



Universidad
Zaragoza

Facultad de Ciencias de la Salud y el Deporte
Grado de Ciencias de la Actividad Física y el
Deporte

**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO CON RESTRICCIÓN DEL FLUJO
SANGUÍNEO EN DEPORTES INTERMITENTES DE EQUIPO:
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Christian Dieste Barraión

Tutor del trabajo:

Carlos Galé Ansoldi

Co-tutor:

Luis García González

1.	INTRODUCCIÓN AL TRABAJO	3
2.	REVISIÓN SISTEMÁTICA	4
2.1	ABSTRACT	4
2.2	LISTADO DE ABREVIATURAS	5
2.3	INTRODUCCIÓN.....	6
2.3	OBJETIVOS.....	8
2.3.1	OBJETIVOS GENERALES.....	8
2.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
2.4	MARCO CONCEPTUAL.....	9
2.4.1	RESTRICCIÓN FLUJO SANGUÍNEO: DEFINICIÓN ORIGEN Y FISIOLÓGÍA.....	9
2.4.2	DEPORTES INTERMITENTES DE EQUIPO: CARACTERÍSTICAS Y DEMANDAS FÍSICAS Y FISIOLÓGICAS	10
2.4.3	APLICACIÓN BFR EN DEPORTES DE EQUIPO	11
2.4.4	LIMITACIONES Y CONSIDERACIONES DE BFR	11
2.4.5	IMPLICACIONES EN LA PRÁCTICA DEPORTIVA	12
2.5	MATERIAL Y MÉTODOS	13
2.5.1	ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	13
2.5.2	CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN	14
2.6	RESULTADOS	15
2.6.1	CARACTERÍSTICAS DE LOS ARTÍCULOS.....	16
2.6.2	CARACTERÍSTICAS DE LAS POBLACIONES	17
2.6.3	DURACIÓN Y FRECUENCIA DEL ENTRENAMIENTO UTILIZADO	19
2.6.4	CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPORTES.....	20
2.6.5	BRAZALETE DE PRESIÓN: ZONAS DE APLICACIÓN Y PRESIÓN ADECUADA.....	20
2.6.6	RESUMEN DE ARTÍCULOS SELECCIONADOS	21
2.7	DISCUSIÓN	35
2.7.1	ENTRENAMIENTO BFR CON CARGAS BAJAS VS CARGAS BAJAS SIN BFR	35
2.7.2	ENTRENAMIENTO BFR CARGAS ALTAS VS CARGAS ALTAS SIN BFR	37
2.7.3	ENTRENAMIENTO BFR CARGAS BAJAS VS CARGAS ALTAS SIN BFR.....	38
2.7.4	ENTRENAMIENTO BFR APLICADO EN CALENTAMIENTO	39
2.7.5	BFR APLICADO EN EJERCICIOS ESPECÍFICOS DE DEPORTES DE EQUIPO	41
2.7.6	BFR UTILIZADO COMO TÉCNICA DE RECUPERACIÓN	42
2.7.7	ESTUDIO DE BFR EN DURACIÓN PRESIÓN MANGUITO Y PRESIÓN ADECUADA.....	43
2.7.8	BFR APLICADO EN REPETICIÓN DE SPRINT.	44
2.8	CONCLUSIONES.....	47
3.	BIBLIOGRAFÍA	50

1.INTRODUCCIÓN AL TRABAJO

El siguiente trabajo trata de poner en práctica todos los conocimientos aprendidos durante el grado, así como investigar sobre un tema el cual pueda ser útil en el futuro. Actualmente, trabajo como futbolista semi profesional en la SD Tarazona, club militante en la Primera Federación Española. He practicado este deporte desde los seis años y mi propuesta de futuro después del fútbol es orientado al ámbito de la preparación física, ya sea en este deporte o en otros.

La restricción del flujo sanguíneo (BFR), tema del cual trata este proyecto, es una técnica que he visualizado varias veces tanto en fútbol como en otro tipo de deportes. Suele ser utilizado fundamentalmente en la recuperación de lesiones debido a que se realizan trabajos de fuerza con cargas más bajas y así producir mejoras en los sistemas afectados.

Mi interés en este proyecto fue investigar en la literatura científica para poder ver si este protocolo de la restricción del flujo sanguíneo podría ser utilizado, aparte de la recuperación de lesiones, en una mejora del rendimiento deportivo, como podría ser una ganancia en la potencia del salto, mejora en la velocidad de sprint, mejora en la agilidad, etc.

Para ello, me focalicé en deportes similares al fútbol, como puede ser el rugby, baloncesto, hockey, balonmano, etc. En definitiva, deportes intermitentes de equipo en el que se producen constantes esfuerzos a alta intensidad combinados con descansos activos.

A continuación, presento una revisión sistemática de los efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en deportes intermitentes de equipo, con vistas a un futuro como preparador físico de alguno de estos deportes.

2.REVISIÓN SISTEMÁTICA

2.1 ABSTRACT

Objetivos: El objetivo de este estudio es realizar una búsqueda de la bibliografía científica actualizada referida a los efectos de entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en deportes de equipo intermitente.

Diseño: Revisión sistemática

Métodos: Se efectúa un diseño de investigación no experimental bajo la realización de una búsqueda sistemática en distintas bases de datos del área de Ciencias de la Salud como, Web of Science y Pubmed, a las cuales se le aplicaron los criterios de inclusión y exclusión obteniéndose 40 artículos para el análisis.

Resultados: Los estudios revisados sugieren que el BFR, cuando se utiliza con cargas bajas, es efectivo para mejorar la fuerza y la hipertrofia en jugadores jóvenes de deportes intermitentes de equipo, sin necesidad de utilizar cargas elevadas que podrían aumentar el riesgo de lesiones. Además, el BFR mostró ser una herramienta útil tanto en el calentamiento como en la recuperación post-ejercicio. Sin embargo, la aplicabilidad del BFR en grandes equipos deportivos presenta desafíos logísticos y de implementación.

Conclusiones: BFR es una estrategia prometedora para mejorar el rendimiento y la recuperación en deportes intermitentes de equipo, especialmente en jugadores jóvenes. No obstante, su aplicación a gran escala en equipos deportivos puede ser limitada debido a la necesidad de un equipo especializado y de personal capacitado para su correcta implementación. Se necesitan más estudios para evaluar la viabilidad y los efectos a largo plazo del BFR en contextos de equipo más amplios y diversos.

Palabras clave: Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR), efectos, protocolos, rendimiento, deportes de equipo.

2.2 LISTADO DE ABREVIATURAS

AO: Arterial occlusion, oclusión arterial

LL-BFR-RT: low load-blood flow restriction-resistance-training, entrenamiento de resistencia aplicando restricción del flujo sanguíneo con cargas bajas.

HL-BFR-RT: high load-blood flow restriction-resistance training, entrenamiento de resistencia aplicando restricción del flujo sanguíneo con cargas altas.

HL-RT: High load, resistance training, entrenamiento de resistencia con cargas altas.

NHE: Nordic Harmstring Exercise, ejercicio nórdico de isquiotibial.

NHE + BFR: Nordic Harmstring Exercise + Blood flow restriction

HT: Hypoxic training, entrenamiento en hipoxia

20-MST: 20 m shuttlerun test.

LIPC: Local Ischemic Preconditioning, preacondicionamiento isquémico local

RIPC: Remote Ischemic Preconditioning, preacondicionamiento isquémico remoto

PCr: Phosphocreatyne, fosfocreatina

H⁺: ion hydrogen

FC: Frecuencia cardiaca

AE: ejercicio aeróbico continuo.

HIIE: Entrenamiento interválico de alta intensidad.

AE + BFR: Entrenamiento aeróbico con oclusión vascular.

RPE: Ratings of perceived exertion, calificación de esfuerzo percibido.

RSA: Repeated-sprint ability, capacidad de repetición de sprints.

MVC: maximal voluntary contraction, máxima contracción voluntaria

SJ: Squat Jump

CMJ: Countermovement jump, salto en contramovimiento

IGF-1: Insulin-like growth factor 1, factor de crecimiento insulenoide

RST: Repeated sprint training, entrenamiento repetido de sprint

2.3 INTRODUCCIÓN

Los deportes intermitentes de equipo, como el fútbol, el balonmano o el baloncesto presentan demandas físicas únicas que requieren un equilibrio preciso entre fuerza, resistencia y

agilidad. Estos deportes se caracterizan por una combinación de esfuerzos de alta intensidad y períodos de recuperación incompletos, lo que plantea un desafío significativo para los programas de entrenamiento y recuperación (Bangsbo, 1994; Gordon & Peppé, 2005). La capacidad de los atletas para mantener un rendimiento óptimo durante y entre las competiciones es crucial para el éxito en estos deportes (Gordon & Peppé, 2005).

En los últimos años, la restricción del flujo sanguíneo (BFR) ha ganado atención como una técnica innovadora en el entrenamiento deportivo. Esta implica la aplicación de bandas o torniquetes para limitar el flujo sanguíneo en las extremidades durante el ejercicio, lo que ha mostrado efectos positivos en la mejora de la hipertrofia muscular y la fuerza con cargas relativamente bajas (Abe, Kearns, & Sato, 2012). Esta técnica se ha vuelto especialmente relevante para los atletas de deportes intermitentes debido a su capacidad para inducir adaptaciones musculares sin la necesidad de cargas pesadas, lo que puede ser beneficioso para evitar la fatiga y las lesiones asociadas con el entrenamiento tradicional (Scott, Loenneke, & Slater, 2015).

La aplicación de la BFR en deportes intermitentes puede ofrecer ventajas significativas en varias fases del entrenamiento. Durante la pretemporada, la BFR puede ser utilizada para desarrollar la fuerza y la hipertrofia muscular con cargas reducidas, permitiendo a los atletas construir una base sólida de fuerza sin el estrés adicional de cargas pesadas (Loenneke, Pujol, & Bemben, 2011). En la temporada, la BFR puede ayudar a mantener el rendimiento y reducir el riesgo de lesiones, permitiendo entrenamientos de fuerza sin un exceso de fatiga (Lixandrao, Berton, & Bortoluzzi, 2018). Además, durante la recuperación post-competencia, la BFR puede facilitar una recuperación más rápida y eficiente al mejorar el flujo sanguíneo y la recuperación muscular (Takarada, Sato, Ishii, & Matsumoto, 2002).

Sin embargo, a pesar de sus beneficios potenciales, la BFR no está exenta de riesgos. La técnica puede estar asociada con efectos adversos como daño muscular y trombosis venosa

profunda, y debe ser aplicada con precaución, especialmente en individuos con condiciones médicas preexistentes (Patterson & Hughes, 2018; Roberts & Grassi, 2020). Por lo tanto, una comprensión completa de las aplicaciones, riesgos y precauciones asociadas con la BFR es esencial para su implementación efectiva en programas de entrenamiento.

Por todo ello, este trabajo tiene como objetivo realizar una revisión sistemática sobre los efectos de la BFR en deportes intermitentes de equipo. Se examinarán los mecanismos fisiológicos subyacentes a la BFR, sus aplicaciones en el entrenamiento para deportes intermitentes, y los posibles riesgos y contraindicaciones asociadas. Además, se analizarán las estrategias de implementación de la BFR en distintos contextos de entrenamiento y se ofrecerán recomendaciones prácticas basadas en la evidencia disponible.

La revisión sistemática proporcionará una visión integral de cómo la BFR puede ser utilizada de manera efectiva para mejorar el rendimiento en deportes intermitentes, contribuyendo a la optimización de las prácticas de entrenamiento y a la prevención de lesiones en atletas.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 OBJETIVOS GENERALES

Realizar una revisión sistemática de la bibliografía científica actualizada referida a los efectos de entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en deportes intermitentes de equipo.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Examinar las distintas apreciaciones conceptuales sobre la restricción del flujo sanguíneo en los deportes intermitentes de equipo.

- Determinar los efectos de la restricción del flujo sanguíneo en los deportes intermitentes de equipo.
- Describir los distintos protocolos empleados actualmente sobre la restricción del flujo sanguíneo en deportes intermitentes de equipo.
- Analizar si existe mejora del rendimiento en la utilización de la restricción del flujo sanguíneo en deportes intermitentes de equipo.

2.4 MARCO CONCEPTUAL

2.4.1 RESTRICCIÓN FLUJO SANGUÍNEO: DEFINICIÓN ORIGEN Y FISIOLOGÍA

La restricción del flujo sanguíneo (BFR, por sus siglas en inglés) es una técnica de entrenamiento que implica la aplicación de bandas elásticas o torniquetes alrededor de las extremidades (generalmente en los brazos o las piernas) para restringir parcialmente el flujo sanguíneo hacia los músculos mientras se realiza ejercicio. Esta técnica se diseñó para permitir que los atletas obtengan beneficios de entrenamiento comparables a los de ejercicios de alta intensidad, pero utilizando cargas mucho más ligeras. La oclusión vascular limita el flujo de sangre venosa mientras se permite en cierta medida el flujo arterial. Esto crea una situación de "hipoxia local" en los músculos trabajados y genera una acumulación de metabolitos como el lactato, lo que provoca una mayor activación de fibras musculares (Slysz, Stultz, & Burr, 2016).

El origen de la restricción del flujo sanguíneo (BFR) se remonta a Japón en la década de 1960, donde fue desarrollada por el Dr. Yoshiaki Sato. La técnica, originalmente conocida como "Kaatsu," que significa "presión adicional" en japonés, fue diseñada para mejorar la fuerza y el tamaño muscular utilizando bajas cargas de entrenamiento (Sato, 2005).

Algunos de los propósitos y beneficios de BFR en el rendimiento deportivo son el aumento de la hipertrofia y fuerza muscular, debido al entorno metabólicamente estresante que estimula las fibras musculares y la síntesis de proteínas musculares. Además, mejora la resistencia muscular, lo que es beneficioso para deportes que requieren esfuerzos repetitivos de alta intensidad, como los deportes intermitentes de equipo. Por último, también se utiliza para rehabilitación y recuperación porque permite entrenar con cargas ligeras, reduciendo el riesgo de lesiones mientras se promueven adaptaciones musculares (Loenneke, Fahs, Rossow, Abe, & Bembien, 2012).

