performed to fatigue produce equal muscle hypertrophy	10.1111/sms.12396	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
17	Kaminski	Blood Flow Restriction and Various Intensity Exercise in the Upper Extremity	1258104949	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
18	Curty	Blood flow restriction attenuates eccentric exercise-induced muscle damage without perceptual and cardiovascular overload	10.1111/cpf.12439	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
19	Curty	Blood Flow Restriction Attenuates Muscle Damage in Resistance Exercise Performed Until Concentric Muscle Failure.	1250992861	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
20	Wong	Blood flow restriction augments the cross-education effect of isometric handgrip training	10.1007/s00421-023-05386-y	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
21	Buckner	Blood flow restriction does not augment low force contractions taken to or near task failure.	10.1080/17461391.2019.1664640	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
22	Olmos	Blood flow restriction increases necessary muscle excitation of the elbow flexors during a single high-load contraction.	10.1007/s00421-023-05405-y	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
23	Brumitt-Klemmer	Blood Flow Restriction Training for the Rotator Cuff: A Randomized Controlled Trial	10.1123/ijssp.2019-0815	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
24	Lambert	Blood Flow Restriction Training for the Shoulder: A Case for Proximal Benefit.	10.1177/03635465211017524	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
25	Ampomah	Blood Flow-restricted Exercise Does Not Induce a Cross-Transfer of Effect: A Randomized Controlled Trial	10.1249/MS.S.0000000000001984	BFR no en extremidades superiores	Wrong population
26	Dankel	Can blood flow restriction augment muscle activation during high-load training?	10.1111/cpf.12414	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
27	Zhu	Cardiovascular and Muscular Response to NO LOAD Exercise with Blood Flow Restriction.	1250992937	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
28	Duarte de Oliveira	Cardiovascular and Perceptual Responses to Resistance Training with Practical Blood Flow Restriction Induced by a Non-Elastic Band vs. Pneumatic Cuff: A Crossover Randomized Study.	10.1177/00315125231162732	Sin outcome MSK	Wrong outcome
29	Yasuda	Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size	10.1007/s00421-011-1873-8	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population

30	Javorský	Comparing low volume of blood flow restricted to high-intensity resistance training of the finger flexors to maintain climbing-specific strength and endurance: a crossover study.	10.3389/fspor.2023.1256136	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
31	Parra	Comparing Various Physiological System Adaptations Following 8 Weeks of Resistance Training with or Without BFR in Older Males	1251307535	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
32	Sakamaki	Comparison of low-intensity blood flow-restricted training-induced muscular hypertrophy in eumenorrhic women in the follicular phase and luteal phase and age-matched men	10.1111/j.1475-097X.2011.01075.x	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
33	Seenuan	Comparisons between Low-Intensity Resistance Training with Blood Flow Restriction and High-Intensity Resistance Training on Back Muscles	1250962512	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
34	Madarame	Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction	10.1249/mss.0b013e31815c6d7e	BFR no en extremidades superiores	Wrong population
35	Spitz	Cuff width does not affect discomfort ratings immediately following isometric handgrip exercise	10.1556/2060.2023.00153	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
36	Brandner	Delayed Onset Muscle Soreness and Perceived Exertion After Blood Flow Restriction Exercise	10.1519/JSC.000000000001779	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
37	DaSilva Gianoni	DIFFERENT COOLING STRATEGIES BETWEEN SETS FOR 30 SECONDS DOES NOT HAVE BENEFICIAL EFFECT ON RESISTANCE EXERCISE WITH BLOOD FLOW RESTRICTION	10.4025/jphyseduc.v31i1.3101	BFR no en extremidades superiores	Wrong population
38	Ida	Distinct adaptations of muscle endurance but not strength or hypertrophy to low-load resistance training with and without blood flow restriction.	10.1113/EP091310	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
39	Dankel	Does blood flow restriction applied post high-load exercise augment skeletal muscle growth following eight weeks of training?	1251307620	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
40	Wilk	Does Post-Activation Performance Enhancement Occur During the Bench Press Exercise under Blood Flow Restriction?	10.3390/ijerph17113752	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
