

HIPERTROFIA MUSCULAR A BASE DEL ENTRENAMIENTO ISQUÉMICO

MUSCULAR HYPERTROPHY BASED ON ISCHEMIC TRAINING

Gary Donovan González Campaña ^{1*}

¹ Carrera de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7762-3850>. Correo: ggonzalez8688@uta.edu.ec

Alex Patricio Álvaro Erazo ²

² Carrera de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0563-6644>. Correo: ap.alvaro@uta.edu.ec

* Autor para correspondencia: ggonzalez8688@uta.edu.ec

Resumen

La hipertrofia muscular (HM) caracterizada por el aumento de las miofibrillas en el área transversal, no se la debe dejar pasar por alto, se debe mantener en un estado óptimo si nos enfocamos en el ámbito deportivo o para evitarnos complicaciones musculoesqueléticas a futuro. En los últimos tiempos ha surgido un método innovador que continua en estado de investigación para generar hipertrofia en menor tiempo y con cargas livianas conocido como entrenamiento isquémico, el cual restringe parcialmente el flujo sanguíneo a los músculos mediante el uso de manguitos o bandas de compresión. El objetivo definido es realizar una investigación sistemática y minuciosa para identificar cómo actúa el entrenamiento isquémico en el músculo para poder generar hipertrofia. Se emplearon las directrices del formato PRISMA para realizar una revisión sistemática en la base de datos de Google académico, Pubmed y Scopus. Finalmente se incluyeron un total de 9 artículos. Se verificó que mediante el protocolo de entrenamiento isquémico con bajas cargas en un rango moderado de oclusión sanguínea se puede generar HM, sin embargo, existió una controversia de que tipo entrenamiento es el más adecuado para lograr mayor cantidad de HM en un corto periodo debido a la poca o nula información que se encontró al realizar la investigación.

Palabras clave: hipertrofia muscular; entrenamiento; isquémico; oclusivo

Abstract

Muscular hypertrophy (MH), characterized by an increase in myofibrils in the cross-sectional area, should not be overlooked; it must be maintained in an optimal state if we focus on the sporting field or to avoid musculoskeletal complications in the future. In recent times, an innovative method has emerged that remains

in a state of research to generate hypertrophy in less time and with light loads known as ischemic training, which partially restricts blood flow to the muscles through the use of sleeves or compression bands. The defined objective is to carry out a systematic and thorough investigation to identify how ischemic training acts on the muscle to generate hypertrophy. The PRISMA format guidelines were used to carry out a systematic review in the Google Scholar, Pubmed and Scopus databases. Finally, a total of 9 articles were included. It was verified that through the ischemic training protocol with low loads in a moderate range of blood occlusion, MH can be generated, however, there was a controversy regarding which type of training is the most appropriate to achieve a greater amount of MH in a short period due to the little or no information that was found when carrying out the investigation.

Keywords: *muscle hypertrophy; training; ischemic; occlusive*

Fecha de recibido: 14/09/2023

Fecha de aceptado: 13/11/2023

Fecha de publicado: 01/12/2023

Introducción

Mantener un estado óptimo y saludable del sistema musculoesquelético es sumamente importante para evitarse complicaciones a futuro. El trofismo muscular hace referencia a poder medir la condición que se encuentra el músculo. Un músculo atrofiado presenta características como flacidez, debilidad, llegar a la fatiga de manera espontánea y el encogimiento de las fibras musculares a nivel transversal que se logra evidenciar a simple vista; dando como resultado ser propenso a varias patologías musculoesqueléticas (Sartori et al., n.d.)

La hipertrofia muscular (HM), se refiere al aumento de las miofibrillas del músculo que son 2: las bandas tipo I y las bandas tipo II, en donde ambas aumentan su tamaño en el área transversal, pero ocurre un mayor porcentaje en las bandas tipo II (Mahecha Matsudo, 2021). Entre los beneficios que se obtienen al generar HM se tienen: protección de las articulaciones, aumento de la masa muscular, y evitar la atrofia muscular. Estos beneficios nos ayudan a prevenir lesiones y enfermedades musculoesqueléticas que son esenciales para llevar a cabo actividades tanto deportivas como cotidianas (Alves et al., 2020).

En otros casos la HM es necesaria generarla en deportes profesionales como es el caso del culturismo en donde se ha convertido en un reto llegar a estados grandes de hipertrofia para aquellos que practican esta disciplina. No solo el culturismo es un deporte donde es esencial ganar HM, también nos ayuda a mejorar el rendimiento en deportes de alto impacto que contengan una contracción rápida de las fibras musculares como es el fútbol americano, fútbol soccer, básquetbol, tenis, atletismo, entre otros (Ariza Viviescas, 2022). Para conseguir una adaptación muscular respecto a la fuerza e hipertrofia se han utilizado a lo largo del tiempo diferentes técnicas, siendo el más conocido el método tradicional de entrenamiento ocupando cargas pesadas del 70% a 80% del 1RM con 4 series de 8-12 repeticiones por ejercicio (Leal Cortez et al., 2019) .