2.4.2 DEPORTES INTERMITENTES DE EQUIPO: CARACTERÍSTICAS Y DEMANDAS FÍSICAS Y FISIOLÓGICAS

Los deportes intermitentes de equipo son aquellos en los que los atletas realizan esfuerzos de alta intensidad seguidos de periodos de recuperación, que pueden ser incompletos o de baja intensidad. Estos deportes se caracterizan por la necesidad de realizar múltiples esfuerzos explosivos o intensos durante el juego, alternando con breves momentos de recuperación o actividad menos intensa. La naturaleza intermitente del ejercicio exige que los atletas mantengan un alto nivel de rendimiento durante todo el juego, a pesar de la fatiga acumulada (Gordon & Peppé, 2005).

Los deportes intermitentes de equipo implican acciones repetidas de alta intensidad como sprints, cambios de dirección rápidos, y esfuerzos explosivos. La recuperación entre los esfuerzos suele ser incompleta, lo que significa que los atletas no tienen tiempo suficiente para recuperar completamente la energía o el rendimiento antes de realizar el siguiente esfuerzo intenso. Esto impone una demanda significativa tanto en la capacidad aeróbica como anaeróbica (Bangsbo, 1994). Algunos ejemplos de estos deportes pueden ser fútbol, hockey, baloncesto, voleibol, balonmano o rugby.

2.4.3 APLICACIÓN BFR EN DEPORTES DE EQUIPO

La restricción del flujo sanguíneo (BFR) se ha integrado en programas de entrenamiento para deportes intermitentes de equipo debido a sus beneficios en la mejora de la fuerza, la hipertrofia muscular y la prevención de lesiones.

Uno de los principales usos de la BFR en el entrenamiento es su aplicación en el entrenamiento de fuerza con cargas reducidas. La técnica permite a los atletas realizar ejercicios con pesos más ligeros mientras se obtienen beneficios comparables a los de los entrenamientos con cargas pesadas. En deportes como el fútbol y el baloncesto, donde los entrenamientos pueden estar diseñados para simular la intensidad y la frecuencia del juego, la BFR permite a los atletas realizar ejercicios de fuerza con menos riesgo de sobrecarga o lesión. Esto es especialmente útil durante la temporada competitiva, cuando la capacidad para realizar entrenamientos pesados puede estar limitada por la fatiga y las demandas del juego (Lixandrao, Berton, & Bortoluzzi, 2018).

La BFR también se aplica en ejercicios de baja intensidad para reducir el riesgo de lesiones y facilitar la recuperación. Este enfoque permite a los atletas mantener la actividad física sin someterse a cargas intensas que podrían provocar lesiones o sobrecargas. Esto es crucial para los deportes intermitentes de equipo, donde las lesiones son comunes y la capacidad de recuperar rápidamente la forma física es esencial para el rendimiento continuo (Abe, Kearns, & Sato, 2012).

2.4.4 LIMITACIONES Y CONSIDERACIONES DE BFR

La restricción del flujo sanguíneo (BFR), aunque efectiva para mejorar la hipertrofia y la fuerza con cargas ligeras, no está exenta de riesgos y contraindicaciones.

La aplicación de BFR puede llevar a un aumento en el daño muscular, especialmente si se usa incorrectamente o durante periodos prolongados o sin la supervisión adecuada. También, existe un riesgo teórico de trombosis venosa profunda debido a la compresión prolongada de las venas. La BFR puede potencialmente aumentar el riesgo de coágulos sanguíneos, especialmente en personas predispuestas o con antecedentes de problemas circulatorios (Patterson & Hughes, 2018). Otros efectos adversos pueden incluir dolor, inflamación, y malestar en los músculos y las articulaciones debido a la acumulación de metabolitos y la presión aplicada. Estos efectos pueden ser temporales, pero es importante monitorear y ajustar la técnica para minimizar el malestar.

En definitiva, La oclusión vascular no debe utilizarse en personas con ciertas condiciones médicas, como hipertensión grave, enfermedades cardiovasculares, o problemas circulatorios como la trombosis venosa profunda. También está contraindicada para individuos con antecedentes de coágulos sanguíneos o problemas de cicatrización. Se recomienda la aplicación bajo la supervisión de profesionales capacitados, especialmente para asegurarse de que la presión sea adecuada y no excesiva (Roberts & Grassi, 2020).

2.4.5 IMPLICACIONES EN LA PRÁCTICA DEPORTIVA

La restricción del flujo sanguíneo (BFR) puede ser una herramienta valiosa en la planificación de programas de entrenamiento para atletas de deportes intermitentes. Su implementación debe ser cuidadosamente adaptada a diferentes contextos, incluyendo la pretemporada, el mantenimiento durante la temporada y la recuperación post-competición.

Durante la pretemporada, el objetivo principal es desarrollar la fuerza, la resistencia y la capacidad aeróbica. La BFR también puede integrarse en circuitos de entrenamiento de alta intensidad para mejorar la resistencia aeróbica y anaeróbica. Los entrenadores pueden usarla en ejercicios de baja intensidad para mantener una alta demanda metabólica y mejorar la

capacidad cardiovascular sin la necesidad de entrenar con cargas pesadas (Lixandrao, Berton, & Bortoluzzi, 2018).

Durante la temporada, el enfoque del entrenamiento cambia a mantener el rendimiento y prevenir la fatiga. La BFR puede ser utilizada para optimizar el mantenimiento de la fuerza y la masa muscular sin aumentar el riesgo de lesiones o la fatiga excesiva, a través de entrenamientos de fuerza con menos estrés sobre el sistema musculoesquelético (Abe, Kearns, & Sato, 2012).

Después de la competición, el enfoque debe ser la recuperación eficiente y la preparación para la próxima sesión de entrenamiento. La restricción del flujo sanguíneo puede ser una herramienta efectiva en recuperación muscular (mantiene el flujo sanguíneo y el suministro de nutrientes a los músculos) y en la no pérdida de las adaptaciones metabólicas de la competición (Scott, Loenneke, & Slater, 2015).

2.5 MATERIAL Y MÉTODOS

2.5.1 ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Los artículos utilizados principalmente provienen de portales como Pubmed y Web of Science (WOS). También se recopilaron artículos de otras fuentes de datos para ampliar la investigación.

Para llevar a cabo una estrategia en la búsqueda de artículos, se ha utilizado un lenguaje controlado (MeSH y operadores booleanos) relacionados con el flujo sanguíneo en deportes intermitentes de equipo como se muestra en la siguiente tabla:

Términos MeSH	Operadores booleanos
“Blood Flow Restriction Therapy”	AND
“Team Sports”	OR

La búsqueda realizada en Pubmed fue la siguiente:

((("Blood Flow Restriction Therapy"[Mesh] OR "Blood Flow Occlusion" OR "Blood Flow Restriction" OR "Blood Flow Reduction" OR "Occlusion training" OR "Arterial Occlusion Pressure" OR "Ischemic" OR "Vascular occlusion" OR "Kaatsu" OR "Blood Occlusion") AND ("Team Sports"[Mesh] OR "Football" OR "Netball" OR "Basket" OR "Hockey" OR "Rugby" OR "Futsal" OR "Volleyball" OR "Soccer" OR "Handball"))).

Se encontraron 156 resultados, de los cuales finalmente se escogieron 27.

Web of Science incluye diferentes bases de datos como Sport Discus, Scopus o Science Direct. La búsqueda realizada fue:

((("Blood Flow Occlusion" OR "Blood Flow Restriction" OR "Blood Flow Reduction" OR "Occlusion training" OR "Vascular occlusion" OR "Arterial Occlusion Pressure" OR "Kaatsu" OR "Blood Occlusion") AND ("Team Sports" OR "Football" OR "Netball" OR "Basket" OR "Hockey" OR "Rugby" OR "Futsal" OR "Volleyball" OR "Soccer" OR "Handball"))).

Se encontraron 71 resultados, de los cuales finalmente se escogieron 10.

Además, se incluyeron 3 artículos más de otras bases de datos. Por lo tanto, después de la fase de cribado y elegibilidad, se escogieron 40 artículos de 230 analizados.

2.5.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Los criterios utilizados en la investigación fueron:

- Artículos en los que se utilizara la técnica Kaatsu o restricción del flujo sanguíneo en una muestra relacionada con deportes de equipo. Se descartaron artículos de atletas o deportistas en activo no referentes a este tipo de deportes.

- Artículos en los que, con su investigación, su foco estuviera orientado a la mejora del rendimiento de ese deporte con la aplicación de la restricción sanguínea, es decir, deducir si puede ser útil o no en la práctica. Por lo tanto, se descartaron artículos enfocados a recuperación de lesiones y otros usos terapéuticos.
- Artículos cuya muestra fuera aplicada a un grupo de deportistas, descartando aquellos que utilizaran estudios individuales, ya que podrían centrarse más en el protocolo de acción que en los resultados obtenidos.

2.6 RESULTADOS

A continuación, se muestra un diagrama con los artículos analizados e incluidos finalmente en la revisión tras el proceso de búsqueda, selección e inclusión (Figura 1).

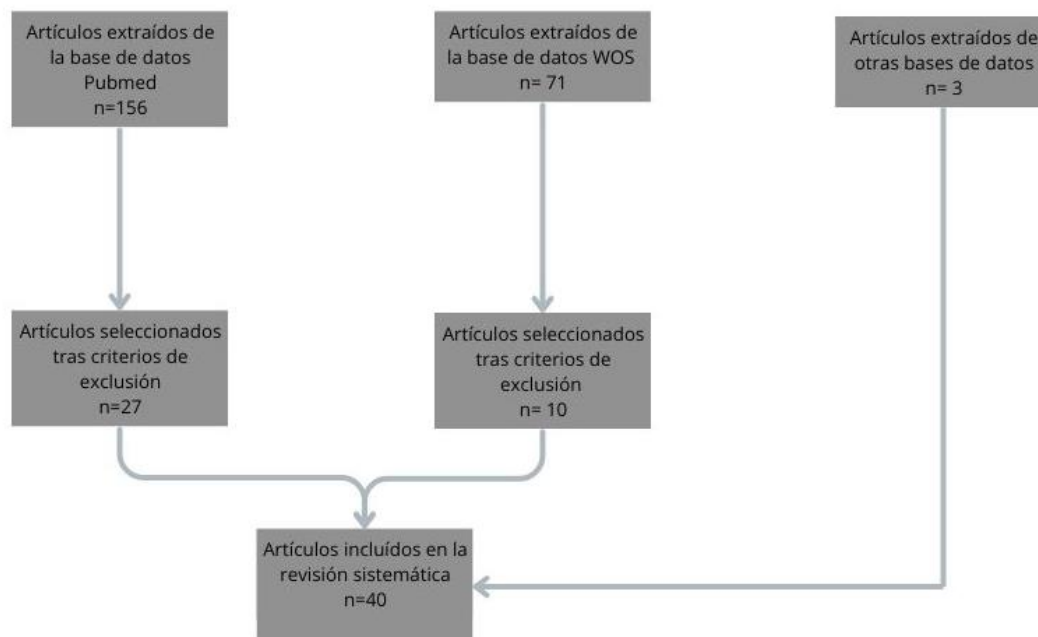


Figura1. Diagrama del proceso de selección de artículos.

2.6.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS ARTÍCULOS

Se adjunta una tabla y un gráfico con las principales características de los artículos.

Género	
Masculino	20
Femenino	3
Mixto	3
Muestra (nº deportistas)	
0 a 10	0
10 a 25	19
25 a 50	6
>50	1
Duración del estudio	
1 sesión	2
1-2 semanas	6
3-6 semanas	14
>6 semanas	4
Deporte analizado	
Voleibol	2
Netball	1
Baloncesto	1
Fútbol	10
Fútbol sala	2
Fútbol americano/rugby	6
Balonmano	1
Mixto	3
Edad media deportistas	
16 – 20 años	9
21 – 24 años	15
25 – 28 años	0
Desconocida	2

Tabla 1. Características de los artículos y número de artículos seleccionados.



Figura 2. Gráfico del número de artículos seleccionados respecto al año de publicación.

En la figura 2, se muestra un incremento significativo en la cantidad de artículos sobre la restricción del flujo sanguíneo en los años más recientes. La creciente cantidad de publicaciones en los últimos años sugiere un aumento en el interés y la investigación sobre BFR. Esto puede ser atribuido a una mayor aceptación y reconocimiento de los beneficios potenciales de BFR en la mejora del rendimiento y la recuperación en deportes intermitentes.

A medida que la tecnología y los métodos relacionados con BFR han avanzado, los investigadores han tenido acceso a mejores equipos y técnicas para aplicar BFR de manera más segura y efectiva. Esto ha facilitado la realización de estudios más precisos y relevantes, contribuyendo al aumento de publicaciones recientes. En la última década, ha habido un aumento en la financiación para la investigación en ciencias del deporte y la fisiología. Esto ha permitido a los investigadores llevar a cabo más estudios, especialmente en áreas destacadas como BFR.

2.6.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS POBLACIONES

Como puede apreciarse en la Tabla 1, un 77% de artículos analizados son investigaciones realizadas en hombres, un 11,5% en mujeres y un 11,5% en hombres y mujeres. Tradicionalmente, la investigación deportiva y de rendimiento físico se ha centrado en hombres debido a su mayor participación en deportes de alto rendimiento y en competencias a nivel profesional. Esto ha creado un sesgo en la investigación, donde los hombres han sido considerados el "estándar" en estudios científicos. En los últimos años, ha habido un esfuerzo consciente por incluir a más mujeres en la investigación científica y deportiva para entender mejor cómo diferentes intervenciones, como el BFR, afectan a ambos géneros. Sin embargo, el historial de décadas de investigación centrada en hombres aún tiene un impacto en la literatura disponible.

Ningún estudio analizado ha sido con una muestra de menos de 10 jugadores. Un 73% de los artículos contiene una muestra de 10 a 25 jugadores, lo que hace suponer que las investigaciones han sido realizadas en equipos de deportes intermitentes con ese número de jugadores en la plantilla. Un 23% de artículos abarca de 25 a 50 deportistas y un 4% engloba a más de 50. Realizar estudios con muestras grandes requiere más recursos en términos de tiempo, dinero y personal. Además, puede ser difícil reclutar un gran número de participantes que cumplan con los criterios específicos del estudio, especialmente cuando se trabaja con atletas de alto rendimiento o poblaciones muy especializadas. Con muestras más pequeñas, los investigadores pueden monitorear más de cerca a los participantes, asegurando que la intervención sea segura y bien tolerada.