41	Hill	Early phase adaptations in muscle strength and hypertrophy as a result of low-intensity blood flow restriction resistance training	10.1007/s00421-018-3918-8	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
42	Hill	Eccentric and concentric blood flow restriction resistance training on indices of delayed onset muscle soreness in untrained women	10.1007/s00421-019-04220-8	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
43	Hill	Eccentric, but not concentric blood flow restriction resistance training increases muscle strength in the untrained limb	10.1016/j.pts.p.2020.01.013	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
44	Letieri	Effect of 16-Week Blood Flow Restriction Exercise on Functional Fitness in Sarcopenic Women: A Randomized Controlled Trial	1251486474	BFR no en extremidades superiores	Wrong population

45	Ahmadi	Effect of an inverted seated position with upper arm blood flow restriction on measures of elbow flexors neuromuscular performance.	10.1371/journal.pone.0245311	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
46	Linero	Effect of blood flow restriction during low-intensity resistance training on bone markers and physical functions in postmenopausal women	10.1016/j.jesf.2020.09.001	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
47	Werasirirat	Effect of blood flow restriction training with strengthening exercises in individuals with rounded shoulder posture: A randomized controlled trial	10.7752/jpes.2023.05155	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
48	Fekri-Kourabbas lou	Effect of different recovery modes during resistance training with blood flow restriction on hormonal levels and performance in young men: a randomized controlled trial	10.1186/s13102-022-00442-0	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
49	Tanaka	Effect of low-intensity exercise with blood flow restriction during rest intervals on muscle function and perception	10.1111/cpf.12775	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
50	Yasuda	Effect of low-load resistance exercise with and without blood flow restriction to volitional fatigue on muscle swelling	10.1007/s00421-014-3073-9	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
51	Gujral	Effect of moderate intensity resistance training with blood flow restriction on muscle strength and girth in young adults - a randomized control trial	10.1515/jcim-2021-0271	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
52	Barbieri	Effect of resistance training with vascular occlusion in the upper limbs	10.23736/S0393-3660.19.04093-2	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
53	Gill	Effect of strength training with blood flow restriction on muscle power and submaximal strength in eumenorrhic women	10.1111/cpf.12291	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
54	Arenas-Sánchez	Effect of training with vascular occlusion on muscle power in the bench press exercise in trained adults	10.6018/spor tk.598341	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
55	Kubiak	EFFECTS OF AN ACUTE BOUT OF BLOOD FLOW RESTRICTION EXERCISE VS HIGH INTENSITY RESISTANCE EXERCISE ON MUSCLE PERFORMANCE AND PERCEIVED SORENESS	1258105032	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
56	Kim	Effects of blood flow restricted exercise training on muscular strength and blood flow in older adults	10.1016/j.exger.2017.09.016	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
57	Yasuda	Effects of Blood Flow Restricted Low-Intensity Concentric or Eccentric Training on Muscle Size and Strength	10.1371/journal.pone.0052843	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
58	Zanardini Fernandes	EFFECTS OF BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING ON HANDGRIP STRENGTH AND MUSCULAR VOLUME OF YOUNG WOMEN	10.26603/ijsp.20200901	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
59	Su	Effects of blood flow restriction training on muscle fitness and cardiovascular risk of obese college students	10.3389/fphys.2023.1252052	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population

60	Adams	Effects of Blood Flow Restriction Training on Scapular and Arm Strength in Division I Collegiate Baseball Players	1258104987	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
61	Yasuda	Effects of detraining after blood flow-restricted low-intensity concentric or eccentric training on muscle size and strength	10.1007/s12576-014-0345-4	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
62	Yasuda	Effects of detraining after blood flow-restricted low-load elastic band training on muscle size and arterial stiffness in older women	10.1186/s40064-015-1132-2	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