Ha surgido una controversia de que entrenamiento es el mejor para generar HM en poco tiempo sin tener que ser un deportista experto o tener que llegar a desgaste muscular muy avanzado. Un entrenamiento medianamente invasivo ha tomado popularidad en los últimos tiempos: entrenamiento isquémico

El entrenamiento isquémico conocido comúnmente como entrenamiento oclusivo o entrenamiento Kaatsu consiste en generar una restricción del flujo sanguíneo con bandas de presión colocadas en la zona proximal de las extremidades inferiores y superiores, acompañadas de un tipo de entrenamiento de baja intensidad aproximadamente al 20%-40% del 1 RM (Reina-Ramos & Herrera, 2014).

Se ha estudiado el entrenamiento isquémico como una alternativa para poder generar cambios musculares en un corto período de tiempo (Lorenz et al., 2021). Esto podría ayudar a personas de la tercera edad, deportistas con lesiones musculoesqueléticas, deportistas de élite y aquellas personas que no puedan optar por tener un entrenamiento con cargas pesadas o simplemente decidan experimentar este tipo de entrenamiento oclusivo (Flores-García, 2019).

Dicho todo esto surge la duda si el entrenamiento isquémico es capaz de generar HM de manera eficaz en las personas que opten por realizar el mismo. El objetivo de este artículo es realizar una investigación sistemática y minuciosa de cómo actúa el entrenamiento isquémico en el músculo para poder generar hipertrofia.

Materiales y métodos

Este artículo es de tipo bibliográfico documental. Se realizó una búsqueda sistemática con referencia a la literatura científica en donde existan publicaciones que hablen sobre el entrenamiento isquémico o conocido comúnmente como entrenamiento oclusivo teniendo como base las directrices de la declaración del formato PRISMA, el cual contiene 27 ítems en donde se inicia tomando en cuenta el título de los artículos, seguido de leer sus respectivos resúmenes, objetivos y justificación en este mismo orden. Una vez leído los pasos anteriores se toman en cuenta los métodos de elegibilidad, fuentes de la información para la extracción de datos, medición de la síntesis y evaluación de la certeza de la evidencia. Luego de elegir los artículos que cumplan estos requisitos se procede a leer los resultados y la discusión que contengan estos artículos los cuales serán los que nos ayuden a realizar la revisión sistemática. Por último, se revisa los protocolos y financiación de los artículos que estén aptos para el lector (Page et al., 2021). A continuación, se explicará con detalles como fueron los pasos para conseguir e incluir los diferentes artículos de la revisión sistemática

Búsqueda inicial

La búsqueda inicial se llevó a cabo en el año 2023 en el mes de septiembre en donde se utilizó el buscador booleano “AND” acompañado de los términos en inglés “*muscle hypertrophy*” AND “*occlusive training*”; “*muscle hypertrophy*” AND “*ischemic training*”. Se realizó la investigación en la base de datos de Pubmed, Scopus, y Google académico en donde se pudo evidenciar que hay varios artículos publicados sobre el tema a tratar que nos sirvieron para la correcta realización del artículo

Protocolo de la revisión

Al realizar esta búsqueda se tomó en cuenta los criterios de inclusión que son: artículos de inglés-español, artículos en los últimos 5 años, revisiones sistemáticas, ensayos clínicos y artículos libres. Los criterios de

exclusión para este artículo fueron: estudios que hablen de enfermedades musculares, componentes metabólicos, hormonales y celulares del músculo, estudios con un grupo control menor a 10.

Específicamente se obtuvieron 75 resultados de Pubmed, 140 resultados en Scopus y 176 en Google académico por lo que se procedió a tomar los criterios de inclusión y exclusión para la selección de artículos que fueron posteriormente analizados su *abstract* para la revisión sistemática.

Incluyendo todos estos criterios y dando lectura al título, se obtuvo 103 artículos (eliminando 12 duplicados en las diferentes bases de datos) listos para leer el *abstract*. Leyendo el resumen se descartaron un total de 94 escritos por las siguientes razones: Presentan un enfoque en evaluar otros componentes musculares como la fatiga, la capacidad aeróbica, más no en la fuerza e hipertrofia (n=17), estudios que hablan de la adaptación celular, hormonal del músculo (n=18), incluyen a pacientes con enfermedades metabólicas como diabetes o enfermedades catastróficas como es el cáncer (n= 5), artículos que fueron con una muestra menor a 10 integrantes (n=4), apartados que han incluido a participantes con lesiones musculares o ligamentarias (n=23), revisiones sistemáticas que hablen de rehabilitación de una lesión musculoesquelética (n=8) estudios que no son gratuitos (n=12), artículos que no están en el idioma inglés o español (n=7).

Nueve artículos cumplieron todos los criterios de inclusión y exclusión entonces fueron tomados en cuenta para poder evaluar el nivel científico mediante PEDro – AMSTAR de acuerdo a lo necesario y realizar la revisión sistemática.

