

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**GRADO EN FISIOTERAPIA**



**EFFECTOS DEL ENTRENAMIENTO CON RESTRICCIÓN PARCIAL  
DEL FLUJO SANGUÍNEO EN EL MIEMBRO SUPERIOR DE  
POBLACIÓN ADULTA SANA.  
UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

AUTOR: OLTRA MORENO, DANIEL.

Nº Expediente: 2365

TUTOR: HERNÁNDEZ SÁNCHEZ, SERGIO.

Curso académico 2020-2021.

Convocatoria de junio.



## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ABSTRACT.....</b>	<b>2</b>
<b>3. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>4. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<i>Objetivo general.....</i>	<i>7</i>
<i>Objetivos específicos.....</i>	<i>7</i>
<b>5. MATERIAL Y MÉTODOS.....</b>	<b>8</b>
<i>Estrategia de búsqueda.....</i>	<i>8</i>
<i>Criterios de selección.....</i>	<i>8</i>
<i>Selección de artículos.....</i>	<i>9</i>
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
<b>7. DISCUSIÓN.....</b>	<b>15</b>
<i>Perspectivas de futuro o aplicación práctica / implicaciones clínicas.....</i>	<i>18</i>
<i>Limitaciones de la</i>	<i>la</i>
<i>revisión.....</i>	<i>18</i>
<b>8. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>20</b>
<b>10. ANEXO DE FIGURAS Y TABLAS.....</b>	<b>25</b>
<i>Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 2. Diagrama de sectores sobre el tiempo de mediciones.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 3. Diagrama de sectores sobre el tipo de oclusión.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 4. Diagrama de barras sobre el periodo de intervención.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 5. Diagrama de barras sobre el número de sesiones.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 1. Resumen de la información extraída de los estudios.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 2. Extracción de los datos sobre las intervenciones.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 3. Resultados de la escala PEDro.....</i>	<i>39</i>

## 1 RESUMEN

**Introducción:** Las lesiones musculoesqueléticas de la extremidad superior suponen un problema importante en la sociedad moderna. La evidencia acerca de los beneficios e importancia de la inclusión del ejercicio terapéutico para afrontar estas lesiones es abundante y uno de sus objetivos es la ganancia de fuerza muscular. En esta línea, parece que, el ejercicio de baja intensidad combinado con BFR está demostrando su efectividad.

**Objetivos:** Conocer el efecto del entrenamiento con restricción parcial del flujo sanguíneo en la extremidad superior, así como elaborar una serie de recomendaciones para la aplicación efectiva y segura del entrenamiento con restricción parcial del flujo sanguíneo.

**Material y métodos:** Se buscaron artículos publicados a partir de 2010 en las bases de datos Pubmed, Scopus, ScienceDirect, MedlinePlus o PEDro, que tratarán de determinar la efectividad del entrenamiento con BFR en pacientes sanos.

**Resultados:** Se incluyeron doce estudios. Nueve estudios comparan los efectos del entrenamiento con BFR frente al entrenamiento sin BFR, evaluando así la efectividad del entrenamiento con BFR. Un estudio evalúa los efectos de distintos tipos de manguitos. Y dos estudios evalúan los efectos de dos grupos con BFR trabajando con contracciones isotónicas diferentes.

**Conclusiones:** Comparado con el entrenamiento de baja carga, el entrenamiento de baja carga combinado con BFR es más efectivo, sin embargo, el entrenamiento de fuerza de alta intensidad es el más efectivo para la ganancia de fuerza e hipertrofia muscular. El entrenamiento de baja carga combinado con BFR parece una herramienta útil para personas incapaces de soportar cargas de trabajo elevadas.

**Palabras clave:** “Fisioterapia”, “Extremidad superior”, “Restricción del flujo sanguíneo”, “fuerza”, “hipertrofia”.

## 2 ABSTRACT

**Background:** Musculoskeletal injuries of upper limb mean an important issue in modern society. There is significant evidence about benefits and importance of therapeutic exercise in order to manage this kind of injuries, and one of its objectives is muscular strength gain. Furthermore, it seems that low intensity exercise combined with blood flow restriction (BFR) is showing its effectiveness.

**Purpose:** The purpose is to know the effect of blood flow restriction training in upper limb and how to prepare a series of recommendations for secure and effective application of training with partial BFR.

**Material and Methods:** Papers and articles published from 2010 were searched in databases like Pubmed, Scopus, ScienceDirect, MedlinePlus or PEDro, in order to determinate effectiveness of BFR training in healthy patients.

**Results:** Twelve studies were included. Nine of them compare effects of BFR training to non-BFR training, evaluating the effectiveness of BFR training. One study evaluates the effects of different cuffs, and two studies examine the effects of two groups with BFR working with different isotonic contractions.

**Conclusions:** The combination of low-load training and BFR has shown to be more effective than only low-load training. However, high-intensity strength training is the most effective for strength and muscular hypertrophy gain. Low-load training combined with BFR seems to be a useful tool for individual who cannot tolerate high workloads.

**Keywords:** physical therapy, upper limb, blood flow restriction, strength, hypertrophy

### 3 INTRODUCCIÓN

Las lesiones musculoesqueléticas de la extremidad superior constituyen un problema importante en la sociedad moderna (Huisstede, 2006), siendo una de las principales causas de baja laboral (Joshi, 2011). Estos trastornos engloban síndromes de atrapamientos nerviosos, tendinopatías y dolor y sensibilidad muscular entre las más destacadas (Sesto, 2004). Además, pueden ser causados o exacerbados por el esfuerzo o la exposición prolongada a factores físicos (Sutton, 2016).

Los trastornos musculoesqueléticos que se tornan a severos tienen un impacto negativo sobre el bienestar de los trabajadores, su productividad y la economía sanitaria (Ma, 2018).

La prevalencia puntual de los trastornos de la extremidad superior a nivel mundial osciló entre 1,6% y el 53,0% desde 1966 hasta junio de 2004. Las más altas se registraron en los Estados Unidos, concretamente entre los trabajadores textiles y los estudiantes, siendo un 47% y 53% respectivamente. La tasa más baja se registró en Holanda (Huisstede, 2006).

Además, la tasa de incidencia de estos trastornos musculoesqueléticos de las extremidades superiores relacionados con el trabajo, han mostrado una tendencia creciente en el tiempo: de 23,2 por 10.000 trabajadores en 2007, 22,9 en 2009, 31,5 en 2011, 31,6 en 2012, 31,5 en 2014 y 32,6 en 2015 en industrias privadas (Ma, 2018).

Aparecen por igual en hombres y mujeres (Huisstede, 2006). Sin embargo, se ha descrito una prevalencia más alta en trabajadores de 55 a 64 años, varones, blancos no hispanos, con menos de 4 años de formación, fumadores actuales, trabajadores insuficientemente activos, nacidos en los Estados Unidos y con un IMC  $\geq 30$  kg / m<sup>2</sup> (Ma, 2018). El uso de herramientas manuales se ha considerado un factor de riesgo debido a los movimientos repetitivos asociados, los esfuerzos enérgicos, la vibración y el estrés postural (Sesto, 2004).

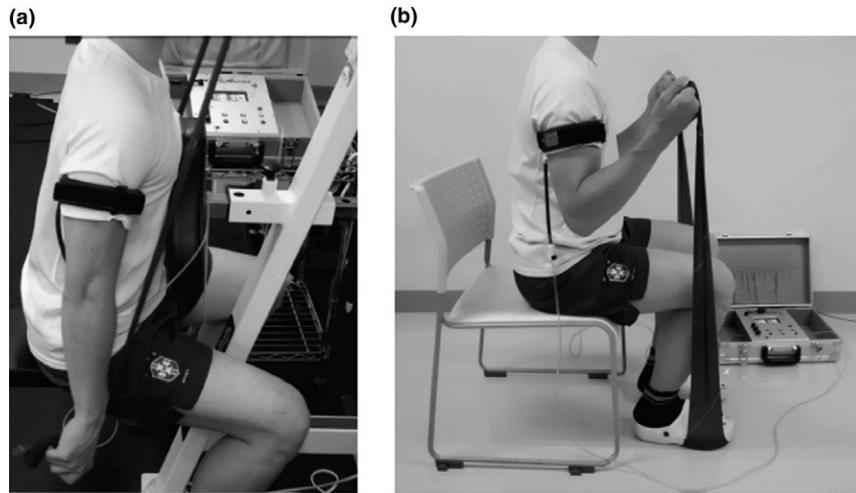
Dado que los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo suponen un problema creciente e importante para los costes de la sociedad, se han propuesto diferentes modelos de intervención en el lugar de trabajo para prevenir dichos trastornos (Van Eerd, 2016).

Por otro lado, se han descrito en la literatura científica diferentes procedimientos de fisioterapia utilizados para abordar patologías del miembro superior, desde las más clásicas como la crioterapia, ultrasonidos y el uso de férulas (Sutton, 2016); terapias pasivas como masaje, punción seca, terapia manual (movilizaciones, manipulaciones, tracciones) hasta concepciones más actuales centradas en la neurodinámica, la educación y el ejercicio terapéutico (de-la-Llave-Rincón, 2011).

Existe abundante evidencia de los beneficios y la importancia de la inclusión de ejercicio terapéutico para multitud de condiciones de salud (Bruder, 2011). Por un lado, en poblaciones clínicas, como por ejemplo, en patologías asociadas al manguito rotador en la que la educación, consejos y ejercicios son tratamientos comunes para este tipo de lesiones y sus resultados son comparables a la cirugía (Cook, 2018). Un estudio recientemente publicado respalda esta idea, recomendando el ejercicio junto a la restricción de las actividades que han desencadenado dicho dolor y tratamiento farmacológico (Naunton, 2020). Además, este estudio concluye que del 65% al 80% de las personas se recuperan por medio de ejercicio. Por tanto, se recomienda este tipo de enfoque más conservador frente al tratamiento quirúrgico (Lewis, 2016). Por otro lado, el ejercicio terapéutico es útil como herramienta preventiva de enfermedades como la diabetes o la osteoporosis, en las que, dentro de sus factores predisponentes, encontramos la pérdida de tejido musculoesquelético relacionado con la edad. (Visser, 2002; Guillet, 2005).

En el marco del ejercicio terapéutico, un objetivo común a las intervenciones en miembro superior es conseguir un aumento de la fuerza (Neil-Sztramko, 2014). En ese sentido, una creciente línea de investigación ha demostrado la efectividad del ejercicio combinado con la restricción parcial del flujo sanguíneo o blood flow restriction training (BFR). La causa por la que se produce un aumento en la fuerza muscular y la hipertrofia aún no está clara, pero parece estar relacionada con un aumento de la activación muscular (Yasuda, 2014), un aumento gradual en el reclutamiento de fibras musculares tipo II a medida que las fibras tipo I se fatigan (Farup, 2015), una regulación positiva de la expresión genética inducida por el estrés que potencia la inflamación celular, la síntesis de proteínas y la producción de hormonas tanto local, como sistémica (Bowman, 2020).

