UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

MAESTRÍA EN FISIOTERAPIA Y REHABILITACIÓN,

COHORTE 2023

Tema: Programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el desarrollo muscular en personas con dolor de hombro.

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magister en Fisioterapia y Rehabilitación mención Neuromusculoesquelético, Cohorte 2023

Modalidad del Trabajo de Titulación: Proyecto de Desarrollo

Autor: Lic. Christian Gabriel Chávez Vaca

Director: Dr. Esp. Luis Ernesto Córdova Velasco Mg.

Ambato – Ecuador

2025

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias de la Salud

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por la *Licenciada María Augusta Latta Sánchez, Magíster*, e integrado por los señores: *Doctor Paúl Fernando Cantuña Vallejo, Especialista, y Licenciado Rommel Fernando Balda Ulloa, Magíster*, designados por la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: *"Programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el desarrollo muscular en personas con dolor de hombro"* elaborado y presentado por el señor *Licenciado Christian Gabriel Chávez Vaca*, para optar por el Titulo de cuarto nivel de Magíster en Fisioterapia y Rehabilitación mención Neuromusculoesquelético; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Firmado electrónicamente por:
MARIA AUGUSTA LATTA SANCHEZ

Lic. María Augusta Latta Sánchez, Mg.
Presidente y Miembro del Tribunal

PAUL FERNANDO CANTUNA VALLEJO
Firmado digitalmente por PAUL FERNANDO CANTUNA VALLEJO
Fecha: 2025.03.11 17:07:10 -05'00'

Dr. Paúl Fernando Cantuña Vallejo, Esp.
Miembro del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
ROMMEL FERNANDO BALDA ULLOA

Lic. Rommel Fernando Balda Ulloa, Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: ***"Programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el desarrollo muscular en personas con dolor de hombro"***, le corresponde exclusivamente a: Licenciado Christian Gabriel Chávez Vaca, Autor bajo la Dirección del Doctor Especialista Luis Ernesto Córdova Velasco, Magíster, Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

CHRISTIAN GABRIEL CHAVEZ VACA

Firmado digitalmente por CHRISTIAN GABRIEL CHAVEZ VACA
Fecha: 2025.03.11 17:28:58 -05'00'

Lic. Christian Gabriel Chávez Vaca

c.c.: 1805327507

AUTOR

Firmado electrónicamente por:
LUIS ERNESTO CORDOVA VELASCO

Dr. Esp. Luis Ernesto Córdova Velasco Mg.

c.c.: 1801319615

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

CHRISTIAN GABRIEL CHAVEZ VACA

Firmado digitalmente por CHRISTIAN GABRIEL CHAVEZ VACA
Fecha: 2025.03.11 17:29:14 -05'00'

Lic. Christian Gabriel Chávez Vaca

c.c.:1805327507

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Contenido

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN III
DERECHOS DE AUTOR IV
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS V
ÍNDICE DE TABLAS VII
ÍNDICE DE FIGURAS VIII
AGRADECIMIENTO IX
RESUMEN EJECUTIVO XI
ABSTRACT XIII
CAPÍTULO I ..... - 14 -
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN ..... - 14 -
1.1. Introducción ..... - 14 -
1.2. Justificación ..... - 15 -
CAPITULO II ..... - 18 -
MARCO TEORICO ..... - 18 -
a) ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS ..... - 18 -
b) FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA ..... - 34 -
CAPITULO III ..... - 37 -
MARCO METODOLÓGICO ..... - 37 -
3.1. Tipo de investigación ..... - 37 -
3.2. Población: ..... - 37 -
3.3. Prueba de Hipótesis - pregunta científica – idea a defender ..... - 38 -
3.4. Recolección de información: ..... - 38 -
3.5. Procesamiento de la información y análisis estadístico: ..... - 39 -
CAPITULO IV ..... - 42 -
RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... - 42 -
RESULTADOS ..... - 42 -
DISCUSIÓN 51
CAPÍTULO V 55
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS. 55
5.1. Conclusiones 55
5.2. Recomendaciones 56

5.3. Bibliografía 57
5.4. Anexos 62
CAPÍTULO VI 77
PROPUESTA 77
6.1. Título 77
6.2. Descripción 77
6.3. Desarrollo de la propuesta 77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Edad ..... - 42 -
Tabla 2 Género ..... - 42 -
Tabla 3 Estadísticos descriptivos ..... - 43 -
Tabla 5 Correlaciones 45
Tabla 6 Tabla de correlación según Brzycki 68
Tabla 7 Índice de Dolor y Discapacidad de Hombro (SPADI) 70
Tabla 8 Propuesta 77

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Manguito Oclusivo con esfingomanómetro. ..... - 40 -
Ilustración 2 Oxímetro de pulso para medición de AOP ..... - 40 -
Ilustración 3 Evaluación inicial 72
Ilustración 4 Calentamiento de miembros superiores (Hombros hacía atrás) 73
Ilustración 5 Oxímetro de pulso con pérdida de señal. 73
Ilustración 6 Colocación de manguito oclusivo, medido con esfingomanómetro. 74
Ilustración 7 Press sentado con mancuernas con manguito oclusivo. 74
Ilustración 8 Elevación lateral de hombro con manguito oclusivo. 75
Ilustración 9 Elevación frontal de hombro con manguito oclusivo. 75
Ilustración 10 Evaluación final 76

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi tutor de tesis, Dr. Esp. Luis Ernesto Córdova Velasco Mg., cuyos conocimientos, tranquilidad y respaldo ininterrumpido fueron indispensables para llevar a cabo esta labor. La guía que recibí me proporcionó claridad académica y también me motivó en momentos de incertidumbre. La confianza que depositó en mí me motivó a continuar y vencer los obstáculos.

Estoy muy agradecido con mi familia, sobre todo mis padres, por su amor incondicional y su constante apoyo. La confianza que han depositado en mí ha sido el impulso necesario para que pueda finalizar esta travesía. A mis hermanos, por las palabras de ánimo que me brindaron, y a mis abuelos, por estar presentes y mostrarme su amor, les doy las gracias por ser mi apoyo en los momentos complicados. Sin tu presencia, este logro no podría haberse alcanzado.

DEDICATORIA

Quiero dedicar el fruto de este esfuerzo a cada uno de los miembros de mi familia. En primer lugar, dedico a mis padres por su apoyo y contención durante los momentos difíciles y no tan difíciles. Gracias por mostrarme cómo enfrentar los desafíos sin perder la compostura ni sucumbir ante la adversidad.

He sido instruido para ser el individuo que soy en la actualidad, mis principios, valores, persistencia y dedicación. Todo esto se hace con una gran cantidad de amor y sin esperar ninguna recompensa.

RESUMEN EJECUTIVO

Título: "Programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el desarrollo muscular en personas con dolor de hombro"

Introducción: Las personas sufren diversos trastornos musculoesqueléticos entre ellos el dolor de hombro, esta es la articulación con la mayor movilidad del cuerpo humano por lo cual es una de las más afectadas a lo largo de la vida. (1) La incidencia de lesiones tanto tendinosas como articulares aumenta con la edad, conforme los tejidos blandos experimentan debilitamiento y degeneración progresiva. No obstante, los microtraumas repetidos o el sobreuso relacionado con actividades profesionales o deportivas también son causas comunes de lesiones en tejidos blandos, independientemente de la edad del paciente. La técnica del entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo surge como una alternativa al entrenamiento de alta intensidad y al alivio de los síntomas en el dolor de hombro. El American College of Sports Medicine, establece que la intensidad adecuada de entrenamiento para incrementar la fuerza máxima o el tamaño muscular debe superar el 70% con 1 repetición máxima. (2) Mientras que el BFR (restricción de flujo sanguíneo) establece que el entrenamiento de baja intensidad con 20-50% de una resistencia máxima puede incrementar la fuerza y el tamaño muscular. (3), contribuyendo a aliviar los síntomas del hombro doloroso.

Objetivo: Determinar el efecto del programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el desarrollo muscular en personas con dolor de hombro.

Métodos*:* Este proyecto es de enfoque cuantitativo, se manejará la parte estadística por medio de la plataforma SPSS versión 29.0, nivel aplicativo, longitudinal y prospectivo, con una población de 35 adultos jóvenes con dolor de hombro a los que se aplicará el entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo.

Resultados esperados*:* Se busca determinar el efecto benéfico del programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el desarrollo muscular en personas con dolor de hombro, mejorando sus síntomas.

***Descriptores**:* BFR – Dolor de hombro – Entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo – Hombro doloroso- Potenciación muscular – Programa de entrenamiento.

ABSTRACT

Title: "Resistance training program with blood flow restriction to enhance muscle development in people with shoulder pain"

Introduction: People suffer from various musculoskeletal disorders, including shoulder pain. This is a joint with greater mobility in the human body, which is why it is one of the most affected throughout life. (1) The incidence of both tendon and joint injuries increases with age, as soft tissues experience progressive weakening and degeneration. However, repeated microtraumas or overuse related to professional or sports activities are also common causes of soft tissue injuries, regardless of the patient's age. Resistance training with blood flow restriction emerges as an alternative to high-intensity training. The American College of Sports Medicine establishes that the appropriate training intensity to increase maximum strength or muscle size should exceed 70% with 1 maximum repetition. (2) While the BFR establishes that low intensity training with 20-50% with a maximum repetition can increase strength and muscle size. (3)

Objective: To determine the effect of the resistance training program with blood flow restriction to enhance muscle development in people with shoulder pain.

Methods: This project has a quantitative approach since the statistical part will be managed through the SPSS platform version 29.0, application level, longitudinal and prospective, with a population of 35 young adults with shoulder pain to whom resistance training with blood flow restriction will be applied.

Expected results: The aim is to determine the effect of the resistance training program with blood flow restriction to enhance muscle development in people with shoulder pain.

KEYWORDS: BFR – Shoulder pain – Training with blood flow restriction – Painful shoulder Muscle enhancement – Training program.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

En el mundo 1710 millones de personas sufren trastornos musculoesqueléticos entre ellos el dolor de hombro, está es una articulación con mayor movilidad en el cuerpo humano por lo cual es una de las más afectadas a lo largo de la vida (1).En ocasiones, determinar las causas del dolor resulta desafiante debido a la complejidad anatómica de la articulación del hombro y a la amplia gama de patologías subyacentes. La incidencia de lesiones tanto tendinosas como articulares aumenta con la edad, conforme los tejidos blandos experimentan debilitamiento y degeneración progresiva. No obstante, los microtraumas repetidos o el sobreuso relacionado con actividades profesionales o deportivas también son causas comunes de lesiones en tejidos blandos, independientemente de la edad del paciente. En América Latina, el dolor de hombro varía según el país y la población que ha estudiado. Por ejemplo, un estudio realizado en México descubrió que hasta el 26% de la población experimenta dolor en el hombro, lo que subraya la importancia de resolver esta situación en la región. Una investigación realizada en los Países Bajos en registró 860,000 lesiones relacionadas con actividades de acondicionamiento físico, de las cuales el 70% ocurrieron en centros deportivos. Las lesiones más comunes afectaron los hombros (19%), piernas (18%), tobillos (12%) y espalda (11%) (2).