PEDro (tabla 1) evalúa la calidad metodológica de los diseños clínicos. Este consta 11 ítems con una puntuación de 1 a 10 sin tomar en cuenta el ítem 1 (los criterios de elección fueron especificados). Dicho esto, se evalúa si los participantes fueron seleccionados al azar, su asignación fue oculta, los grupos tuvieron equidad, los participantes, terapeutas y evaluadores fueron segados del estudio, los estudios cumplieron toda su etapa por lo menos en un 85%, se mostraron los resultados del grupo control, se compararon los resultados de forma estadística y si el estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad (Escala PEDro-Español)

AMSTAR (tabla 2) se ha diseñado para evaluar varios aspectos de una revisión. Consta de 16 dominios con opciones de respuestas simples de “sí” y “no”. Su valoración es alta cuando no tiene debilidad crítica, media cuando tiene una baja confianza que puede proporcionar un resumen preciso de los resultados, baja cuando hay una debilidad crítica y extremadamente baja cuando hay más de una debilidad crítica (Herramienta de Medición AMSTAR-2 Para Evaluar Revisiones Sistemáticas Trabajo Final).

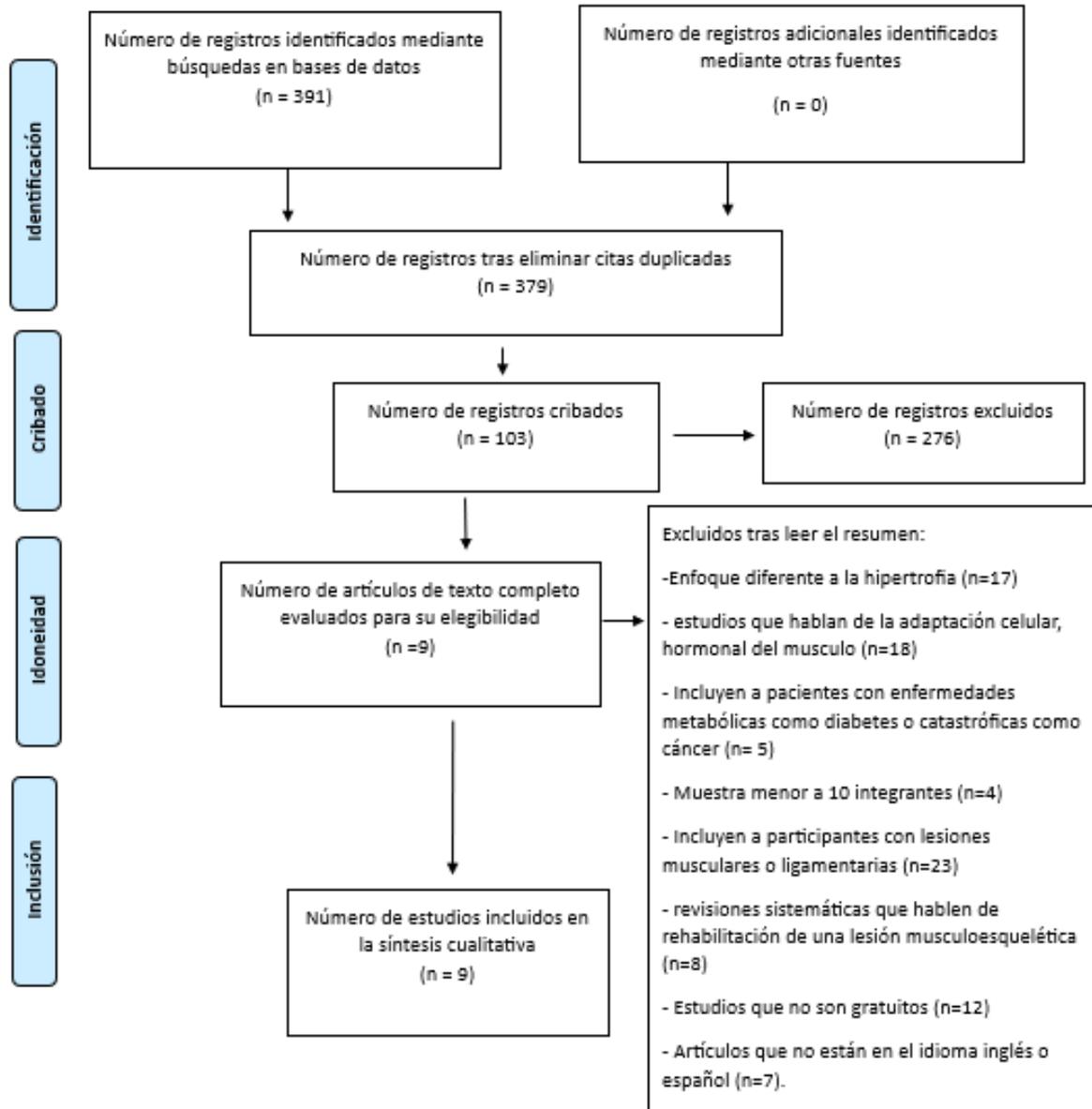


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA.