La edad media de los deportistas es menor de 24 años en todos los artículos analizados. Esto puede deberse a que muchos estudios se realizan en contextos universitarios o en equipos juveniles de élite, donde la población disponible para la investigación suele estar en esta franja de edad, además de que son una población con menor riesgo de complicaciones cardiovasculares y otros problemas de salud. Los atletas más jóvenes tienden a tener una mayor capacidad de adaptación al entrenamiento y una recuperación más rápida después del

ejercicio, lo que los hace ideales para estudios que implican intervenciones novedosas como la restricción del flujo sanguíneo.

2.6.3 DURACIÓN Y FRECUENCIA DEL ENTRENAMIENTO UTILIZADO

Ha habido diferentes tipos de programas de entrenamiento o intervenciones en la información recogida. Únicamente dos artículos (8%) han estudiado el efecto agudo de la restricción sanguínea en una sola sesión, por lo que su principal objetivo es conocer sus efectos a muy corto plazo. Estos estudios han demostrado que BFR no mejora positiva ni negativamente en medidas de recuperación fisiológicas ni en el sprint repetido en hombres y mujeres en potencia total, máxima y máxima relativa (Gibson, Mahony, Tracey, Fawcner, & Murray, 2015; Williams, Russell, Cook, & Kilduff, 2018).

Entre una y dos semanas se encuentra el 23% de las intervenciones, tiempo ideal para evaluar la eficacia de BFR en situaciones donde el tiempo es limitado, como en la preparación rápida para una competición o durante fases iniciales de rehabilitación. Estos estudios generalmente buscan observar efectos agudos o inmediatos, como mejoras rápidas en la fuerza muscular, hipertrofia, activación neuromuscular, o recuperación. Algunos estudios han demostrado que incluso en una o dos semanas, el BFR puede generar aumentos significativos en la fuerza, la hipertrofia muscular (Wang, Li, Tongtong, Zhang, & Li, 2023) y la resistencia a la fatiga (Cheng, Kuo, Hsu, Chen, & Pan, 2021), especialmente cuando se combina con ejercicios de baja carga.

El grueso de las investigaciones se centra de 3 a 6 semanas (54%), período adecuado para observar adaptaciones más sostenibles en la fuerza, el tamaño muscular y la resistencia. Programas de entrenamiento de BFR de 3 a 6 semanas han mostrado mejoras notables en la capacidad aeróbica y anaeróbica, capacidad de repetir sprints (McKee, Girard, Peiffer, &

Scott, 2023). y en las respuestas fisiológicas de testosterona-cortisol (Cook, Kilduff, & Beaven, 2014)

El 15% restante cumple con sesiones de más de 6 semanas, cuyo objetivo es la efectividad a largo plazo. Algunos de estos programas de larga duración ofrecen mejoras en el tamaño, la fuerza y la resistencia muscular (Takarada, Sato, & Ishii, 2002; Luebbers, Fry, Kriley, & Butler, 2014).

2.6.4 CARACTERÍSTICAS DE LOS DEPORTES

Deportes como el fútbol o rugby/fútbol americano ocupan el 61,5% de los artículos investigados en esta revisión. Esto se debe en parte a su popularidad global y al interés en mejorar el rendimiento físico de los jugadores, especialmente en aspectos como la fuerza, la velocidad y la recuperación. Un 27% lo ocuparían deportes como netball, voleibol, balonmano, fútbol sala o baloncesto, mientras que un 11,5% serían investigaciones con atletas mezclados de distintos deportes.

2.6.5 BRAZALETE DE PRESIÓN: ZONAS DE APLICACIÓN Y PRESIÓN ADECUADA

Para una aplicación efectiva y segura de la técnica de restricción del flujo sanguíneo (BFR), es esencial conocer la presión adecuada y la ubicación correcta del manguito o brazalete.

La mayoría de las recomendaciones sugieren aplicar una presión que represente el 40% a 80% de la PAO. La PAO se refiere a la presión necesaria para ocluir completamente la arteria en cuestión, y se determina individualmente para cada persona (Loenneke, Wilson, Marín, & Bembien, 2012). La presión utilizada en BFR se mide en milímetros de mercurio (mmHg). En la práctica, para la mayoría de las personas y grupos musculares, la presión utilizada suele estar entre 120 mmHg y 250 mmHg (Patterson & Hughes, 2018). Este rango puede variar dependiendo del grupo muscular específico y la condición física del individuo

El maguito puede colocarse tanto en extremidades superiores (parte superior del brazo, justo debajo del deltoides) como inferiores (parte superior del muslo, justo debajo de la cadera). El brazalete debe ajustarse firmemente pero sin causar dolor excesivo. La presión adecuada debe lograrse sin comprometer la seguridad del individuo. Es importante monitorear continuamente la presión y el bienestar del atleta durante el entrenamiento para evitar efectos adversos.

En los artículos de esta revisión, se han utilizado varios de los métodos mencionados. Los más utilizados son el % de restricción del flujo arterial y el uso de una misma presión medida en milímetros de mercurio (mmHg) en todos los sujetos.

2.6.6 RESUMEN DE ARTÍCULOS SELECCIONADOS

La siguiente tabla nos muestra un resumen de los artículos recogidos para esta revisión.

TÍTULO, AUTOR Y AÑO	DEPORTE Y MUESTRA	PROTOCOLO ENTRENAMIENTO	DURACIÓN Y FRECUENCIA	PRESIÓN MANGUITO Y ZONA	RESULTADOS	RELEVANCIA EN DEP. INT. EQUIPO
<i>"Effect of Leg Half-Squat Training With Blood Flow Restriction Under Different External Loads on Strength and Vertical Jumping Performance in Well-Trained Volleyball Players"</i> . Wang, J., Fu, H., QiangZhang, Zhang, M., & Fan, Y. (2022)	18 jugadores varones de voleibol divididos en tres grupos: - Grupo exp: 6 jugadores aplicando LL-BFR-RT y 6 jugadores aplicando HL-BFR-RT. - Grupo control: 6 jugadores aplicando HL-RT sin BFR. Edad media: 21 años.	Test pre y después de 8 semanas. HL-RT: 4 series de 8 rep. Media sentadilla al 70% 1RM. 1' descanso entre series. HL-BFR-RT: Igual que HL-RT, pero con oclusión vascular (180 mmHg). LL-BFR-RT: 4 series de 75 rep (30/15/15/15) al 30% 1RM. 1' descanso entre series.	8 semanas, intervención 3 veces/sem.	Brazaletes 7 cm ancho, 50% AO (180 mmHg). Manguitos colocados en parte superior de los muslos.	Aumento de 1 RM: 9.9% LL-BFR-RT, 17.3 HL-RT y 28.6% HL-BFR-RT. Par máximo flex-ext rodilla: HL-RT Y HL-BFR-RT obtienen mayor ganancia que LL-BFR-RT. Salto vertical: HL-BFR-RT tiene mayores ganancias que LL-BFR-RT.	La utilización de BFR con cargas altas produce mayores mejoras que con cargas bajas en fuerza muscular y salto vertical. Se descarta el uso de BFR con cargas bajas para la mejora del rendimiento.
<i>"The Effect of Combining Blood Flow Restriction with the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Strength: Randomized Controlled Trial."</i> Pişkin, N. E., Yavuz, G., Aktuğ, Z. B., Aldhahi, M. I., Al-Mhanna, S. B., & Güllü, M. (2024)	30 jugadoras mujeres de voleibol divididas en tres grupos: - Grupo exp: 10 jugadoras aplicando NHE (nordic hamstring exercise) y 10 jugadoras aplicando NHE+BFR . - Grupo control: 10 jugadoras. Edad media: 16 años.	NHE y NHE+BFR: 3 series de nórdico de isquiotibiales hasta el fallo. El fallo se consideraba no llegar a los 40 grados de ángulo dos veces. 2' descanso entre series.	6 semanas de programa de entrenamiento + 3 semanas pre-test y post-test. Intervención 3 veces/sem.	Brazaletes 10 cm ancho, 300 mmHg. Manguitos en parte superior de los muslos.	Par máximo: Aumento en el grupo experimental en pierna dominante y no dominante. Potencia: Aumento en el grupo experimental en pierna dominante y no dominante. Parámetro bilateral: existe diferencia bilateral en el grupo NHE+BFR. No hubo diferencias significativas en el grupo control en ningún parámetro.	La adición del método BFR al NHE no dio como resultado un mayor nivel de mejora en el par máximo ni en los aumentos de potencia promedio. El método BFR puede producir mayor mejora en la zona no dominante. Existe una mejora progresiva en el volumen de entrenamiento (repeticiones totales) en los grupos experimentales, siendo menor en el grupo NHE+BFR debido a que la oclusión vascular produce fatiga neuromuscular.
<i>"Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and"</i>	30 jugadoras mujeres de netball divididas en tres grupos: - Grupo exp: 10 jugadoras aplicando HT (hypoxic training) y 10 jugadoras	Grupos HT, BFR y GC: 3 series extensión de rodilla y 3 series flexión de rodilla hasta el fallo. 30" descanso entre series y 2' entre ejercicios.	5 semanas, intervención 3 veces/sem.	Brazaletes 5 cm ancho, presión progresiva (160-230 mmHg). Manguitos en parte superior	Grupo BFR: Mejora en 5m-10 m sprint, prueba de agilidad, salto vertical, 20-MST, velocidad máxima, VO ² max predicha.	BFR y HT muestran idénticas mejoras en fuerza muscular y resistencia con relación al grupo control. Por lo tanto, podrían ser útiles para el rendimiento

<i>performance in netball athletes."</i> Manimmanakorn, A., Hamlin, M. J., Ross, J. J., Taylor, R., & Manimmanakorn, N. (2013)	aplicando BFR . -Grupo control: 10 jugadoras. Edad media: 20 años.	Carga 20% 1RM en todos los grupos.		de los muslos.	BFR obtuvo mayor mejora en la prueba de agilidad que HT. Área sección transversal: Aumentó 6.6%, 6.1% y 2.7% en BFR, HT y GC en cuádriceps e isquiotibiales.	en comparación con técnicas tradicionales.
<i>"Local and Remote Ischemic Preconditioning Improves Sprint Interval Exercise Performance in Team Sport Athletes."</i> Cheng, C. F., Kuo, Y. H., Hsu, W. C., Chen, C., & Pan, C. H. (2021)	15 jugadores varones de baloncesto utilizando 4 grupos: -Grupo exp: LIPC (BFR se aplica en el músculo local, 220 mmHg), RIPC (BFR se aplica en un músculo remoto) y SHAM (BFR músculo local, 20 mmHg). -Grupo control. No hay oclusión vascular. Edad media: 21 años	6 series de 30" sprint en ergómetro ciclista. Descanso 4' entre serie.	8 días, 2 horas de intervención por día	Brazaletes 14 cm ancho, 220 mmHg. Manguito colocado en parte superior de los muslos en LIPC y en parte superior de los brazos en RIPC.	Potencia media salida: Es mayor en el tercer y cuarto sprint, en los grupos LIPC y RIPC en relación con grupo control. El porcentaje de disminución de la potencia media de salida fue menor en LIPC y RIPC en relación con grupo control.	LIPC y RIPC pueden ser útiles para la mejora del rendimiento y la resistencia a la fatiga en un ejercicio interválico de sprints. Además, no se alteró el sistema cardiovascular (concentración lactato en sangre y H ⁺) lo que indica que IPC podría aumentar la eficiencia metabólica en el ejercicio.
<i>"Acute ischemic preconditioning does not influence high-intensity intermittent exercise performance."</i> Marocolo, I. C., da Mota, G. R., Londe, A. M., Patterson, S. D., Barbosa Neto, O., & Marocolo, M. (2017)	15 jugadores varones de fútbol divididos en tres grupos: -Grupo exp: BFR (220 mmHg) y SHAM (20 mmHg). -Grupo control: Sin oclusión vascular. Edad media: 22 años.	Grupo BFR : 4 series x (5' oclusión/ 5' no oclusión) en cada muslo, posición sentada 90°. Grupo SHAM : Igual que BFR con presión diferente. Grupo control: Posición sentada sin oclusión. La prueba para evaluar fue: YoYo Intermittent Endurance Level 2.	3-5 días, 40 min intervención + test.	Presión aplicada de 220 mmHg. Manguito colocado en parte superior de los muslos.	La distancia total en el test Yoyo no fue diferente entre grupos. La concentración de lactato y la percepción de esfuerzo no difieren entre grupos. Tampoco hay diferencias en FC media y máxima entre grupo BFR y SHAM, en relación con control.	BFR no tiene influencia en jugadores de fútbol durante el test YoYoIE2. No altera la tasa de esfuerzo percibido, la FC (max y med) y el lactato sanguíneo entre grupos.
<i>"Aerobic exercise with blood flow restriction affects mood state in a similar fashion to high intensity interval exercise."</i> da Silva, J. C. G., Silva,	22 jugadores varones de fútbol americano realizan 3 pruebas: AE: ejercicio aeróbico continuo. AE + BFR: Entrenamiento aeróbico con oclusión	AE: 18 min corriendo al 40 % VO ² max. Descanso 2 min. AE + BFR: 18 min corriendo al 40% VO ² max con 50% AO. Descanso 3 min. HIIE: 6 series de 90 seg. corriendo 80% VO ² max.	3 ensayos por jugador (AE, AE + BFR, HIIE) durante 2 semanas.	18 cm ancho, 50% AO (aprox 63 mmHg de media). Manguito colocado en parte superior	AE + BFR y HIIE aumentan la fatiga y tensión post ejercicio, al igual que disminuye la energía . La alteración del estado de ánimo incrementa en AE +	Aunque la alteración del estado de ánimo es similar entre AE + BFR y HIIE, AE + BFR puede usarse como alternativa de entrenamiento al HIIE, ya que es capaz de inducir