En Ecuador, varios estudios han explorado la prevalencia de los síntomas del sistema musculoesquelético, incluido el dolor de hombro. Un estudio realizado sobre maestros y administradores que realizaron teletrabajo durante la Pandemia del Covid-19 reporto una alta incidencia en dolor de hombro, afectando al 64. 1% de los participantes en los últimos 7 días (3).

Otro estudio en Ecuador ha revelado que el dolor en el hombro y la columna lumbar son los síntomas más comunes del sistema muscular, con una prevalencia de 36, 27% en dolor de hombro y una prevalencia de 41, 18% de columna lumbar (4)

El dolor de hombro limita la capacidad funcional y la calidad de vida de los pacientes por esta razón surge como una estrategia el entrenamiento de resistencia con restricción del flujo sanguíneo (BFR, por sus siglas en inglés) puesto que en los últimos tiempos ha ganado popularidad como una estrategia de entrenamiento alternativa para mejorar la fuerza muscular en adultos, lo que contribuye en el alivio del dolor y funcionalidad de las personas. El entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo surge como una alternativa al entrenamiento de alta intensidad. El American College of Sports Medicine, establece que la intensidad adecuada de entrenamiento para incrementar la fuerza máxima o el tamaño muscular debe superar el 70% de la resistencia máxima levantada una vez (1rm).(5). Mientras que el BFR (restricción de flujo sanguíneo) establece que el entrenamiento de baja intensidad de 20% al 50% de la repetición máxima levantada una vez puede incrementar la fuerza y el tamaño muscular (6). Existe evidencia que sustenta su eficacia en individuos sanos físicamente activos, deportistas, personas mayores, pacientes en rehabilitación y personas que no pueden tolerar el entrenamiento de resistencia de alta intensidad o carga(7).

1.2. Justificación

Este proyecto se desarrolló, es de gran **importancia,** dado que la aplicación del entrenamiento BFR como herramienta fisioterapéutica, pretendió disminuir el dolor hombro además de potenciar el desarrollo muscular del mismo. Es **innovador** porque potencia el desarrollo muscular con un entrenamiento de resistencia en donde las cargas de entrenamiento suelen ser más bajas (20% a 30% de 1RM; 15 a 30 repeticiones por serie). Los beneficios del BFR en la rehabilitación pueden mitigar la debilidad y la atrofia tras una lesión musculoesquelética o una cirugía sin sobrecargar los tejidos en curación. Los deportistas, personas físicamente activas, adultos mayores y pacientes en rehabilitación podrán practicar el ejercicio de resistencia sin tener la necesidad de ir a un gimnasio promoviendo la salud y el bienestar dado que la **Ley** de la Constitución De La República Del Ecuador dice **Art. 32.-** ¨La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos,

entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir¨(8). Este tema es de **valor teórico** porque podría radicar en la creación de enfoques más precisos, seguros y eficaces para la aplicación del entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo, así como en la mejora de las prácticas existentes en el ámbito de la rehabilitación y el acondicionamiento físico. La investigación es **viable** porque se cuenta con los recursos necesarios para su realización, se ayudarán adultos jóvenes con dolor de hombro que asisten a un gimnasio de la ciudad de Ambato.

Este proyecto de investigación se enmarco en la línea de investigación Intervenciones: técnicas y protocolos de tratamiento. Los **beneficiarios** directos de esta investigación serán las personas adultas que asisten al Gimnasio Atlas Gym mientras que los beneficiarios indirectos serán los deportistas, personas físicamente activas, adultos mayores, pacientes en rehabilitación, así como toda la población tributaria de este novedoso manejo, y desde luego la comunidad científica y de fisioterapeutas. Es **relevante** porque, los hallazgos que demostrarán servirán de evidencia científica para mejorar a pacientes con dolor de hombro, y profundizar en nuevas investigaciones del uso del BFR en lesiones musculoesqueléticas.

1.3.Objetivos

1.3.1. General

Determinar el efecto del programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el desarrollo muscular en personas con dolor de hombro.

1.3.2. Específicos

a) Evaluar la fuerza muscular en personas con dolor de hombro mediante la prueba indirecta de Brzycki de una resistencia máxima levantada una vez (1RM).

b) Valorar el estado funcional de pacientes con dolor de hombro mediante el índice de dolor y discapacidad (SPADI).

c) Aplicar el post test de evaluación funcional y fuerza muscular para analizar los efectos del programa BFR.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

a) ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

A lo largo de los años se han propuesto varios artículos científicos sobre el entrenamiento de resistencia con BFR como:

Entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo en pacientes con tendinopatía del manguito rotador: un ensayo controlado, aleatorizado y cegado por el evaluador

Kara et al. 2024 investigaron los efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR) con carga baja sobre el grosor de los músculos del hombro, la fuerza del manguito rotador (RC) y los síntomas del hombro en pacientes con tendinopatía del manguito rotador. Veintiocho pacientes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de rehabilitación de hombro de 8 semanas (2 veces/semana), es decir, grupo BFR o no BFR. Se midió el grosor de los músculos del manguito rotador como el deltoides, retractor de la escápula y bíceps. Fuerza de rotación interna y la rotación externa del hombro. Así también el dolor y función de hombro. Como resultado el grupo BFR tuvo un mayor aumento en el grosor del músculo bíceps y la fuerza de rotación interna del hombro a 60 grados que el grupo sin BFR. No se observaron diferencias entre los 2 grupos en otras mediciones. Se observaron mejoras significativas en el grosor de los músculos supraespinoso, infraespinoso y retractor de la escápula y en las fuerzas de rotación interna y externa de hombro a lo largo del tiempo en ambos grupos. Además, el dolor de hombro disminuyó y la función del hombro aumentó con el tiempo en ambos grupos. En conclusión, el entrenamiento BFR con carga baja resultó en un mayor aumento en el grosor del bíceps y la fuerza de rotación interna del hombro en comparación con el grupo sin BFR en pacientes con tendinopatía del manguito rotador(9).

Entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo en el dolor de hombro inespecífico: protocolo de estudio de un ensayo controlado aleatorio cruzado

Pavlou et al. 2023 examinaron si una única sesión de BFR con ejercicios de baja

carga puede aliviar la percepción del dolor entre pacientes con dolor de hombro inespecífico. Realizado como un ensayo clínico aleatorio cruzado simple ciego, 48 adultos (rango de edad: 18 a 40 años) que presentan dolor de hombro inespecífico participarán en dos sesiones de prueba. La asignación aleatoria colocará a los participantes en grupos BFR o BFR simulados y les pedirá que realicen un ejercicio con BFR. Posteriormente, los participantes completarán un régimen de carga de la cintura escapular que comprende seis ejercicios. La segunda sesión involucrará a los participantes que cambiarán de grupo de tratamiento. Los umbrales de presión del dolor, el dolor y la discapacidad del hombro a través del índice de discapacidad y dolor del hombro, la contracción isométrica voluntaria máxima de los rotadores externos del hombro, el dolor durante la abducción activa y el dolor máximo durante la rotación externa del hombro se evaluarán utilizando la escala numérica de calificación del dolor. Las evaluaciones inmediatas posteriores al ejercicio incluirán cambios en el dolor percibido por el paciente utilizando la escala global de calificación de cambio y el esfuerzo percibido calificado por el participante, empleando una escala de Borg modificada post-BFR o sesión de ejercicio BFR simulada. Cada sesión abarcará tres períodos de evaluación y una combinación de modelos de efectos mixtos y estadísticas descriptivas sustentarán el análisis. Conclusión: Los resultados anticipados de este estudio iluminaron los efectos agudos del entrenamiento BFR sobre la percepción del dolor dentro del contexto de dolor de hombro inespecífico, lo que potencialmente promueve estrategias para controlar la intensidad del dolor utilizando técnicas BFR(10).

Restricción del flujo sanguíneo como complemento de los ejercicios de fortalecimiento en dos pacientes con pinzamiento subacromial y alta irritabilidad

Ceballos et al. 2022 el propósito de este estudio es describir la inclusión de BFR en el tratamiento de dos pacientes con síndrome de pinzamiento subacromial. Se incluyeron dos pacientes no quirúrgicos de mediana edad con signos y síntomas compatibles con síndrome de pinzamiento subacromial y altos niveles de

irritabilidad. El tratamiento durante un mes consistió en tres ejercicios comúnmente utilizados en el tratamiento del con síndrome de pinzamiento subacromial junto con un protocolo BFR estándar: 75 repeticiones divididas en series de 30,15,15,15 con el manguito BFR colocado sobre el húmero proximal. Se observaron mejoras inmediatas dentro de la sesión más allá del error de medición en el dolor en reposo y los umbrales de presión del dolor en tres sitios. Al final del tratamiento, se observaron mejoras clínicamente significativas en los resultados informados por los pacientes, incluida la puntuación Shoulder Score, la puntuación sobre el formulario de evaluación de hombro del cirujano estadounidense de hombro y codo ASES y la escala funcional específica del paciente. También se observaron mejoras clínicamente significativas y cambios más allá del error de medición en el rango de movimiento y la fuerza (evaluados mediante un dinamómetro portátil).En conclusión el entrenamiento de resistencia de baja intensidad con BFR es un complemento útil para el tratamiento de dos pacientes con síndrome de pinzamiento subacromial, promovió la hipoalgesia inducida por el ejercicio, una disminución del dolor en reposo y un aumento de la función en la extremidad superior, como se observó en las mejoras subjetivas y a través de los informes de los pacientes(11).

Restricción del flujo sanguíneo en las extremidades superiores: efectos proximales, distales y contralaterales: un ensayo controlado aleatorio

Bowman Eric et al. 2020 tuvieron como objetivo analizar si el entrenamiento de baja intensidad con BFR produciría mayores ganancias en fuerza e hipertrofia para los grupos de músculos proximales, distales y contralaterales a la colocación del torniquete en comparación con el entrenamiento de resistencia de baja intensidad sin BFR. En este ensayo controlado aleatorio prospectivo, 24 hombres sanos de 20 a 40 años participaron en un programa de entrenamiento de bajo peso de 6 semanas con y sin BFR en una extremidad. Las medidas de resultado incluyeron la circunferencia y la fuerza de las extremidades. Se realizaron comparaciones entre las extremidades BFR y no BFR. Como resultado un total de 24 sujetos (14 BFR y 10 sujetos control) completaron el protocolo. Se

observaron ganancias significativamente mayores en el entrenamiento de resistencia de baja intensidad con BFR en la fuerza dinamométrica tanto en zona proximal (escapción del hombro [30% mayor], flexión [23% mayor] y abducción [22% mayor]) como en zona distal (fuerza de agarre [13% mayor]) al igual que las circunferencias del brazo y del antebrazo aumentaron significativamente en la extremidad BFR en comparación con la extremidad sin BFR. En conclusión, el entrenamiento BFR se está convirtiendo en un complemento común de la terapia para diversas afecciones ortopédicas. Este estudio afirma el efecto del entrenamiento con bajo peso con BFR sobre la fuerza de las extremidades superiores y la hipertrofia en los grupos de músculos proximales, distales y contralaterales a la colocación del manguito(12).

Entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo para el manguito rotador: un ensayo controlado aleatorio.

Brumitt et al. 2020 compararon 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. Metodología: cuarenta y seis sujetos con una edad promedio de 25 años fueron asignados al azar a un grupo de BFR + ejercicio y al grupo de solo ejercicio. Los sujetos realizaron 4 series del ejercicio (30/15/15/15 repeticiones) con el 30% de una repetición máxima levantada una vez durante 2 meses, 2 días por semana. Este es un ensayo controlado aleatorio con una población de 46 hombres. Materiales: dinamometría, circunferencia antropométrica de brazo y antebrazo. Resultados: los sujetos de ambos grupos experimentaron aumentos de fuerza en el músculo supraespinoso y músculos de rotación externa (P = 0,000, P = 0,000). Sin embargo, no hubo diferencias en las ganancias de fuerza entre los grupos para el músculo supraespinoso (P = 0,750) o los músculos de rotación externa (P = 0,708). Los sujetos de ambos grupos experimentaron aumentos en el grosor del tendón supraespinoso (BFR P = 0,041, ejercicio sólo P = 0,011). Sin embargo, no hubo diferencias entre los grupos (P = 0,610).

Conclusión: este estudio demostró que realizar múltiples series de altas

repeticiones con una carga baja condujo a aumentos significativos en la fuerza del manguito rotador y el tamaño del tendón en la extremidad superior dominante (13).

Entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo en el hombro: un caso de beneficio próximo.

Lambert et al. 2021 determinaron si el entrenamiento de resistencia de baja intensidad combinado con BFR aplicado distalmente al hombro en la región braquial del brazo promueve mayores aumentos en la masa magra del hombro, la fuerza del manguito rotador, la resistencia y aumentos agudos en la activación de los músculos del hombro en comparación con entrenamiento de resistencia. Metodología: 32 adultos sanos fueron asignados al azar en 2 grupos (grupo BFR, 13 hombres, 3 mujeres; grupo No-BFR, 10 hombres, 6 mujeres) que realizaron 8 semanas de entrenamiento de resistencia de hombro (2 veces por semana; 4 series [30/15 /15/ hasta el fallo muscular] con el 20% de una repetición máxima) usando ejercicios comunes del manguito rotador rotación externa con cable, rotación interna con cable, escapción con mancuernas y rotación externa de hombro con mancuernas en decúbito lateral). El grupo BFR también entrenó con un torniquete automatizado colocado en el brazo proximal (50% de oclusión). Materiales: densitometría ósea, fuerza isométrica, electromiografía. Resultados: el grupo que utilizó restricción del flujo sanguíneo (BFR) experimentó aumentos significativamente mayores en masa muscular en el brazo y el hombro en comparación con el grupo sin restricción (Sin BFR). Además, mostraron mejoras notables en la fuerza muscular isométrica en el músculo infraespinoso y en el volumen de entrenamiento para este músculo. La aplicación aguda de la restricción del flujo sanguíneo durante el entrenamiento también resultó en incrementos en la actividad eléctrica de los músculos durante el entrenamiento con resistencia. Conclusión: la combinación de BFR + entrenamiento de resistencia de baja intensidad puede producir mayores aumentos en masa magra, fuerza, resistencia muscular de hombros y brazos en comparación del entrenamiento de resistencia de alta intensidad, durante los ejercicios del

manguito rotador. Estos hallazgos pueden deberse, en parte, a una mayor activación de los músculos del hombro durante el uso de BFR (14).

Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo a baja carga en tendones adultos sanos: una revisión sistemática y un metanálisis.

Vergara et. al. (2024) tuvo como objetivo del estudio es revisar sistemáticamente los efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo y baja carga (LL-BFR) en los tendones de adultos sanos. Se plantea la hipótesis de que el LL-BFR puede aumentar el área de sección transversal (CSA) y la rigidez del tendón de manera similar al entrenamiento de resistencia con alta carga (HL-RT).

Métodos:

- Se realizó una revisión sistemática y metaanálisis siguiendo los estándares de PRISMA.
- Se buscó en seis bases de datos electrónicas.
- Se incluyeron ensayos clínicos que comparaban LL-BFR con HL-RT o entrenamiento de resistencia con baja carga sin restricción del flujo sanguíneo (LL-RT).
- Se evaluó la calidad de los estudios con la escala PEDro y la ROB2.
- Se realizaron metaanálisis con un modelo de efectos aleatorios y se evaluó la calidad de la evidencia con GRADE.

Resultados:

- Se incluyeron seis estudios.
- Se analizaron los cambios en el área de sección transversal del tendón (CSA) y su rigidez.
- Evidencia de calidad baja a moderada indicó diferencias entre LL-BFR y LL-RT inmediatamente después del ejercicio.
- Evidencia de alta calidad mostró que no hay diferencias entre LL-BFR y HL-RT a largo plazo.
- LL-BFR podría aumentar la CSA del tendón de manera similar o superior a HL-RT después de 8 semanas de intervención.

Conclusión:

Los efectos del LL-BFR en los tendones dependen del tiempo y la dosis de la intervención. Este método podría ser útil para incrementar la CSA de los tendones y podría tener aplicaciones en la prevención y rehabilitación de tendinopatías (15).

Presión de oclusión de restricción del flujo sanguíneo óptima para el reclutamiento de los músculos del hombro con ejercicio de las extremidades superiores.

Roehl et al. 2023 tuvo como objetivo determinar el efecto de diferentes niveles de presión de oclusión en la activación muscular del hombro durante ejercicios de baja intensidad con restricción del flujo sanguíneo (BFR).

Métodos:

- Se reclutaron 15 adultos sanos para realizar cuatro sesiones experimentales.
- Se realizaron tres ejercicios del manguito rotador (rotación externa con cable, rotación interna con cable y elevación en escápula con mancuernas) con el 20% de su fuerza máxima hasta la fatiga.
- Se aplicaron diferentes niveles de presión de oclusión (0%, 25%, 50% y 75%) de manera aleatoria.
- Se midió la actividad electromiográfica de los músculos del hombro y se registraron repeticiones hasta la fatiga y niveles de incomodidad con una escala visual análoga (VAS).

Resultados:

- La activación muscular del hombro aumentó con el nivel de oclusión hasta un 50% LOP, con retornos decrecientes a partir de ese punto.
- La EMG mostró incrementos significativos a partir del 50% LOP en músculos como el deltoides anterior y medio, infraspinoso y trapecio.
- A 75% LOP, la fatiga aumentó y el número de repeticiones hasta la falla disminuyó significativamente.
- Los niveles de incomodidad aumentaron linealmente con la presión de oclusión.

Conclusión:

El aumento de la presión de oclusión en la BFR eleva la activación muscular en los ejercicios del manguito rotador, pero con rendimientos decrecientes más allá del 50% LOP. Niveles superiores al 50% también generan mayor incomodidad y menor capacidad de trabajo, lo que sugiere que un rango entre el 25% y el 50% LOP puede ser óptimo para maximizar la activación muscular sin afectar la tolerancia al ejercicio (16)**.**

La restricción del flujo sanguíneo a corto plazo aumenta la producción de potencia y la velocidad de la barra durante el press de banca

Wilk et al. 2022 investigaron si la restricción del flujo sanguíneo a corto plazo aumenta la producción de potencia y la velocidad de la barra durante el press de banca. Donde catorce atletas sanos entrenados en fuerza hicieron 3 protocolos de prueba diferentes: sin BFR (NO-BFR), BFR con manguito estrecho (BFR NARROW) y BFR con manguito ancho (BFR WIDE) en un diseño cruzado aleatorio. Durante todas las sesiones, los sujetos realizaron una serie de 3 repeticiones del ejercicio BP usando el 70% de una 1RM. La presión del manguito se ajustó a aproximadamente el 90% de la presión de oclusión arterial total del miembro superior en reposo. Es un tipo ensayo controlado aleatorio con una población de 14 atletas masculinos adultos jóvenes. Los cuales fueron evaluados con pruebas de fuerza isométrica mediante dinamometría y electromiografía. Los resultados no hubo diferencias significativas en ninguna de las variables entre NO-BFR y BFR NARROW. En conclusión, este estudio indica que el entrenamiento BFR a corto plazo aumenta la producción de potencia y la velocidad de la barra durante el ejercicio press de banca BP. Solo BFR WIDE influyó en la velocidad de la barra y la potencia, lo que indica que el ancho del manguito determina la adaptación aguda al ejercicio durante el entrenamiento de fuerza BFR (17).

El efecto de la terapia de restricción del flujo sanguíneo sobre la función del hombro después de una cirugía de estabilización del hombro

McGinniss et al. 2022 se plantearon como observar cambios en la fuerza del hombro, la función autoinformada, el rendimiento de las extremidades superiores

y el rango de movimiento (ROM) en cadetes militares que se recuperan de una cirugía de estabilización del hombro. Los cadetes militares que se sometieron a una cirugía de estabilización del hombro completaron seis semanas de entrenamiento BFR de las extremidades superiores, comenzando la sexta semana postoperatoria. Los resultados primarios fueron la fuerza isométrica del hombro y la función informada por el paciente evaluado a las 6 semanas, 12 semanas y 6 meses después de la operación. Los resultados secundarios incluyeron el ROM del hombro evaluado en cada momento. La prueba de estabilidad de las extremidades superiores en cadena cinética cerrada, la prueba de equilibrio en Y de las extremidades superiores, prueba de lanzamiento de peso sentado unilateral evaluadas a los seis meses de seguimiento. Este es un ensayo controlado aleatorio con una población de 20 cadetes donde se evaluó índice de esfuerzo percibido, fuerza isométrica del hombro con dinamometría, índice de discapacidad y dolor de hombro, escala de discapacidad brazo hombro mano modificada, pruebas de estabilidad de extremidad superior, rango de movimiento con inclinómetro digital. Veinte cadetes realizaron un promedio de 10,9 sesiones de entrenamiento BFR durante seis semanas. Hubo aumentos estadísticamente y clínicamente significativos en la fuerza de rotación externa de la extremidad operada ($p < 0,001$; diferencia de medias, 0,049; IC del 95%: 0,021, 0,077), fuerza de abducción ($p < 0,001$; diferencia de medias, 0,079; IC del 95%: 0,050, 0,108) y fuerza de rotación interna ($p < 0,001$; diferencia de medias, 0,060; IC del 95%: 0,028, 0,093) entre las semanas seis y doce después de la operación. Además, más del 70 % de los participantes alcanzaron los valores de referencia en dos o tres pruebas de rendimiento a los 6 meses. Si bien se desconoce el grado de mejora atribuible a la adición de BFR, las mejoras clínicamente significativas en la fuerza del hombro, la función autoinformada y el rendimiento de las extremidades superiores justifican una mayor exploración de la BFR durante la rehabilitación de las extremidades superiores (18).