Tabla 1. Resultados de la escala PEDro para los artículos de pruebas aleatorias analizados.

Autores- Año	Criterios										Total
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Zajac et al. (2021)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	8
Brandner et al. (2019)	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6
Pignanelli et al. (2020)	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	7

May et al. (2022)	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	8
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tabla 2. Dominios AMSTAR 1- 16.

Autores- Año	Dominios															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Rodrigo-Mallorca et al. (2021)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Centner et al. (2019)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Perera et al. (2022)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Baker et al. (2020)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si
Fabero Garrido et al. (2022)	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Resultados y discusión

En la tabla 3 que se presenta a continuación se puede visualizar todos los resultados escogidos que se analizaron en el estudio. Este análisis se lo ha hecho enfocándose en las conclusiones más importantes de cada escrito para que pueda facilitar la comprensión de los resultados.

Tabla 3. Estudios obtenidos para la revisión.

Título	Referencia	Año	Objetivo	Metodología
Effects of Resting vs. Continuous Blood-Flow Restriction-Training on Strength, Fatigue Resistance, Muscle Thickness, and Perceived Discomfort	Zajac et al. (2021)	2021	Aclarar si la restricción del flujo sanguíneo durante los intervalos de descanso [restricción del flujo sanguíneo en reposo (rBFR)] es comparable a un entrenamiento BFR continuo (cBFR) en cuanto a sus efectos sobre la fuerza máxima, la hipertrofia, la resistencia a la fatiga, y malestar percibido	Diecinueve participantes realizaron un entrenamiento durante 6 semanas en donde se evaluó la fuerza, resistencia, fatiga e hipertrofia al inicio y final del entrenamiento
Muscular Adaptations to Whole Body Blood Flow Restriction Training and Detraining	Brandner et al (2019)	2019	Examinar el cambio en la fuerza y la masa muscular en una población joven sana durante un programa de entrenamiento de resistencia de todo el cuerpo de 8 semanas	Treinta y nueve participantes (27 hombres, 12 mujeres) divididos en 4 grupos: entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo (BFR-T); entrenamiento con carga moderada-pesada (HL-T), entrenamiento con carga ligera (LL-T) o un control sin ejercicio (CON) Realizaron de 6 ejercicios de resistencia

Hipertrofia muscular a base del entrenamiento isquémico

<p>Low-load resistance training to task failure with and without blood flow restriction: muscular functional and structural adaptations</p>	<p>Pignanelli et al. (2020)</p>	<p>2019</p>	<p>Examinar las adaptaciones de todo el grupo muscular y del músculo esquelético a 6 semanas de entrenamiento LL-RE y LL-BFR hasta el fallo de las repeticiones</p>	<p>Diez hombres jóvenes fueron divididos a LL-RE y LL-BFR durante 6 semanas de entrenamiento. Realizaron sentadillas a una sola pierna en Smith a un 30% del 1 RM hasta el fallo con periodos de descanso de 100 s, durante 6 semanas</p>
<p>Muscle Adaptations to Heavy-Load and Blood Flow Restriction Resistance Training Methods</p>	<p>May et al. (2022)</p>	<p>2022</p>	<p>Investigar el efecto de 7 semanas de BFRT y HLRT sobre la fuerza muscular y la hipertrofia</p>	<p>Veintiséis participantes fueron asignados a 3 grupos: un entrenamiento de carga pesada con 21 sesiones de entrenamiento. Realizaron ejercicios bilaterales de extensión y flexión de rodilla (HL = 70% de una repetición máxima (1-RM), LL + BFR = 20% 1-RM + restricción del flujo sanguíneo)</p>
<p>Resistance Training with Blood Flow Restriction Compared to Traditional Resistance Training on Strength and Muscle Mass in Non-Active Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis</p>	<p>Rodrigo-Mallorca et al. (2021)</p>	<p>2021</p>	<p>Determinar la efectividad del entrenamiento de resistencia de baja intensidad con restricción del flujo sanguíneo en comparación con el entrenamiento de resistencia dinámico de alta intensidad sobre la fuerza y la masa muscular en adultos mayores no activos.</p>	<p>Las búsquedas arrojaron un total de 1.659 artículos, se eliminaron de 326 artículos de investigación, obteniendo así un total de 48 ECA para revisión de texto completo. Posteriormente descartaron 36 ECA por no evaluar la masa y la fuerza muscular; aplicar BFR en ejercicio aeróbico. En total, se obtuvo 12 estudios en la Revisión Sistemática</p>
<p>Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis</p>	<p>Centner et al.(2019)</p>	<p>2019</p>	<p>Identificar cuantitativamente los efectos del entrenamiento BFR de baja carga (LL-BFR) sobre la masa muscular y la fuerza en personas mayores en comparación con los programas de entrenamiento de resistencia convencionales</p>	<p>Realizaron su búsqueda en las bases de datos desde su inicio hasta el 1 de junio de 2018: PubMed, Web of Science, Scopus, CINAHL, SPORTDiscus y CENTRAL. Se examinaron un total de 2658 artículos y en el</p>