63	He	Effects of High-Load Bench Press Training with Different Blood Flow Restriction Pressurization Strategies on the Degree of Muscle Activation in the Upper Limbs of Bodybuilders	10.3390/s24020605	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
64	Lin	Effects of local vibration with blood flow restriction on muscle activation	10.3233/IES-171174	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
65	Thiebaud	Effects of low-intensity concentric and eccentric exercise combined with blood flow restriction on indices of exercise-induced muscle damage.	10.1556/IMA S.5.2013.2.1	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
66	Yasuda	Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation	10.1111/j.1600-0838.2012.01489.x	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
67	Yasuda	Effects of Low-Load, Elastic Band Resistance Training Combined With Blood Flow Restriction on Muscle Size and Arterial Stiffness in Older Adults	10.1093/gerona/glu084	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
68	de Lemos Muller	Effects of low-load resistance training with blood flow restriction on the perceived exertion, muscular resistance and endurance in healthy young adults	10.1007/s11332-019-00536-2	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
69	Signorile	Effects of partial occlusion of circulation on frequency and amplitude of surface electromyography.	10.1016/1050-6411(91)90006-Q	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
70	Florianovicz	Effects of Photobiomodulation Therapy and Restriction of Wrist Extensor Blood Flow on Grip: randomized Clinical Trial	10.1089/photob.2019.4800	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
71	Surkar	Effects of remote limb ischemic conditioning on muscle strength in healthy young adults: A randomized controlled trial	10.1371/journal.pone.0227263	IPC	Wrong drug
72	Takarada	Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans.	10.1152/jappl.2000.88.6.2097	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
73	Yasuda	Effects of short-term detraining following blood flow restricted low-intensity training on muscle size and strength.	10.1111/cpf.12165	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
74	Ruaro	Effects of strength training with and without blood flow restriction on quality of life in elderly women	10.7752/jpes.2019.01078	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population

75	Rodrigues Neto	Effects of strength training with continuous or intermittent blood flow restriction on the hypertrophy, muscular strength and endurance of men	10.4025/acta scihealthsci.v41i1.42273	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
76	Rozalez Ramis	Effects of Traditional and Vascular Restricted Strength Training Program With Equalized Volume on Isometric and Dynamic Strength, Muscle Thickness, Electromyographic Activity, and Endothelial Function Adaptations in Young Adults	10.1519/JSC.00000000000002717	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
77	Gorgey	Electrical stimulation and blood flow restriction increase wrist extensor cross-sectional area and flow mediated dilatation following spinal cord injury	10.1007/s00421-016-3385-z	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
78	Bimbela-Villalobos	Entrenamiento de resistencia muscular en jóvenes universitarios ¿método de oclusión vascular o tradicional?	10.29035/rca.f.19.2.8	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
79	Lopes	Exercise with blood flow restriction improves muscle strength and mass while preserving the vascular and microvascular function and structure of older adults	10.3233/CH-221395	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
80	Karanasios	Exercised-Induced Hypoalgesia following An Elbow Flexion Low-Load Resistance Exercise with Blood Flow Restriction: A Sham-Controlled Randomized Trial in Healthy Adults	10.3390/healthcare10122557	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
81	Krogh	Feasibility and safety of 4 weeks of blood flow-restricted exercise in an individual with tetraplegia and known autonomic dysreflexia: a case report	10.1038/s41394-020-00335-9	Sin outcome MSK	Wrong outcome
82	Bigdeli	Functional training with blood occlusion influences muscle quality indices in older adults	10.1016/j.archger.2020.104110	Sin outcome MSK	Wrong outcome
83	Song	Hypoalgesia following isometric handgrip exercise with and without blood flow restriction is not mediated by discomfort nor changes in systolic blood pressure	10.1080/02640414.2021.2003569	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
84	de Castro	Impact of Complete Intermittent Blood Flow Restriction in Upper Limbs Strength and Neural Function.	10.1080/02701367.2023.2294092	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