La restricción parcial del flujo sanguíneo se logra mediante la aplicación de un torniquete, manguito presurizado o bandas elásticas en la porción proximal de las extremidades superiores o inferiores (Patterson, 2019).



(Imagen: Yasuda,2012)

La presión del manguito debe calcularse de forma rigurosa y personalizada antes de realizar entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo, para asegurar de esta forma unas condiciones de máxima seguridad. Las presiones entre el 40% y 50% de la presión de oclusión total (POT) están indicadas para optimizar la actividad muscular sin aumentar el riesgo de lesión (Bezerra de Morais, 2017).

Además de la ganancia de fuerza muscular y la hipertrofia, la literatura científica ha demostrado que el entrenamiento con BFR es capaz de mejorar la resistencia localizada, así como la resistencia cardiorrespiratoria general (Pope, 2013).

Frente a los habituales protocolos de entrenamiento que utilizan cargas entorno al 70-80 % de 1 RM para la ganancia de fuerza e hipertrofia muscular, el entrenamiento con cargas ligeras 20%-30% de 1 RM es capaz de producir resultados similares (Bowman, 2020). Esto parece ser debido a un reclutamiento adicional o preferencial inducido por la hipoxia de las fibras musculares de contracción rápida, mayor duración de la acidosis metabólica a través del atrapamiento posiblemente provocando una respuesta hormonal sistémica aguda (Pope, 2013) y un aumento en la liberación de la hormona de crecimiento (Naunton, 2020).

Existe evidencia contradictoria en relación a posibles efectos adversos del entrenamiento oclusivo (Minniti, 2019), aunque parece ser que la realización de este tipo de trabajo dirigido por un personal capacitado minimiza los potenciales efectos secundarios graves sobre los usuarios (Yasuda, 2017).

Por tanto, el ejercicio terapéutico es un pilar fundamental dentro de la rehabilitación de patologías del miembro superior. Puesto que existe evidencia que respalda la idea de que el entrenamiento de baja intensidad acompañado con restricción parcial del flujo sanguíneo es un estímulo seguro y aumenta la fuerza y la hipertrofia muscular sobre todo en miembro inferior, con resultados similares a entrenamiento con cargas más pesadas (Vechin, 2015), se consideró conveniente realizar una revisión sobre la bibliografía existente hasta el momento, con el objetivo de conocer los efectos del entrenamiento oclusivo en la extremidad superior y su metodología de aplicación.

Pregunta de investigación:

¿Qué efectos produce el entrenamiento con restricción parcial del flujo sanguíneo en la extremidad superior sobre variables físicas (valores de fuerza, volumen muscular, rango de movimiento)?

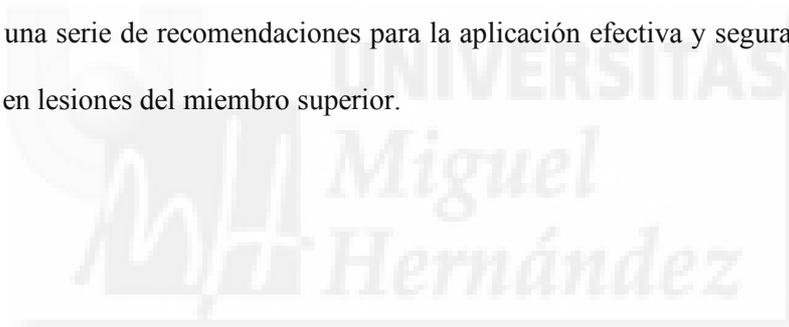
## 4 OBJETIVOS

### Objetivo General

- Conocer, a través de la literatura científica, el efecto del entrenamiento con restricción parcial del flujo sanguíneo sobre variables físicas y clínicas de la extremidad superior.

### Objetivos Específicos

1. Conocer los diferentes parámetros de aplicación del entrenamiento oclusivo para la extremidad superior.
2. Evaluar la calidad metodológica de los estudios relacionados con el entrenamiento oclusivo para la extremidad superior.
3. Elaborar una serie de recomendaciones para la aplicación efectiva y segura del entrenamiento oclusivo en lesiones del miembro superior.



## 5 MATERIAL Y MÉTODOS

El protocolo del estudio ha sido registrado y aprobado por la oficina de investigación responsable de la universidad Miguel Hernández de Elche con el código COIR para TFGs número 201128203950.

Para la realización de esta revisión bibliográfica se siguieron las principales directrices de la declaración PRISMA (Moher y cols, 2009). Se realizó una búsqueda bibliográfica electrónica desde el 27 de enero de 2021 hasta el 30 de abril de 2021, en las siguientes bases de datos: Pubmed, Scopus, ScienceDirect, MedlinePlus y PEDro.

La estrategia de búsqueda utilizada en Pubmed incluye las siguientes palabras claves: “BFR”, “blood flow restriction training”, “Upper limb”, “Upper body or shoulder”, “elbow hand”. Los términos similares estuvieron unidos entre sí por el operador booleano “OR”, y ambas partes se combinaron con el operador “AND”. Los filtros empleados fueron: especies “humanos”, tipo de artículo “ensayo clínico”, idioma “español e inglés” y fecha de publicación desde “2010 hasta 2020” ambos incluidos. Estos parámetros se mantuvieron o fueron adaptados mínimamente para su uso en otras bases de datos.

### Criterios de selección

Se realizó una lectura crítica de los artículos seleccionados en la búsqueda preliminar para valorar si presentaban los siguientes criterios de inclusión y exclusión establecidos. Los criterios de inclusión fueron:

- Ensayos clínicos, que traten sobre personas sanas sin restricción de género o raza, sobre los que se aplique entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre su o sus extremidades superiores y cuyo objetivo sea analizar las variables de fuerza muscular y/o hipertrofia.
- Artículos publicados en español o inglés, desde 2010 hasta 2020.
- Artículos que trataran sobre el BFR solo o dentro de un programa de tratamiento de la extremidad superior en personas sanas y que estudiaran su efectividad mediante métodos unidimensionales o multidimensionales para valorar la fuerza muscular, la hipertrofia muscular, activación muscular, el dolor, el índice de esfuerzo percibido por el paciente y diferentes

variables hemodinámicas estudiadas para valorar los posibles efectos adversos de este tipo de técnica.

- Además, se incluyeron artículos que comparasen el entrenamiento con BFR con entrenamiento sin BFR y entrenamientos con BFR de diferentes características entre sí para determinar la eficacia y la seguridad de los diferentes modelos de intervenciones.

Los criterios de exclusión fueron:

- Artículos publicados antes del 2010 o después del 2020 que no fuesen ensayos clínicos y que trataran sobre animales o cadáveres.
- Artículos cuya población sean sujetos clínicos y cuyo objetivo sea únicamente analizar respuestas perceptivas del paciente, marcadores de daño muscular, marcadores de estrés oxidativo, índice de esfuerzo percibido, la activación muscular y las respuestas cardiovasculares.
- Además, fueron excluidos aquellos artículos de laboratorio cuyo objetivo fuera analizar únicamente la presión de oclusión total (POT) comparando diferentes anchos de manguito o diferentes posiciones del paciente durante la medición de la POT.
- También fueron excluidos aquellos artículos que no incluyeran dentro del estudio al menos un grupo con BFR en una o ambas extremidades superiores, que incluyeran ejercicios de extremidades inferiores dentro del protocolo de entrenamiento, así como aquellos estudios en el que los participantes consumieran suplementos nutricionales y/o estimulantes o participasen en otro programa de entrenamiento durante el desarrollo del estudio.
- Por último, los artículos en fase preliminar, sin conclusión e interpretación de los resultados.

### Selección de artículos

El primer paso en el proceso de selección consistió en un cribado de los títulos y resúmenes pertinentes, teniendo en cuenta los criterios de selección. Más adelante, se llevó a cabo un análisis para descartar aquellos artículos que estuvieran duplicados, y aquellos cuyo contenido no cumplía el objetivo del estudio o no se ajustaban a los criterios de inclusión. **(Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA).**

Una vez finalizada la selección de artículos, se procedió a la extracción de los datos y a la evaluación de la calidad metodológica.

Para evaluar la calidad metodológica de los estudios seleccionados se utilizó la escala PEDro, en su versión española (Gómez-Conesa, 2012). Este instrumento identifica la validez interna, externa y si existe suficiente información estadística para hacer que los resultados de los estudios sean interpretables, generando una puntuación final dependiendo de los ítems que cumpla positivamente el artículo. Se considera que los estudios con una puntuación entre 9 y 10 en la escala PEDro tienen una calidad metodológica excelente, los estudios con una puntuación entre 6 y 8, tienen una buena calidad metodológica, entre 4 y 5 una calidad regular, y por debajo de 4 puntos tienen una mala calidad metodológica.



## 6 RESULTADOS

La información extraída de los estudios seleccionados para esta revisión aparece reflejada en la **Tabla 1 y 2**. En cuanto al diseño, todos los estudios incluidos, que suman un total de doce, fueron ensayos clínicos prospectivos controlados aleatorizados.

En la **Tabla 3** se muestran las puntuaciones obtenidas del análisis de la calidad metodológica de los estudios seleccionados. Ningún artículo presenta una calidad metodológica excelente, cinco tienen una buena calidad metodológica, cuatro con una puntuación de seis (Brumitt, 2020; Yasuda, 2012; Wilk, 2020; Yasuda, 2011) y uno con una puntuación de ocho (Bowman, 2020). Tres artículos con una puntuación regular, de los cuales dos de ellos tienen un cuatro (Neto GR, 2019; Kim, 2017) y uno un cinco (Dankel, 2017).

Por último, cuatro de los artículos seleccionados para esta revisión tienen una mala calidad metodológica, teniendo todos ellos una puntuación de 3 (Hill, 2020; Wilk, 2020; Farup, 2015; Jese, 2018).

La media de las puntuaciones es de 4,75 puntos.

La asignación de los sujetos a los grupos ha sido oculta en un único estudio (Bowman, 2020), los sujetos no han sido cegados en ninguno de los estudios (**Tabla 3**) y los terapeutas han sido cegados únicamente en un estudio (Bowman, 2020).

Respecto al programa de intervención utilizado en cada caso, cuatro estudios comparan las diferencias de un grupo experimental con BFR y un grupo control sin BFR sobre la hipertrofia, potencia y/o fuerza muscular (Brumitt, 2020; Yasuda, 2011; Bowman, 2020; Wilk, 2020). Dos estudios comparan las diferencias entre dos grupos entrenados con BFR pero con un tipo de contracción isotónica diferente; un grupo entrenara en concéntrico y el otro en excéntrico (Yasuda, 2012; Hill, 2020). Dos estudios evalúan el efecto del entrenamiento con BFR a distintas presiones de oclusión (Wilk, 2020; Jese, 2018). Un estudio evalúa los resultados que obtendríamos del entrenamiento oclusivo continuo frente al intermitente (Neto, 2019). Dos estudios comparan las diferencias de un grupo experimental con BFR y

un grupo control sin BFR sobre otras variables además de la fuerza e hipertrofia muscular (Kim, 2017; Farup, 2015). Un estudio evalúa los efectos diferenciales obtenidos tras realizar un protocolo de entrenamiento con distintos tipos de manguito (Dankel, 2017). (**Tabla 2**).