K. F., Domingos-Gomes, J. R., Batista, G. R., da Silva Freitas, E. D., Torres, V. B. C., & do Socorro Cirilo-Sousa, M. (2019)	vascular. HIIE: Entrenamiento interválico de alta intensidad. Edad media: 24 años (18-30 años).	Descanso activo corriendo 40% VO ² max entre series. El estado de ánimo y su alteración se midieron antes, inmediatamente después y 1h después del ejercicio con la escala BRUMS. RPE se midió 30' post ejercicio con escala BORG.		de cada muslo.	BFR y HIEE post ejercicio y se mantiene 1 h después en AE + BFR . En el grupo AE no encontró alteración significativa en el estado de ánimo y su valor fue menor que los otros grupos. Los niveles RPE 30' post ejercicio fue mayor en los grupos AE + BFR y HIEE que en AE.	adaptaciones neuromusculares positivas sin inducir cambios exacerbados en el estado de ánimo en comparación con HIIE. AE + BFR aplica menor tensión mecánica y podría ser utilizada en fase de desentrenamiento o como forma de minimizar el sobreentrenamiento y riesgo de lesiones.
<i>"Blood Flow Restriction Is Not Useful as Soccer Competition Recovery in Youth Male National-Level Soccer Players: A Crossover Randomised Controlled Trial."</i> Castilla-López, C., & Romero-Franco, N. (2023)	40 jugadores varones de fútbol , divididos en dos grupos: - <u>Grupo exp:</u> Se aplica BFR a una recuperación activa 24h post partido. - <u>Grupo control:</u> Se aplica misma recuperación sin BFR . Edad media: 17 años.	BFR y CONTROL son evaluados con las siguientes pruebas: - CMJ , máximo salto vertical en contramovimiento. Previa, post partido y post 24h-72h. - RPE previa, post partido y post 24h-72h. Escala Borg (0-10). - Cuestionario wellness previa al partido y post 24h-48h-72h. Se analiza dolor muscular, fatiga, calidad de sueño y estado de ánimo (escala 1-5) Sesión de recuperación: calentamiento (5 min carrera continua), 6 sprints al 60-70% y rondo-posesión nueve contra dos (5 series x 5', 90'' descanso). Los manguitos se desinflan cada cambio de ejercicio.	4 semanas, todos los jugadores realizan la intervención, primero siendo grupo exp y después grupo control.	Brazalete 7 x 82 cm largo, 60% AO. Manguitos colocados en la parte superior de los muslos.	No hay diferencias significativas entre grupos antes y después del partido, excepto en RPE post 24 h .	No existen efectos beneficiosos con BFR de recuperación en salto ni wellness percibida. Puede ser utilizada en casos en los que se necesite aumentar el esfuerzo en entrenamientos compensatorios para generar mayor estrés metabólico. El jugador estaría igual de recuperado para la siguiente sesión post 72h de partido.
<i>"Low-load strength</i>	18 jugadores de fútbol	LL-BFR: Ejercicio de fuerza al	6 semanas	Brazalete 7 x 82	-LL-BFR y HL indujeron	Aunque la LL-BFR puede

<p><i>resistance training with blood flow restriction compared with high-load strength resistance training on performance of professional soccer players: a randomized controlled trial.</i>"</p> <p>Castilla-López, C., & Romero-Franco, N. (2023)</p>	<p>varones de la Liga Nacional de Fútbol Profesional divididos en 2 grupos:</p> <p>-LL-BFR: entrenamiento con baja carga y BFR.</p> <p>-HL: entrenamiento tradicional con cargas altas sin BFR</p>	<p>20-35% 1RM con oclusión.</p> <p>HL: ejercicio de fuerza al 70-85% 1RM sin BFR.</p> <p>Antes y después, se evaluaron la circunferencia del muslo, el salto vertical, la fuerza de las extremidades inferiores, el perfil de fuerza-velocidad vertical y el sprint de 30 m.</p>		<p>cm largo colocado en la parte superior de los muslos.</p>	<p>aumentos significativos en comparación con el valor inicial en el perímetro del muslo y la velocidad máxima durante el sprint, sin diferencias entre grupos</p> <p>-En referencia a fuerza-velocidad, solo HL mejoró el desequilibrio (-54,4%), la producción de fuerza teórica máxima (+10,4%) y disminuyó la velocidad de extensión (-20,5%) comparado con el valor inicial, sin diferencias entre grupos.</p> <p>-Solo LL-BFR indujo aumentos en la contracción voluntaria máxima del isquiotibial izquierdo en comparación con el valor inicial (+13,8%), sin diferencias entre grupos.</p>	<p>aumentar la circunferencia muscular y la capacidad de sprint, estos resultados son similares a los inducidos con HL en el fútbol profesional masculino. En términos de F-v, solo HL indujo mejoras, pero estos cambios no fueron mayores que los observados después de la LL-BFR.</p>
<p><i>"Blood-Flow Restricted Warm-Up Alters Muscle Hemodynamics and Oxygenation during Repeated Sprints in American Football Players."</i></p> <p>Fortin, J. F., & Billaut, F. (2019)</p>	<p>16 jugadores varones de fútbol americano divididos en dos grupos:</p> <p>-Grupo exp: Realizan un calentamiento con BFR (n=9).</p> <p>-Grupo control: Realizan el calentamiento sin BFR (n=6).</p> <p>Edad media: 21 años. 1 jugador lesionado.</p>	<p>El calentamiento de los grupos consta de dos partes (15 minutos):</p> <p>-Ejercicios de activación, estiramientos dinámicos y sprint submax 20m.</p> <p>-Movimientos intensos progresivos y 2 sprints máximos 20m.</p> <p>5' descanso entre secciones.</p> <p>RSA test: 12 sprints de 20m. Descanso de 20" activo (trote de regreso). Se toman medidas de</p>	<p>3 días (toma de medidas, familiarización con el material, RSA Test)</p>	<p>Brazaletes de 7,5 cm x 200 cm.</p> <p>Presión grupo BFR (7 sobre 10) y grupo control (3 sobre 10). Manguitos colocados en la parte superior de los muslos.</p>	<p>La concentración de hemoglobina máxima es mayor en grupo BFR en los primeros 6 sprints. Simultáneamente, el porcentaje de hemoglobina oxigenada aumenta en 5 de 12 sprints.</p>	<p>Un calentamiento de 15' con BFR a una presión 7 sobre 10 incrementa el volumen sanguíneo local y la oxigenación durante gran parte de los sprints en un test RSA.</p> <p>Aunque no se afecta a todos los sprints del test, estas respuestas fisiológicas pueden ser beneficiosas en actividades más prolongadas con múltiples esfuerzos máximos.</p>

		volumen de sangre muscular y oxigenación.				
<p><i>"Brief cycles of lower-limb occlusion accelerate recovery kinetics in soccer players."</i></p> <p>Daab, W., Bouzid, M. A., Lajri, M., Bouchiba, M., & Rebai, H. (2021)</p>	<p>20 jugadores de fútbol varones divididos en grupo <u>experimental</u> (aplicación de oclusión vascular) y grupo <u>control</u>.</p> <p>Edad media: 23 años.</p>	<p>Tras un calentamiento de 15', el test consta de las siguientes pruebas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Máxima contracción voluntaria en cuádriceps (MVC) -Squat jump (SJ) -Salto en contramovimiento (CMJ) -20m sprint. <p>Después, se realiza un test físico simulador: 6 series de 15', con 3' de descanso, incorporando caminatas, sprints y descansos.</p> <p>Protocolo de recuperación: 3 series (5' oclusión-5' reperusión).</p> <p>Se toman datos bioquímicos, físicos y perceptuales inmediatamente después (0h) y 24-48-72 h después del test.</p>	2 sesiones separadas en 7 días.	Brazalete de 77 cm x 21,5 cm. Colocado en parte superior de los muslos. Presión 50 mmHg en oclusión. Presión 20 mmHg en grupo control.	<p>La oclusión vascular intermitente post ejercicio:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Mejora el rendimiento de MVC y 20m sprint. -Atenúa el incremento de creatina quinasa (CK) y lactato (LDH) durante la recuperación. -Reduce dolor muscular subjetivo en periodo de recuperación comparado con grupo control. 	<p>La oclusión vascular intermitente puede acortar los plazos de recuperación del jugador post partido.</p> <p>Atenúa el dolor muscular y acelera la recuperación de funciones neuromusculares.</p>
<p><i>"Occlusion training increases muscular strength in division IA football players."</i></p> <p>Yamanaka, T., Farley, R. S., & Caputo, J. L. (2012)</p>	<p>32 futbolistas varones de fútbol universitario División IA de la NCAA.</p> <p>2 grupos: 16 futbolistas en grupo <u>intervención</u> (utiliza oclusión vascular) y 16 futbolistas en grupo <u>control</u> (sin oclusión).</p> <p>Edad media 19 años.</p>	<p>Los dos grupos realizan las siguientes pruebas:</p> <ul style="list-style-type: none"> -4 series de press banca y sentadilla. <p>Sesión: 1 serie de 30 rep 20% 1RM seguida de 3 series 20 rep 20% 1RM. Descanso: 45"</p>	3 sesiones/semana durante 4 semanas.	Brazalete 5x55 cm en extremidades superiores (parte superior del brazo) y 5x90 cm para inferiores (parte superior de muslos).	<p>La medida de 1RM pre test y post test fue mayor en el grupo intervención que en el control tanto en press de banca como en sentadilla.</p> <p>El entrenamiento BFR a baja intensidad (20%1RM) obtiene mayor hipertrofia muscular y aumentos significativos de fuerza muscular.</p>	<p>BFR durante 4 semanas en press banca y sentadilla puede aumentar la fuerza muscular y la hipertrofia en futbolistas de la NCAA.</p> <p>El entrenamiento de oclusión se puede utilizar como un complemento a las sesiones regulares de fuerza y acondicionamiento durante el período de</p>

					-Fuerza press banca aumento 7% en BFR y 3,2 % en control -Aumento 8% 1RM sentadilla en BFR y 4,9% en control. -No hubo cambios masa corporal ni altura.	entrenamiento fuera de temporada.
<i>"Performing Soccer-Specific Training With Blood Flow Restriction Enhances Physical Capacities in Youth Soccer Players."</i> Hosseini Kakhak, S. A., Kianigul, M., Haghighi, A. H., Nooghabi, M. J., & Scott, B. R. (2022)	19 jugadores varones de fútbol U-17 de Primera División Persa divididos en 2 grupos: - <u>Experimental</u> : Se aplica BFR (n=10). - <u>Control</u> : No se aplica BFR (n=9). Edad media: 16 años.	Las pruebas a evaluar son: - CMJ . - 36m sprint . - Cambios de dirección . - Resistencia y fuerza muscular (máquina extensión de cuádriceps, 30%1RM hasta el fallo) - Course Navette . - Hoff test (distancia recorrida en dribbling con balón en circuito de 290m durante 10'). <u>Intervención</u> : Se realizan 3 entrenamientos por semana en los dos grupos que constan de calentamiento (sin oclusión), ejercicios con pelota, juegos reducidos, pliometría y carrera continua .	3 sesiones/semana durante 6 semanas de pretemporada	Brazaletes 40x4 cm. Presión de 160 mmHg la primera semana y se aumenta 10mmHg cada semana hasta 210 mmHg.	El estudio muestra que utilizando BFR en entrenamientos de fútbol: -Mejora fuerza y resistencia tren inferior con mayor diferencia que grupo control. -Mejora rendimiento en cambios de dirección, entrenamiento aeróbico y entrenamientos de fútbol específico con mayor diferencia que grupo control. -Mejora altura en CMJ y reduce tiempo en 36m sprint , similar al entrenamiento tradicional (grupo control).	Puede ser aplicable BFR en entrenamientos específicos de fútbol para producir una mejora en las respuestas adaptativas del músculo respecto al entrenamiento tradicional sin oclusión. Este enfoque podría utilizarse para bloques de entrenamiento breves en los que se entrenan numerosas cualidades físicas en jugadores de deportes de equipo, como por ejemplo durante la fase de pretemporada.
<i>"Semi-Squat Exercises with Varying Levels of Arterial Occlusion Pressure during Blood Flow Restriction Training Induce a Post-Activation Performance Enhancement and Improve Vertical Height Jump in"</i>	12 futbolistas mujeres del equipo de la provincia Shaanxi realizan los test a diferentes presiones en diferentes días: 50% AO , 60% AO , 70% AO y sin BFR . Edad media: 18 años.	Se realizan 5 visitas: - <u>1ª visita</u> : familiarización con el protocolo de presiones y ejercicios. - <u>2ª, 3ª, 4ª y 5ª visita</u> : Se ejecuta el programa de ejercicios de activación con diferentes presiones cada visita (sin BFR, 50% AO, 60% AO, 70% AO). El programa consta de 4 series 30% 1RM	5 sesiones en 4 semanas.	Brazaletes 5 cm ancho. Se utilizan presiones al 50%, 60% y 70% AO. Colocado en parte superior de los muslos.	-BFR con 50% AO y 60% producen mejoras en la post activación (50% AO >60% AO) a los 5' y 10' descanso, niveles mayores que grupo sin BFR. También mejoran en salto vertical, potencia de salida y tasa de desarrollo de fuerza - 70% AO no produce mejora	La media- sentadilla al 50% y 60% AO produce mejoras en la post activación en los 5 y 10 min posteriores, siendo mayor en 50%. Por lo tanto, BFR con presión moderada es una actividad de calentamiento diaria factible y eficaz para