Hipertrofia muscular a base del entrenamiento isquémico

				metaanálisis se incluyeron 11 estudios con una población total de N = 238
Effects of Blood Flow Restriction Therapy for Muscular Strength, Hypertrophy, and Endurance in Healthy and Special Populations: A Systematic Review and Meta-Analysis	Perera et al. (2022)	2021	Investigar la efectividad del entrenamiento BFR en relación con otras formas de entrenamiento de fuerza muscular, hipertrofia y resistencia	Se incluyeron 53 ensayos controlados aleatorios y 31 se incluyeron en los metaanálisis.
¿La terapia de restricción del flujo sanguíneo en pacientes mayores de 50 años produce hipertrofia muscular, aumento de la fuerza o una mayor función física? Una revisión sistemática	Baker et al (2020)	2020	Proporcionar una actualización sobre los efectos del entrenamiento de resistencia LL-BFR sobre la fuerza y la hipertrofia muscular en comparación con el entrenamiento de resistencia tradicional HL y LL en adultos sanos mayores de 60 años	Utilizando PubMed, Google Scholar, Web of Science y Science Direct, realizaron una revisión sistemática. Se revisó la elegibilidad de 1574 artículos y se conservaron 30 artículos con intervenciones con una duración que iba desde transversal hasta 16 semanas.
Effects of Low-Load Blood Flow Restriction Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy Compared with Traditional Resistance Training in Healthy Adults Older Than 60 Years: Systematic Review and Meta-Analysis	Fabero Garrido et al.(2022)	2022	Responder dos preguntas clínicamente relevantes: ¿La BFR induce hipertrofia del músculo esquelético en adultos mayores de 50 años? ¿La BFR mejora la fuerza muscular y/o la función física en adultos mayores de 50 años?	Se realizó una búsqueda en las bases de datos MEDLINE, PEDro, CINHALL, Web of Science, Science Direct, Scopus y CENTRAL. El análisis incluyó 14 estudios

En los artículos revisados se evaluaron: entrenamiento de baja carga con restricción del flujo sanguíneo (LL-BFR), entrenamiento de alta carga con restricción del flujo sanguíneo (HL-BFR) en comparación con entrenamientos de baja carga sin restricción del flujo (LL-RE) y entrenamientos de alta carga sin restricción del flujo sanguíneo (HL-RE); en poblaciones sanas adultos jóvenes y adultos mayores.

Zajac et al. (2021) Publicaron un estudio con 19 participantes en donde fueron asignados aleatoriamente a 2 grupos para evaluar la HM con restricción del flujo sanguíneo en reposo (rBFR n=9) es decir, el manguito se inflaba solamente en los períodos de descanso y protocolos de restricción del flujo sanguíneo continuo (cBFR n=10) con el manguito inflado durante todas las series de cargas y descanso. El entrenamiento tuvo un período de 6 semanas con entrenamientos de 2 a 3 veces por semana con el 20% -30% del 1RM en el press de pierna a 45 grados. Realizaron 4 series divididas en el rango de 30 a 15 repeticiones con 30 segundos de descanso

entre series. El manguito se infló hasta llegar a un 80% de oclusión arterial. El espesor del músculo se midió mediante una ecografía y el grosor mediante una cinta métrica, ambas fueron en el cuádriceps femoral. Al finalizar el entrenamiento, cada individuo realizó 12 sesiones en donde se evidenció que el grupo rBFR aumentó su grosor muscular en un promedio de 0,7 mm y el grupo cBFR incrementó su grosor un 0,9 mm de promedio.

Brandner et al. (2019). En su estudio obtuvieron 39 participantes con 27 hombres y 12 mujeres que fueron divididos en 4 grupos: entrenamiento con flujo sanguíneo (BFR-T n =11), alta carga (HL-T n=11), baja carga (LL-RE n =10), y sin entrenamiento (CON n =7). Cumplieron 20 sesiones en 8 semanas con 3 ejercicios para la parte inferior y 3 ejercicios para la parte superior del cuerpo, con un período de descanso de 5 minutos entre el cambio de los ejercicios de la parte inferior a la parte superior, para poder inflar los manguitos a un 60% de oclusión en la extremidad. Para medir el grosor muscular se utilizó una medición ultrasonográfica. Luego del entrenamiento se pudo evidenciar un aumento de la fuerza y masa muscular similar de BFR en un 11% y LL-T en un 12%, pero el resultado fue mayor en el método HL-T en un 22%.