Además, un total de diez estudios tenían un grupo control dentro de los diferentes grupos que participaban en su programa de ejercicios (Brumitt, 2020; Wilk, 2020; Neto, 2019; Yasuda, 2011; Kim, 2017; Hill, 2020; Bowman, 2020; Wilk, 2020; Farup, 2015; Jese, 2018) quedando un total de dos estudios que no tenían grupo control (Yasuda, 2012; Dankel, 2017). (**Tabla 2**).

Atendiendo al lugar de la oclusión, once de los doce estudios realizaron la presión de oclusión en la región proximal del húmero (Brumitt, 2020; Yasuda, 2012; Wilk, 2020; Neto, 2019; Yasuda, 2011; Hill, 2020; Bowman, 2020; Wilk, 2020; Farup, 2015; Dankel, 2017; Jese, 2018), siendo un único estudio donde se colocó el manguito en la región distal del húmero (Kim, 2017).

Las presiones utilizadas son expresadas en porcentaje o en milímetros de mercurio (mmHg). En cuanto al porcentaje estos se han realizado sobre la presión de oclusión total (POT) o sobre la presión arterial sistólica (PAS), en el primer caso estas presiones han alcanzado porcentajes que se encuentran entre el 40% y el 90% de la POT ambos porcentajes incluidos. El porcentaje de oclusión sobre la PAS es de 130% empleado únicamente en un artículo (Kim, 2017). En cuanto al valor absoluto de presión se han ejercido presiones desde los 100 hasta 160 mmHg. (**Tabla 2**).

En relación a tipo de oclusión se obtuvo (**figura 3**) que un total de siete artículos realizaron una oclusión continua durante la sesión de entrenamiento (Brumitt, 2020; Yasuda, 2012; Hill, 2020; Wilk, 2020; Farup, 2015; Dankel, 2017; Jese, 2018), un artículo realizó una oclusión intermitente (Wilk, 2020), un artículo empleó una oclusión continua e intermitente (Neto, 2019) y un total de tres artículos no especificaron el tipo de oclusión empleada (Yasuda, 2011; Kim, 2017; Bowman, 2020).

La mayoría de intervenciones utilizan el ejercicio curl bíceps para estudiar las variables propuestas en sus estudios siendo un total de cinco los estudios que lo practican (Yasuda, 2012; Hill, 2020; Farup, 2015; Dankel, 2017; Jese, 2018), el ejercicio press banca aparece en tres estudios (Wilk, 2020; Yasuda, 2011; Wilk, 2020), con un estudio ejercicios de agarre (Kim, 2017) y por último, son tres los estudios

que utilizan más de un ejercicio (Brumitt, 2020; Neto, 2019; Bowman, 2020). Dentro de los estudios que tan solo emplean un ejercicio dentro de su intervención, se observa que tan solo uno especifica la posición del ejercicio y la posición del paciente durante la medición de la POT (Jesee, 2018), el resto de estudios no especifican la posición de medición y/o del ejercicio (Yasuda, 2012; Wilk, 2020; Yasuda, 2011; Kim, 2017; Hill, 2020; Wilk, 2020; Farup, 2015; Dankel, 2017).

En relación al volumen de entrenamiento (número de series y repeticiones), un total de siete artículos (Brumitt, 2020; Yasuda, 2012; Yasuda, 2011; Hill, 2020; Bowman, 2020; Dankel, 2017; Jesee, 2018) emplean 30 repeticiones para la primera serie seguida de tres series de 15 repeticiones. (**Tabla 2**).

Además, estos siete estudios realizaron dentro de su programa de ejercicio un descanso entre series de 30 segundos y seis realizaron el trabajo de resistencia a una carga del 30% de 1RM (Brumitt, 2020; Yasuda, 2012; Yasuda, 2011; Hill, 2020; Bowman, 2020; Dankel, 2017). (**Tabla 2**).

Dos estudios aplicaron un mayor número de sesiones, 18 en 6 semanas (Yasuda, 2012; Farup, 2015), sin embargo otro estudio desarrollo su intervención de forma más prolongada, 8 semanas (Brumitt, 2020). Los estudios que menor tiempo de intervención y número de sesiones tuvieron una duración de 1 sesión (Dankel, 2017; Jesee, 2018). (**Figura 4 y Figura 5**).

La mayoría de estudios analizaron los resultados de las intervenciones mediante las medidas obtenidas en las pruebas de contracción isométrica voluntaria máxima (CVMi), el cálculo de la fuerza muscular dinámica (RM), el grosor muscular, hipertrofia muscular y el cálculo de la POT. Además, se analizaron otras variables como la potencia, la activación muscular, la resistencia, la respuesta de esfuerzo percibido y distintas variables sobre el flujo sanguíneo (Wilk, 2020; Neto, 2019; Kim, 2017; Wilk, 2020; Jesee, 2018).

En todos los estudios la prueba de CVMi se midió con un dinamómetro (isocinético o manual). El cálculo de la RM se obtuvo realizando el ejercicio a desarrollar en la intervención del estudio en cuestión. Por otro lado, el grosor muscular se obtuvo mediante ecografía, el volumen muscular utilizando una cinta métrica y la POT utilizando un manguito a nivel proximal o distal del húmero

combinado con un ecógrafo que detectaba el flujo sanguíneo braquial o radial dependiendo del estudio.

**(Tabla 1).**

Seis estudios realizaron las mediciones al inicio y al final del programa (Brumitt, 2020; Yasuda, 2012; Neto, 2019; Yasuda, 2011; Kim, 2017; Bowman, 2020), tres estudios incluyeron mediciones durante el programa (Farup, 2015; Dankel, 2017; Jese, 2018), dos estudios realizaron las mediciones antes y durante el desarrollo del programa (Wilk, 2020; Wilk, 2020), y un estudio realizó sus mediciones antes, a mitad y después del desarrollo del programa (Hill, 2020). **(Figura 2).**



## 7 DISCUSIÓN

El objetivo de esta revisión es conocer el efecto del entrenamiento con restricción parcial del flujo sanguíneo en la extremidad superior, con perspectiva a valorar su uso y potencial relevancia en la práctica clínica, y poder elaborar una serie de recomendaciones sobre el entrenamiento oclusivo para que su aplicación se realice de una forma efectiva y segura. Para ello se han revisado un total de doce estudios en los que hubo una mejora estadísticamente significativa de las variables de respuesta muscular en todos los sujetos, sea cual fuere el tipo de entrenamiento utilizado, como mínimo para una de las variables analizadas.

De los cuatro estudios que comparan las diferencias encontradas entre un grupo con BFR y un grupo sin BFR sobre la hipertrofia, potencia o fuerza muscular, un estudio no encontró diferencias significativas entre los grupos pese a que ambos grupos aumentaron la fuerza e hipertrofia muscular (Brumitt, 2020), un estudio encontró diferencias significativas a favor del grupo con BFR (Bowman, 2020) y dos estudios encontraron diferencias significativas a favor del grupo de entrenamiento sin BFR (Yasuda, 2011; Wilk, 2020).

Estos datos, que a priori parecen contradictorios, en realidad no lo son. Si analizamos los grupos sin BFR de estos cuatro estudios, observamos como en los dos estudios en los que los resultados no se decantan a favor del grupo sin BFR, estos grupos siguen un modelo de entrenamiento de baja intensidad, y en los dos grupos en los que los resultados son superiores en el grupo sin BFR, este grupo sigue un modelo de entrenamiento de alta intensidad.

Además, dos estudios más, también analizan estas tres variables además de otras como el dolor muscular, la actividad muscular y variables sobre los vasos sanguíneos (Kim, 2017; Farup, 2015). Un estudio no encontró diferencias significativas entre los grupos para las variables a estudiar (Farup, 2015) y un estudio no encontró diferencias significativas para la fuerza muscular pero sí para la hipertrofia a favor de los grupos con BFR y para las variables del flujo sanguíneo a favor del grupo joven con BFR (Kim, 2017). En este caso el estudio en el que la hipertrofia aumenta de manera significativa a favor de los grupos con BFR, el grupo sin BFR sigue un modelo de entrenamiento de alta intensidad. Además,

respecto al dolor muscular (Hughes, 2019) explica porqué el entrenamiento de baja intensidad con BFR produce hipoalgesia.

De los dos estudios que comparan los resultados obtenidos a partir de dos grupos entrenados con BFR, uno con contracción excéntrica y el otro con concéntrica, un estudio encontró diferencias significativas mejores para el grupo de entrenamiento concéntrico (Yasuda, 2012) y en el otro estudio la fuerza muscular se decanto para el grupo de ejercicio en excéntrico, la activación aumentó en los dos grupos sin diferencias significativas y no se apreciaron diferencias significativas para ninguno de los dos grupos para el tamaño de los músculos (Hill, 2020). Al analizar estos datos, debemos tener en cuenta que uno de los artículos analiza las variables sobre la extremidad entrenada (Yasuda, 2012) y el otro sobre la extremidad no entrenada (Hill, 2020).

No obstante, debemos tener en cuenta otros dos estudios que evalúan el efecto del entrenamiento con BFR con distintos niveles o presiones de oclusión. En ambos estudios se observaron diferencias significativas que aumentaron con presión de oclusión más elevadas. Sin embargo, un estudio indica que el mayor número de repeticiones se realiza en el grupo con mayor PO (Wilk, 2020), mientras que el otro indica que a mayor PO menor número de repeticiones (Jesee, 2018). En relación a lo mencionado anteriormente, una revisión publicada en 2020 (Clarkson, 2020) concluye que hasta la fecha sigue existiendo una falta de coherencia con las presiones de restricción utilizadas y que pese a la ausencia de una justificación sobre las presiones utilizadas en la gran mayoría de los estudios, es importante a la hora de prescribir este tipo de ejercicio, tener en cuenta el tamaño y tipo de manguito e individualizar las presiones establecidas.

Además, siguiendo con la línea de la presión de oclusión utilizada dentro del programa de entrenamiento de cada estudio, uno de estos analiza las diferencias encontradas en las variables a analizar entre tres grupos, un grupo control, un grupo con BFR continuo y otro con BFR intermitente (Neto, 2019), los resultados no muestran diferencias significativas entre los grupos. Sin embargo, un estudio no incluido en esta revisión (Neto, 2017) que compara los efectos agudos de una sesión de entrenamiento sin BFR a alta intensidad y con BFR intermitente y continuo sobre la respuesta de esfuerzo percibido (RPE), entre otras variables, dice que ésta es mayor para el grupo entrenado sin BFR a alta intensidad en

comparación con los dos grupos entrenados con BFR a baja intensidad. Con esto podríamos pensar que este resultado no viene dado por la oclusión, sino por la diferencia de la carga de trabajo que se da entre los grupos. Sin embargo, este mismo estudio compara los resultados obtenidos sobre la RPE entre el grupo de BFR intermitente y continuo y dice que ésta es menor para el grupo con oclusión intermitente del flujo sanguíneo.