<p><i>Female Football Players."</i> Sun, D., & Yang, T. (2023)</p>		<p>media-sentadilla (30-15-15) con 1' descanso entre series.</p> <p>Después, se toman datos de CMJ y SJ en cuatro fases con 5' de descanso entre ellas. Se registra altura de salto, potencia de salida pico, fuerza de reacción vertical y tasa de desarrollo de fuerza.</p>			<p>en post activación debido al exceso de presión.</p>	<p>mejorar la potencia anaeróbica en jugadoras de fútbol.</p>
<p><i>"The effects of a 7-week practical blood flow restriction program on well-trained collegiate athletes."</i> Luebbers, P. E., Fry, A. C., Kriley, L. M., & Butler, M. S. (2014)</p>	<p>62 jugadores de fútbol varones de la 2ª División Americana (NCAA) divididos en 4 grupos:</p> <p>-Grupo H/S/R: entrenamiento tradicional + levantamientos adicionales 1RM + BFR</p> <p>-Grupo H/S: entrenamiento tradicional + levantamientos adicionales 1RM</p> <p>-Grupo H: entrenamiento tradicional cargas altas</p> <p>Grupo M/S/R: Entrenamiento modificado + levantamientos adicionales 1RM + BFR</p> <p>Edad media: 20 años.</p>	<p>-Entrenamiento altas cargas tradicional (H): cargadas, press banca, sentadillas y press de hombro con cargas altas.</p> <p>-Programa entrenamiento modificado (M): igual que el entrenamiento tradicional sin press de banca y sentadilla.</p> <p>-Protocolo 20% 1RM suplementario (S): Se realiza después del entrenamiento diario. 1 s x 30 rep. seguido de 3 s x 20 rep, todas al 20% 1RM. 45" descanso entre series.</p> <p>-Restricción flujo sanguíneo(R)</p>	<p>4 sesiones/semana durante 7 semanas</p>	<p>Brazalete 7,6 x 167,6 cm. Se coloca en la parte superior de los brazos y parte superior de los muslos.</p>	<p>-Grupo H/S/R produce mayores mejoras en 1RM sentadilla que el resto.</p> <p>-Levantamientos adicionales 1RM no produce mejora en ganancia 1RM ni incrementa el tamaño muscular en brazos y muslos.</p>	<p>Se demuestra que un programa BFR junto con un trabajo tradicional de alta intensidad fuera de temporada, mejora 1RM en sentadilla.</p>
<p><i>"The Effects of Accessory Blood Flow Restriction Training on Muscle Size and Strength in Division III Soccer Athletes: A Preliminary Ecological</i></p>	<p>17 jugadores de fútbol varones y mujeres de División III de Skidmore College. Se dividen en dos grupos:</p> <p>-Grupo control(n=9):</p>	<p>-Grupo control: 4 s x 5 rep 80% 1RM curl de bíceps.</p> <p>-Grupo experimental: 4s x 5 rep 30% 1RM curl de bíceps con BFR.</p> <p>Todos los ejercicios se realizan en el brazo no</p>	<p>2 sesiones/semana durante 6 semanas.</p>	<p>Maguito colocado en la parte superior de los brazos, 40% AO presión.</p>	<p>-BFR produce mejoras en fuerza muscular y tamaño de bíceps, similar a grupo control en hombres y mujeres.</p>	<p>BFR produce las mismas mejoras en fuerza y tamaño muscular que un entrenamiento tradicional con cargas altas. El uso del entrenamiento BFR puede ser un método de</p>

<p><i>Study.</i> Judd, K., Morales, C., White, M., Wilkie, K., Faller, J., & Ives, S. J. (2023)</p>	<p>Realizan entrenamiento tradicional de alta intensidad. -Grupo experimental (n=8): Trabajo con oclusión vascular (BFR). Edad media: 20 años</p>	<p>dominante.</p>			<p>-No existen diferencias significativas medición de circunferencia de bíceps ni en valores 1RM pre y post entrenamiento entre grupo control y grupo experimental.</p>	<p>entrenamiento complementario viable para continuar con las mejoras de fuerza e hipertrofia y, tal vez, minimizar el riesgo de lesiones o fatiga acumulada.</p>
<p><i>"The Effects of Supplementary Low-Load Blood Flow Restriction Training on Morphological and Performance-Based Adaptations in Team Sport Athletes."</i> Scott, B. R., Peiffer, J. J., & Goods, P. S. R. (2017)</p>	<p>21 jugadores varones de semiprofesionales de fútbol australiano (Western Australian Football League) divididos en dos grupos: <u>control</u> (con carga baja y sin BFR) y <u>experimental</u> (con carga baja y BFR). Edad media: 20 años</p>	<p>Son analizados 3RM y rendimiento muscular en sentadilla, arquitectura del vasto lateral y rendimiento del sprint(40m) y salto vertical (CMJ). Las sesiones post entrenamiento constaban de 4 ser. de 30-15-15-15 rep. con 30' de descanso. Carga de 20% 1RM de sesión 1-5, 25% 1 RM de sesión 6-10 y 30% 1RM de sesión 11-14.</p>	<p>3 sesiones/semana a durante 5 semanas</p>	<p>Brazalete 7,5 x 250 cm colocado en la parte superior de los muslos. Presión 7 sobre 10.</p>	<p>-Existen mejoras en el rendimiento muscular en ambos grupos, sin diferencias entre ellos. -No existen mejoras en sprint, aceleración o salto vertical en ninguno de los grupos.</p>	<p>El uso de BFR no ayuda a mejorar el desarrollo muscular en salto ni sprint. Se sugiere que incluso con grandes aumentos de fuerza en sentadilla, no se mejora en sprint, aceleración y salto. Es probable que se requiera un entrenamiento más específico para cada tarea.</p>
<p><i>"Blood Flow Restriction During Futsal Training Increases Muscle Activation and Strength."</i> Amani-Shalamzari, S., Farhani, F., Rajabi, H., Abbasi, A., Sarikhani, A., Paton, C., Bayati, M., Berdejo-Del-Fresno, D., Rosemann, T., Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2019)</p>	<p>12 jugadores varones de fútbol sala de 2ª División de Irán divididos en dos grupos: <u>control</u> sin BFR (n=6) y experimental con BFR (n=6). Edad media: 23 años</p>	<p>Entrenamiento 3 vs 3 con o sin BFR, 3' de actividad y 2' descanso. Se toman muestras de sangre (miostatina e IGF-1), electromiografía, par máximo de fuerza y un test específico de fútbol sala (combinación de dribbling con pelota, pase, tiro y Sprint)</p>	<p>10 sesiones, 3 semanas</p>	<p>Brazalete 13 x 124 cm colocado en la parte superior de los muslos. 110% presión arterial sistólica. La presión aumenta 10% cada dos sesiones.</p>	<p>-La relación IGF-1/miostatina en reposo después del entrenamiento aumentó en el grupo BFR. -RPE y FC fueron mayores en grupo experimental que control. -Par máximo de fuerza fue mejorado en los dos grupos, siendo mayor en grupo BFR. -Test específico de fútbol sala fue perjudicial en grupo BFR y no significativo en grupo control.</p>	<p>BFR puede aportar mejoras físicas, especialmente en activación muscular y a nivel endocrino. Sin embargo, aporta dudas sobre su perjudicialidad en cuanto a agilidad y movimientos específicos del deporte.</p>
<p><i>"Occlusion Training During Specific Futsal Training Improves"</i></p>	<p>12 jugadores varones de fútbol sala de 2ª División de Irán divididos en dos</p>	<p>Entrenamiento 3 vs 3 con o sin BFR, 3' de actividad y 2' descanso.</p>	<p>10 sesiones, 3 semanas</p>	<p>Brazalete 13 cm ancho, colocado parte superior</p>	<p>-Incremento de FC en grupo BFR. -En la 1ª sesión, grupo BFR</p>	<p>Se recomienda añadir BFR a juegos reducidos para aumentar la carga interna</p>

<p><i>Aspects of Physiological and Physical Performance."</i></p> <p>Amani-Shalamzari, S., Sarikhani, A., Paton, C., Rajabi, H., Bayati, M., Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2020)</p>	<p>grupos: <u>control</u> sin BFR (n=6) y <u>experimental</u> con BFR (n=6).</p> <p>Edad media: 23 años</p>	<p>(4 reps. en sesiones 1->3 y 10, 6 reps sesiones 6->9 y 8 reps sesiones 8-9).</p> <p>Test utilizados pre y post intervención:</p> <ul style="list-style-type: none"> -VO2 max en cinta -Test tiempo de fatiga -30s Wingate test en bicicleta estática (medidas de potencia max, media y mínima) <p>Tomas de sangre fueron tomadas antes de la intervención, en la 1ª sesión, en las últimas y 48 h después de la última.</p>		<p>de los muslos. 110% presión arterial sistólica. La presión aumenta 10% cada dos sesiones.</p>	<p>obtuvo mayores niveles de lactato, por lo que obtuvo más energía del sistema anaeróbico.</p> <ul style="list-style-type: none"> - En las últimas sesiones, hubo un mayor decrecimiento de los niveles de lactato en grupo BFR. -Se obtuvo mayor potencia media en grupo BFR. -Mayor incremento de VO2 max en grupo BFR. -Economía de carrera (se eleva testosterona y concentración GH) y el tiempo hasta fatiga son significativamente mayores en grupo BFR. 	<p>del entrenamiento y proporcionar mejoras sustanciales en rendimiento aeróbico y anaeróbico, como los aumentos de hormona de crecimiento y testosterona.</p> <p>BFR produce adaptaciones musculares como la mejor tolerancia al lactato y mayor rapidez en la recuperación.</p>
<p><i>"Effect of continuous and intermittent blood flow restriction deep-squat training on thigh muscle activation and fatigue levels in male handball players."</i></p> <p>Wang, Y., Li, Z., Tongtong, C., Zhang, W., & Li, X. (2023)</p>	<p>20 jugadores de élite varones de balonmano del equipo de Pekín divididos en dos grupos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -<u>Programa 1</u>: intervalos de compresión continua, donde no se desinfla el manguito en la intervención. -<u>Programa 2</u>: intervalos de compresión discontinua, donde se desinfla el manguito en los descansos. <p>Edad media: 21 años</p>	<p>Se toman medidas de circunferencia de muslos, 1 RM y EMG.</p> <p><u>Programa entrenamiento</u>:</p> <ul style="list-style-type: none"> -MVC grupo muscular. -3 reps sentadilla profunda al 30% 1 RM antes de colocar banda de presión y 3 reps con banda de presión. -3 series (30-15-15-15) sentadilla profunda al 30% 1RM con o sin oclusión en descansos dependiendo el grupo. 	<p>2 intervenciones en 1 semana.</p>	<p>Brazalete con banda de presión 5 cm ancho. Colocado parte superior de los muslos. Presión 150-180 mmHg..</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Valores EMG de MVC en recto femoral, vasto medial, vasto lateral y glúteo mayor disminuyó después de BFR continuo e intermitente. Bíceps femoral y semitendinoso aumentaron. -Recto femoral cambió después del ejercicio continuo. -Bíceps femoral y semitendinoso cambiaron después del ejercicio intermitente. -Glúteo mayor disminuyó después de la fijación del manguito. -Valores de recto femoral, vasto medial, vasto lateral y 	<p>-La activación de grupos musculares del muslo fue mayor en BFR continuo que intermitente.</p> <p>-Todos los grupos musculares excepto vasto medial, aumentaron significativamente después del entrenamiento.</p> <p>-El modo intermitente produce una recuperación más rápida, pese a la fatiga. Por lo tanto, se recomienda el uso de un modo de entrenamiento de presión continua para atletas entrenados y un modo de entrenamiento de presión intermitente para</p>

					glúteo mayor disminuyeron después de BFR continua .	principiantes .
<p><i>"Effect of ischemic preconditioning on repeated sprint ability in team sport athletes."</i></p> <p>Gibson, N., Mahony, B., Tracey, C., Fawcner, S., & Murray, A. (2015)</p>	<p>16 participantes (7 hombres y 9 mujeres) de fútbol, hockey y rugby. Divididos en 2 grupos: <u>experimental</u> (aplicación BFR) y <u>control</u> (sin BFR).</p> <p>Edad media: 24 años</p>	<p><u>Programa enternamiento</u>: Se infla el brazalete a diferente presión en cada grupo y se realizan 3 series de 5' oclusión y 5' no oclusión (30' total).</p> <p>5 x 6 s sprint contra el 7,5% masa corporal y 24" descanso entre sprint.</p> <p>Se midió potencia máxima, potencia total, porcentaje perdida, lactato en sangre post intervención y RPE.</p>	<p>1 sesión experimental</p>	<p>Brazalete colocado en la parte superior de los muslos. Presión de 50 mmHg (control) y 220 mmHg (grupo exp.)</p>	<p>-No se observó ningún efecto o interacción con el género en BFR en potencia máxima o potencia máxima relativa.</p> <p>-Existe un efecto pequeño en mujeres en porcentaje de pérdida.</p> <p>-En hombre y mujeres, hubo un efecto de pequeña magnitud en la respuesta al lactato sanguíneo.</p>	<p>BFR no mostró mejoras en el sprint repetido (5 x 6s) en hombres y mujeres en potencia total, máxima y máxima relativa.</p> <p>La reducción moderada de lactato con BFR en mujeres, sugiere que la oclusión puede ser beneficiosa con mayor número de sprint, similar a competición.</p>
<p><i>"Acute Effects of Ischemic Intra-Conditioning on 30 m Sprint Performance."</i></p> <p>Fostiak, K., Bichowska, M., Trybulski, R., Trabka, B., Krzysztofik, M., Rolnick, N., Filip-Stachnik, A., & Wilk, M. (2022).</p>	<p>34 jugadores de rugby hombres (n=12) y mujeres (n=22).</p> <p>Todos los jugadores participaron en 3 sesiones experimentales:</p> <p>a) Presión 60% AO antes de cada sprint.</p> <p>b) Presión 80% AO antes de cada sprint.</p> <p>c) Control, sin BFR.</p> <p>Edad media: 20 años</p>	<p><u>Protocolo enternamiento</u>: 6 series x 30m sprint. 7' descanso entre sprint (1' descanso – 5' BFR a presión correspondiente – 1' sin oclusión). Grupo control no usó oclusión.</p>	<p>3 sesiones experimentales, en 3 semanas.</p>	<p>Brazalete 10 cm ancho, colocado en la parte superior de los muslos. Presión 60% AO y 80% AO (110-147 mmHg).</p>	<p>-No se muestra diferencias en tiempo de sprint.</p> <p>-No hubo efecto condicional de BFR en ningún grupo.</p>	<p>-BFR no mejoró la velocidad en 30 m sprint, pero tampoco hubo descenso progresivo comparado con CONTROL.</p> <p>-BFR aumentó el estrés metabólico, el reclutamiento de fibras musculares y mejoró la señalización intramuscular para la síntesis de proteínas.</p> <p>-Por lo tanto, BFR puede mantener el rendimiento de sprint mientras se influye en las adaptaciones musculares crónicas.</p>
<p><i>"Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes."</i></p> <p>Takarada, Y., Sato, Y.,</p>	<p>17 jugadores de rugby varones divididos en tres grupos:</p> <p>-LIO (low intensity – occlusion): Entrenamiento con cargas de baja</p>	<p>LIO: 4s x rep hasta fallo al 50% 1 RM en máquina extensión cuádriceps con oclusión de 200 mmHg. Descanso 30" entre series.</p> <p>LI: 4s x rep igual que en LIO</p>	<p>2 sesiones/semana a durante 8 semanas. 16 sesiones.</p>	<p>Brazalete 33x800 mm colocado en la parte superior de los muslos. Presión de 200</p>	<p>-Entrenamiento LIO aumenta hipertrofia muscular (área transversal), fuerza muscular y resistencia muscular.</p> <p>-No hubo diferencias significativas entre grupo LI y</p>	<p>Ejercicio de resistencia de baja intensidad combinado con BFR provocó, en deportistas casi completamente entrenados, aumentos en el</p>

