



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE FISIOTERAPIA

**“HIPERTROFIA MUSCULAR A BASE DEL ENTRENAMIENTO
ISQUEMICO”**

Requisito previo para optar por el Título de Licenciado en Fisioterapia

Modalidad: Artículo Científico

Autor: Gary Donovan González Campaña

Tutor: Dr. Esp. Álvaro Erazo Alex Patricio

Ambato – Ecuador

Febrero 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo de titulación sobre el tema:

“HIPERTROFIA MUSCULAR A BASE DEL ENTRENAMIENTO ISQUEMICO” desarrollado por González Campaña Gary Donovan, estudiante de la Carrera de Fisioterapia, considero que reúne los requisitos técnicos, científicos y corresponden a lo establecido en las normas legales para el proceso de graduación de la Institución; por lo mencionado autorizo la presentación de la investigación ante el organismo pertinente, para que sea sometido a la evaluación de docentes calificadores designados por el H. Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Salud.

Ambato, febrero del 2024

EL TUTOR

.....
Dr. Esp. Álvaro Erazo Alex Patricio

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Los criterios emitidos en el Artículo de Revisión Sistemática “**HIPERTROFIA MUSCULAR A BASE DEL ENTRENAMIENTO ISQUEMICO**”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones, son de autoría y exclusiva responsabilidad de la compareciente, los fundamentos de la investigación se han realizado en base a recopilación bibliográfica y antecedentes investigativos.

Ambato, febrero del 2024

EL AUTOR

.....
Gary Donovan González Campaña

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Dr. Esp. Alex Patricio Álvaro Erazo con CI: 0604377051 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“HIPERTROFIA MUSCULAR A BASE DEL ENTRENAMIENTO ISQUEMICO”** autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, febrero del 2024

.....

Dr. Esp. Álvaro Erazo Alex Patricio

CI: 0604377051

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Gary Donovan González Campaña con CI: 1804658688 en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“HIPERTROFIA MUSCULAR A BASE DEL ENTRENAMIENTO ISQUEMICO”** autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Artículo de Revisión o parte de él, un documento disponible con fines netamente académicos para su lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo una licencia gratuita e intransferible, así como los derechos patrimoniales de mi Artículo de Revisión a favor de la Universidad Técnica de Ambato con fines de difusión pública; y se realice su publicación en el repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, siempre y cuando no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor, sirviendo como instrumento legal este documento como fe de mi completo consentimiento.

Ambato, febrero del 2024

.....

Gary Donovan González Campaña

CI: 1804658688

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

Los miembros del Tribunal de Examinador aprueban el Informe de Investigación sobre el tema: **“HIPERTROFIA MUSCULAR A BASE DEL ENTRENAMIENTO ISQUEMICO”**, de González Campaña Gary Donovan, estudiante de la Facultad de Ciencias de la Salud, carrera de Fisioterapia.

Ambato, febrero del 2024

Para constancia firman:

.....

PRESIDENTE

.....

1er VOCAL

.....

2do VOCAL

CARTA DE ACEPTACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULO

Dra. Leonor de la Concepción Moreno Suárez
Directora del Comité Editorial-Jefe
alema.pentaciencias@gmail.com

Ecuador, 13 de noviembre del 2023

EDITORIAL ALEMA INTERNACIONAL ORG

Estimados colegas:

Gary Donovan González Campaña¹, Alex Patricio Álvaro Erazo²

¹ Carrera de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
ggonzalez8688@uta.edu.ec

² Carrera de Fisioterapia, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.
ap.alvaro@uta.edu.ec

Me complace informarle que después del proceso de revisión por pares, el artículo “Hipertrofia muscular a base del entrenamiento isquémico” ha sido ACEPTADO para ser publicado por la Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS en su Vol. 5, No.7 (Diciembre: Edición Especial), 2023. e-ISSN: 2806-5794.

Saludos cordiales



Firmado electrónicamente por:
**LEONOR DE LA
CONCEPCION MORENO
SUAREZ**

Dra. Leonor de la Concepción Moreno Suárez
Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS
Directora del Comité Editorial-Jefe

DEDICATORIA

El presente artículo de revisión lo dedico a:

A mi amada madre, Soraya Campaña que es la persona que más amo en este mundo por estar siempre presente con su arduo apoyo y amor incondicional en mi largo camino hacia alcanzar la meta de ser profesional, ya que fue quien me aconsejó, escuchó, motivó y depositó toda su confianza en mí. Me inculcó los valores necesarios para no darme por vencido ante ningún obstáculo que se me presentara.