Respecto al tipo de manguito empleado, un estudio evalúa los efectos obtenidos tras realizar un protocolo con un manguito de nailon o un manguito elástico (Dankel, 2017). En este estudio no se observaron diferencias significativas entre los grupos para ninguna de las variables a estudiar, a excepción de la presión de oclusión arterial (POA), que fue mayor para el grupo de manguito elástico, además, este tipo de manguito fue resultó ser el más incómodo tras cada serie. Además, el tamaño del manguito es un factor fundamental a tener en cuenta en el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo, ya que éste afecta a la percepción que tendrá el paciente sobre el ejercicio que esté realizando y porque su elección afectará también a las respuestas cardiovasculares durante el ejercicio con BFR (Rossow, 2012).

Por lo tanto, podemos ver como los resultados obtenidos en esta revisión sobre el efecto del entrenamiento con BFR sobre la extremidad superior es, en cierto modo, algo contradictorio. La mayoría de estudios obtienen mejores resultados en el grupo de entrenamiento de alta intensidad sin BFR en relación a las variables fuerza e hipertrofia muscular, pese a esto, los grupos de entrenamiento de baja intensidad sí que muestran en la mayoría de estudios un aumento significativo o no para estas dos variables, comparando las mediciones al principio y al final del estudio y comparando los resultados obtenidos para estas dos variables con un grupo de entrenamiento de baja intensidad sin BFR, lo cual coincide con los resultados de la revisión sistemática de Hughes, 2017.

Cabe destacar que no se ha apreciado ninguna relación entre la calidad metodológica de los estudios con una obtención de mejores resultados para el entrenamiento con restricción parcial del flujo sanguíneo frente al entrenamiento sin restricción parcial del flujo sanguíneo, de igual forma, tampoco hemos observado una mejora de los resultados al aumentar o no tanto el periodo de intervención como el número de sesiones. Por el contrario, sí se ha demostrado la influencia del tiempo, dentro y entre días

(Ingram, 2017), así como la influencia de la posición del cuerpo (Sieljacks, 2018) sobre la determinación de la presión de oclusión arterial.

### Recomendaciones

A la vista de los resultados, consideramos relevante realizar una serie de recomendaciones prácticas de uso del entrenamiento con restricción parcial del flujo sanguíneo.

1) Respecto a la dosis de aplicación del ejercicio de baja intensidad con restricción parcial del flujo sanguíneo, se han observado que la mayoría de estudios realizan el protocolo de entrenamiento con una duración de 4 a 6 semanas con un total de 2 a 3 sesiones a la semana.

2) La intensidad de trabajo de elección en la mayoría de los estudios seleccionados ha sido del 30-40% de 1-RM, con 4 series repartidas en 30 repeticiones seguidas de 3 series de 15, con un periodo de descanso entre series de 30 segundos y un tiempo de contracción de uno a 2 segundos por fase dirigido por un metrónomo.

3) La presión del manguito debe estar sobre el 40-50% de la POT, y que el material del manguito sea de nailon y el tipo de aplicación intermitente.

4) Por último, es recomendable que la medición de la POT se realice a la misma hora y en la misma posición en la que posteriormente se realizará el ejercicio.

### Limitaciones de la revisión

Debido a los términos de búsquedas empleados en esta revisión, ciertos estudios con información relevante podrían haber sido ignorados. Así mismo, al incluir solamente artículos publicados en inglés o español, artículos publicados en otros idiomas han sido ignorados. El análisis y la búsqueda bibliográfica la ha llevado a cabo un único autor, no se ha realizado una revisión por pares, lo cual puede haber supuesto otra posibilidad de sesgo en esta revisión. El haber puesto como fecha límite artículos publicados a partir de 2010 hasta 2020 puede haber dejado fuera estudios publicados antes o después de este periodo de tiempo.

## 8 CONCLUSIÓN

Existe evidencia moderada que sostiene que, el entrenamiento de baja intensidad combinado con BFR resulta más eficaz que el entrenamiento de baja intensidad sin BFR para el objetivo de ganancia de fuerza muscular e hipertrofia. Por el contrario, si comparamos la eficacia del entrenamiento oclusivo de baja intensidad con el entrenamiento de fuerza de alta intensidad, existe evidencia moderada que demuestra que la ganancia de fuerza e hipertrofia es superior para el entrenamiento de fuerza convencional. Además, es necesario establecer unas características individualizadas con este tipo de entrenamiento para garantizar la seguridad del paciente y la eficacia de la terapia. Por otro lado, los estudios publicados hasta la fecha sobre en entrenamiento con restricción parcial del flujo sanguíneo son escasos y de calidad metodológica regular-buena en su mayoría.



## 9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bezerra de Moraes AT, Santos Cerqueira M, Moreira Sales R, Rocha T, Galvão de Moura Filho A. Upper limbs total occlusion pressure assessment: Doppler ultrasound reproducibility and determination of predictive variables. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2017;37(4):437-441.

Bowman EN, Elshaar R, Milligan H, et al. Upper-extremity blood flow restriction: the proximal, distal, and contralateral effects-a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg*. 2020;29(6):1267-1274.

Bruder A, Taylor NF, Dodd KJ, Shields N. Exercise reduces impairment and improves activity in people after some upper limb fractures: a systematic review. *J Physiother*. 2011;57(2):71-82.

Brumitt J, Hutchison MK, Kang D, et al. Blood Flow Restriction Training for the Rotator Cuff: A Randomized Controlled Trial [published online ahead of print, 2020 Aug 19]. *Int J Sports Physiol Perform*. 2020;1-6.

Cook T, Minns Lowe C, Maybury M, Lewis JS. Are corticosteroid injections more beneficial than anaesthetic injections alone in the management of rotator cuff-related shoulder pain? A systematic review. *Br J Sports Med*. 2018;52(8):497-504.

Clarkson MJ, May AK, Warmington SA. Is there rationale for the cuff pressures prescribed for blood flow restriction exercise? A systematic review. *Scand J Med Sci Sports*. 2020;30(8):1318-1336.

Dankel SJ, Buckner SL, Counts BR, et al. The acute muscular response to two distinct blood flow restriction protocols. *Physiol Int*. 2017;104(1):64-76.

Farup J, de Paoli F, Bjerg K, Riis S, Ringgard S, Vissing K. Blood flow restricted and traditional resistance training performed to fatigue produce equal muscle hypertrophy. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(6):754-763.

Guillet C, Boirie Y. Insulin resistance: a contributing factor to age-related muscle loss? *Diabetes Metab* 2005; 31: 5S20–5S26.

Hill EC. Eccentric, but not concentric blood flow restriction resistance training increases muscle strength in the untrained limb. *Phys Ther Sport*. 2020;43:1-7.

Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2017;51(13):1003-1011.

Hughes L, Patterson SD. Low intensity blood flow restriction exercise: Rationale for a hypoalgesia effect. *Med Hypotheses*. 2019;132:109370.

Huisstede BM, Bierma-Zeinstra SM, Koes BW, Verhaar JA. Incidence and prevalence of upper-extremity musculoskeletal disorders. A systematic appraisal of the literature. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;31;7:7.

Isabel de-la-Llave-Rincón A, Puenteadura EJ, Fernández-de-Las-Peñas C. Clinical presentation and manual therapy for upper quadrant musculoskeletal conditions. *J Man Manip Ther*. 2011;19(4):201-211.

Ingram JW, Dankel SJ, Buckner SL, et al. The influence of time on determining blood flow restriction pressure. *J Sci Med Sport*. 2017;20(8):777-780.

Joshi VS, Bellad AS. Effect of yogic exercises on symptoms of musculoskeletal disorders of upper limbs among computer users: a randomised controlled trial. *Indian J Med Sci*. 2011;65(10):424-428.

Jessee MB, Mattocks KT, Buckner SL, et al. The acute muscular response to blood flow-restricted exercise with very low relative pressure. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2018;38(2):304-311.

Kim J, Lang JA, Pilonis N, Franke WD. Effects of blood flow restricted exercise training on muscular strength and blood flow in older adults. *Exp Gerontol*. 2017;99:127-132.

Lewis J. Rotator cuff related shoulder pain: Assessment, management and uncertainties. *Man Ther*. 2016;23:57-68.

Ma CC, Gu JK, Charles LE, Andrew ME, Dong RG, Burchfiel CM. Work-related upper extremity musculoskeletal disorders in the United States: 2006, 2009, and 2014 National Health Interview Survey. *Work*. 2018;60(4):623-634.

Minniti MC, Statkevich AP, Kelly RL, et al. The Safety of Blood Flow Restriction Training as a Therapeutic Intervention for Patients With Musculoskeletal Disorders: A Systematic Review. *Am J Sports Med*. 2020;48(7):1773-1785.

Naunton J, Harrison C, Britt H, Haines T, Malliaras P. General practice management of rotator cuff related shoulder pain: A reliance on ultrasound and injection guided care. *PLoS One*. 2020;15(1):e0227688.

Neil-Sztramko SE, Kirkham AA, Hung SH, Niksirat N, Nishikawa K, Campbell KL. Aerobic capacity and upper limb strength are reduced in women diagnosed with breast cancer: a systematic review. *J Physiother*. 2014;60(4):189-200.

Neto G.R, Silva J, Freitas L, da Silva H, Caldas D, Novaes J, and Cirilo-Sousa M. Effects of strength training with continuous or intermittent blood flow restriction on the hypertrophy, muscular strength and endurance of men. *Acta Scientiarum. Health Sciences*. 2019; 41(1), p.42273.

Patterson SD, Hughes L, Warmington S, et al. Blood Flow Restriction Exercise: Considerations of Methodology, Application, and Safety [published correction appears in *Front Physiol*. 2019 Oct 22;10:1332]. *Front Physiol*. 2019;10:533.

Pope ZK, Willardson JM, Schoenfeld BJ. Exercise and blood flow restriction. *J Strength Cond Res*. 2013;27(10):2914-2926.

Rossow LM, Fahs CA, Loenneke JP, et al. Cardiovascular and perceptual responses to blood-flow-restricted resistance exercise with differing restrictive cuffs. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2012;32(5):331-337.

Sesto ME, Radwin RG, Best TM, Richard TG. Upper limb mechanical changes following short duration repetitive eccentric exertions. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2004;19(9):921-928.

Sieljacks P, Knudsen L, Wernbom M, Vissing K. Body position influences arterial occlusion pressure: implications for the standardization of pressure during blood flow restricted exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2018;118(2):303-312.

Sutton D, Gross DP, Côté P, et al. Multimodal care for the management of musculoskeletal disorders of the elbow, forearm, wrist and hand: a systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMA) Collaboration. *Chiropr Man Therap*. 2016;7;24:8.