& Ishii, N. (2002)	intensidad y BFR (n=6). -LI (low intensity): Entrenamiento con cargas de baja intensidad sin BFR (n=6). -CONTROL: Grupo sin entrenamiento (n=5). Edad media: 26 años	al 50% RM en máquina extensión cuádriceps sin oclusión vascular. Descanso 30" entre series. Se mide fuerza muscular y resistencia con test. También se mide tamaño de área muscular y electromiograma.		mmHg.	control.	tamaño, la fuerza y la resistencia muscular. Factores neuronales, hormonales y metabólicos habrían estado involucrados en estos efectos combinados.
<i>"The effect of lower limb occlusion on recovery following sprint exercise in academy rugby players."</i> Williams, N., Russell, M., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2018)	24 jugadores de rugby académicos divididos en 2 grupos: <u>experimental</u> (aplicación BFR) y <u>control</u> (sin BFR). Edad media: 22 años.	<u>Protocolo entrenamiento:</u> 6 x 50m sprint, 5' descanso entre sprint. Después, en grupo BFR es aplicada presión durante 12min (2 series x 3' oclusión, 3' recuperación). Se midió CMJ, lactato y creatina quinasa en sangre, testosterona y cortisol (saliva), percepción de fatiga y dolor.	1 sesión experimental	Brazaletes 11 cm ancho, colocado en la parte superior de los muslos. Presión de 15 mmHg en grupo control y 171-266 mmHg grupo BFR.	-BFR no tiene influencia física o neuromuscular en medidas 2h y 24h posteriores a ejercicio sprint. -Dolor muscular no fue diferente entre grupos post 24h. -BFR no mejoró la recuperación después de 2h o 24h, ni modificó la respuesta hormonal a una prueba de esfuerzo físico posterior. -La oclusión no afectó negativamente a ninguna de las medidas tomadas ni a la tasa de recuperación.	Oclusión post ejercicios de sprint, no mejora positiva ni negativamente en medidas de recuperación fisiológicas o neuromusculares post 2h o 24h de descanso.
<i>"Vascular Occlusion and Sequential Compression for Recovery After Resistance Exercise."</i> Northey, J. M., Rattray, B., Argus, C. K., Etzebarria, N., & Driller, M. W. (2016)	12 deportistas varones altamente entrenados divididos en 3 grupos de recuperación: -OCC: grupo oclusión vascular -SIPC: Compresión intermitente neumática (presoterapia). -Control. Edad media: 24 años.	<u>Protocolo entrenamiento:</u> Entrenamiento de resistencia (10 series x 10 rep al 70% 1RM, 3' descanso entre series) + técnica de recuperación indicada. Estas son: -Control: Posición supina sin oclusión durante 45 minutos. -OCC: Compresión unilateral en cada muslo 3', dos veces	1 sesión experimental/s emana durante 3 semanas.	Brazaletes colocado en la parte superior de los muslos. Presión de 220 mmHg.	-Medidas perceptuales de recuperación y daño muscular no tienen diferencias significativas con CONTROL. -No hay diferencias en par máximo de fuerza entre grupos. -No hay diferencias en altura SJ y CMJ entre grupos.	Ninguna estrategia fue capaz de acelerar la recuperación del rendimiento muscular o de las medidas perceptivas más que el descanso pasivo después de una serie agotadora de ejercicios de resistencia.

		por pierna, 12min totales. - SIPC : en posición supina, botas compresivas se inflan a 80mmHg y se desinflan durante 15" en un tiempo total de 45'.				
<i>"Improving strength and power in trained athletes with 3 weeks of occlusion training."</i> Cook, C. J., Kilduff, L. P., & Beaven, C. M. (2014)	20 jugadores de rugby varones semiprofesionales divididos en 2 grupos: <u>experimental</u> (aplicación BFR) y <u>control</u> (sin BFR). Edad media: 22 años	- Test medición fuerza : sentadilla 5 x 50%, 3 x 60%, 2 x 80%, 1x 95%, 1 x 100%. Descanso 5' entre ejercicios. Se aplica lo mismo después para press banca. - Test potencia y velocidad : 3 CMJ con 1' descanso pasivo y 5 x 40m sprint máximo con descanso andando hasta inicio. <u>Programa entrenamiento: 5s x 5 rep al 70% 1RM</u> de sentadilla, press banca y dominada con peso. 90" descanso pasivo entre series y 3' entre ejercicios. Grupo experimental aplicó oclusión durante el ejercicio.	3 sesiones/semana durante 3 semanas.	Brazalete 10,5 cm ancho, colocado en la parte superior de los muslos. Presión de 180 mmHg.	-Comparando grupos, BFR mejoró significativamente en press banca, sentadilla, tiempo de sprint máximo y CMJ . -BFR también mejoró significativamente en test de repetición de sprint comparado con control. - Se observaron mayores respuestas de testosterona salival inducidas por el ejercicio y cortisol después de las sesiones de con BFR en comparación con control.	-Entrenamiento BFR bilateral de miembros inferiores es más beneficioso que el entrenamiento de resistencia tradicional en términos de aumento de las medidas de fuerza, potencia y velocidad. -Las elevaciones hormonales agudas pueden contribuir a los efectos de señalización de transferencia cruzada, aumentando la fuerza de la parte superior del cuerpo en respuesta al estímulo oclusivo de la parte inferior del cuerpo.
<i>"Repeated-Sprint Training With Blood-Flow Restriction Improves Repeated-Sprint Ability Similarly to Unrestricted Training at Reduced External Loads."</i> McKee, J. R., Girard, O., Peiffer, J. J., Hiscock, D. J., De Marco, K., & Scott, B. R. (2023)	26 jugadores semiprofesionales varones de deportes de equipo divididos en 2 grupos: experimental (con oclusión vascular) y control (sin oclusión)	<u>Programa entrenamiento</u> : 9 sesiones en bicicleta estática RST (3 series de 5-7 rep x 5 s de sprints, 25 s de recuperación pasiva, 3' descanso entre series) con o sin BFR. Se evaluaron la capacidad de realizar sprints repetidos, la capacidad anaeróbica, la masa magra de las piernas, la función neuromuscular y la capacidad aeróbica máxima antes y después del	9 sesiones en 3 semanas.		-Grupo BFR demostró una potencia de salida media menor en comparación con el grupo sin BFR. - Se observaron mejoras significativas en potencia de salida media y máxima durante las pruebas RST y capacidad anaeróbica, masa magra de las piernas y potencia aeróbica máxima desde la prueba previa a la prueba posterior sin ninguna	La capacidad de realizar Sprint repetidos, la capacidad anaeróbica, la masa magra de las piernas y la potencia aeróbica máxima mejoraron después de 3 semanas de RST; sin embargo, la adición de BFR no mejoró aún más las adaptaciones. Curiosamente, se lograron mejoras comparables entre los grupos a pesar de las menores cargas externas

		RST (entrenamiento de sprint repetido).			diferencia entre los grupos.	experimentadas durante las sesiones de RST con BFR.
--	--	---	--	--	------------------------------	---

2.7 DISCUSIÓN

El entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo (BFR) ha emergido como una metodología prometedora en la mejora del rendimiento y la recuperación de los atletas. Esta discusión se centra en la viabilidad y los efectos del BFR en deportes intermitentes de equipo, basándose en una serie de estudios recientes. El análisis estará basado en función del tipo de programa de entrenamiento llevado a cabo con la técnica de restricción del flujo sanguíneo.

2.7.1 ENTRENAMIENTO BFR CON CARGAS BAJAS VS CARGAS BAJAS SIN BFR

El entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en combinación con cargas bajas ha sido ampliamente investigado en los últimos años, mostrando resultados prometedores en términos de aumento de la fuerza muscular y adaptación morfológica, especialmente en deportistas de deportes intermitentes de equipo. Pişkin et al. (2024) evaluaron el efecto de combinar la restricción del flujo sanguíneo con el ejercicio nórdico de isquiotibiales en la fuerza de estos músculos. Este estudio encontró que el grupo que entrenó con BFR no mostró mejoras significativas en la fuerza muscular ni en la potencia en comparación con el grupo que realizó el ejercicio sin BFR.

Manimmanakorn et al. (2013) estudiaron los efectos del entrenamiento de resistencia de baja carga combinado con BFR o hipoxia en la función muscular y el rendimiento en atletas de netball. Sus resultados mostraron que el BFR fue tan efectivo como la hipoxia para mejorar la fuerza muscular y la resistencia, pero con la ventaja añadida de requerir cargas significativamente menores, lo que podría reducir el riesgo de lesiones asociadas al levantamiento de cargas pesadas.

Yamanaka, Farley, y Caputo (2012) también demostraron que el entrenamiento BFR en sentadilla y press banca durante 4 semanas con cargas bajas en jugadores de fútbol americano fue efectivo para aumentar la fuerza muscular y la hipertrofia, lo que hace predecir que el

entrenamiento de oclusión se puede utilizar como un complemento a las sesiones regulares de fuerza y acondicionamiento durante el período de entrenamiento fuera de temporada.

En contraposición a estos artículos, Scott, Peiffer y Goods (2017) llevaron a cabo un estudio que analizó los efectos de la suplementación con entrenamiento de resistencia de baja carga y BFR sobre las adaptaciones morfológicas y basadas en el rendimiento en atletas de deportes de equipo. Se muestra que BFR no mejora el desarrollo muscular en salto ni sprint en comparación con el entrenamiento sin oclusión.

Finalmente, el trabajo pionero de Takarada, Sato e Ishii (2002) subraya que el BFR combinado con ejercicios de resistencia de baja carga es capaz de producir mejoras en aumentos en el tamaño, la fuerza y la resistencia muscular, comparables al entrenamiento sin oclusión con la misma carga baja. Este estudio sentó las bases para la implementación del BFR en el entrenamiento de resistencia, destacando su eficacia incluso con cargas significativamente más bajas.

En conjunto, estos estudios indican dudas acerca de que el BFR con cargas bajas es una alternativa efectiva al entrenamiento convencional sin oclusión con la misma carga. Sin embargo, podemos deducir que el hecho de utilizar la restricción del flujo sanguíneo conduce a una mayor necesidad de la activación de más unidades motoras para compensar la pérdida de fuerza causada por la falta de oxigenación en la zona afectada, lo que provoca mejoras fisiológicas en los deportistas. Se debería estudiar las limitaciones de cada estudio y ampliar más información sobre este tipo de entrenamiento para determinar finalmente si es viable o no este protocolo en el futuro.

2.7.2 ENTRENAMIENTO BFR CARGAS ALTAS VS CARGAS ALTAS SIN BFR

Varios estudios comprueban la utilización de BFR con cargas altas en comparación con un entrenamiento tradicional de cargas altas sin BFR. Wang et al. (2022) muestra que el BFR combinado con cargas altas mejoró significativamente tanto la fuerza como el rendimiento en el salto vertical en comparación con los entrenamientos sin BFR. El estudio sugiere que la adición de BFR puede potenciar las adaptaciones neuromusculares incluso cuando se utilizan cargas elevadas, lo que podría ser beneficioso para atletas en deportes que requieren fuerza explosiva y saltos, como el voleibol.

Luebbers et al. (2014) implementaron un programa de BFR de 7 semanas con atletas universitarios bien entrenados, utilizando también cargas altas. Sus resultados indicaron que el entrenamiento con BFR no solo mantuvo sino que también mejoró las adaptaciones de fuerza (aumento de 1RM), comparado con entrenamientos tradicionales de cargas altas sin BFR. Esto refuerza la idea de que el BFR puede ser una herramienta eficaz para mejorar la fuerza en atletas ya entrenados, reduciendo potencialmente la necesidad de utilizar cargas máximas para lograr adaptaciones similares.

Cook et al. (2014) investigaron un programa de entrenamiento de oclusión de 3 semanas con cargas altas y encontraron mejoras significativas en la fuerza y la potencia en atletas entrenados. Además, se mostraron elevaciones hormonales agudas (testosterona y cortisol) que pueden contribuir a los efectos de señalización de transferencia cruzada, aumentando la fuerza de la parte superior del cuerpo en respuesta al estímulo oclusivo de la parte inferior del cuerpo. Lo cual puede sugerir que, BFR puede utilizarse en casos en los que el deportista quiera aumentar la fuerza de la parte superior a pesar de que esta zona esté lesionada, simplemente realizando un entrenamiento de fuerza BFR con altas cargas en tren inferior.

En conjunto, estos estudios sugieren que el uso de BFR con cargas altas no solo es seguro, sino que también puede ser ventajoso para mejorar la fuerza y la potencia en atletas de

deportes intermitentes de equipo. Este tipo de entrenamiento de tan elevada carga y oclusión debe ser utilizado en atletas muy entrenados y así ofrecer una alternativa viable de entrenamiento en las distintas fases de la temporada donde se quiera implementar mayores mejoras con elevada carga. Esto es particularmente relevante para deportes que requieren un equilibrio entre fuerza, potencia y recuperación, como el voleibol, rugby, fútbol o baloncesto.