A mi querido padre, Gary González quien estuvo presente en cada peldaño que he ido escalando a lo largo de mi vida universitaria sin dejar que decaiga en ninguno.

A mi hermano Diego González, que es quien admiro con todo mi ser, le he visto estar noches sin dormir con tal de ver que yo esté bien y encontrar cualquier solución para que yo pueda salir adelante.

A mis hermanas Doménica González y Dennisse González por sus palabras y acciones que me alentaron a no rendirme jamás.

A mi abuelita Gladys Pérez, que, aunque se encuentre lejos siempre vio por mí bienestar y no permitió que no me falte nada

A mi tía Hazel Campaña caracterizada por su increíble humor, siempre me apoyo en que mirara hacia mi futuro profesional.

A mis amigos más importantes Luis y Erick que compartieron conmigo maravillosas anécdotas logrando que sea más fácil mi camino en este arduo aprendizaje universitario.

A mi familia por sus mejores deseos y palabras de aliento hacia mi futuro.

Gary Donovan González Campaña

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por nunca abandonarme y siempre darme su bendición en mi vida personal y mi carrera universitaria.

Agradezco a mis padres, por su apoyo ético, moral y lo económico. Ya que sin ellos no hubiera podido alcanzar mi meta que es llenarlos de orgullo.

Mi agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato por brindarme las aptitudes necesarias para emprender mi vida profesional.

Quiero extender mi reconocimiento especial a los profesores de la Carrera de Fisioterapia, quienes no solo desempeñaron el papel de maestros, sino también de mentores comprensivos. Su reconocimiento de que detrás de cada estudiante existe una persona única con un mundo diferente, hizo que mi experiencia académica fuera aún más enriquecedora.

Agradezco de corazón a mis amigos más preciados, quienes me brindaron un apoyo incondicional sin esperar nada a cambio. Su amistad ha sido un tesoro invaluable en este viaje, y estoy agradecido por cada momento compartido. Juntos, han contribuido significativamente a mi crecimiento y éxito.

Por último, agradecer a mi tutor, Dr. Esp. Alex Álvaro, por guiar este artículo científico con paciencia y dedicación.

Gary Donovan González Campaña

HIPERTROFIA MUSCULAR A BASE DEL ENTRENAMIENTO ISQUEMICO

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. Objetivo: Realizar una investigación sistemática y minuciosa de cómo actúa el entrenamiento isquémico en el musculo para poder generar hipertrofia. Metodología: Mediante las directrices del formato prisma se llevó a cabo una revisión sistemática en la base de datos de Google académico, Pubmed y Scopus incluyendo un total de 9 artículos. Resultados y discusión: 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 mas 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

Muscle hypertrophy (MH) characterized by the increase of myofibrils in the transverse area should not be overlooked, it should be kept in an optimal state if we focus on the sports field or to avoid musculoskeletal complications in the future. In recent times, an innovative method has emerged that continues to be researched 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 compression cuffs or bands. Objective: To carry out a systematic and meticulous investigation of how ischemic training acts on the muscle in order to generate hypertrophy. Methodology: A systematic review was carried out in the Google Scholar, Pubmed and Scopus databases using the prism format guidelines, including a total of 9 articles. Results and discussion: 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 as to 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 conducting the research

Keywords: Muscle hypertrophy; training; ischemic; occlusive.

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 musculo. Un musculo 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 musculo-esqueléticas (Sartori et al., n.d.)

Cuando hablamos de hipertrofia muscular (HM) nos referimos al aumento de las miofibrillas del musculo 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 tenemos: protección de las articulaciones, aumento de la masa muscular, 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 futbol americano, futbol soccer, basquetbol, tenis, atletismo, entre otros (Ariza Viviescas & 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 conocido como: 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 (Entrenamiento Oclusivo | Mundo Entrenamiento, n.d.).

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

(Vista de El Entrenamiento Con Oclusión Vascolar (EOV) Como Alternativa En Rehabilitación Muscular, n.d.).