85	Hammer	Influence of blood flow occlusion on muscular recruitment and fatigue during maximal-effort small muscle-mass exercise.	10.1113/JP279925	Oclusión flujo sanguíneo	Wrong drug
86	Broxterman	Influence of blood flow occlusion on the development of peripheral and central fatigue during small muscle mass handgrip exercise.	10.1113/JP270424	Oclusión flujo sanguíneo	Wrong drug
87	Yasuda	Influence of continuous or intermittent blood flow restriction on muscle activation during low-intensity multiple sets of resistance exercise	10.1556/APhysiol.100.2013.4.6	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
88	Counts	Influence of relative blood flow restriction pressure on muscle activation and muscle adaptation	10.1002/mus.24756	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
89	Yasuda	Is blood flow-restricted training effective for rehabilitation of a pianist with residual neurological symptoms in the upper limbs? A case study.	10.1589/jpts.33.612	Sin entrenamiento	Wrong background
90	Aniceto	Is rating of perceived exertion a valid method to monitor intensity during blood flow restriction exercise?	1250994215	Oclusión flujo sanguíneo	Wrong drug

91	Bellini	Ischaemic preconditioning improves upper-body endurance performance without altering VO2 kinetics?	10.1080/17461391.2022.2103741	IPC	Wrong drug
92	Allois	Ischemic Conditioning to Reduce Fatigue in Isometric Skeletal Muscle Contraction.	10.3390/biology12030460	IPC	Wrong drug
93	Mota	Ischemic preconditioning has no effect on maximal arm cycling exercise in women	10.1007/s00421-019-04281-9	IPC	Wrong drug
94	da Silva Telles	Ischemic Preconditioning Improves Handgrip Strength and Functional Capacity in Active Elderly Women	10.3390/ijerph19116628	IPC	Wrong drug
95	DaSilva Novaes	Ischemic Preconditioning Improves Resistance Training Session Performance	10.1519/JSC.0000000000003532	IPC	Wrong drug
96	Rodrigues	Ischemic Preconditioning Improves the Bench-Press Maximal Strength in Resistance-Trained Men	1250962504	IPC	Wrong drug
97	Telles LG	Ischemic Preconditioning with High and Low Pressure Enhances Maximum Strength and Modulates Heart Rate Variability	10.3390/ijerph19137655	IPC	Wrong drug
98	Willis	Leg- vs arm-cycling repeated sprints with blood flow restriction and systemic hypoxia.	10.1007/s00421-019-04171-0	Sin outcome MSK	Wrong outcome
99	Hill	Low-load blood flow restriction elicits greater concentric strength than non-blood flow restriction resistance training but similar isometric strength and muscle size	10.1007/s00421-019-04287-3	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
100	Kim	Low-load resistance training with low relative pressure produces muscular changes similar to high-load resistance training	10.1002/mus.25626	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
101	Weatherholt	Modified Kaatsu training: adaptations and subject perceptions	10.1249/MS.S.0b013e31827ddb1f	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
102	Yasuda	Muscle activation during low-intensity muscle contractions with restricted blood flow.	10.1080/02640410802626567	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
103	Thiebaud	Muscle damage after low-intensity eccentric contractions with blood flow restriction	10.1556/APHysiol.101.2014.2.3	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
104	Mendonca	Muscle fatigue in response to low-load blood flow-restricted elbow-flexion exercise: are there any sex differences?	10.1007/s00421-018-3940-x	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
105	Huntula	Muscle mass and muscle strength following 6 weeks of blood flow restriction combine with low-intensity strength training in overweight adolescents	10.17309/tmf.v.2023.5.17	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
106	Moore	Neuromuscular adaptations in human muscle following low intensity resistance training with vascular occlusion.	10.1007/s00421-004-1072-y	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
107	Peyrard	Neuromuscular evaluation of arm-cycling repeated sprints under hypoxia and/or blood flow restriction	10.1007/s00421-019-04143-4	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population

108	Copithorne	Neuromuscular function and blood flow occlusion with dynamic arm flexor contractions	10.1249/MS S.00000000 00002091	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
109	de Mendonca	Neuromuscular Impact of Acute Hypertrophic Resistance Loading with and Without Blood-Flow Restriction	10.2478/hukin-2022-0028	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
110	Dancy	No Differences in Exercise Performance, Perceptual Response, or Safety Were Observed Among 3 Blood Flow Restriction Devices	10.1016/j.asmr.2023.100822	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