2.7.3 ENTRENAMIENTO BFR CARGAS BAJAS VS CARGAS ALTAS SIN BFR

Diversos estudios han explorado la comparación entre el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo con cargas bajas y el entrenamiento tradicional con cargas altas.

El estudio de da Silva et al. (2019) comparó los efectos del ejercicio aeróbico con BFR con el entrenamiento de alta intensidad (HIIT) en el estado de ánimo de los participantes. Aunque este estudio se centra más en los efectos psicológicos, sus resultados son relevantes para entender cómo el BFR con cargas bajas puede ofrecer beneficios similares a los de entrenamientos más intensos. Los hallazgos sugieren que el BFR, incluso con cargas bajas, puede inducir respuestas emocionales y fisiológicas comparables a las de ejercicios de mayor intensidad, lo que podría ser ventajoso en etapas de desentrenamiento para atletas que buscan minimizar el sobreentrenamiento y riesgo de lesiones.

Castilla-López y Romero-Franco (2023) realizaron un ensayo controlado aleatorizado para evaluar los efectos del entrenamiento de fuerza con BFR a bajas cargas en comparación con el entrenamiento de fuerza tradicional a altas cargas en futbolistas profesionales. Sus resultados mostraron que, aunque el entrenamiento con cargas altas sigue siendo efectivo para aumentar la fuerza y el rendimiento, el BFR con cargas bajas puede ofrecer mejoras similares en algunos parámetros de rendimiento, especialmente en situaciones donde los atletas no pueden manejar cargas altas debido a lesiones o fatiga acumulada. Este hallazgo es crucial para deportes intermitentes de equipo, donde la fatiga es un factor importante y la

capacidad de realizar entrenamientos efectivos con menor carga podría ser altamente beneficiosa.

Judd et al. (2023) investigaron los efectos del BFR con cargas bajas en el tamaño y la fuerza muscular de atletas de fútbol de la División III. Se refuerza la idea de que el BFR con cargas bajas produce las mismas mejoras que el entrenamiento tradicional con cargas altas. Como se ha comentado anteriormente, esto es especialmente relevante en contextos de equipo donde los entrenamientos a alta intensidad no siempre son viables debido a la programación de los partidos y las necesidades de recuperación.

En definitiva, los estudios discutidos indican que el BFR con cargas bajas puede ser una alternativa viable al entrenamiento tradicional con cargas altas, especialmente en contextos donde se busca minimizar el estrés mecánico sobre los atletas. Aunque el entrenamiento con cargas altas sigue siendo un estándar para la mejora de la fuerza y el rendimiento, el BFR con cargas bajas ofrece una opción efectiva para mantener o incluso mejorar ciertos parámetros de rendimiento sin los riesgos asociados a cargas elevadas. Para deportes intermitentes de equipo, donde la fatiga y la recuperación son factores críticos, el BFR con cargas bajas podría ser una herramienta valiosa para optimizar el rendimiento mientras se gestiona la carga total de entrenamiento.

2.7.4 ENTRENAMIENTO BFR APLICADO EN CALENTAMIENTO

La aplicación del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo puede utilizarse como preactivación antes del ejercicio de alta intensidad exigido en ese deporte. Es esencial considerar cómo este método impacta en el rendimiento deportivo inmediato. Los estudios revisados ofrecen perspectivas clave sobre la efectividad del BFR en este contexto.

El estudio de Marocolo et al. (2017) investigó el efecto del preacondicionamiento isquémico (sucesión de series de oclusión y no oclusión en posición sentada) en el rendimiento durante

ejercicios intermitentes de alta intensidad. Los resultados mostraron que este tipo de preacondicionamiento no mejoró significativamente el rendimiento en los ejercicios evaluados. Estos hallazgos sugieren que, al menos en términos de rendimiento agudo en ejercicios de alta intensidad, la aplicación de BFR como preactivación puede no ofrecer beneficios sustanciales.

Por otro lado, el estudio de Fortin y Billaut (2019) proporciona una perspectiva diferente al examinar cómo el BFR afecta la hemodinámica muscular y la oxigenación durante esprints repetidos en jugadores de fútbol americano. Sus resultados indicaron que un calentamiento con BFR alteró favorablemente la hemodinámica muscular y la oxigenación durante la actividad subsiguiente, lo que podría traducirse en un mejor rendimiento durante esfuerzos repetidos de alta intensidad. Este hallazgo sugiere que, aunque el BFR como preactivación podría no mejorar directamente el rendimiento en todas las circunstancias, puede preparar los músculos de manera más efectiva para el esfuerzo repetido al optimizar la oxigenación y la perfusión muscular.

Finalmente, el estudio de Sun y Yang (2023) reveló que la realización de ejercicios semi-sentadillas con BFR a diferentes niveles de presión de oclusión antes de la actividad principal provocó un efecto positivo en el rendimiento posterior, mejorando la altura de salto vertical en futbolistas femeninas. Este efecto de mejora del rendimiento posterior a la activación, sugiere que el BFR podría ser una herramienta efectiva para maximizar el rendimiento en ejercicios explosivos tras la preactivación. En determinados deportes como el baloncesto o voleibol, el aumento del salto vertical es un factor muy importante en el rendimiento, además de ser un indicador de potencia explosiva.

En conjunto, estos estudios sugieren que la efectividad del BFR como preactivación puede depender del tipo de ejercicio subsiguiente y de los objetivos específicos del entrenamiento. Mientras que no todos los estudios muestran mejoras directas en el rendimiento, la alteración

favorable de la hemodinámica muscular y la potenciación del rendimiento posterior a la activación destacan al BFR como una estrategia potencialmente útil en el contexto de deportes intermitentes de equipo que requieren esfuerzos explosivos repetidos.

2.7.5 BFR APLICADO EN EJERCICIOS ESPECÍFICOS DE DEPORTES DE EQUIPO

El uso de la restricción del flujo sanguíneo (BFR) durante ejercicios específicos de deportes intermitentes de equipo, como el fútbol y el fútbol sala, ha demostrado ser una estrategia prometedora para mejorar el rendimiento físico de los atletas.

El estudio de Hosseini Kakhak et al. (2022) muestra que la aplicación de BFR durante entrenamientos específicos de fútbol mejora significativamente las capacidades físicas en jugadores juveniles. Este hallazgo es consistente con los resultados obtenidos por Amani-Shalamzari et al. (2019), quienes encontraron que el uso de BFR durante entrenamientos de fútbol sala incrementa la activación muscular y la fuerza. Ambos estudios sugieren que el BFR no solo es eficaz en ejercicios de fuerza tradicionales, sino que también puede ser una herramienta útil durante entrenamientos técnicos y tácticos específicos del deporte.

Además de mejorar la fuerza y la activación muscular, el estudio de Amani-Shalamzari et al. (2020) demuestra que el entrenamiento de fútbol sala con BFR puede mejorar aspectos clave del rendimiento fisiológico (aumento HC y testosterona) y físico, como la resistencia y la capacidad anaeróbica. Estos resultados son particularmente relevantes para deportes intermitentes de equipo, donde los atletas deben realizar esfuerzos repetidos de alta intensidad con períodos de recuperación incompletos, donde una mejor tolerancia al lactato es importante. BFR parece facilitar adaptaciones que permiten a los atletas mantener un alto rendimiento durante todo el juego.

Aunque los resultados son prometedores, es importante considerar la implementación práctica de BFR en el contexto del entrenamiento deportivo. La selección del nivel adecuado

de presión y la combinación con ejercicios específicos del deporte son factores clave para maximizar los beneficios sin comprometer la seguridad del atleta. En resumen, la evidencia actual respalda el uso de BFR en ejercicios específicos de deportes de equipo como el fútbol y el futsal, mostrando mejoras tanto en la fuerza como en la capacidad física general. Sin embargo, se necesita más investigación para optimizar los protocolos de BFR y evaluar sus efectos a largo plazo en el rendimiento deportivo.

2.7.6 BFR UTILIZADO COMO TÉCNICA DE RECUPERACIÓN

En este apartado, se analiza la aplicación de la restricción del flujo sanguíneo en la recuperación de deportes intermitentes de equipo.

El estudio de Castilla-López y Romero-Franco (2023) investigó la eficacia del BFR como herramienta de recuperación en jugadores juveniles de fútbol de nivel nacional. Los resultados de este estudio indicaron que el BFR no proporcionó beneficios significativos en la recuperación post-competición, sugiriendo que su aplicación en este contexto específico podría no ser tan efectiva como se esperaba. Esto plantea dudas sobre la utilidad del BFR en la recuperación de deportistas jóvenes de élite, especialmente en deportes donde la recuperación rápida es crucial para el rendimiento continuado.

Por otro lado, el estudio de Daab et al. (2021) proporcionó una perspectiva diferente, mostrando que ciclos breves de oclusión en las extremidades inferiores pueden acelerar los procesos de recuperación en jugadores de fútbol. Este hallazgo es particularmente relevante, ya que sugiere que el uso de BFR de manera intermitente, en lugar de continua, atenúa el dolor muscular y acelera la recuperación. Esto podría ofrecer una estrategia eficaz para mejorar la preparación de la siguiente sesión de entrenamiento o competición.

Williams et al. (2018) investigaron el efecto de la oclusión de las extremidades inferiores en la recuperación tras ejercicios de sprint en jugadores de rugby académicos. Los resultados

indicaron que Oclusión post ejercicios de sprint, no mejora positiva ni negativamente en medidas de recuperación fisiológicas o neuromusculares post 2h o 24h de descanso.

Finalmente, Northey et al. (2016) examinaron el uso de la oclusión vascular combinada con la compresión intermitente neumática (presoterapia) para la recuperación después de ejercicios de resistencia. Este estudio encontró que ninguna estrategia fue capaz de acelerar la recuperación del rendimiento muscular o de las medidas perceptivas más que el descanso pasivo después de una serie agotadora de ejercicios de resistencia.

En definitiva, la evidencia sobre la eficacia de BFR en la recuperación de deportes intermitentes de equipo es contradictoria. Aunque algunos estudios sugieren que el BFR puede acelerar la recuperación al reducir el dolor muscular y mejorar la preparación para futuras actividades físicas, otros no encuentran mejoras significativas o incluso sugieren que no tiene impacto en la recuperación en comparación con métodos tradicionales como el descanso pasivo. Esta disparidad en los resultados indica que el BFR no es una herramienta universalmente efectiva para la recuperación en todos los contextos deportivos y poblaciones.

2.7.7 ESTUDIO DE BFR EN DURACIÓN PRESIÓN MANGUITO Y PRESIÓN ADECUADA

En este apartado, se analizará la aplicación de la restricción del flujo sanguíneo (BFR) en función de la duración de la presión del manguito y la cantidad de presión adecuada, utilizando como referencia el artículo de Wang et al. (2023).

El estudio de Wang et al. (2023) se centra en los efectos del entrenamiento BFR en sentadilla profunda en jugadores masculinos de balonmano, comparando la activación muscular y los niveles de fatiga bajo condiciones de BFR continuo e intermitente. Los resultados mostraron que el BFR intermitente puede ser más eficaz para mantener una alta activación muscular mientras se reduce la fatiga en comparación con el BFR continuo. Esto sugiere que la duración de la aplicación de la presión y la cantidad adecuada de presión son factores cruciales para maximizar los beneficios del BFR en el entrenamiento deportivo.

El BFR continuo, donde la presión se mantiene constante a lo largo del ejercicio, parece inducir mayores niveles de fatiga muscular. Esto podría limitar el rendimiento y la capacidad de los deportistas para completar entrenamientos intensos, especialmente en deportes intermitentes de equipo donde la resistencia y la recuperación son fundamentales. En contraste, el BFR intermitente, que alterna periodos de presión con descansos breves, parece equilibrar mejor la activación muscular y la fatiga, lo que podría permitir entrenamientos más prolongados o intensos sin comprometer significativamente la recuperación posterior.

En términos de la presión adecuada, el estudio también destaca que una presión demasiado alta podría no solo incrementar el riesgo de fatiga excesiva, sino también potencialmente afectar negativamente la recuperación y el rendimiento subsecuente. Esto subraya la importancia de individualizar la presión aplicada durante el BFR para optimizar los resultados y evitar efectos adversos.

En resumen, este artículo apoya la idea de que la duración de la presión y la cantidad de presión aplicada durante el BFR son variables críticas que deben ser cuidadosamente gestionadas para maximizar los beneficios del entrenamiento y minimizar los riesgos de fatiga excesiva en deportistas de equipo.

2.7.8 BFR APLICADO EN REPETICIÓN DE SPRINT.

En este apartado se analizará la aplicación de la restricción del flujo sanguíneo (BFR) en la mejora del rendimiento mediante programas de entrenamiento de sprints, utilizando como base los resultados obtenidos en cuatro estudios recientes.

El estudio de Cheng et al. (2021) investigó los efectos del preconditionamiento isquémico (IPC) local y remoto en la mejora del rendimiento en ejercicios de sprint en atletas de deportes de equipo. Los resultados indicaron que tanto el IPC local como el remoto mejoraron significativamente el rendimiento en intervalos de sprints, reduciendo la fatiga y

permitiendo a los atletas mantener una mayor velocidad durante más tiempo. Este hallazgo sugiere que el IPC, al inducir adaptaciones fisiológicas beneficiosas, podría ser una herramienta eficaz en la preparación para entrenamientos de alta intensidad, como los sprints, dentro de deportes intermitentes de equipo.

El estudio de Gibson et al. (2015) también se centró en el IPC, examinando su impacto en la capacidad de realizar sprints repetidos en atletas de deportes de equipo. A diferencia del estudio anterior, este no encontró mejoras significativas en la capacidad de sprint repetido tras la aplicación de IPC. Esto sugiere que, si bien el IPC puede ser beneficioso en ciertas condiciones, su efectividad puede depender de factores como la duración del protocolo, la población estudiada, o la intensidad del ejercicio. Esta disparidad subraya la necesidad de una mayor investigación para entender completamente las condiciones bajo las cuales el IPC podría ser más eficaz.