Van Eerd D, Munhall C, Irvin E, et al. Effectiveness of workplace interventions in the prevention of upper extremity musculoskeletal disorders and symptoms: an update of the evidence. *Occup Environ Med*. 2016;73(1):62-70.

Vechin FC, Libardi CA, Conceição MS, et al. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *J Strength Cond Res*. 2015;29(4):1071-1076.

Visser M, Kritchevsky SB, Goodpaster BH, Newman AB, Nevitt M, Stamm E, Harris TB. Leg muscle mass and composition in relation to lower extremity performance in men and women aged 70 to 79: the health, aging and body composition study. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 897–904.

Wilk M, Krzysztofik M, Filip A, Lockie RG, Zajac A. The Acute Effects of External Compression With Blood Flow Restriction on Maximal Strength and Strength-Endurance Performance of the Upper Limbs. *Front Physiol*. 2020;11:567.

Wilk M, Krzysztofik M, Filip A, Szkudlarek A, Lockie RG, Zajac A. Does Post-Activation Performance Enhancement Occur During the Bench Press Exercise under Blood Flow Restriction?. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(11):3752.

Yasuda T, Ogasawara R, Sakamaki M, Ozaki H, Sato Y, Abe T. Combined effects of low-intensity blood flow restriction training and high-intensity resistance training on muscle strength and size. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(10):2525-2533.

Yasuda T, Loenneke JP, Thiebaud RS, Abe T. Effects of blood flow restricted low-intensity concentric or eccentric training on muscle size and strength. *PLoS One.* 2012;7(12):e52843.

Yasuda T, Fukumura K, Fukuda T, et al. Effects of low-intensity, elastic band resistance exercise combined with blood flow restriction on muscle activation. *Scand J Med Sci Sports.* 2014;24(1):55-61.

Yasuda T, Meguro M, Sato Y, and Nakajima T. Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey in 2016. *International Journal of KAATSU Training Research.* 2017; 13(1):1-9.



## 10 ANEXOS DE FIGURAS Y TABLAS

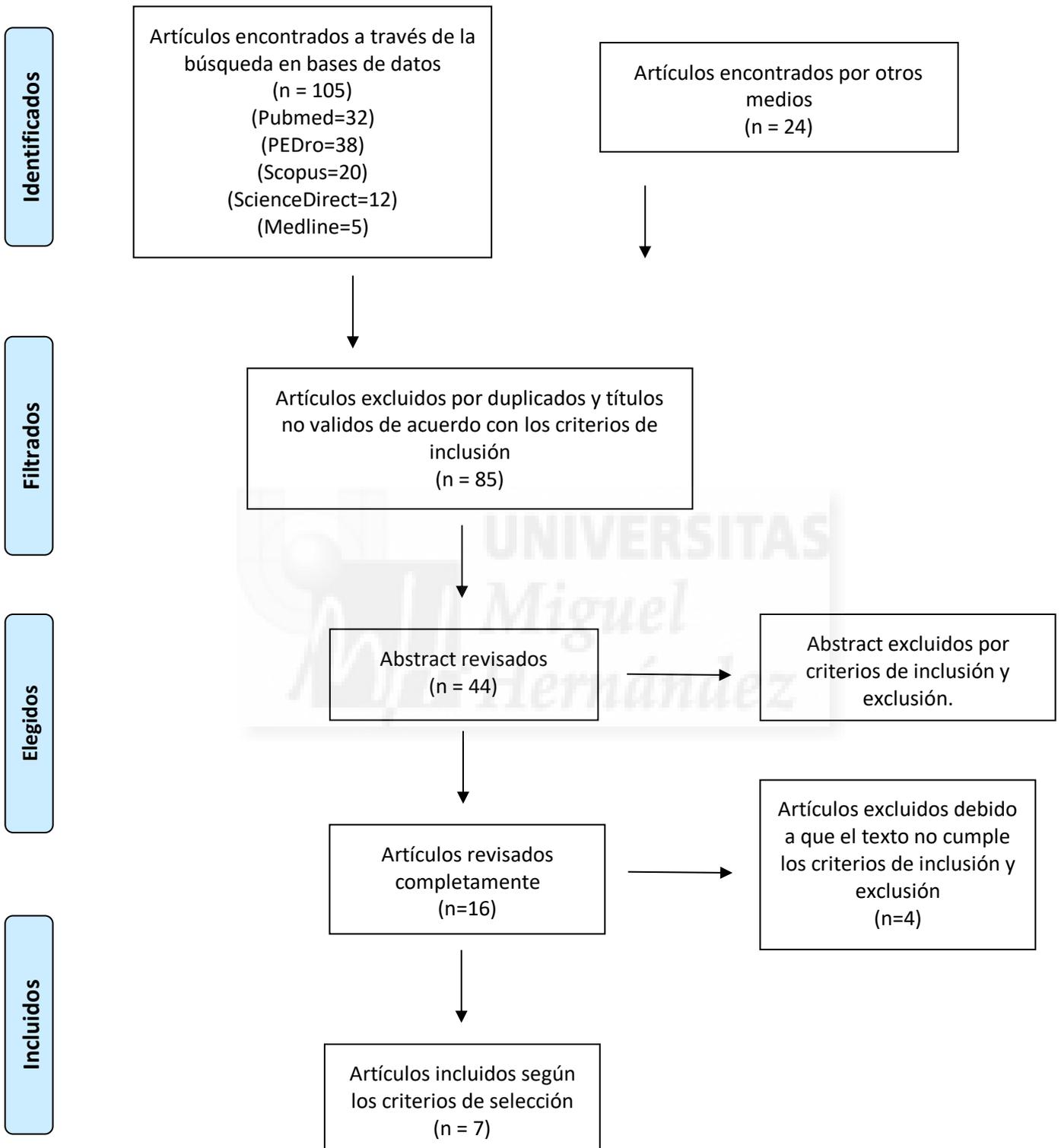


Figure 1. Diagrama de flujo PRISMA.

En relación a los artículos encontrados por otros medios estos fueron el resultado obtenido tras realizar una búsqueda por racimo a partir de unos artículos relacionados con el BFR encontrados tras una primera búsqueda hecha con el objetivo de relacionarse con el trabajo de una forma general. Dos de esos veinticuatro artículos fueron los seleccionados finalmente para formar parte de esta revisión ya que estos eran los únicos que cumplían los criterios de selección establecidos.

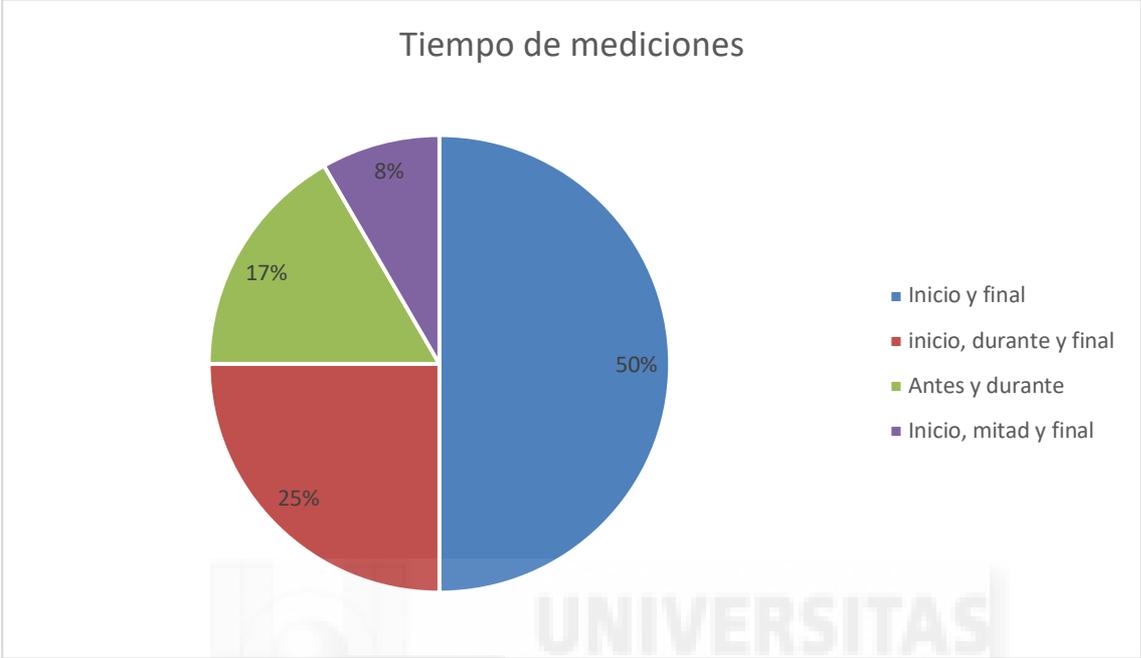


Figura 2. Diagrama de sectores sobre el tiempo de mediciones.

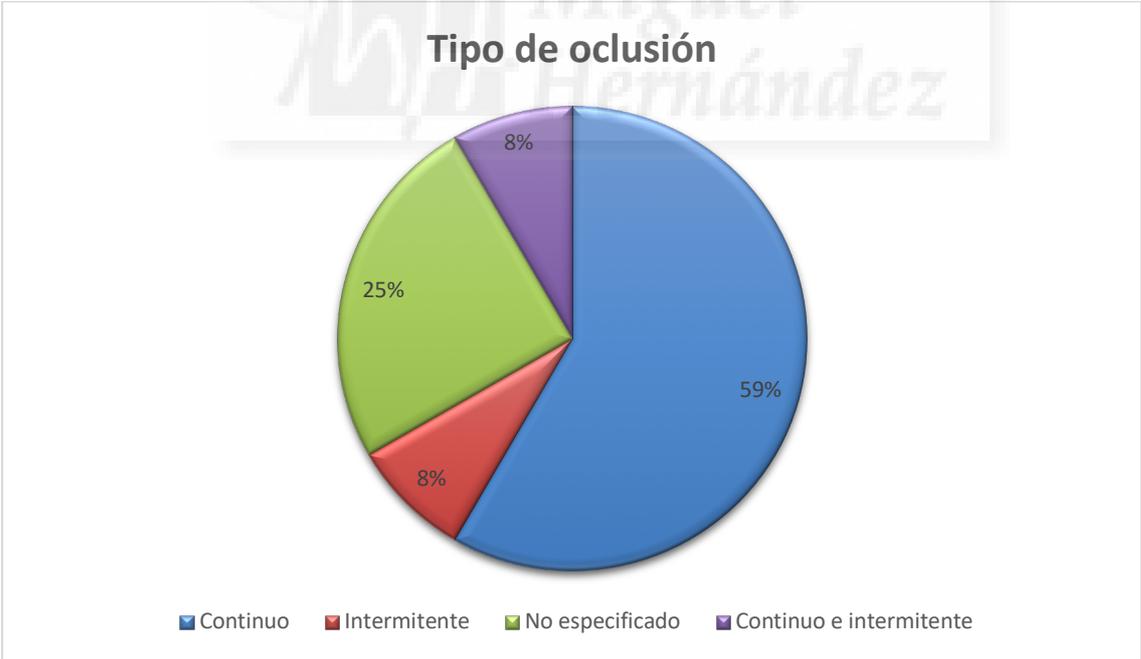


Figura 3. Diagrama de sectores sobre el tipo de oclusión.