Pignanelli et al. (2020) En su estudio participaron 10 hombres que dividió el entrenamiento para cada pierna LL-BFR y también ejercicios de resistencia de baja carga (LL-RE) asignadas aleatoriamente, evaluando la fuerza y el grosor del cuádriceps específicamente en el vasto lateral y recto femoral durante un período de 6 semanas de entrenamiento, este consistía en trabajar cargas del 30% del 1 RM hasta el fallo y descansando durante 100 segundos en cada pierna hasta completar 3 series. Se colocó la presión del manguito a un 60-70% de oclusión efectiva. La HM muscular se midió con ultrasonido evaluando los avances en la semana 3, 5 y 6 respectivamente. Al finalizar se evidenció el aumento en un 4,9% en LL-RE y en un 7,4% en LL-BFR en el vasto lateral, mientras que en el recto femoral no se logró notar este efecto.

May et al. (2022). Reclutaron a 26 individuos donde se les asignaron a 3 grupos LL-BFR n =8, HL-RE n=9 y CON n=9. En donde se realizó el entrenamiento a 20 sesiones durante 7 semanas con un protocolo de 3 veces por semana con ejercicios de flexión y extensión de rodilla. El grupo HL-RE trabajaron a un 70% del 1 RM con 2 minutos de descanso, mientras que el grupo LL-BFR trabajó a un 20% del 1 RM con 30 segundos de descanso. El manguito para todas las sesiones se infló hasta un 60% de oclusión arterial. Se midió el área transversal de los músculos flexores y extensores de rodilla al inicio y al final del entrenamiento mediante tomografía computarizada cuantitativa periférica. Al concluir no se evidenció un mayor cambio ya que se obtuvo un 3,2% en LL-BFR, un 2,3% en HL-RE y un 2% en CON mayormente en los músculos flexores que en los extensores de rodilla.

Rodrigo-Mallorca et al. (2021). Analizaron 12 artículos de adultos mayores en donde revelaron que 6 estudios manifiestan que el entrenamiento BFR tuvo mejoras significativas en la fuerza muscular y en el área transversal del músculo cuádriceps en comparación al protocolo de LL-RE, más no se encontró cambio significativo en aductores, isquiotibiales y glúteo mayor. Referente a las extremidades superiores se encontraron cambios mayores en flexores y extensores de codo. Los demás artículos se enfocaron más en analizar los cambios de fuerza y otros aspectos que no fueron relevantes en este estudio

Centner et al. (2019). Analizaron 11 estudios, 4 hablan sobre los efectos de LL-BFR y HL sobre la masa muscular con un aumento de $6,2 \pm 5,1\%$ para LL-BFR y $4,2 \pm 4,2\%$ para HL con un promedio a favor de LL-BFR respecto a la masa muscular del músculo cuádriceps. Referente a la caminata con y sin BFR se incluyeron

2 estudios en donde se evidenció que la caminata con BFR tuvo ganancias significativas de $3,0 \pm 0,4$ % en comparación a caminar sin BFR $-0,7 \pm 0,7$ %.

Perera et al. (2022). Evaluaron 53 estudios en donde 11 compararon el entrenamiento con y sin BFR respecto a la HM en miembros superiores e inferiores, de estos 10 utilizaron resonancia magnética y 1 utilizó tomografía computarizada. 4 compararon el LL-BFR y LL-RE dando mayor grosor en el entrenamiento LL-BFR con un aumento de $1,06 \text{ cm}^2$, 3 estudios de igual manera evaluaron el mismo protocolo obteniendo un incremento de $2,80 \text{ cm}^2$ al entrenamiento con BFR. Sin embargo 4 escritos dijeron que respecto al entrenamiento HL-T en comparación a LL-BFR se obtuvo mayor ganancia en el entrenamiento HL-T con un incremento de $2,80 \text{ cm}^2$.

Baker et al. (2020). Evaluaron 30 estudios referente a generar fuerza e HM en adultos mayores, en donde 15 se centraron en generar HM a base del entrenamiento BFR. Dicho esto, la intervención con BFR obtuvo grandes cambios con respecto al incremento del área transversal del musculo desde un $-5,5\%$ a $17,5\%$ y $0,11$ a $3,6\%$ respectivamente.

Fabero-Garrido et al (2022). Incluyeron 14 artículos los cuales analizaron el entrenamiento con restricción de flujo en adultos mayores sanos de 60 años. 7 hablaban de la comparación de LL-BFR y LL-T, 8 compararon LL-BFR y HL-T. LL-BFR tuvo una carga de 20 a 40% del 1RM, HL tuvo de 70-80% del 1 RM y LL un 20-30% del 1RM. La presión del manguito varió respectivamente de 67 mmHG hasta 270 mmHG. Los estudios revelaron que el entrenamiento HL-T tuvo mayor ganancia en fuerza muscular más no en hipertrofia muscular en comparación a LL-BFR, pero LL-BFR obtuvo mayor ganancia tanto en fuerza como en HM en comparación de LL-RE.