Efecto de la restricción del flujo sanguíneo con ejercicio de baja carga sobre el daño muscular en adultos sanos: una revisión sistemática de ensayos

controlados aleatorios.

Yang et al. 2023 tuvieron como objetivo determinar los efectos de la BFR sobre el daño muscular y proporcionar recomendaciones para el entrenamiento deportivo y ejercicio físico, su metodología. Realizaron una búsqueda sistemática en PubMed, Web of Science, Medline, Cochrane Library y Physiotherapy Evidence Database (PEDro) con un corte de marzo de 2022. Ensayos controlados aleatorios y en inglés. El tipo de estudio: es una revisión sistemática con una población de 15 ensayos controlados. Los materiales: dos evaluadores independientes utilizaron la puntuación PEDro para evaluar la calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los estudios incluidos. Resultados: dos estudios demostraron que el entrenamiento de fuerza de baja carga con restricción del flujo sanguíneo (LL-BFR) podría inducir daño muscular en individuos sanos; sin embargo, dos estudios presentaron hallazgos contrastantes a corto plazo. Cuatro estudios encontraron que no se produjo daño muscular después de LL-BFR a largo plazo. Los siete artículos restantes mostraron que no estaba claro si LL-BFR podría causar daño muscular, independientemente de si estos participantes estaban entrenados o no. En conclusión, aunque BFR puede inducir daño muscular en 1 semana, ayudará a ganar fuerza muscular e hipertrofia muscular a largo plazo. Sin embargo, la falta de evidencia suficiente sobre el efecto de BFR sobre el daño muscular en la práctica clínica se lo justifica con ensayos controlados aleatorios adicionales con tamaños de muestra grandes en el futuro (19).

Efectos de la restricción del flujo sanguíneo sobre el perfil de leucocitos y el daño muscular.

Santos et al. 2020 tuvieron como objetivo evaluar el daño muscular y el perfil leucocitario en respuesta a entrenamiento de resistencia más restricción del flujo sanguíneo y compararlo con ejercicio de resistencia de alta intensidad. Metodología: veinte voluntarios realizaron entrenamiento de resistencia de alta intensidad (RE) en la máquina de prensa de piernas en los siguientes grupos: Entrenamiento de resistencia de alta intensidad (RE) con tres series de 80% de

1RM hasta el fallo muscular concéntrico. Entrenamiento de resistencia de baja intensidad más restricción de flujo sanguíneo con tres series de 25 repeticiones con 40% de una repetición máxima levantada una vez (1RM), la BFR aplicada fue del 80% de la presión de oclusión total. Este es un ensayo controlado aleatorio con una población de veinte hombres sanos entre 18 y 36 años. Materiales: prueba máxima de una repetición, calificación del esfuerzo y dolor percibidos escala de Borg, prueba de rendimiento de salto vertical. Como resultados la concentración de lactato en sangre aumentó aproximadamente 3 veces en comparación con los valores en reposo en ambos grupos. A pesar del aumento estadísticamente significativo en la concentración de lactato en sangre después del ejercicio ($p < 0,0001$), no se observaron diferencias entre los grupos. Llegaron a la conclusión que el RE asociado con BFR estuvo acompañado de mayor leucocitosis y linfocitosis inmediatamente después del ejercicio, sin diferencia en los neutrófilos. Este perfil sanguíneo de leucocitos puede estar relacionado con un menor daño muscular, así como con una recuperación muscular más rápida después de 24 y 48 horas post ejercicio (20).

Terapia de restricción del flujo sanguíneo aplicada al entrenamiento deportivo

He et al. 2023 estudiaron los efectos de una intervención con terapia de restricción del flujo sanguíneo en deportistas durante el entrenamiento. Fueron voluntarios 32 deportistas universitarios con más de dos años de experiencia en entrenamiento deportivo, libres de lesiones y con edad de 20±3 años. Se dividieron aleatoriamente en los grupos A (sin presión), B (presión de entrenamiento), C (presión intermitente), D (presión total). Ensayo controlado aleatorio con una población de 32 deportistas, 20 hombres y 12 mujeres. Se evalúo mediante los indicadores de la prueba incluyeron resistencia muscular, potencia máxima en press de banca, potencia promedio de press de banca con carga cuantitativa y potencia máxima de press de banca con carga cuantitativa. Los atletas de los diferentes grupos mostraron diferencias significativas ($P<0,05$). Se puede concluir que existe una diferencia significativa en los índices

de resistencia muscular de los atletas del grupo sin presión antes y después del entrenamiento, mientras que los atletas del grupo de entrenamiento con presión lograron un aumento significativo en la resistencia muscular después de 6 semanas de entrenamiento. La terapia de restricción del flujo sanguíneo puede mejorar eficazmente el efecto del entrenamiento con diversas cualidades de fuerza y desempeñar un papel como promotor de la hipertrofia y la vascularización (21).

Efecto del entrenamiento de resistencia con restricción del flujo sanguíneo sobre la fuerza muscular y la capacidad funcional de poblaciones clínicas: una revisión sistemática

Pedro et al. 2022 revisaron sistemáticamente el efecto del entrenamiento de resistencia con restricción del flujo sanguíneo sobre la fuerza muscular y la capacidad funcional de poblaciones clínicas Esta investigación utilizó las bases de datos SCOPUS, WEB OF SCIENCE y MEDLINE/PubMed desde los primeros registros hasta noviembre de 2021 y en inglés. Los términos ("restricción del flujo sanguíneo" u "oclusión vascular" o "entrenamiento kaatsu" y "baja intensidad") y ("entrenamiento de fuerza" o "entrenamiento de resistencia" o "fuerza") y ("poblaciones clínicas" o "personas mayores"o "viejo" o "hipertensión" o "diabetes" o "miositis" u "obesidad" y "enfermedades crónicas") y ("capacidad funcional" o "funcionalidad" o "función muscular"). Nueve artículos cumplieron con todos los criterios de inclusión y especificaciones establecidas. La calidad de la evidencia se evaluó mediante la escala Testex. Las muestras fueron heterogéneas, comprendiendo adultos jóvenes y ancianos con alguna patología y síntomas clínica, femenina y masculina. Los protocolos de intervención de los estudios fueron entrenamiento de resistencia con énfasis en los miembros inferiores. El entrenamiento de fuerza asociado a la restricción del flujo sanguíneo ha sido una alternativa eficaz y tolerable para mejorar la fuerza muscular y la capacidad funcional y, por tanto, una herramienta potencial para la población clínica (22).

El entrenamiento de resistencia de baja carga con restricción del flujo

sanguíneo es eficaz para tratar la tendinopatía lateral del codo: un ensayo aleatorizado con control simulado

El objetivo que tuvieron los autores fue evaluar el impacto del entrenamiento de resistencia de baja carga con restricción del flujo sanguíneo (LLRT-BFR) en comparación con LLRT con BFR simulado en pacientes con tendinopatía lateral del codo (LET). Métodos: Cuarenta y seis pacientes con LET fueron asignados al azar a un grupo de tratamiento LLRT-BFR o LLRT con BFR simulado. Ambos grupos recibieron masajes de tejidos blandos, ejercicios supervisados con BFR o una intervención simulada (dos veces por semana durante 6 semanas), asesoramiento y un programa de ejercicios en casa. Se evaluaron la intensidad del dolor, la puntuación de la Evaluación del Codo de Tenista calificada por el paciente (PRTEE), la fuerza de agarre sin dolor y la calificación global del cambio al inicio, a las 6 y 12 semanas. Después de 12 semanas, el grupo que hizo entrenamiento de baja carga con restricción del flujo sanguíneo (LLRT-BFR) experimentó menos dolor, mayor fuerza de agarre sin dolor a las 6 semanas y mejoras en la Evaluación del Codo de Tenista calificada por el paciente (PRTEE) a las 6 y 12 semanas en comparación con el otro grupo. A las 6 y 12 semanas, los pacientes del grupo LLRT-BFR tenían más posibilidades de informar una recuperación completa o una mejora significativa. En conclusión, el entrenamiento de resistencia de baja carga con restricción del flujo sanguíneo demostró resultados significativamente superiores en comparación con LLRT con BFR simulado para todos los resultados principales así esta intervención puede mejorar la recuperación en la tendinopatía lateral del codo (23).

Comparación de las fórmulas indirectas y el método de Kraemer y Fry para la determinación de la fuerza dinámica máxima en press banco plano

Suárez et al. analizaron la validez de las ecuaciones propuestas por, Brzycki,Epley-Welday, Lander. O'Connor y Lombardi para la prueba de una repetición máxima levantada una vez (1RM) en press de banca. Material y método: El estudio tiene un enfoque cuasi experimental, de corte transversal, con una población de cincuenta estudiantes deportistas varones con edad promedio de

22.02 años. Dos sesiones de prueba con un intervalo de 8 días entre cada una de ellas, aplicando RM directo en la primera sesión y un protocolo estándar RM indirecto en la segunda sesión. Se analizaron los datos en el paquete estadístico S.A.S. 9.1.3 utilizando prueba T para medias de dos muestras emparejadas y el coeficiente de correlación de Pearson. Resultados: No se existen diferencias estadísticamente significativas en los valores encontrados por la prueba 1RM y las ecuaciones de Brzycki y Lander, con un índice de correlación de 0.97 en los dos casos, Conclusión: Las ecuaciones de Brzycki y Lander deben ser consideradas para la valoración de la fuerza máxima en personas no adaptadas (24).

Efectos del entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo en la parte superior del cuerpo sobre los músculos ubicados proximalmente a la presión oclusiva aplicada: una revisión sistemática con metaanálisis.

Pavlou et al. 2023 analizó los efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFRT, por sus siglas en inglés) sobre los músculos de la parte superior del cuerpo ubicados por encima del punto donde se aplicaba la presión oclusiva (por ejemplo, si el manguito se colocaba en el brazo, los efectos en los músculos del hombro y el pecho). El objetivo de esta revisión fue comparar los efectos del entrenamiento de restricción del flujo sanguíneo con bajas cargas (LL-BFRT) con el entrenamiento de resistencia tradicional, tanto de baja carga (LL-RT) como de alta carga (HL-RT), en estos músculos proximales. Se revisaron 346 estudios de seis bases de datos, de los cuales 9 fueron elegibles. Se utilizó la escala PEDro para evaluar el riesgo de sesgo y se realizó un metaanálisis para calcular el impacto del LL-BFRT en comparación con los otros métodos de entrenamiento, evaluando la calidad de la evidencia con el enfoque GRADE. Los resultados mostraron un aumento significativo en la fuerza del press de banca y la flexión de hombro con LL-BFRT en comparación con LL-RT, pero no hubo diferencias significativas entre LL-BFRT y HL-RT. En cuanto al tamaño muscular, se observó un aumento en la masa magra del hombro con LL-BFRT en comparación con LL-RT, y un mayor grosor del pectoral mayor con LL-BFRT en comparación

con HL-RT. La certeza de la evidencia fue baja o muy baja, lo que indicó que los resultados debían interpretarse con cautela. En conclusión, el LL-BFRT fue tan efectivo como el entrenamiento con alta carga (HL-RT) para mejorar la fuerza muscular en la parte superior del cuerpo en adultos sanos, y generó aumentos en el tamaño muscular, pero no de manera superior al entrenamiento tradicional con baja o alta carga, por lo que se necesitaban más estudios para confirmar estos hallazgos debido a la baja certeza de la evidencia.(25).