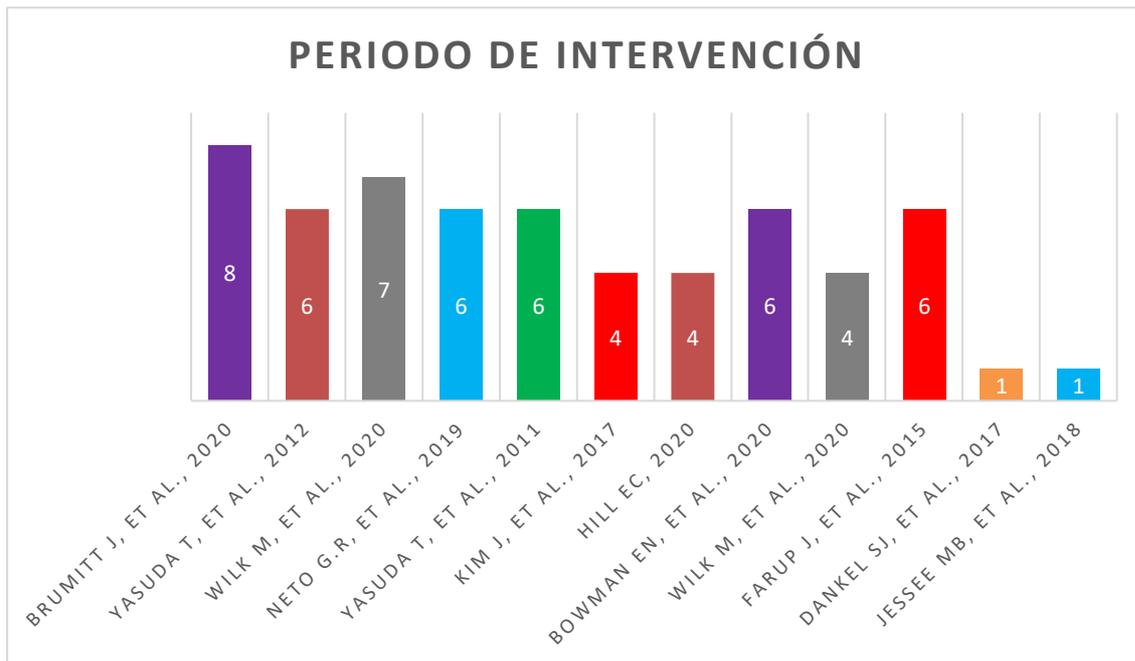


Figura 4. Diagrama de barras sobre el periodo de intervención.

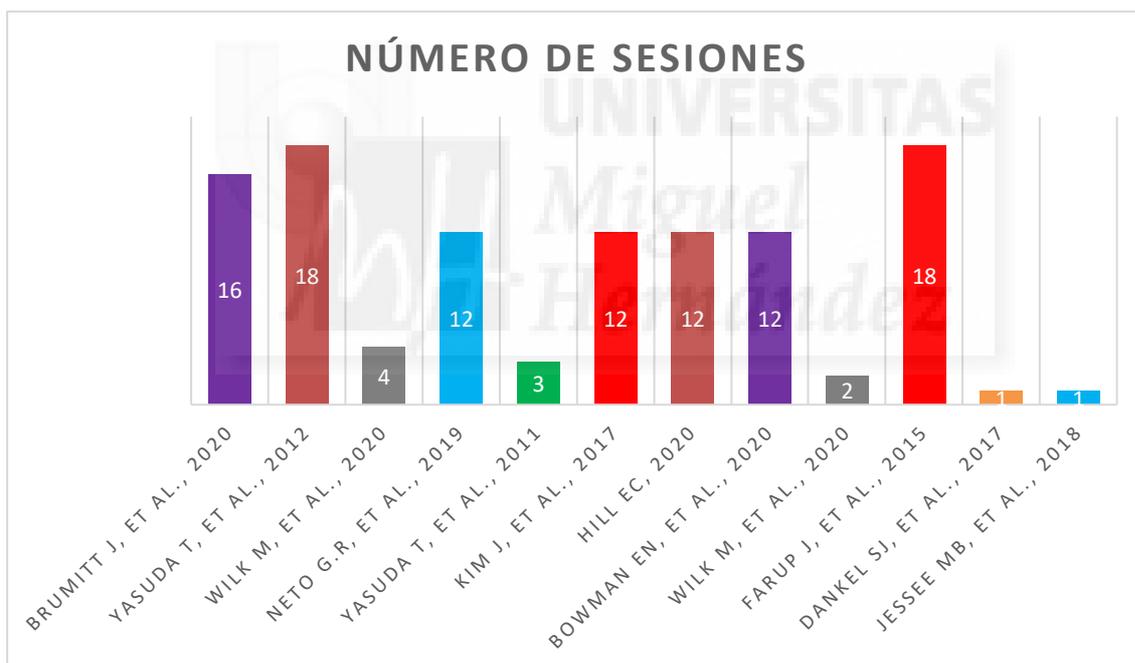


Figura 5. Diagrama de barras sobre el número de sesiones.

**TABLA 1.- RESUMEN DE LA INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE LOS ESTUDIOS.**

Autor, año	Objetivo	Población y Criterios inclusión	Medidas de resultado - Momento de evaluación	Resultados
Brumitt J, et al., 2020	Comparar las ganancias de fuerza del manguito rotador y los cambios en el tamaño del tendón en sujetos que realizaron ejercicios de rotación externa en decúbito lateral con o sin BFR.	N=46, entorno universitario.  Mayores de 18 años, sin patología actual de cuello, hombro y /o columna torácica. Sin cirugía de extremidades superiores durante los 6 meses anteriores y sin cirugía cervical o torácica durante el año anterior.	<u>Grosor muscular supraespinoso dominante</u> Ecografía. <u>Fuerza muscular supraespinoso y RE</u> Dinamómetro de mano. <u>MVC</u> En DL (con mancuerna). <u>POT</u> No especificado.  Mediciones: Extremidad dominante. Antes y al final (5 días).	Ambos grupos experimentaron ganancias de fuerza muscular y aumento en el tamaño del tendón del manguito rotador. Sin diferencias estadísticamente significativas entre grupos.
Yasuda T, et al., 2012	Investigar los efectos agudos y crónicos del entrenamiento de fuerza concéntrico o excéntrico con restricción del flujo sanguíneo sobre el tamaño y fuerza de los músculos.	N=10 hombres jóvenes sanos. No habían participado en un programa de fuerza durante un mínimo de 1 año antes del inicio de este estudio.	<u>Fuerza muscular 1-RM</u> Flexión de bíceps unilateral. <u>MVC</u> Dinamómetro. <u>CSA y volumen de los flexores de codo.</u> Resonancia magnética (entorno a la 13:00 y 18:00 horas). <u>Grosor muscular</u> Ecografía, esta medición se realizó cada semana. <u>ACT muscular</u> EMG. <u>POT</u> No especificado. <u>RPE</u> Escala Borg, después del ejercicio.  Mediciones antes y después (3-4 días).	La EMG, el grosor muscular, CSA y volumen muscular aumentaron en ambos grupos, siendo mayor estos cambios en el grupo concéntrico en comparación con el grupo excéntrico. La MVC aumentó para el grupo concéntrico solamente.

<p>Wilk M, et al., 2020</p>	<p>Evaluar los efectos agudos del entrenamiento de press banca con BFR al 100 y 150% de la POT sobre la fuerza máxima y la fuerza-resistencia. Otro objetivo adicional es evaluar el impacto de la compresión externa y del trabajo mecánico asociado generado por el maguito en el rendimiento de fuerza muscular.</p>	<p>N= 12 Hombres sanos. Entrenados y con experiencia en el entrenamiento de fuerza. Registro personal de press banca de al menos 120% de la masa corporal. Sin trastornos ME. No estimulantes o suplementos durante el estudio. No ejercicio 72 horas antes de cada sesión.</p>	<p><u>1 RM</u>: ejercicio press banca  <u>Prueba fuerza-resistencia</u> hasta el fallo al 60% de 1 RM: ejercicio press banca hasta el fallo concéntrico.  Tendo power Analycer: Sistema de transductor de posición lineal para observar la velocidad de la barra y estimar la potencia.  <u>POT</u>: eco Doppler + manguito.   Mediciones antes y durante las sesiones experimentales.</p>	<p>Se aprecian diferencias significativas (<math>p &lt; 0,01</math>) de la 1-RM, el tiempo bajo tensión y el número de repeticiones en el grupo con BFR a 150% de la POA en comparación con el grupo sin BFR.   Además, también observamos un aumento significativo (<math>p &lt; 0,01</math>) en el número de repeticiones y el tiempo bajo tensión para el grupo con BFR a 150% de la POA en comparación con el grupo con BFR al 100% de la POA.</p>
<p>Neto G.R, et al., 2019</p>	<p>Comparar los efectos del entrenamiento de fuerza con BFR continuo o intermitente sobre la hipertrofia muscular, la fuerza muscular tanto dinámica como estática y la resistencia muscular en hombres sanos.</p>	<p>N= 25 hombres sanos (18 y 36 años). Experiencia en el entrenamiento de fuerza, respondieron negativamente a todos los ítems del cuestionario de preparación para la actividad física, con un índice de masa corporal inferior a 30 Kg/m<sup>2</sup>, no fumadores y sin ningún tipo de lesión ME en las extremidades superiores en los 6 últimos meses.</p>	<p><u>Evaluación antropométrica</u>  Masa corporal → báscula  Estadiómetro portátil → altura.  IMC → usando las medidas anteriores.  <u>Hipertrofia muscular</u>  Circunferencia del brazo relajado.  <u>Fuerza muscular estática</u>  Dinamómetro manual.  <u>Fuerza muscular dinámica</u>  Prueba de 1-RM para los 4 ejercicios.  <u>Resistencia muscular</u>  Número máximo de repeticiones realizadas en los 4 ejercicios durante una serie, al 40% de 1-RM  <u>POT</u>  Manguito+ ecoDoppler.   Mediciones primera y la última visita.</p>	<p>Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas entre los grupos para ninguna de las variables (<math>p &gt; 0,05</math>). Sin embargo, hubo diferencias significativas para la variable tiempo en la polea de tríceps solo para el grupo BFR-C y en la polea bíceps para los 3 grupos.</p>