Después de haber analizado los resultados obtenidos, nuestra investigación tuvo como objetivo identificar como actúa el entrenamiento isquémico u oclusivo en el músculo para generar hipertrofia. Se incluyeron 4 estudios clínicos y 5 revisiones sistemáticas con metaanálisis en donde se pudieron sacar varias conclusiones

Tres estudios evaluados en población adultos- jóvenes presentaron una adaptación importante en la hipertrofia muscular al momento de comparar el entrenamiento de LL-RE, HL-RE con LL-BFR (Brandner et al., 2019) (Pignanelli et al., 2020) (May et al., 2022). Dando como resultado en dos de ellos cambios favorables en el incremento del tamaño del área transversal del músculo para el entrenamiento con BFR sobre los otros sin BFR (Brandner et al., 2019) (May et al., 2022). El tercer estudio presentó resultados similares para LL-RE y LL-BFR, pero consiguió un incremento mayoritario de hipertrofia en HL-RE (Pignanelli et al., 2020), creando un desacuerdo con los otros escritos. Por otro lado, un solo artículo (Zajac et al., 2021) comparó el entrenamiento rBFR y cBFR concluyendo que se genera mayor HM al tener un protocolo continuo con restricción del flujo.

Cinco revisiones sistemáticas con metaanálisis incluyeron en sus estudios adultos mayores en un rango de 50 a 60 años en adelante (Rodrigo-Mallorca et al., 2021)(Centner et al., 2019) (Perera et al., 2022) (Baker et al., 2020) (Fabero-Garrido et al., 2022). Una Sola revisión (Rodrigo-Mallorca et al., 2021) encontró un incremento de HM mayor mediante el entrenamiento de HL sin BFR a comparación del entrenamiento con BFR. Dos de ellas (Rodrigo-Mallorca et al., 2021)(Centner et al., 2019) encontraron un incremento de HM en el músculo cuádriceps al usar LL-BR y caminata con BFR (Centner et al., 2019), pero no se encontró un cambio significativo en los isquiotibiales y glúteo mayor (Rodrigo-Mallorca et al., 2021) en comparación al

entrenamiento LL-RE y HL-RE. Tres revisiones obtuvieron un incremento de HM tanto en miembros superiores como inferiores en el entrenamiento LL-BFR (Perera et al., 2022) (Baker et al., 2020) (Fabero-Garrido et al., 2022).

Dicho esto, surge una controversia en dos casos donde la HM ha sido mayor en el entrenamiento HL sin BFR (Pignanelli et al., 2020) tanto en adultos jóvenes como en adultos mayores. Todos estos estudios han sido en un periodo corto de evaluación de máximo 8 semanas (Brandner et al., 2019) y han usado el mismo protocolo de entrenamiento LL-BFR

La información de la presión que se debe utilizar en el manguito no ha sido del todo exacta, unos estudios nos dicen que se debe inflar hasta conseguir un 60% a un 80 % de oclusión arterial (Zajac et al., 2021) (Brandner et al., 2019) (Pignanelli et al., 2020) (May et al., 2022) o de 67 mmHG a 270mmHG (Fabero-Garrido et al., 2022) con unos resultados bastante óptimos para generar HM. Más no se ha encontrado mayor evidencia de protocolos que utilicen un mayor o menor rango de oclusión que nos favorezcan el llegar rápidamente a un grado superior a HM.

Conclusiones

En conclusión el entrenamiento isquémico siendo un método medianamente invasivo ayuda a generar HM de manera eficaz tanto en población de adultos jóvenes como en adultos mayores con un protocolo de entrenamiento de LL-BFR a una oclusión arterial de un 60% a un 80% en un corto periodo de tiempo, sin embargo, la evidencia que existe es muy escasa o casi nula referente a rutinas generadas con cargas altas acompañadas de la restricción de flujo, oclusión mayor o menor al rango de 60% a 80%, rutinas con resultados de ganancias de HM mayor a 3 meses, protocolos que sean específicos para grandes grupos musculares como por ejemplo los músculos del torso ya que la mayoría de estudios solo lo han realizado en las extremidades inferiores. Por lo que se recomienda seguir investigando sobre los avances que se obtengan del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo y realizarlo acompañado de un profesional que sea experto en el tema.

Referencias

- Alves, R. C., Prestes, J., Enes, A., de Moraes, W. M. A., Trindade, T. B., de Salles, B. F., Aragon, A. A., & Souza-Junior, T. P. (2020). Training Programs Designed for Muscle Hypertrophy in Bodybuilders: A Narrative Review. *Sports* 2020, Vol. 8, Page 149, 8(11), 149. <https://doi.org/10.3390/SPORTS8110149>
- Ariza Viviescas, A. M., & Ariza Viviescas, A. M. (2022). Fallo muscular en la hipertrofia con entrenamiento de contra resistencia: una revisión sistemática. *Ciencias de La Actividad Física (Talca)*, 23(1), 0–0. <https://doi.org/10.29035/RCAF.23.1.11>
- Baker, B. S., Stannard, M. S., Duren, D. L., Cook, J. L., & Stannard, J. P. (2020). Does Blood Flow Restriction Therapy in Patients Older Than Age 50 Result in Muscle Hypertrophy, Increased Strength, or Greater Physical Function? A Systematic Review. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 478(3), 593. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7145054/>