Dicho todo esto surge la duda de cuáles son los mecanismos músculo esqueléticos que se modifican al realizar este entrenamiento. El objetivo de este artículo es realizar una investigación sistemática y minuciosa de cómo actúa el entrenamiento isquémico en el musculo 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 formato prisma 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 toma en cuenta los métodos de elegibilidad, fuentes de la información para la extracción de datos, evaluación de sesgo, 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

BUSQUEDA 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

BUSQUEDA SISTEMATICA

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 musculo, 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.

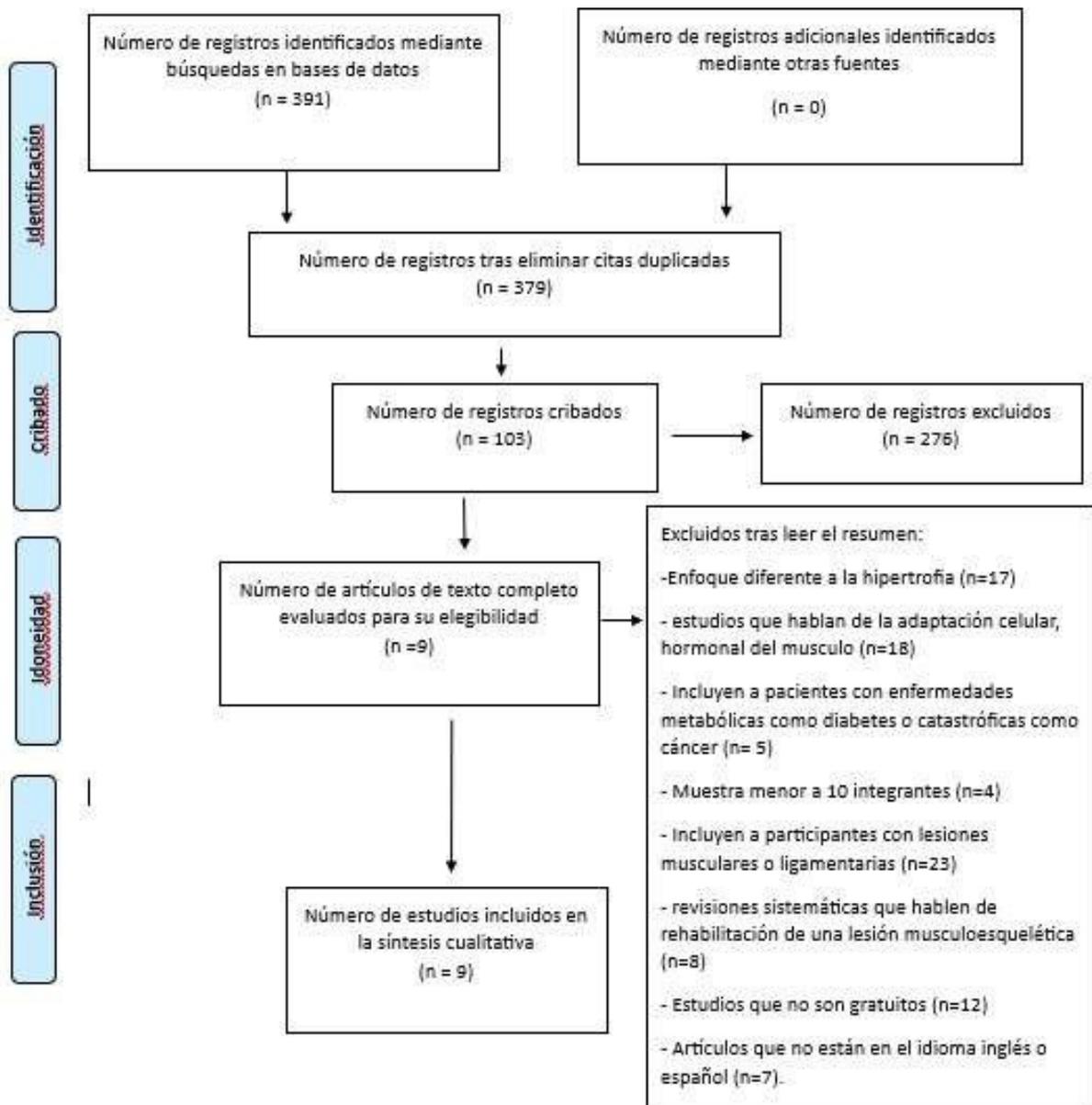
Incluyendo todos estos criterios y leyendo solo el título, se obtuvo 103 artículos (eliminando 12 duplicados en las diferentes bases de datos) listos para leer el abstract. Leyendo el resumen se descartaron un total de 94 artículos por las siguientes razones: Presentan un enfoque en evaluar otros componentes musculares como la fatiga, la capacidad aeróbica, mas no en la fuerza e hipertrofia (n=17), estudios que hablan de la adaptación celular, hormonal del musculo (n=18) incluyen a pacientes con enfermedades metabólicas como diabetes o enfermedades catastróficas como cáncer (n= 5), estudio que fue con una muestra menor a 10 integrantes (n=4), estudios 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).