<p>Yasuda T, et al., 2011</p>	<p>Investigar los efectos combinados del entrenamiento de fuerza de alta intensidad (HI-RT, 75% 1-RM) y entrenamiento de fuerza de baja intensidad con restricción del flujo sanguíneo (LI-BFR, 30% 1-RM) sobre el tamaño y la fuerza de los músculos tríceps, bíceps braquial y pectoral mayor.</p>	<p>N=40 hombres (22 y 32 años) sanos: Recreativamente activos, No haber participado en un entrenamiento de tipo fuerza/resistencia al menos 6 meses antes del inicio del estudio, no fumadores.</p>	<p><u>Medición de la fuerza 1-RM</u>  <u>Press banca plano con peso libre.</u>  <u>Fuerza isométrica máxima de los extensores de codo</u>  <u>Dinamómetro isocinético.</u>  <u>Electromiografía del bíceps braquial</u>  <u>Electrodos de superficie.</u>  <u>CSA</u>  <u>Resonancia magnética.</u>  <u>Esfuerzo percibido</u>  <u>Escala Borg.</u>  <u>POT</u>  No mide la POT solo hincha el manguito hasta alcanzar los mmHg deseados.   Mediciones antes y después (3-4 días).</p>	<p>Después del entrenamiento la fuerza muscular 1-RM en PB aumento de forma similar para los grupos HI-sin BFR y CBRT y en menor medida en el grupo LI-BFR (<math>p&lt;0,05</math>).  La extensión isométrica de cada codo aumento para los grupos HI-sin BFR y CBRT pero no en el grupo LI-BFR.  El CSA de los músculos PM y TB aumentó en todos los grupos excepto en el grupo control (<math>p&lt;0,01</math>).  La fuerza isométrica relativa fue mayor (<math>p&lt;0,05</math>) para el grupo HI-sin BFR que para los otros grupos.  La fuerza dinámica relativa aumento (<math>p&lt;0,05</math>) para los grupos HI-sin BFR y CBRT.  No hay cambios (<math>p&gt;0,05</math>) en los niveles de coactivación del BB antes y después del entrenamiento.  Ninguna de las variables del grupo control cambió.</p>
<p>Kim J, et al., 2017</p>	<p>Compara los efectos crónicos del entrenamiento con BFR sobre la fuerza musculoesquelética y el flujo sanguíneo en 3 grupos diferentes.</p>	<p>N= 27 Adultos (60-80 años) y jóvenes (19-25 años) sanos.  No fumadores.  No pueden participar en un programa de fuerza o actividades que requieran una gran fuerza en el antebrazo de forma regular.</p>	<p><u>MVC</u>  <u>Dinamómetro de empuñadura tipo Jamar</u>  <u>Circunferencia del brazo</u>  <u>Cinta métrica</u>  <u>Pico de sangre en el antebrazo</u>  <u>Pletismografía</u>  <u>Frecuencia cardiaca</u>  <u>Electromiografía</u>   Mediciones antes y después.</p>	<p>La fuerza muscular aumentó en todos los grupos (<math>p&lt;0,05</math>).  La circunferencia del antebrazo aumento para los dos grupos entrenados con BFR (<math>p&lt;0,05</math>) pero no para el grupo entrenado a alta intensidad sin BFR.  La conducta vascular máxima del antebrazo aumento solamente para el grupo joven con BFR (<math>p&lt;0,05</math>).</p>

Hill EC., 2020	Examinar los efectos del entrenamiento con BFR en excéntrico y concéntrico en la extremidad no entrenada.	N= 36 mujeres sanas. Recreativamente activas, que no habían practicado entrenamiento de fuerza al menos los últimos 6 meses.  El brazo entrenado fue elegido al azar entre el dominante (n:13) y no dominante (n:11).	<u>Fuerza Pico en concéntrico y excéntrico</u> Flexión de codo con un ROM de 0°-120°. Dinamómetro isocinético. <u>Fuerza Pico en contracción isométrica voluntaria</u> 45° de flexión de codo con una duración de 3". Dinamómetro isocinético. <u>Grosor del músculo bíceps braquial</u> Ecografía. <u>Activación del músculo bíceps braquial</u> Electrodos de superficie (EMG). <u>POT</u> Manguito + ecógrafo.  Mediciones: brazo no entrenado. Las mediciones tuvieron lugar en la semana 0,2 y 4.	Hubo un aumento en la fuerza muscular en el grupo de ECC-BFR, la activación muscular aumentó en los dos grupos de entrenamiento y hubo cambios para ninguno de los grupos en el tamaño del músculo sobre la extremidad no entrenada.
Bowman EN, et al., 2020	Valorar los efectos del entrenamiento a bajo peso con BFR para el aumento de la fuerza, hipertrofia y resistencia proximal, distal y contralateral a la aplicación del manguito.	N= 24 sujetos(20-40 años) sanas. Sin antecedentes de patología del hombro que requiera tratamiento de fisioterapia y/o cirugía, atletas de nivel recreativo, no embarazadas y que puedan participar en un programa de ejercicios.	<u>Fuerza muscular</u> RE/RI prueba isocinética Abd, flexión, extensión de hombro; flexión extensión de codo y fuerza de sujeción mediante un dinamómetro. <u>Hipertrofia</u> Cinta métrica. <u>POT</u> Manguito + ecógrafo.  Mediciones al inicio y al finalizar la intervención.	Se observaron ganancias significativamente mayores en la fuerza muscular y en la circunferencia de la extremidad entrenada con BFR en comparación con la extremidad sin BFR y con en el grupo control (p<0,05). No se observaron diferencias significativas entre los grupos en las pruebas isocinéticas de rotación de hombro salvo en la potencia media de la RE entre las extremidades con BFR y sin BFR. La extremidad opuesta a la aplicación del torniquete demostró mayor fuerza de agarre que el grupo control.

<p>Wilk M, et al., 2020</p>	<p>Evaluar los efectos del BFR sobre la producción de potencia y la velocidad en entrenamiento de Press banca.</p>	<p>N=10 hombres sanos. Con experiencia en el entrenamiento de fuerza, con un registro de PB de al menos 120% de la masa corporal.</p> <p>No debían de usar suplementos dietéticos o estimulante durante el experimento y no podían hacer ejercicio de resistencia 72 horas antes de la sesión.</p>	<p><u>1 RM</u>: Ejercicio press banca una semana antes de inicio del experimento.  <u>POA</u>: Manguito de oclusión + Doppler portátil.  <u>Velocidad y potencia</u>: Traductor de posición lineal (Tendo Power Analyzer), se midieron durante cada repetición.  <u>POT</u>  Manguito + Eco Doppler</p> <p>Mediciones durante las sesiones experimentales.</p>	<p>la potencia máxima aumento significativamente en el conjunto 2 en comparación con el 1 para BFR (<math>p&lt;0,01</math>) y sin BFR (<math>p&lt;0,001</math>). En el conjunto 3 en comparación con el conjunto 1 para el grupo sin BFR aumentó (<math>p=0,01</math>) y una disminución significativa para BFR (<math>p&lt;0,01</math>). La velocidad máxima aumento significativamente en el conjunto 2 en comparación con el 1 para el grupo con BFR (<math>p&lt;0,01</math>) y sin BFR (<math>p=0,01</math>), en el conjunto 3 en comparación con el 1 un aumento significativo para el grupo sin BFR (<math>p=0,03</math>) y una disminución significativa para el grupo con BFR (<math>p&lt;0,01</math>).</p>
<p>Farup J, et al., 2015</p>	<p>Investigar si el entrenamiento con BFR VS entrenamiento de resistencia tradicional hasta el fallo voluntario podrían promover igualmente la retención de agua muscular y la hipertrofia muscular.</p>	<p>N=10 adolescentes sanos. Que no hayan participado en un programa de entrenamiento de fuerza con un plazo mínimo de 6 meses antes del inicio del estudio. Sin lesiones articulares del codo u hombro y que no tomaran medicamentos recetados o suplementos dietéticos.</p>	<p><u>Volumen flexor de codo y acumulación de agua muscular durante el entrenamiento</u>  Resonancia magnética.  <u>Grosor del muscular</u>  Ultrasonidos, mediciones tras 1º sesión y sesión 16º  <u>Dolor muscular</u>  EVA. Mediciones pre-ejercicio y post-ejercicio (0 y 48 horas)  <u>Actividad muscular</u>  EMG de superficie. Medición durante.  <u>Fuerza dinámica</u>  Ejercicio de flexión de codo en excéntrico.  <u>MVC</u>  Dinamómetro isocinético.  <u>POT</u>  Manguito+ ecoDoppler.</p> <p>Mediciones antes y después para: Volumen, fuerza y acumulación de agua muscular.</p>	<p>El trabajo total fue 3 veces menor para el grupo con BFR en comparación con el grupo control (<math>p&lt;0,001</math>). El volumen muscular aumento en los dos grupos (<math>p&lt;0,01</math>). El entrenamiento aumento el grosor muscular durante las 48 h posteriores al ejercicio (<math>P &lt; 0,001</math>) y en mayor medida con BRF (<math>P &lt; 0,05</math>) en la fase inicial de formación. La fuerza muscular dinámica aumento en los dos grupos semanas de entrenamiento (<math>p&lt;0,001</math>), sin diferencias significativas entre los dos grupos.</p> <p>No diferencias significativas en la MVC. Dolor muscular inexistente en ambos grupos. Aumento en la activación muscular en ambos grupos, requiriendo de un menor número de repeticiones en el grupo de BFR.</p>

<p>Dankel SJ, et al., 2017</p>	<p>Determinar los efectos diferenciales existentes en dos protocolos distintos y de uso común en el entrenamiento con BFR.</p>	<p>N=15 sujetos (18-35 años), entrenados en fuerza, no fumadores, no lesiones ortopédicas limitantes al ejercicio y no factores de riesgo para la tromboembolia. Además, se les indicó que no hicieran ejercicio 24 horas previas a cada visita.</p>	<p><u>POT</u>: Manguito + ecoDoppler.  <u>MVC</u>: Dinamómetro isocinético, en sedestación y con la palanca en 60° de flexión de codo.  <u>1 RM fuerza dinámica</u>: flexión unilateral codo con mancuerna, espalda y talones contra la pared.  <u>ACT</u> bíceps braquial: EMG Electrodo de superficie.  <u>RPE y malestar</u>  Escala Borg.  <u>Grosor muscular</u> Ultrasonido  <u>BFR</u>  Manguito + ecoDoppler sobre la arteria radial.   EMG, RPE y la incomodidad se midieron durante la sesión. El grosor muscular y la MVC se midieron antes del inicio y a los 0, 5, 20,40 y 60 minutos después del ejercicio.</p>	<p>La POA fue mayor en el grupo con manguito elástico en comparación con el grupo de nailon (<math>p&lt;0,001</math>).  El número de repeticiones en el grupo de nailon fue mayor en las series 2 y 3 en comparación con el grupo elástico.  El grosor muscular pareció aumentar en ambos grupos 5 minutos post-ejercicio.  No se apreciaron diferencias significativas entre los grupos en relación a la variable MVC, ACT, RPE y malestar.  Sí se observaron diferencias significativas en el tiempo para la ACT (<math>p&lt;0,001</math>), siendo mayor en las últimas 3 repeticiones y alcanzando el pico en el conjunto 2.  Tras cada serie el manguito elástico resultó ser el más incómodo.</p>
<p>Jessee MB, et al., 2018</p>	<p>Investigar las respuestas agudas al ejercicio con BFR a través de presiones bajas, moderadas y altas.</p>	<p>N= 26 sujetos (18-35 años). Experiencia en el entrenamiento de fuerza de la parte superior del cuerpo, no fumadores, IMC&lt;30, sin lesiones ortopédicas que le impidan hacer ejercicio y que no tenga 2 o más factores de riesgo de tromboembolismo.</p>	<p><u>POT</u>  Manguito de nailon + sonda Doppler/ bipedestación.  <u>Grosor muscular</u>  Ecografía.  <u>Activación bíceps braquial</u>  EMG de superficie. Durante la sesión.  <u>MVC</u>  Dinamómetro flexión de codo 90°  <u>Máxima repetición</u>  1RM flexión de codo   Todas las variables se analizaron antes y después (0,15 y 30 min) del programa.</p>	<p>Respecto al grosor muscular hubo diferencias significativas (<math>P&lt;0,001</math>) en cada punto del tiempo que aumentó después del ejercicio pero luego volvió a los valores iniciales.  Para la contracción isométrica voluntaria máxima existen diferencias significativas (<math>p&lt;0,001</math>) en la que se obtienen mejores resultados con presiones más altas.  La EMG aumentó desde las primeras 3 repeticiones hasta las últimas 3 dentro de cada serie.  Hubo diferencias significativas en el número de repeticiones (<math>P&lt;0,005</math>) presiones más altas hicieron menos repeticiones.</p>

Leyenda tabla 1.