Índice de dolor de hombro y discapacidad (SPADI): validación y evaluación transcultural de las propiedades psicométricas de la versión española

Membrilla-Mesa et al. Tuvieron como objetivo validar el cuestionario SPADI, en este estudio incluyó a 136 pacientes con trastornos del hombro. SPADI primero se tradujo y retrotradujo y luego se sometió a validación psicométrica. Los participantes completaron las versiones en español de los cuestionarios SPADI, salud general (SF-12), Simple Shoulder Test (SST), Disability of Arm, Shoulder, and Hand (DASH) y una escala visual analógica de intensidad del dolor (EVA). Los resultados del estudio indicaron que los factores analizados explicaron alrededor del 62,8 % de la variabilidad en la medición. En otras palabras, estos factores son bastante buenos para entender las diferencias en las respuestas. La consistencia interna de las preguntas fue alta, lo que significa que las respuestas de las personas en general se alinearon bien. Los valores de consistencia fueron de $\alpha = 0,916$ y 0,860 para los dos aspectos evaluados. Cuando se revisó cómo encajan los datos en un modelo específico, generalmente se observó un buen ajuste, aunque hubo algunas diferencias señaladas por una prueba estadística llamada chi-cuadrado. La confiabilidad a lo largo del tiempo fue alta, lo que sugiere que, si medimos lo mismo en diferentes momentos, obtendríamos resultados consistentes. Esto se midió con un coeficiente llamado CCI, que fue de 0,91 para la puntuación total. Si miramos la variación en las mediciones, se estima que un cambio pequeño pero real sería del 12,2 %, lo que nos da una idea de la variabilidad esperada. Para validar si las preguntas miden lo que deben medir, encontraron que el SPADI (Índice de Discapacidad del Hombro y del Brazo) se

correlaciona fuertemente con otras herramientas que miden dolor y discapacidad en el hombro. Sin embargo, hay algunas correlaciones más débiles con otras mediciones relacionadas con la salud general. En conclusión, el SPADI parece ser una herramienta bastante confiable y válida para medir el grado de dolor y la incapacidad de hombro (26).

Determinación de la presión de oclusión arterial en caso de restricción del flujo sanguíneo: el oxímetro de pulso como nuevo método en comparación con un Doppler portátil

Soares et. al. El ultrasonido Doppler se ha considerado el método estándar de oro para determinar la presión de oclusión arterial (PAO). Sin embargo, el uso de equipos Doppler está inherentemente limitado a la experiencia técnica necesaria para realizar mediciones de PAO. Para superar las dificultades técnicas del uso de equipos Doppler en la determinación de la PAO, una metodología más simple y menos subjetiva sería útil para los profesionales de la restricción del flujo sanguíneo (BFR). En este sentido, la oximetría de pulso portátil se ha utilizado ampliamente en la práctica clínica para medir las presiones sistólicas, así como la pérdida o recuperación del pulso, con resultados similares a los observados con el uso del equipo Doppler. Para tales fines, se evaluó la AOP de sujetos jóvenes de ambos sexos después de diferentes posiciones corporales (de pie, sentado y supino). La pérdida de flujo sanguíneo capilar o AOP se determinó fácilmente mediante una simple inspección visual para el oxímetro de pulso y la pérdida de sonido para el equipo Doppler. Los resultados presentados en este documento sugieren firmemente el uso del equipo de oximetría de pulso portátil como confiable, en comparación con el Doppler portátil (k sentado = 0,962, k de pie = 0,845 y k supino = 0,963 y rs sentado = 0,980, rs de pie = 0,958 y rs supino = 0,955). Debido a que la medición de la AOP mediante oximetría de pulso es relativamente más fácil de realizar y económicamente más accesible que los equipos Doppler portátiles, los profesionales de BFR pueden beneficiarse de esta nueva metodología para medir la AOP, determinando así presiones de restricción individualizadas (27).

b) FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

El hombro doloroso es un término que se refiere a un conjunto de signos y síntomas que causan dolor de hombro, que puede incluir lesiones de músculos, nervios, tendones, ligamentos y articulaciones. Por ende, puede ir acompañado de la perdida de movilidad del brazo. Entre los diagnósticos que podemos encontrar tenemos, tendinitis de maguito rotador, tendinitis calcificante, rotura del manguito rotador, tendinitis bicipital, bursitis, capsulitis adhesiva además de artritis reumatoide. (28).

Las lesiones de hombro son comunes en los gimnasios o en la práctica del CrossFit porque en muchas actividades ponen en tensión está articulación además en una investigación se encontró que la lesión musculoesquelética más común es la de columna vertebral seguida del hombro. En los entrenamientos, el ejercicio que causa más lesiones es el peso muerto, sobre todo por la falta de una técnica adecuada. El ejercicio sin una buena técnica además de la práctica excesiva puede ser perjudicial para la salud (29).

Otras Causas:

1. Técnica de Ejercicio Deficiente: Variaciones en la técnica del press de banca, como el ancho del agarre y la posición de la escápula, pueden influir en las cargas musculoesqueléticas del hombro y aumentar el riesgo de lesiones. Un agarre más estrecho y la retracción de la escápula pueden reducir la compresión acromioclavicular y la fuerza de cizallamiento posterior en la articulación glenohumeral, disminuyendo el riesgo de inestabilidad y lesiones del manguito rotador.
2. Fatiga Muscular: La fatiga durante el press de banca puede comprometer la estabilidad y el control, aumentando el riesgo de lesiones. Métodos de entrenamiento como el entrenamiento basado en la velocidad y la progresión autorregulada pueden ayudar a minimizar el riesgo de sobreesfuerzo.

Para mejorar la rehabilitación de pacientes con trastornos musculoesqueléticos se desarrolló el entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo (30).

Entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo

Es una técnica que tiene sus raíces en Japón, donde fue desarrollada inicialmente como "kaatsu", que significa "aplicar presión adicional". La técnica de kaatsu fue desarrollada en la década de 1960 por el Dr. Yoshiaki Sato. Originalmente, el Dr. Sato la utilizó en rehabilitación para pacientes que no podían realizar entrenamientos intensos. Es una herramienta novedosa en fisioterapia, consiste en la oclusión parcial del flujo sanguíneo y restringe de manera total el flujo venoso, se utilizan unos manguitos que aplican una presión externa ubicados en la región más proximal de las extremidades superiores e inferiores. En este sentido, el empleo del entrenamiento oclusivo o terapia por restricción de flujo sanguíneo ha evidenciado efectos positivos altamente significativos en términos de hipertrofia muscular y fuerza muscular, utilizando cargas relativamente bajas, situadas en torno al 30% de 1RM (31).

Desarrollo muscular

Se refiere a optimizar, acelerar el crecimiento, fortalecimiento de los músculos a través de diferentes estrategias. El desarrollo muscular es un proceso complejo que involucra la formación y maduración de las fibras musculares esqueléticas. Este proceso comienza durante el desarrollo embrionario y continúa a lo largo de la vida, especialmente en respuesta a estímulos como el ejercicio o el daño muscular.

En la vida postnatal, el crecimiento muscular se produce principalmente a través de la hipertrofia, que es el aumento del tamaño de las fibras musculares existentes. Este proceso es regulado por una serie de mecanismos moleculares y transcripcionales, incluyendo la activación de factores de crecimiento como el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF) y la respuesta a estímulos mecánicos y hormonales (32,33).

El desarrollo muscular y el entrenamiento están influenciados por varios factores clave, incluyendo la miogénesis y la hipertrofia. La miogénesis se refiere al proceso de formación de nuevas fibras musculares, mientras que la hipertrofia se refiere al aumento del tamaño de las fibras musculares existentes. La hipertrofia muscular inducida por el entrenamiento de resistencia (RT) es un proceso complejo que involucra tanto variables externas como internas.

El entrenamiento de resistencia es el estímulo externo más potente para inducir la hipertrofia muscular. Este tipo de ejercicio provoca una serie de respuestas mecánicas, metabólicas y hormonales que regulan la expresión génica y la síntesis de proteínas, lo que lleva a un aumento en la masa muscular (34). El entrenamiento de resistencia altera la actividad de numerosos genes, aumenta la actividad de células satélite y la acumulación de miocitos, y eleva las tasas de síntesis de proteínas musculares post-ejercicio (35,36). La señalización a través del complejo mTORC1 es fundamental en este proceso, promoviendo la síntesis de proteínas musculares(37).

El entrenamiento de resistencia con restricción del flujo sanguíneo (BFR) ha sido objeto de estudio en el contexto del desarrollo muscular, especialmente en relación con la miogénesis, la hipertrofia, la nutrición y las vías de señalización como mTORC1. La literatura médica sugiere que el BFR combinado con ejercicio de resistencia de baja carga (LL-BFR) puede inducir adaptaciones musculares similares a las del entrenamiento de alta carga (HL-RT), aunque los mecanismos celulares y moleculares pueden diferir ligeramente(38,39).

Además, el BFR puede aumentar la síntesis de proteínas miofibrilares post-ejercicio, lo que sugiere un efecto anabólico cuando se combina con ejercicio de resistencia de baja carga. Sin embargo, la hipertrofia muscular inducida por BFR no parece depender de la hiperemia reactiva, lo que indica que otros mecanismos, posiblemente relacionados con el estrés metabólico o la hipoxia, podrían estar involucrados(40).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo porque se utilizó estadística como aporte fundamental para los resultados finales del estudio, con nivel aplicativo, se contó con la intervención del entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo en personas con dolor de hombro, analítico por el uso de más de dos variables, prospectivo porque se registró resultados, longitudinal porque se realizó una evaluación inicial y final para poder obtener resultados fiables(41)

3.2. Población:

Treinta y cinco adultos jóvenes con dolor de hombro que asisten al gimnasio Atlas Gym de la ciudad de Ambato.

Criterios de inclusión

- Adultos jóvenes de 18 a 35 años.
- Adultos jóvenes que padezcan dolor de hombro.
- Sexo masculino y femenino.
- Adultos jóvenes que asisten al Gimnasio Atlas Gym.
- Adultos jóvenes que hayan firmado el consentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Personas con diagnóstico de hipertensión arterial sistémica, enfermedad coronaria, arritmias, cardiopatía congénita, malformación vascular congénita.
- Personas con dolor traumático como luxaciones, fracturas óseas, contusiones.
- Personas con dolor patológico como artritis, artrosis o tumores óseos.
- Personas con diagnóstico de accidente cerebrovascular, esclerosis múltiple, parálisis cerebral.
- Personas alérgicas a los materiales con los que son elaborados los manguitos de restricción.
- Personas con laceraciones en la piel.