9 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 que 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, n.d.)

AMSTAR (tabla 2) se ha diseñado para evaluar varios aspectos de una revisión. Consta de 16 dominios que constan con opciones de respuestas simples de “si” y “no”. Su valoración es de alta cuando no tiene debilidad crítica, media cuando tiene una baja confianza 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, n.d.).



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 1 Resultados de la escala Pedro para los artículos de pruebas aleatorias analizadas

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	Si	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

Tabla 2 Dominios AMSTAR 1

Resultados y discusión

En la tabla Nª 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 estudio para que pueda facilitar la comprensión de los resultados.

En los estudios 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 todos los participantes fueron asignados aleatoriamente a 2 grupos para evaluar la HM con protocolos de restricción del flujo sanguíneo en reposo (rBFR n=9), es decir el manguito se inflaba solo en los periodos 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 periodo 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 repeticiones a 15 repeticiones con 30 segundos de descanso entre series. El manguito se inflo hasta llegar a un 80% de oclusión arterial. El espesor del musculo se midió mediante una ecografía y el grosor mediante una cinta métrica, ambas se midieron en el cuádriceps femoral. Al finalizar el entrenamiento, cada individuo realizo 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 aumentó 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 periodo de descanso de 5 minutos entre el cambio de los ejercicios de la parte inferior a la parte superior del cuerpo para 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 entrenamiento 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 periodo 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 el entrenamiento 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 evidenció 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 finalizar el entrenamiento 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 entrenamiento de LL-RE, mas 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). Ellos analizaron 11 estudios, 4 estudios 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 estudios 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 estudios 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 estudios 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 músculo desde un $-5,5\%$ a $17,5\%$ y $0,11$ a $3,6\%$ respectivamente.

Fabero-Garrido et al (2022). Incluyeron 14 artículos en donde analizaban 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 respectivamente. 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 mas no en hipertrofia muscular en comparación al entrenamiento LL-BFR, pero el entrenamiento LL-BFR obtuvo mayor ganancia tanto en fuerza como en HM en comparación del entrenamiento LL-RE.

Después de haber analizado los resultados obtenidos, nuestra investigación tuvo como objetivo identificar como actúa el entrenamiento isquémico u oclusivo en el musculo 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 el entrenamiento 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 musculo para el entrenamiento con BFR sobre los otros entrenamientos sin BFR (Brandner et al., 2019) (May et al., 2022). El tercer estudio presento resultados similares para el entrenamiento de LL-RE y LL-BFR, pero consiguió un incremento mayoritario de hipertrofia en el entrenamiento de HL-RE (Pignanelli et al., 2020), creando un desacuerdo con los otros estudios. Por otro lado, un solo estudio (Zajac et al., 2021) comparó el entrenamiento rBFR y cBFR concluyendo que se genera mayor HM al tener un entrenamiento continuo con restricción del flujo.

Cuatro revisiones sistemáticas con metaanálisis y una revisión sistemática 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 musculo 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 encontraron 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 muscular 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 la presión debe ir desde 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. Mas 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.

Título	Autores	Año	Objetivo	Metodología	Link
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	https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2021.663665/full

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) fueron distribuidos a 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 un entrenamiento de 6 ejercicios de resistencia	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31551800/
Low-load resistance training to task failure with and without blood flow restriction: muscular functional and structural adaptations	Pignanelli et al. (2020)	2019	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	Diez hombres jóvenes sanos se sometieron a la serie de LL-RE y LL-BFR durante 6 semanas de entrenamiento. El ejercicio fue de sentadillas a una sola pierna con maquina Smith a un 30% del 1 RM hasta el fallo con períodos de descanso de 100 s, durante 6 semanas	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7052604/
Muscle Adaptations to Heavy-Load and Blood Flow	May et al. (2022)	2022	Investigar el efecto de 7 semanas de BFRT y HLRT sobre la fuerza muscular y la hipertrofia	Veintiséis participantes fueron asignados a diferentes grupos: un entrenamiento de carga pesada (HL; n = 9), BFRT	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8850930/