BFR: Blood flow restriction.

POT: Presión de oclusión total.

POA: Presión de oclusión arterial.

BB: Bíceps braquial.

TB: Tríceps braquial.

PM: Pectoral mayor.

CSA: Área de sección transversal del músculo.

LI-BFR: Baja intensidad + BFR

HI-BFR: Alta intensidad + BFR

BFR-C: Blood flow restriction continuo.

BFR-I: Blood flow restriction intermitente.

ECC-BFR: Blood flow restriction excéntrico.

HI: Alta intensidad.

ACT: Actividad.

EMG: Electromiografía.

RE: rotadores externos.

RI: rotadores internos

MVCi: Contracción voluntaria máxima isométrica.

MVC: Contracción voluntaria máxima.

MS: Miembros superiores.

MI: Miembros inferiores.

ME: Musculoesqueléticas.

IMC: índice de masa corporal.

RPE: Índice de esfuerzo percibido.

ROM: Rango de movimiento.

EVA: Escala visual analógica.

DL: decúbito lateral.

ABD: Abducción.

UNIVERSITAS  
Miguel  
Hernández

**TABLA 2.- EXTRACCIÓN DE LOS DATOS SOBRE LAS INTERVENCIONES**

<b>Autor, año</b>	<b>Grupos/ ejercicio</b>	<b>Presión de oclusión</b>	<b>Volumen/ descanso</b>	<b>Intensidad</b>	<b>Ritmo</b>	<b>Nº sesiones/semana</b>
Brumitt J, et al., 2020	Grupo BFR. Grupo sin BFR. Ejercicio: RE lateral.	50% de la POT. Tiempo bajo oclusión: 8 minutos. Aplicación: Continua.	4 series de 30,15,15,15 repeticiones. 30 segundos de descanso (series).	30% de 1 RM.	2 segundos concéntrica y 2 para la excéntrica (metrónomo).	2 sesiones a la semana durante 8 semanas.
Yasuda T, et al., 2012	BFR excéntrico. BFR concéntrico. Ejercicio: Curl bíceps unilateral. Orden y tipo de contracción aleatorio.	Empieza con 100 mmHg + 10 mmHg hasta llegar a 160 mmHg. Tiempo bajo oclusión: 5 minutos. Aplicación: Continua.	4 series de 30,15,15,15. 30 segundos de descanso (series).	30% de 1 RM.	1,5 segundos de duración concéntrica o excéntrica (metrónomo).	3 sesiones a la semana durante 6 semanas.
Wilk M, et al., 2020	Grupo sin BFR. Grupo BFR 100% de la POT. Grupo BFR 150% de la POT. Entre las 9 y 11 de la mañana.	100% y 150% de la POT. Aplicación: Intermitente.	15,10,5 y 3 repeticiones. 5 minutos de descanso entre las pruebas (entrenamiento de fuerza).	20,40,60,80% de 1RM (entrenamiento de fuerza). 60% de 1-RM (entrenamiento de fuerza-resistencia)		7 semanas con 1 semana de intervalo entre ensayos.
Neto G.R, et al., 2019	Grupo sin BFR. Grupo BFR continuo. Grupo BFR intermitente. Ejercicios: PB, pull-down frontal, polea tríceps y curl polea bíceps.	80% de la POT. Aplicación: continua e intermitente.	4 series y 15 repeticiones por ejercicio. 30 segundos de descanso (series). 1 minuto de descanso (ejercicio).	20% de 1-RM	1,5 segundos por contracción excéntrica y concéntrica (metrónomo).	12 sesiones, 2 veces por semana durante 6 semanas.

Yasuda T, et al., 2011	Grupo HI-sin BFR Grupo LI-BFR Grupo combinado (CBRT) Ejercicio: PB plano libre.	160mmHG.	Grupo HI-BFR: 30 repeticiones (3x 10), 2-3 segundos de descanso (series). Grupo LI-BFR: 75 repeticiones 4 series (30,15,15,15). 30" de descanso (series).	75% y 30% de 1 RM.		3 sesiones de entre 6-10 minutos por sesión durante 6 semanas.
Kim J, et al., 2017	Grupo Joven LI-BFR. Grupo mayores LI-BFR. Grupo mayores HI-sin BFR. Ejercicio: agarre (antebrazo).	130% de la PAS.	3 series isométricas hasta la fatiga. 1 minuto de descanso (series).	20% y 75% de la MVC.	2 segundo de contracción y 2 segundo de relajación (metrónomo). (solo grupos BFR).	4 semanas entrenando 3 veces por semana.
Hill EC., 2020	Excéntrico BFR (ECC-BFR). Concéntrico BFR (CON- BFR) . Control. Ejercicio: flexión de codo unilateral. Prueba a la misma hora para todos.	40% de la POT.  Aplicación: continua.	4 series (30,15,15,15 ) 30 segundos de descanso (series).	30% de 1 RM.		4 semanas 3 sesiones a la semana.
Bowman EN, et al., 2020	LI-BFR. LI-sin BFR. Ejercicios bilaterales: RE en decúbito lateral, RI en bipedestación con polea, flexión de codo en bipedestación con el antebrazo en supinación, Extensión de tríceps en decúbito supino con 90° de flexión de hombro y Abd en decúbito prono con el antebrazo en pronación.	60% de la POT.	4 series (30, 15, 15, 15), 30 segundos de descanso (series). Esfuerzo percibido de 7-8 en la escala Borg.	30% de 1 RM.		6 semanas, 2 sesiones a la semana (48 horas entre ellas)

Wilk M, et al., 2020	Grupo BFR. Grupo sin BFR. Ejercicio: PB.	90% de la POT. Aplicación: continua. Ancho manguito: 10 cm.	3 series de 3 repeticiones. 5 minutos de descanso (series).	70% de 1 RM.	Velocidad máxima.	4 semanas con un intervalo de 1 semana entre cada ensayo.
Farup J, et al., 2015	Grupo BFR. Grupo sin BFR. Ejercicio: flexión de codo unilateral en sedestación apoyado en un banco inclinado de 45°. Ejercicio con ambos brazos uno con BFR y el otro sin.	100 mmhg. Aplicación: continua.	4 series hasta el fallo en la contracción concéntrica volitiva. 30 segundos descanso entre series. 5 minutos descanso entre modalidades de ejercicio.	40% 1 RM.		6 semanas 3 sesiones por semana.
Dankel SJ, et al., 2017	Grupo manguito elástico, 3 cm. Grupo manguito nailon, 5 cm. Ejercicio: flexión de codo unilateral. Los 2 brazos entrenados cada uno con un tipo de manguito diferente.	Manguito elástico: 160 mmHG.  Manguito nailon: 40% de la POT.  Aplicación: continua.	4 series (30,15,15,15) repeticiones. 30 segundos de descanso entre series. Descanso entre modalidades: 15 minutos.	30% de 1RM.	1 segundo fase excéntrica y concéntrica (metrónomo).	1 sesión.
Jessee MB, et al., 2018	Grupos a diferentes POT.  Ejercicio: Curl bíceps.	0% de POT 10% de POT 20% de POT 30% de POT 50% de POT 90% de POT Material: Nailon. Ancho del manguito: 5cm. Aplicación: continua.	4 series de 30,15,15,15 repeticiones. 30 segundos de descanso (series)	30% de 1 RM.	1 segundo de concéntrico y excéntrico (metrónomo).	1 sesión.

Leyenda Tabla 2.

RE: rotación externa.

RI: Rotación interna.

ABD: Abducción.

POT: Presión de oclusión total.

PAS: Presión arterial sistólica.

BFR: Blood flow restriction.

LI-BFR: Baja intensidad + BFR.

HI-BFR: Alta intensidad + BFR.

PB: Press banca..

MVC: Contracción voluntaria máxima.



**TABLA 3.- ANÁLISIS DE LA CALIDAD METODOLÓGICA MEDIANTE ESCALA PEDro.**

ESTUDIO (Autor y año)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Score
Brumitt J, et al., 2020	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	6
Yasuda T, et al., 2012	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	6
Wilk M, et al., 2020	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	6
Neto G.R, et al., 2019	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	4
Yasuda T, et al., 2011	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	6
Kim J, et al., 2017	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	4
Hill EC, 2020	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	3						
Bowman EN, et al., 2020	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	8
Wilk M, et al., 2020	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	3						
Farup J, et al., 2015	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	3						
Dankel SJ, et al., 2017	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	5
Jessee MB, et al., 2018	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	3						

Criterio 1. Los criterios de elección fueron especificados.

Criterio 2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos.

Criterio 3. La asignación fue oculta.

Criterio 4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes.

Criterio 5. Todos los sujetos fueron cegados.

Criterio 6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados.

Criterio 7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados.

Criterio 8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos.

Criterio 9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar".

Criterio 10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave.

Criterio 11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave.

(SÍ) = PRESENTE; (NO) = AUSENTE

*Se incluye un criterio adicional (Criterio 1) que se relaciona con la validez externa ("Aplicabilidad del ensayo"). Siguiendo las recomendaciones de la escala PEDro, no se tendrá en cuenta este criterio en el cálculo de la puntuación final.*

**INTERPRETACIÓN:** Se considera que los estudios con una puntuación entre 9 y 10 en la escala PEDro tienen una calidad metodológica excelente, los estudios con una puntuación entre 6 y 8 tienen una buena calidad metodológica, entre 4 y 5 una calidad regular y por debajo de 4 puntos tienen una mala calidad metodológica.