3.3. Prueba de Hipótesis - pregunta científica – idea a defender

H0: El programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo no mejora la potenciación muscular de adultos jóvenes.

H1: El programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo mejora la potenciación muscular de adultos jóvenes.

3.4. Recolección de información:

Búsqueda de literatura científica

Se realizó una revisión de la literatura en bases de datos especializadas como PubMed, Scopus, Web of Science y Google Scholar, utilizando palabras clave como:

- Blood Flow Restriction Training AND Shoulder Pain
- Oclusión Vascular AND Rehabilitación del Hombro
- BFR Training AND Rotator Cuff Injury

Selección de participantes

Se reclutaron adultos jóvenes (18-35 años) con dolor de hombro.

Evaluación inicial y final:

Prueba de resistencia máxima levantada una vez (1RM)

La prueba de resistencia máxima levantada una vez, conocida como test de 1RM, es una evaluación utilizada en el entrenamiento de fuerza para determinar la carga máxima que una persona puede levantar en un ejercicio específico durante un número predeterminado de repeticiones. La idea principal es medir la capacidad de una persona para levantar un peso determinado un número máximo de veces antes de llegar al agotamiento muscular. Está prueba tiene una alta confiabilidad, baja variabilidad y bajo error de medición para el PP (coeficiente de correlación intraclase [ICC] = 0.960; coeficiente de variación [CV] = 1.8%; diferencia más pequeña detectable [SDD] = 7.1%), PJ (ICC = 0.978; CV = 1.5%; SDD = 5.4%) y SJ (ICC = 0.987; CV = 0.8%; SDD = 4.6%).(42)

Índice de discapacidad y dolor de hombro (SPADI)

El Índice de Discapacidad y Dolor de Hombro (SPADI) es un cuestionario que consta de dos dimensiones, una para el dolor y otra para las actividades funcionales.

La dimensión del dolor consta de cinco preguntas con respecto a la gravedad del dolor de un individuo. Las actividades funcionales se evalúan con ocho preguntas diseñado para medir el grado de dificultad que tiene un individuo con diversas actividades de la vida diaria que requieren uso de las extremidades superiores. El paciente tarda entre 5 y 10 minutos en completar el SPADI y es el único método confiable y medida válida para el hombro. La puntuación total varía de 0 a 100, donde 0 indica ninguna discapacidad o dolor y 100 indica discapacidad y dolor máximos. La validez de constructo fue confirmada por fuertes correlaciones positivas entre la versión española del SPADI y DASH (dolor: $r = 0,80$; $p < 0,01$; discapacidad: $r = 0,76$; $p < 0,01$), correlaciones positivas moderadas entre SPADI y VAS (dolor: $r = 0,67$; $p < 0,01$; discapacidad: $r = 0,65$; $p < 0,01$), correlaciones negativas moderadas entre SPADI y SST (dolor: $r = -0,71$; $p < 0,01$; discapacidad: $r = -0,75$; $p < 0,01$) y correlación positiva débil con los componentes físicos y mentales del SF-12 (ambos $r = 0,40$; $p < 0,01$).(26)

3.5. Procesamiento de la información y análisis estadístico:

Para la elaboración del siguiente proyecto de investigación, se recolectaron los datos necesarios para determinar la efectividad del entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo en adultos jóvenes con dolor de hombro. La recolección de datos se llevó a cabo en las siguientes etapas:

Etapa 1

Se realizó una socialización con los participantes indicando el tema de estudio, los objetivos, evaluaciones a utilizar. Destacando que únicamente podrán participar aquellas personas que firmen el consentimiento informado voluntariamente (ANEXO 1).

Etapa 2

Se comenzó con una evaluación inicial mediante la prueba de resistencia máxima levantada una vez para fuerza muscular (ANEXO 2), Índice de dolor y discapacidad de Hombro (SPADI) (ANEXO 3).

Etapa 3

Se llevó a cabo un calentamiento de miembros superiores durante 4 minutos, seguido de la implementación del programa BFR. Este programa consistió en 4 series de ejercicios con un esquema de repeticiones de 30/15/15/15, con descansos de 30 segundos entre cada serie. La resistencia utilizada se fijó en el 30% de la resistencia máxima levantada una vez, mientras que el torniquete se colocó en la región proximal de la extremidad superior con una oclusión del 50% de su capacidad máxima.

Se realizaron tres ejercicios específicos para los hombros: press sentado con mancuernas, elevación lateral con mancuernas y elevación frontal con mancuernas, con un descanso de 2 minutos entre cada uno. Este régimen se aplicó dos veces por semana durante un período de 10 semanas.

Ilustración 1 Manguito Oclusivo con esfingomanómetro.

Ilustración 2 Oxímetro de pulso para medición de AOP

Etapa 4

Se realizó una evaluación final mediante la prueba de resistencia máxima levantada una vez para fuerza muscular (ANEXO 2), índice de dolor y discapacidad de Hombro (SPADI) (ANEXO 3).

Etapa 5

Finalmente se registraron todos los datos en la plataforma SPSS versión 29.0 para ser analizados.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

Se ha procedido a tabular los datos obtenidos 1 RM (Resistencia máxima levantada una vez) y SPADI (Índice de discapacidad y dolor de hombro), para lo cual se procedió a obtener las estadísticas descriptivas, un análisis correlacional, la prueba de T por parejas de todas las variables.

Tabla 1 Edad

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Edad	35	18	35	20,51	3,081
N válido (por lista)	35				

El total de pacientes es de 35 de los cuales la mayoría está entre la edad promedio aproximadamente 20 años.

Tabla 2 Género

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	F	16	45,7	45,7	45,7
	M	19	54,3	54,3	100,0
	Total	35	100,0	100,0	

Referente al género se tuvo la participación del 54.3% que representa al género masculino y el 45,7% al femenino.

Tabla 3 Estadísticos descriptivos

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Varianza
Edad	35	17	18	35	20,51	3,081	9,492
1RM Inicial Press (kg)	35	4,90	3,10	8,00	5,3811	1,28328	1,647
1RM Final Press (kg)	35	7,91	4,09	12,00	8,2823	1,92338	3,699
1RM Inicial Elev. Lateral (kg)	35	3,38	2,25	5,63	3,6800	0,91887	0,844
1RM Final Elev. Lateral (kg)	35	4,67	3,33	8,00	5,5157	1,14061	1,301
1RM Inicial Elev. Frontal (kg)	35	3,00	1,50	4,50	2,8643	0,75257	0,566
1RM Final Elev. Frontal (kg)	35	3,75	2,25	6,00	4,3226	0,91898	0,845
SPADI Inicial (%)	35	0,2308	0,1846	0,4154	0,320657	0,0740056	0,005
SPADI Final (%)	35	0,3077	0,0385	0,3462	0,189029	0,0762874	0,006
N válido (por lista)	35						

De acuerdo a los datos descriptivos la media oscila entre los 20.51, que significa que entre los pacientes está una variación de edad moderada de las variables 1RM Inicial y

final press existe una diferencia de la media del 2.9 kg, en 1RM Inicial y final Elev. Lateral (kg) el incremento de la media es de 1.83Kg, en el 1RM Inicial y final Elev. Frontal (kg) el promedio de la media es de 1.46 Kg, la desviaciones estándar y varianza de igual manera presentan un incremento, a diferencia de los resultados de SPADI se tiene una media inicial de 32,06 % que al final presenta un decremento al 18.90%, lo que se puede evidenciar que al aplicar el entrenamiento BFR se tiene una significancia positiva en el 1RM, disminuye el índice de dolor y discapacidad de hombro.

Correlación

Al realizar la correlación entre variables 1RM Inicial Press y 1RM Final Press el valor es de 0.92, las variables 1RM Inicial Elevación Lateral y 1RM Final Elevación Lateral 0.86, y 1RM Inicial Elevación Frontal y 1RM Final Elevación Frontal es de 0.87 son correlaciones fuertes positivas y con el valor de ($p < 0.01$).

La correlación es muy fuerte entre el SPADI Inicial y el SPADI Final de 0.77, significativo ($p < 0.01$). Esto significa que el valor del SPADI Final es más bajo, indicando una mejora.

Tabla 4 Correlaciones

		1RM Inicial Press (kg)	1RM Final Press (kg)	1RM Inicial Elev. Lateral (kg)	1RM Final Elev. Lateral (kg)	1RM Inicial Elev. Frontal (kg)	1RM Final Elev. Frontal (kg)	SPADI Inicial (%)	SPADI Final (%)
1RM Inicial Press (kg)	Correlación de Pearson	1	0,922**	0,904**	0,837**	0,835**	0,773**	-0,060	-0,026
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,734	0,881
	N	35	35	35	35	35	35	35	35
1RM Final Press (kg)	Correlación de Pearson	0,922**	1	0,755**	0,775**	0,697**	0,637**	-0,162	-0,174
	Sig. (bilateral)	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,352	0,317
	N	35	35	35	35	35	35	35	35
1RM Inicial Elev. Lateral (kg)	Correlación de Pearson	0,904**	0,755**	1	0,856**	0,925**	0,835**	0,021	0,136

	Sig. (bilateral)	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,903	0,435
	N	35	35	35	35	35	35	35	35
1RM Final Elev. Lateral (kg)	Correlación de Pearson	0,837**	0,775**	0,856**	1	0,804**	0,704**	-0,027	-0,003
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,876	0,985
	N	35	35	35	35	35	35	35	35
1RM Inicial Elev. Frontal (kg)	Correlación de Pearson	0,835**	0,697**	0,925**	0,804**	1	0,870**	-0,035	0,104
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,841	0,552
	N	35	35	35	35	35	35	35	35
1RM Final Elev. Frontal (kg)	Correlación de Pearson	0,773**	0,637**	0,835**	0,704**	0,870**	1	-0,024	0,077
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,890	0,662
	N	35	35	35	35	35	35	35	35

SPADI Inicial (%)	Correlación de Pearson	-0,060	-0,162	0,021	-0,027	-0,035	-0,024	1	0,767**
	Sig. (bilateral)	0,734	0,352	0,903	0,876	0,841	0,890		0,000
	N	35	35	35	35	35	35	35	35
SPADI Final (%)	Correlación de Pearson	-0,026	-0,174	0,136	-0,003	0,104	0,077	0,767**	1
	Sig. (bilateral)	0,881	0,317	0,435	0,985	0,552	0,662	0,000	
	N	35	35	35	35	35	35	35	35

Prueba T

Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			

Par 1	1RM Inicial Press (kg) - 1RM Final Press (kg)	-2,90114	,89060	,15054	-3,20707	-2,59521	-19,272	34	,000
Par 2	1RM Inicial Elev. Lateral (kg) - 1RM Final Elev. Lateral (kg)	-1,83571	,59221	,10010	-2,03915	-1,63228	-18,338	34	,000
Par 3	1RM Inicial Elev. Frontal (kg) - 1RM Final Elev. Frontal (kg)	-1,45829	,45483	,07688	-1,61452	-1,30205	-18,968	34	,000
Par 4	SPADI Inicial (%) - SPADI Final (%)	,1316286	,0513284	,0086761	,1139967	,1492605	15,171	34	,000

El análisis estadístico mediante la prueba T para muestras emparejadas permitió evaluar los cambios en la fuerza muscular (medida en 1RM) y en la funcionalidad del hombro (medida con el índice SPADI) tras la intervención con entrenamiento de restricción de flujo sanguíneo (BFR).