111	Pucsok	Occlusion and KAATSU training effects on strength–endurance development in combat sport athletes: a pilot study	10.7752/jpes.2023.08249	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
112	Roehl	Optimal Blood Flow Restriction Occlusion Pressure for Shoulder Muscle Recruitment with Upper Extremity Exercise	10.1177/03635465231166959	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
113	Hollander	Partial occlusion during resistance exercise alters effort sense and pain	10.1519/JSC.0b013e3181c7badf	Sin outcome MSK	Wrong outcome
114	Hill	Patterns of responses and time-course of changes in muscle size and strength during low-load blood flow restriction resistance training in women	10.1007/s00421-021-04627-2	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
115	Mattocks	Perceptual changes to progressive resistance training with and without blood flow restriction	10.1080/02640414.2019.1599315	Sin outcome MSK	Wrong outcome
116	Cockfield	Physiological and perceptual responses to acute arm cranking with blood flow restriction	10.1007/s00421-023-05384-0	Sin outcome MSK	Wrong outcome
117	DaSilva	Physiological responses of three strength training methods in trained individuals	10.1590/1980-0037.2022v24e87735	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
118	Dankel	Post-exercise blood flow restriction attenuates muscle hypertrophy	10.1007/s00421-016-3447-2	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
119	Lowery	Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme	10.1111/cpf.12099	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
120	Cerqueira	Rate of force development to evaluate the neuromuscular fatigue and recovery after an intermittent isometric handgrip task with different blood flow restriction conditions	10.1590/s1980-657420190010009	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
121	Yasuda	Relationship between limb and trunk muscle hypertrophy following high-intensity resistance training and blood flow-restricted low-intensity resistance training.	10.1111/j.1475-097X.2011.01022.x	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
122	Brumitt	Rotator cuff strength is not augmented by blood flow restriction training.	10.1016/j.ptsr.2021.10.013	BFR no en extremidades superiores	Wrong population
123	Lambert	Rotator cuff training with upper extremity blood flow restriction produces favorable adaptations in division IA collegiate pitchers: a randomized trial	10.1016/j.jse.2023.02.116	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population

124	Vieira	Session rating of perceived exertion following resistance exercise with blood flow restriction	10.1111/cpf.12128	Sin outcome MSK	Wrong outcome
125	Wilk	Short-Term Blood Flow Restriction Increases Power Output and Bar Velocity During the Bench Press	10.1519/JSC.0000000000003649	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
126	Hammert	Skeletal Muscle Adaptations to High-Load Resistance Training with Pre-Exercise Blood Flow Restriction.	10.1519/JSC.0000000000004553	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
127	Keller	The acute and early phase effects of blood flow restriction training on ratings of perceived exertion, performance fatigability, and muscular strength in women.	10.3233/IES-204198	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
128	Wilk	The Acute Effects of External Compression with Blood Flow Restriction on Maximal Strength and Strength-Endurance Performance of the Upper Limbs	10.3389/fphys.2020.00567	Oclusión flujo sanguíneo	Wrong drug
129	Jessee	The acute muscular response to blood flow-restricted exercise with very low relative pressure	10.1111/cpf.12416	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
130	Dankel	The acute muscular response to two distinct blood flow restriction protocols	10.1556/2060.104.2017.1.1	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
131	Jessee	The Cardiovascular and Perceptual Response to Very Low Load Blood Flow Restricted Exercise.	10.1055/s-0043-109555	Sin outcome MSK	Wrong outcome
132	Fallon	The combined effectiveness of therapeutic ultrasound, electrical stimulations, and blood flow restriction to treat symptoms of muscle damage.	10.1080/15438627.2024.2324262	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
133	Copithorne	The effect of blood flow occlusion during acute low-intensity isometric elbow flexion exercise.	10.1007/s00421-019-04088-8	Oclusión flujo sanguíneo	Wrong drug
134	Wong	The Effect of Blood Flow Restriction Therapy on Recovery After Experimentally Induced Muscle Weakness and Pain	10.1519/JSC.00000000000003692	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
135	Moris	The Effect of Blood Flow Restriction Training on Ulnar Nerve Neural Tension in an Adult Female	1258104975	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