El estudio de Fostiak et al. (2022) exploró los efectos agudos de la isquemia en el rendimiento en sprints de 30 metros. Los resultados mostraron que la aplicación de BFR durante los descansos entre sprints no solo no deterioró el rendimiento, sino que en algunos casos se observó una ligera mejora en la velocidad de sprint. Este hallazgo es relevante porque sugiere que el BFR, incluso cuando se aplica de forma intermitente durante un entrenamiento, podría contribuir a mejoras en el rendimiento en deportes que requieren esfuerzos repetidos de alta intensidad.

Por último, el estudio de Mckee et al. (2023) comparó la efectividad de un programa de entrenamiento de sprint con BFR frente a un entrenamiento tradicional sin restricciones, pero con cargas externas reducidas. Los resultados mostraron que ambos enfoques mejoraron la habilidad de sprint repetido de manera similar, lo que sugiere que el BFR puede ser una alternativa viable para entrenar a altas intensidades sin la necesidad de utilizar cargas

pesadas. Esto es especialmente importante en el contexto de la prevención de lesiones o en situaciones donde las cargas pesadas podrían no ser apropiadas.

En definitiva, los estudios revisados indican que la utilización de BFR, ya sea como precondicionamiento isquémico o intra-condicionamiento durante el entrenamiento de sprints, puede ofrecer beneficios en la mejora del rendimiento de sprint en deportes intermitentes de equipo. Sin embargo, la efectividad del BFR puede variar en función de las condiciones específicas de su aplicación, como la intensidad del ejercicio, la duración del protocolo, y la población de atletas. Estos hallazgos subrayan la importancia de individualizar los programas de BFR para maximizar los beneficios en el rendimiento deportivo.

2.8 CONCLUSIONES

La revisión sistemática realizada sobre la utilización de la restricción del flujo sanguíneo (BFR) en deportes intermitentes de equipo revela tanto potenciales beneficios como limitaciones importantes en la aplicación de esta metodología en contextos deportivos específicos.

- **Efectos del Entrenamiento con BFR en Cargas Bajas y Altas**

El análisis de estudios comparativos entre entrenamiento con BFR en cargas bajas y cargas altas sin BFR muestra que el entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo puede ser efectivo para inducir adaptaciones musculares comparables a las del entrenamiento con cargas altas, especialmente en contextos donde las cargas altas no son viables. El entrenamiento con BFR en cargas bajas puede ofrecer beneficios en términos de fuerza y masa muscular sin los riesgos asociados a cargas pesadas, lo que es ventajoso para la prevención de lesiones y el manejo de la fatiga en deportes intermitentes de equipo. Sin embargo, en contextos de entrenamiento con cargas altas, el BFR también ha demostrado ser efectivo para mejorar la fuerza y potencia, sugiriendo que puede ser una herramienta complementaria útil incluso en fases de entrenamiento intenso con atletas altamente entrenados.

- **Aplicación del BFR en la Preactivación y Recuperación**

El uso de BFR como técnica de preactivación muestra resultados mixtos. Mientras algunos estudios indican mejoras en la oxigenación y rendimiento posterior en ejercicios explosivos, otros no muestran beneficios significativos en el rendimiento agudo. La efectividad del BFR como preactivación parece depender del tipo de ejercicio y los objetivos específicos del entrenamiento. En cuanto a la recuperación, la evidencia es contradictoria. Aunque algunos estudios sugieren que el BFR puede acelerar la recuperación reduciendo el dolor muscular,

otros no encuentran mejoras significativas. Esta disparidad sugiere que el BFR no es universalmente efectivo para la recuperación y su aplicación debería ser evaluada en función de las necesidades específicas del equipo y el contexto competitivo.

- **Aplicación en Ejercicios Específicos y Protocolos de Presión**

La implementación de BFR durante ejercicios específicos de deportes intermitentes de equipo como fútbol o fútbol sala, muestra indicios en términos de mejorar la fuerza y la capacidad física general. Sin embargo, es crucial considerar la presión adecuada y la duración de la aplicación de BFR. Una restricción del flujo sanguíneo intermitente parece ser más eficaz en mantener la activación muscular y reducir la fatiga en comparación con una restricción continua. La cantidad de presión aplicada también debe ser cuidadosamente ajustada para evitar efectos negativos sobre la recuperación y el rendimiento.

- **Viabilidad del Protocolo en Equipos con Gran Cantidad de Jugadores**

La aplicación del BFR en equipos con una gran cantidad de jugadores presenta limitaciones prácticas. La necesidad de adaptar la presión y la duración de la aplicación a cada individuo, junto con la logística de implementar estos protocolos en un entorno de equipo, puede complicar su uso. Aunque el BFR ofrece beneficios potenciales en términos de adaptación muscular y rendimiento, su implementación efectiva en un contexto de equipo requiere una planificación meticulosa para asegurar que cada jugador reciba una atención adecuada. Además, se deben considerar los costos y el tiempo asociados a la aplicación del BFR para todos los miembros del equipo.

- **Conclusión General**

El BFR tiene el potencial de ser una herramienta valiosa en el entrenamiento de deportes intermitentes de equipo, ofreciendo alternativas viables a los métodos tradicionales de entrenamiento con cargas. Puede ser particularmente útil para gestionar la carga de

entrenamiento y la recuperación, así como para mejorar la fuerza y el rendimiento en contextos específicos. Sin embargo, su viabilidad y efectividad pueden variar dependiendo de los objetivos del entrenamiento, la aplicación específica del protocolo y las características individuales de los atletas. Se requiere una investigación adicional para optimizar los protocolos de BFR y evaluar su eficacia en diferentes contextos y poblaciones, incluyendo equipos con gran cantidad de jugadores.

3. BIBLIOGRAFÍA

1. Abe, T., Kearns, C. F., & Sato, Y. (2012). Effects of blood flow restriction training on recovery and muscle strength in injured athletes. *Sports Medicine*, 42(5), 309-323. <https://doi.org/10.1007/s40279-012-0018-6>
2. Amani-Shalamzari, S., Farhani, F., Rajabi, H., Abbasi, A., Sarikhani, A., Paton, C., Bayati, M., Berdejo-Del-Fresno, D., Rosemann, T., Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2019). Blood flow restriction during futsal training increases muscle activation and strength. *Journal of Sports Sciences*, 37(16), 1916-1923. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1656570>
3. Amani-Shalamzari, S., Sarikhani, A., Paton, C., Rajabi, H., Bayati, M., Nikolaidis, P. T., & Knechtle, B. (2020). Occlusion training during specific futsal training improves aspects of physiological and physical performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(6), 1584-1591. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003151>
4. Bangsbo, J. (1994). The physiology of soccer – with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 151(suppl. 619), 1-155.
5. Cook, C. J., Kilduff, L. P., & Beaven, C. M. (2014). Improving strength and power in trained athletes with 3 weeks of occlusion training. *European Journal of Applied Physiology*, 114(2), 309-319. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2742-2>
6. Castilla-López, C., & Romero-Franco, N. (2023). Blood flow restriction is not useful as soccer competition recovery in youth male national-level soccer players: A crossover randomised controlled trial. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 63(11), 1146-1154. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.23.14974-7>

7. Castilla-López, C., & Romero-Franco, N. (2023). Low-load strength resistance training with blood flow restriction compared with high-load strength resistance training on performance of professional soccer players: A randomized controlled trial. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 63(11), 1146-1154.
<https://doi.org/10.23736/S0022-4707.23.14974-7>
8. Cheng, C. F., Kuo, Y. H., Hsu, W. C., Chen, C., & Pan, C. H. (2021). Local and remote ischemic preconditioning improves sprint interval exercise performance in team sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(12), 3306-3314. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003625>
9. Daab, W., Bouzid, M. A., Lajri, M., Bouchiba, M., & Rebai, H. (2021). Brief cycles of lower-limb occlusion accelerate recovery kinetics in soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 20(4), 580-589.
10. da Silva, J. C. G., Silva, K. F., Domingos-Gomes, J. R., Batista, G. R., da Silva Freitas, E. D., Torres, V. B. C., & do Socorro Cirilo-Sousa, M. (2019). Aerobic exercise with blood flow restriction affects mood state in a similar fashion to high intensity interval exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(2), 373-382.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1656570>
11. Fostiak, K., Bichowska, M., Trybulski, R., Trabka, B., Krzysztofik, M., Rolnick, N., Filip-Stachnik, A., & Wilk, M. (2022). Acute effects of ischemic intra-conditioning on 30 m sprint performance. *Journal of Sports Science and Medicine*, 21(3), 471-479.
12. Fortin, J. F., & Billaut, F. (2019). Blood-flow restricted warm-up alters muscle hemodynamics and oxygenation during repeated sprints in American football players. *Journal of Sports Sciences*, 37(8), 941-950.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1530715>

13. Gibson, N., Mahony, B., Tracey, C., Fawcner, S., & Murray, A. (2015). Effect of ischemic preconditioning on repeated sprint ability in team sport athletes. *Journal of Sports Sciences*, 33(14), 1520-1527. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1027581>
14. Gordon, B., & Peppé, J. (2005). Intermittent exercise and the physiological responses to intermittent sports. *Journal of Sports Sciences*, 23(12), 1165-1173. <https://doi.org/10.1080/02640410500161031>
15. Hosseini Kakhak, S. A., Kianigul, M., Haghighi, A. H., Nooghabi, M. J., & Scott, B. R. (2022). Performing soccer-specific training with blood flow restriction enhances physical capacities in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(9), 2414-2423. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004430>
16. Judd, K., Morales, C., White, M., Wilkie, K., Faller, J., & Ives, S. J. (2023). The effects of accessory blood flow restriction training on muscle size and strength in Division III soccer athletes: A preliminary ecological study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(4), 872-880. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004074>
17. Lixandrao, M. E., Berton, R. P., & Bortoluzzi, L. A. (2018). Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(3), 680-687. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002264>
18. Loenneke, J. P., Pujol, T. J., & Bembien, D. A. (2011). Blood flow restriction: A new perspective. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 747-757. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e4e09b>
19. Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Marín, P. J., & Bembien, D. A. (2012). Blood flow restriction: How to apply the pressure? *International Journal of Sports Medicine*, 33(6), 408-414. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1314827>

20. Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Abe, T., & Bembien, M. G. (2012). The anabolic benefits of venous blood flow restriction training may be induced by muscle cell swelling. *Medical Hypotheses*, 78(1), 151-154.
<https://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.10.014>
21. Luebbers, P. E., Fry, A. C., Kriley, L. M., & Butler, M. S. (2014). The effects of a 7-week practical blood flow restriction program on well-trained collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(10), 2924-2930.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000514>
22. Manimmanakorn, A., Hamlin, M. J., Ross, J. J., Taylor, R., & Manimmanakorn, N. (2013). Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 113(11), 2867-2876. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2754-y>
23. Mckee, J. R., Girard, O., Peiffer, J. J., Hiscock, D. J., De Marco, K., & Scott, B. R. (2023). Repeated-sprint training with blood-flow restriction improves repeated-sprint ability similarly to unrestricted training at reduced external loads. *Journal of Sports Sciences*, 41(7), 825-834. <https://doi.org/10.1080/02640414.2022.2063200>
24. Marocolo, I. C., da Mota, G. R., Londe, A. M., Patterson, S. D., Barbosa Neto, O., & Marocolo, M. (2017). Acute ischemic preconditioning does not influence high-intensity intermittent exercise performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 1804-1812. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001842>
25. Northey, J. M., Rattray, B., Argus, C. K., Etxebarria, N., & Driller, M. W. (2016). Vascular occlusion and sequential compression for recovery after resistance exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(4), 1081-1089.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001224>

26. Patterson, S. D., & Hughes, L. (2018). Blood flow restriction training: Considerations of methodology, application, and safety. *Current Opinion in Physiology*, 6, 74-80.
<https://doi.org/10.1016/j.cophys.2018.02.002>
27. Roberts, B. M., & Grassi, B. (2020). Precautions and safety considerations in blood flow restriction training: A review. *Sports Medicine*, 50(9), 1577-1590.
<https://doi.org/10.1007/s40279-020-01316-5>
28. Sato, Y. (2005). The history and future of KAATSU training. *International Journal of KAATSU Training Research*, 1(1), 1-5. <https://doi.org/10.3806/ijktr.1.1>
29. Scott, B. R., Loenneke, J. P., & Slater, G. J. (2015). Blood flow restriction exercise: A review of the physiological mechanisms and practical applications for team sports. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(11), 2982-2990.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001085>
30. Scott, B. R., Peiffer, J. J., & Goods, P. S. R. (2017). The effects of supplementary low-load blood flow restriction training on morphological and performance-based adaptations in team sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7), 2040-2050. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001822>
31. Sun, D., & Yang, T. (2023). Semi-squat exercises with varying levels of arterial occlusion pressure during blood flow restriction training induce a post-activation performance enhancement and improve vertical height jump in female football players. *Journal of Sports Sciences*, 41(5), 618-628.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2160709>
32. Slys, J., Stultz, J., & Burr, J. F. (2016). The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(8), 669-675. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005>
33. Takarada, Y., Sato, Y., & Ishii, N. (2002). Effects of resistance exercise combined with vascular occlusion on muscle function in athletes. *Journal of Strength and*

Conditioning Research, 16(1), 61-67. <https://doi.org/10.1519/00124278-200208000-00009>

34. Wang, J., Fu, H., Zhang, Q., Zhang, M., & Fan, Y. (2022). Effect of leg half-squat training with blood flow restriction under different external loads on strength and vertical jumping performance in well-trained volleyball players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 21(2), 290-298.
35. Wang, Y., Li, Z., Tongtong, C., Zhang, W., & Li, X. (2023). Effect of continuous and intermittent blood flow restriction deep-squat training on thigh muscle activation and fatigue levels in male handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(8), 2231-2240. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003955>
36. Williams, N., Russell, M., Cook, C. J., & Kilduff, L. P. (2018). The effect of lower limb occlusion on recovery following sprint exercise in academy rugby players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 17(2), 268-275.
37. Yamanaka, T., Farley, R. S., & Caputo, J. L. (2012). Occlusion training increases muscular strength in division IA football players. *International Journal of Sports Medicine*, 33(8), 589-596. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1301597>