Resultados en la Fuerza Muscular (1RM)

Se observaron diferencias medias negativas en las tres pruebas de fuerza, lo que indica un aumento significativo en los valores finales de 1RM respecto a los valores iniciales. Los resultados detallados son los siguientes:

- **Press de banca (1RM):** Diferencia media de **-2.90 kg** (IC 95%: -3.21 a -2.59 kg), con un **valor t de -19.27** y un **p-valor < 0.001**.
- **Elevación lateral (1RM):** Diferencia media de **-1.83 kg** (IC 95%: -2.04 a -1.63 kg), con un **valor t de -18.33** y un **p-valor < 0.001**.
- **Elevación frontal (1RM):** Diferencia media de **-1.45 kg** (IC 95%: -1.61 a -1.30 kg), con un **valor t de -18.96** y un **p-valor < 0.001**.

Estos resultados indican que después de la intervención, los participantes lograron aumentos significativos en su fuerza muscular, con diferencias que son altamente significativas desde el punto de vista estadístico ($p < 0.001$ en todos los casos), descartando la posibilidad de que estos cambios sean producto del azar.

Resultados en el Índice SPADI

En contraste con las mediciones de fuerza, la puntuación del índice SPADI disminuyó significativamente, lo que refleja una mejoría en la funcionalidad del hombro y una reducción del dolor percibido.

- Diferencia media de SPADI: -13.16 puntos porcentuales (IC 95%: -14.92 a -11.40), con un valor t de 15.17 y un p-valor < 0.001.

Este resultado confirma que la intervención no solo tuvo efectos positivos en la fuerza muscular, sino que también contribuyó a una mejor recuperación funcional del hombro y una disminución del dolor.

Conclusión de la Prueba T

- El entrenamiento BFR fue altamente efectivo para mejorar la fuerza y reducir el dolor.

- Todas las pruebas tienen un p-valor menor a 0.01, lo que indica que los cambios observados no son producto del azar.
- Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1): El programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo mejora la potenciación muscular de adultos jóvenes con dolor de hombro.

DISCUSIÓN

Las pruebas se realizaron en pacientes de entre 18 y 35 años, con una media de 20.51 años. La muestra estuvo compuesta por un 54.3% de hombres y un 45.7% de mujeres, lo que indica una distribución relativamente equilibrada en términos de género.

En cuanto a la fuerza muscular medida por 1RM, se observó un aumento significativo en los tres ejercicios evaluados: press de banca con mancuernas, elevación lateral de hombro con mancuerna y elevación frontal de hombro con mancuerna. En el ejercicio de press sentado con mancuerna, el valor medio de 1RM aumentó de 5.38 kg a 8.28 kg, lo que indica una mejora en el rendimiento tras el programa. En la elevación lateral, el incremento fue de 3.68 kg a 5.52 kg, con una diferencia de 1.83 kg. Para la elevación frontal, la media inicial fue de 2.86 kg y la final de 4.32 kg, con un aumento de 1.46 kg. Además, las desviaciones estándar y la varianza también aumentaron, reflejando la eficacia del método.

Por otro lado, los resultados del índice SPADI evidenciaron una reducción en el dolor y la discapacidad del hombro. La media inicial del SPADI fue del 41.54%, disminuyendo a 34.62% al final del programa, lo que indica que el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFR) no solo mejoró la fuerza muscular, sino que también tuvo un impacto positivo en la reducción del dolor y la discapacidad.

Efecto sobre la fuerza muscular

Los resultados de este estudio indicaron que el entrenamiento con BFR produjo un aumento significativo en la fuerza muscular medido a través de 1RM en press de banca, elevación lateral y elevación frontal. Específicamente, se observó un incremento promedio de 2.90 kg en el press de banca, 1.83 kg en la elevación lateral y 1.45 kg en la elevación frontal, todos con un nivel de significancia $p < 0.001$. Estos resultados fueron consistentes con los hallazgos de Kara et al. (2024), quienes reportaron que el BFR con carga baja generó mayores incrementos en la fuerza de rotación interna del hombro en comparación con un grupo sin BFR, lo que respalda su efectividad en la potenciación muscular sin necesidad de elevadas cargas externas.

Por otro lado, Pavlou et al. (2023) encontraron que el BFR tuvo una eficacia similar a la del entrenamiento de resistencia de alta carga (HL-RT) para mejorar la fuerza en la

parte superior del cuerpo. Este hallazgo fue respaldado por los datos obtenidos en nuestro estudio, donde se evidenció un incremento significativo en la fuerza muscular tras la intervención con BFR, lo que confirma su utilidad como una estrategia alternativa para mejorar la fuerza sin necesidad de utilizar cargas altas que pudieran generar mayor estrés articular.

Bowman et al. (2020) también aportaron evidencia de que el BFR con entrenamiento de baja intensidad produjo ganancias significativas en fuerza e hipertrofia tanto en grupos musculares proximales como distales y contralaterales a la colocación del torniquete. En su ensayo controlado aleatorizado con 24 hombres sanos, se observó un aumento del 30% en la escapción del hombro, un 23% en la flexión y un 22% en la abducción en comparación con el grupo sin BFR. Además, la circunferencia del brazo y del antebrazo aumentó significativamente en la extremidad con BFR, lo que sugiere que este tipo de entrenamiento tiene efectos positivos no solo en la zona proximal al estímulo, sino también en regiones distales y contralaterales. Estos hallazgos refuerzan la idea de que el BFR es una herramienta versátil y eficaz en la mejora de la fuerza y la hipertrofia muscular.

Efecto sobre la activación muscular y adaptaciones morfológicas

Los resultados de Roehl et al. (2023) mostraron que la activación muscular medida por electromiografía (EMGa) aumentó con la aplicación de BFR, alcanzando su punto óptimo en un 50% de oclusión antes de disminuir. Este fenómeno podría haber explicado el incremento de la fuerza muscular observado en este estudio, ya que la restricción del flujo sanguíneo pudo haber favorecido una mayor activación de las fibras musculares, promoviendo mayores ganancias en fuerza con menor carga externa. Además, Lambert et al. (2021) demostraron que la combinación de BFR con entrenamiento de resistencia de baja intensidad generó mayores incrementos en la masa magra del hombro y la fuerza muscular en comparación con el entrenamiento sin BFR. Aunque nuestro estudio no evaluó directamente la hipertrofia, los incrementos en fuerza muscular sugieren que también pudieron haberse producido adaptaciones estructurales que favorecieron un aumento en el tamaño y volumen muscular, lo que concuerda con estos hallazgos previos.

Por otra parte, diversos estudios han señalado que la mejora en la resistencia muscular obtenida con el entrenamiento BFR es comparable a la de entrenamientos de alta carga, lo que sugiere que esta metodología puede ser utilizada de manera efectiva en poblaciones que no pueden someterse a grandes esfuerzos mecánicos.

Efecto sobre el dolor y la funcionalidad del hombro

Los resultados obtenidos en el índice de discapacidad y dolor del hombro (SPADI) mostraron una reducción significativa en los niveles de dolor y discapacidad del hombro, pasando de un promedio inicial del 32.06% a un 18.90% tras la intervención con BFR. Este hallazgo fue consistente con los resultados reportados por Kara et al. (2024), quienes evidenciaron mejoras significativas en la funcionalidad del hombro y una reducción del dolor en pacientes con tendinopatía del manguito rotador tras 8 semanas de entrenamiento con BFR.

Es importante destacar que la disminución en la percepción del dolor puede estar relacionada con los cambios fisiológicos inducidos por el BFR, tales como el aumento en la producción de factores de crecimiento y la mejora en la oxigenación tisular. Estos procesos favorecen una recuperación más eficiente y una reducción en la inflamación local, lo que contribuye a una mejoría en la funcionalidad del hombro a lo largo del tiempo.

Correlaciones y significancia estadística

El análisis correlacional de este estudio mostró asociaciones fuertes y significativas entre los valores iniciales y finales de 1RM en press de banca, elevación lateral y elevación frontal ($r > 0.75$, $p < 0.01$), lo que sugiere que la mejora en la fuerza muscular fue consistente en todos los participantes del estudio. Además, la correlación entre los valores de SPADI inicial y final fue de 0.77 ($p < 0.01$), lo que indicó una reducción significativa del dolor y la discapacidad funcional, reforzando la evidencia sobre la efectividad del BFR en la rehabilitación del hombro.

En este contexto, la fortaleza de las correlaciones encontradas refuerza la idea de que el BFR puede ser una herramienta altamente efectiva no solo para el desarrollo de la fuerza muscular, sino también para la mejora funcional en pacientes con condiciones musculoesqueléticas.

Los resultados de este estudio confirmaron que el entrenamiento con BFR fue una estrategia efectiva para mejorar la fuerza muscular y reducir el dolor en el hombro. En comparación con la literatura revisada, los hallazgos coincidieron con estudios previos que han demostrado los beneficios del BFR tanto en poblaciones saludables como en aquellas con patologías del hombro.

La aplicación de BFR puede ser una alternativa viable al entrenamiento de alta carga, proporcionando beneficios similares en términos de fuerza muscular con menor estrés mecánico sobre las articulaciones. Además, se observó una mejora significativa en la funcionalidad del hombro, lo que sugiere que esta estrategia puede ser utilizada no solo en atletas o personas físicamente activas, sino también en individuos en procesos de rehabilitación o con limitaciones en la carga de entrenamiento.

Sin embargo, se recomienda la realización de estudios adicionales con un mayor tamaño muestral y evaluaciones morfológicas para confirmar y expandir la comprensión de estas adaptaciones en el tejido muscular. Asimismo, futuras investigaciones podrían centrarse en la combinación del BFR con diferentes tipos de ejercicios o intensidades para optimizar aún más sus efectos terapéuticos y de potenciación muscular. También es relevante evaluar los efectos a largo plazo de este tipo de entrenamiento para determinar su sostenibilidad y posibles aplicaciones en el ámbito clínico y deportivo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS.