- Brandner, C. R., Clarkson, M. J., Kidgell, D. J., & Warmington, S. A. (2019). Muscular Adaptations to Whole Body Blood Flow Restriction Training and Detraining. *Frontiers in Physiology*, 10, 446156. <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2019.01099/BIBTEX>. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31551800/>
- Centner, C., Wiegel, P., Gollhofer, A., & König, D. (2019). Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscular Strength and Hypertrophy in Older Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(1), 95–108. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30306467/>
- Fabero-Garrido, R., Gragera-Vela, M., del Corral, T., Izquierdo-García, J., Plaza-Manzano, G., & López-de-Uralde-Villanueva, I. (2022). Effects of Low-Load Blood Flow Restriction Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy Compared with Traditional Resistance Training in Healthy Adults Older Than 60 Years: Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 11(24), 7389. <https://www.mdpi.com/2077-0383/11/24/7389/html>
- Flores-García, L. A. (2019). El entrenamiento con oclusión vascular (EOV) como alternativa en rehabilitación muscular. *Revista de Sanidad Militar*, 73(3-4), 234-242. <http://www.revistasanidadmilitar.org/index.php/rsm/article/view/36>
- Herramienta de Medición AMSTAR-2 para Evaluar Revisiones Sistemáticas Trabajo final. (n.d.). Retrieved October 25, 2023, from <https://trabajofinal.es/herramienta-evaluacion-revision-sistematica-amstar/>
- Leal Cortez, A. C., Alias García, A., Ismael, E., Meza, A., De Sousa Costa, A., Castelo, G., Silva, B., Henrique, E., & Dantas, M. (2019). Evidências científicas acerca da eficácia dos métodos de treinamento resistido voltados a hipertrofia muscular. *Revista Iberoamericana de Psicología Del Ejercicio y El Deporte*, ISSN 1886-8576, Vol. 14, No. 2, 2019, Págs. 112-120, 14(2), 112–120. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7361747&info=resumen&idioma=ENG>
- Lorenz, D. S., Bailey, L., Wilk, K. E., Mangine, R. E., Head, P., Grindstaff, T. L., & Morrison, S. (2021). Blood Flow Restriction Training. *Journal of Athletic Training*, 56(9), 937–944. <https://doi.org/10.4085/418-20>
- Mahecha Matsudo, S. M. (2021). Poder del músculo esquelético en la salud y enfermedad. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*, 4(4), 56–70. <https://doi.org/10.35454/rncm.v4n4.288>
- May, A. K., Russell, A. P., Della Gatta, P. A., & Warmington, S. A. (2022). Muscle Adaptations to Heavy-Load and Blood Flow Restriction Resistance Training Methods. *Frontiers in Physiology*, 13, 837697. <https://doi.org/10.3389/FPHYS.2022.837697/BIBTEX>. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8850930/>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/J.RECESP.2021.06.016>
- Perera, E., Zhu, X. M., Horner, N. S., Bedi, A., Ayeni, O. R., & Khan, M. (2022). Effects of Blood Flow Restriction Therapy for Muscular Strength, Hypertrophy, and Endurance in Healthy and Special

Populations: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Journal of Sport Medicine : Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 32(5), 531–545. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36083329>

- Pignanelli, X. C., Petrick, H. L., Keyvani, F., Heigenhauser, G. J. F., Quadriatero, J., Holloway, G. P., & Burr, J. F. (2020). Low-load resistance training to task failure with and without blood flow restriction: muscular functional and structural adaptations. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 318, 284–295. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7052604/>
- Reina-Ramos, C., & Herrera, R. D. (2014). Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo e hipertrofia muscular. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 10(38), 366-382. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4903541.pdf>
- Rodrigo-Mallorca, D., Loaiza-Betancur, A. F., Monteagudo, P., Blasco-Lafarga, C., & Chulvi-Medrano, I. (2021). Resistance Training with Blood Flow Restriction Compared to Traditional Resistance Training on Strength and Muscle Mass in Non-Active Older Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021, Vol. 18, Page 11441, 18(21), 11441. <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/21/11441/htm>
- Sartori, R., Romanello, V., & Sandri, M. (n.d.). Mechanisms of muscle atrophy and hypertrophy: implications in health and disease. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-20123-1>
- Vista de El entrenamiento con oclusión vascular (EOV) como alternativa en rehabilitación muscular. (n.d.). Retrieved October 13, 2023, from <https://revistasanidadmilitar.org/index.php/rsm/article/view/36/37>
- Zajac, A., Krzysztofik, M., Miller, R., Schwiete, C., Franz, A., Roth, C., & Behringer, M. (2021). Effects of Resting vs. Continuous Blood-Flow Restriction-Training on Strength, Fatigue Resistance, Muscle Thickness, and Perceived Discomfort. *Frontiers in Physiology | Wwww.Frontiersin.Org*, 12, 663665. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2021.663665/full>