Restriction Resistance Training Methods				de carga baja (LL + BFR; n = 8) o un grupo de control (CON; n = 9) durante 21 sesiones de entrenamiento (3 días por semana) que comprendían 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)	
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	Rodrigo Mallorca et al. (2021)	2021	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.	Las búsquedas iniciales en las bases de datos arrojaron un total de 1.659 artículos. Después de realizar una selección por título y resumen, y luego eliminar duplicados, se descartaron un total de 326 artículos de investigación, obteniendo así un total de 48 ECA para revisión de texto completo. Posteriormente, se excluyeron 36 ECA por no evaluar la masa y la fuerza muscular; aplicar BFR en ejercicio aeróbico. En total, se incluyeron 12 estudios en la Revisión Sistemática	https://www.mdpi.com/16604601/18/21/11441/htm

<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 (LLBFR) sobre la masa muscular y la fuerza en personas mayores en comparación con los programas de entrenamiento de resistencia convencionales</p>	<p>Se realizó una revisión sistemática y un metaanálisis que cumplieron con PRISMA. La investigación bibliográfica sistemática se realizó en las siguientes bases de datos electrónicas desde su inicio hasta el 1 de junio de 2018: PubMed, Web of Science, Scopus, CINAHL, SPORTDiscus y CENTRAL. Posteriormente, se realizó</p>	<p>https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30306467/</p>
--	-----------------------------	-------------	---	--	--

				un metaanálisis de efectos aleatorios con ponderación de varianza inversa. Se examinaron un total de 2658 artículos y en el 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. Para la fuerza muscular que compara el entrenamiento BFR de baja intensidad (LI-BFR) con el entrenamiento de resistencia de alta intensidad (HIRT), la diferencia de medias (DM)	https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36083329
¿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, realizamos una revisión sistemática de artículos utilizando las pautas de Elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis. Se revisó la elegibilidad de 1574 artículos y se conservaron 30 artículos con intervenciones con una duración que iba desde transversal hasta 16 semanas.	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7145054/
Effects of Low-Load Blood Flow Restriction Resistance Training on Muscle	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	Se realizó una búsqueda en las bases de datos MEDLINE, PEDro, CINHAl, Web of Science, Science Direct, Scopus y CENTRAL. El análisis incluyó 14 estudios	https://www.mdpi.com/20770383/11/24/7389/htm

Strength and Hypertrophy Compared with Traditional Resistance Training in Healthy Adults Older Than 60 Years: Systematic Review and Meta-Analysis			función física en adultos mayores de 50 años?		
---	--	--	---	--	--

Conclusión

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 población de 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, entrenamientos con ganancias de HM mayor a 3 meses, y con una oclusión mayor o menor al rango de 60% a 80% por lo que se recomienda seguir investigando sobre los avances que se obtengan del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo y realizar este tipo de entrenamiento 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., & SouzaJunior, 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 Viviecas, A. M., & Ariza Viviecas, 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://doi.org/10.1097/CORR.0000000000001090>

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>

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://doi.org/10.1007/S40279-018-0994-1>

Entrenamiento oclusivo | Mundo Entrenamiento. (n.d.).
Retrieved October 13, 2023, from

<https://mundoentrenamiento.com/entrenamiento-oclusivo-lo-necesitas-saber/> Escala PEDro-Español. (n.d.).

Fabero-Garrido, R., Gragera-Vela, M., del Corral, T., Izquierdo-García, J., Plaza-Manzano, G., & López-deUralde-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://doi.org/10.3390/JCM11247389/S1>

Herramienta de Medición AMSTAR-2 para Evaluar Revisiones Sistemáticas Trabajo final. (n.d.). Retrieved October 25, 2023, from <https://trabajofinal.es/herramienta-evaluacion-revision-sistemica-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*

<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>

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://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000991>

Pignanelli, X. C., Petrick, H. L., Keyvani, F., Heigenhauser, G. J. F., Quadrilatero, 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://doi.org/10.1152/ajpregu.00243.2019>. -The

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://doi.org/10.3390/IJERPH182111441>

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* | [Www.Frontiersin.Org](https://doi.org/10.3389/fphys.2021.663665), 12, 663665. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.663665>