136	Laurentino	The Effect of Cuff Width on Muscle Adaptations after Blood Flow Restriction Training	10.1249/MS S.0000000000000833	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
137	Nucci	The Effect of Increasing Blood Flow Restriction Pressure When the Contractions Are Already Occlusive	10.1123/jsr.2020-0402	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
138	Broxterman	The effect of resting blood flow occlusion on exercise tolerance and W'.	10.1152/ajpr egu.00283.2015	Oclusión flujo sanguíneo	Wrong drug
139	Pişkin	The effect of the combined application of blood flow restriction-theraband training to lower and upper extremities on to athletic performance	1258104965	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population

140	Luebbers	The effects of a 7-week practical blood flow restriction program on well-trained collegiate athletes	10.1519/JSC.00000000000000385	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
141	Atkins Grajeda	The Effects of Blood Flow Restriction on Contralateral Upper Extremity Strength	1251307503	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
142	Mazour	The Effects of Blood Flow Restriction on Electromyography Activity of Proximal and Distal Upper Extremity Musculature	1258104968	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
143	Proppe	The effects of blood flow restriction resistance training on indices of delayed onset muscle soreness and peak power.	10.3233/IES-210158	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
144	Thiebaud	The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women.	10.1111/cpf.12033	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
145	Barrett	The Effects of Moderate Intensity Strength Training Coupled with Blood Flow Restriction: A 12 Week Intervention	1251307479	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
146	Mattocks	The effects of upper body exercise across different levels of blood flow restriction on arterial occlusion pressure and perceptual responses	10.1016/j.physbeh.2017.01.015	Sin outcome MSK	Wrong outcome
147	Kinandana	The Efficacy of Blood Flow Restriction Training for Grip Strength and Disability in Lateral Epicondylitis	10.15562/bmj.v12i1.3973	Oclusión flujo sanguíneo	Wrong drug
148	Dhokia	The feasibility, safety, and efficacy of upper limb garment-integrated blood flow restriction training in healthy adults	10.1186/s40814-022-00995-4	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
149	Jessee	The Influence of Cuff Width, Sex, and Race on Arterial Occlusion: Implications for Blood Flow Restriction Research	10.1007/s40279-016-0473-5	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
150	Hunt	The influence of participant characteristics on the relationship between cuff pressure and level of blood flow restriction	10.1007/s00421-016-3399-6	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
151	Hamaguchi	The Use of Blood Flow Restriction for Muscle Improvements in Spinal Cord Injury	1258104984	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
152	Bowman	Upper-extremity blood flow restriction: the proximal, distal, and contralateral effects—a randomized controlled trial	10.1016/j.jse.2020.02.003	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
153	Gizzi	Variations in Muscle Activity and Exerted Torque During Temporary Blood Flow Restriction in Healthy Individuals	10.3389/fbioe.2021.557761	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
154	Brown	The impact of blood flow restricted electrical stimulations on recovery from muscle damage	10.1111/cpf.12797	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
155	Early	Effect of blood flow restriction training on muscular performance, pain and vascular function.	10.26603/ijsp.20200892	Sujetos sin disfunción	Wrong population

				MSK reportada	
156	Green	Investigating Strength Effects at the Shoulder Using Blood Flow Restriction.	10.23880/AP hOT- 16000175	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
157	Maior	Influence of blood flow restriction during low-intensity resistance exercise on the postexercise hypotensive response.	10.1519/JSC .0000000000 000930	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
158	Hunt	Brachial artery modifications to blood flow-restricted handgrip training and detraining.	10.1152/japp lphysiol.0090 5.2011	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population
159	Sugiarto	Comparison of the increase of both muscle strength and hypertrophy of biceps brachii muscle in strengthening exercise with low-intensity resistance training with and without the application of blood flow restriction and high-intensity resistance training.	10.15562/bm j.v6i2.496	Sujetos sin disfunción MSK reportada	Wrong population

Leyenda: musculoesquelético (MSK); Ischemic Preconditioning (IPC).