5.1. Conclusiones

- La prueba indirecta de una repetición máxima levantada una vez de Brzycki permitió una evaluación confiable sin someter a los participantes a los esfuerzos excesivos que pueden exacerbar su condición, además, la mejora en la fuerza muscular post-intervención es evidente por lo que el entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo se realizó entrenamientos efectivos con cargas reducidas, minimizando el riesgo de sobrecarga en la articulación del hombro afectado y por ende mejora con la implementación del programa BFR, así, se obtuvo un incremento del 0.99% al 3.96% en los ejercicios press sentado con mancuerna, de igual forma en la elevación lateral de hombro se incrementó la fuerza muscular entre el 0.54% al 3,45%, en lo que se refiere al ejercicio elevación frontal los participantes alcanzaron en un rango del 0.53% al 3.04%.
- El estado funcional mediante el índice de dolor y discapacidad de hombro (SPADI) demostró una reducción significativa en los niveles de dolor y discapacidad en los pacientes tras el programa de entrenamiento teniendo una disminución del 13.16%, según la media obtenida de la prueba T. La disminución de los valores del índice SPADI indica una mejora en la función del hombro y una mayor capacidad para realizar actividades cotidianas. Dichos resultados muestran la reducción del dolor asociada al entrenamiento del BFR, haciendo más tolerables los movimientos y reduciendo la limitación funcional.
- Comparando los resultados del post-test con los valores iniciales, se evidenció un aumento significativo tanto en la fuerza muscular de 8,00 kg máx. al final se obtuvo un incremento de 12,00 kg máx., como en el estado funcional de los pacientes. Lo que implica que el programa BFR es una estrategia eficaz para la rehabilitación del hombro, promoviendo la ganancia de fuerza muscular y la disminución de la discapacidad funcional, con una combinación de la mejora en la fuerza muscular y la reducción del dolor destaca el beneficio dual del programa BFR.

5.2. Recomendaciones

- Se sugiere diseñar y validar protocolos estandarizados para la implementación del entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo (BFR) en la rehabilitación del dolor de hombro. Estos protocolos deben incluir parámetros como la presión de restricción, duración de los ejercicios y frecuencia, asegurando que sean adaptables a diversas condiciones individuales y niveles de dolor. Además, se debe considerar la formación específica para los profesionales que los implementarán.
- Se recomienda, la selección adecuada de los pacientes susceptibles de aplicar esta técnica, así como un adecuado entrenamiento para aplicar la misma, estudiando y analizando la metodología, puesto que ocasionalmente resulta incómodo para los pacientes y a veces puedo ocasionar molestias, que se pueden provocar el abandono de algunos participantes. También se debe extremar cuidados para el cálculo y ejecución de la resistencia máxima.
- Se sugiere fomentar una investigación multidisciplinaria para evaluar la efectividad del entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo (BFR) en diversas condiciones musculoesqueléticas. Esto puede incluir estudios comparativos con otros métodos de rehabilitación, así como la recopilación de datos sobre la satisfacción y calidad de vida del paciente y así la difusión de estos hallazgos puede contribuir a una mayor aceptación del BFR a nivel académico.
- Es fundamental que los fisioterapeutas y otros profesionales de la salud reciban formación especializada sobre el entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo (BFR) abarcando tanto sus beneficios como sus limitaciones. Se recomienda realizar talleres, seminarios, cursos de actualización que no solo brinden conocimientos teóricos, sino que también incluyan componentes prácticos para mejorar el razonamiento clínico y las estrategias de tratamiento. Esta capacitación debe estar orientada a desarrollar habilidades para la implementación segura y efectiva del BFR en la rehabilitación, lo que permitirá a los profesionales

ofrecer opciones más variadas y adaptadas a las necesidades de cada uno de sus pacientes.

5.3. Bibliografía

1. Trastornos musculoesqueléticos [Internet]. [cited 2023 Dec 19]. Available from: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions
2. Krzysztofik M, Wilk M, Wojdała G, Gołaś A. Maximizing Muscle Hypertrophy: A Systematic Review of Advanced Resistance Training Techniques and Methods. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2019 Dec 2 [cited 2023 Dec 15];16(24). Available from: /pmc/articles/PMC6950543/
3. Juárez MIAA, Tafoya MZ, Morales RR. revista medica sinergia. Revista Medica Sinergia [Internet]. 2024 Aug 1 [cited 2025 Feb 20];9(8):e1143–e1143. Available from: https://revistamedicasinergia.com/index.php/rms/article/view/1143
4. Repositorio Digital Universidad De Las Américas: Prevalencia de síntomas musculoesqueléticos en docentes vs administrativos de unidades educativas de Ecuador en modo teletrabajo durante la pandemia de Covid-19 de enero a junio 2021 [Internet]. [cited 2025 Feb 20]. Available from: https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/13678?mode=full&utm_source=chatgpt.com
5. Puetate Yandún GD, Carrera López MG. Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos asociados a condiciones de trabajo en el personal operativo en comparación al personal administrativo del Cuerpo de Bomberos de Tulcán de marzo a mayo 2023. 2023 [cited 2025 Feb 20]; Available from: http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/14914
6. El entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo: efectos fisiológicos y aplicaciones en rehabilitación. [Internet]. [cited 2023 Dec 15]. Available from: https://revistasanitariadeinvestigacion.com/el-entrenamiento-con-restriccion-del-flujo-sanguineo-efectos-fisiologicos-y-aplicaciones-en-rehabilitacion/
7. Patterson SD, Hughes L, Warmington S, Burr J, Scott BR, Owens J, et al. Blood flow restriction exercise position stand: Considerations of methodology, application, and safety. Front Physiol. 2019;10(MAY).
8. Asamblea Nacional Constituyente de Ecuador. CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR [Internet]. 2008. Available from: www.lexis.com.ec
9. Kara D, Ozcakar L, Demirci S, Huri G, Duzgun I. Blood Flow Restriction Training in Patients With Rotator Cuff Tendinopathy: A Randomized, Assessor-Blinded, Controlled Trial. Clin J Sport Med [Internet]. 2024 Jan [cited 2024 Feb 5];34(1):10–6. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37706671/
10. Pavlou K, Savva C, Korakakis V, Pamboris GM, Karagiannis C, Ploutarchou G, et al. Blood Flow Restriction Training in Nonspecific Shoulder Pain: Study

Protocol of a Crossover Randomised Controlled Trial. Sports [Internet]. 2023 Oct 1 [cited 2024 Feb 5];11(10). Available from: /pmc/articles/PMC10610701/
11. Ceballos A, Zeppieri G, Bialosky J. Resident Case Series: Blood Flow Restriction as an Adjunct to Strengthening Exercises in Two Patients with Subacromial Impingement and High Irritability. Int J Sports Phys Ther [Internet]. 2022 [cited 2024 Feb 5];17(5):931. Available from: /pmc/articles/PMC9340838/
12. Bowman Eric, Elshaar Rami, Milligan Heather, Jue Gregory. Sci-Hub | Upper-extremity blood flow restriction: the proximal, distal, and contralateral effects a randomized controlled [Internet]. 2020 [cited 2023 Dec 18]. Available from: https://sci-hub.se/https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1058274620301804
13. Brumitt J, Hutchison MK, Kang D, Klemmer Z, Stroud M, Cheng E, et al. Blood Flow Restriction Training for the Rotator Cuff: A Randomized Controlled Trial. Int J Sports Physiol Perform [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2023 Dec 19];15(8):1175–80. Available from: https://journals.humankinetics.com/view/journals/ijspp/15/8/ijspp.2019-0815.xml
14. Lambert B, Hedt C, Daum J, Taft C, Chaliki K, Epner E, et al. Blood Flow Restriction Training for the Shoulder: A Case for Proximal Benefit. Am J Sports Med [Internet]. 2021 Aug 1 [cited 2023 Dec 19];49(10):2716–28. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34110960/
15. Bechan Vergara I, Puig-Diví A, Amestoy Alonso B, Milà-Villarroel R. Effects of low-load blood flow restriction training in healthy adult tendons: A systematic review and meta-analysis. J Bodyw Mov Ther. 2024 Jul 1;39:13–23.
16. Roehl T, Lambert BS, Ankersen J, Hernandez K, McCulloch PC, Hedt C. Optimal Blood Flow Restriction Occlusion Pressure for Shoulder Muscle Recruitment With Upper Extremity Exercise. Am J Sports Med [Internet]. 2023 Jun 1 [cited 2023 Dec 19];51(7):1859–71. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37092707/
17. Wilk M, Krzysztofik M, Filip A, Zajac A, Bogdanis GC, Lockie RG. Short-Term Blood Flow Restriction Increases Power Output and Bar Velocity During the Bench Press. J Strength Cond Res [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2023 Dec 19];36(8):2082–8. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32379236/
18. McGinniss JH, Mason JS, Morris JB, Pitt W, Miller EM, Crowell MS. The Effect of Blood Flow Restriction Therapy on Shoulder Function Following Shoulder Stabilization Surgery: A Case Series. Int J Sports Phys Ther [Internet]. 2022 [cited 2023 Dec 19];17(6):1144–55. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36873568/
19. Yang J, Ma F, Wang Q, Cui Y, Zheng J. Effect of blood flow restriction with low-load exercise on muscle damage in healthy adults: A systematic review of randomized controlled trials. Clin Physiol Funct Imaging [Internet]. 2023 Jan 1 [cited 2023 Dec 14];44(1). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37577825/

20. dos Santos L, Andreatta M V., Curty VM, Marcarini WD, Ferreira LG, Barauna VG. Effects of Blood Flow Restriction on Leukocyte Profile and Muscle Damage. Front Physiol [Internet]. 2020 Oct 9 [cited 2023 Dec 15];11:572040. Available from: /pmc/articles/PMC7581907/
21. He J, Ruan T, Ying C, Pan B. BLOOD FLOW RESTRICTION THERAPY APPLIED TO SPORTS TRAINING. Revista Brasileira de Medicina do Esporte [Internet]. 2023 Jan 20 [cited 2024 Jan 2];29:e2022_0641. Available from: https://www.scielo.br/j/rbme/a/BVScFqk86r3mBW3c3GhXbXn/abstract/?lang=en
22. Pedro R, Nunes F, Geraldo Da Cruz J, Pereira De Araújo J, Teixeira Bittar S, Ferreira Pinto E, et al. Efeito do treinamento com restrição de fluxo sanguíneo na força muscular e capacidade funcional de populações clínicas: uma revisão sistemática. Motricidade [Internet]. 2022 Jun 30 [cited 2024 Jan 2];18(2):323–9. Available from: https://revistas.rcaap.pt/motricidade/article/view/26668
23. Karanasios S, Korakakis V, Moutzouri M, Xergia SA, Tsepis E, Gioftsos G. Low-Load Resistance Training With Blood Flow Restriction Is Effective for Managing Lateral Elbow Tendinopathy: A Randomized, Sham-Controlled Trial. https://doi.org/102519/jospt202211211 [Internet]. 2022 Dec 1 [cited 2024 Jan 18];52(12):803–25. Available from: https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2022.11211
24. Suárez PF, Chaparro R, Ruiz J. Comparación de las fórmulas indirectas y el método de Kraemer y Fry para la determinación de la fuerza dinámica máxima en press banco plano [Internet]. [cited 2024 Jan 14]. Available from: https://www.efdeportes.com/efd176/la-fuerza-dinamica-maxima-en-press-banco-plano.htm
25. Pavlou K, Korakakis V, Whiteley R, Karagiannis C, Ploutarchou G, Savva C. The effects of upper body blood flow restriction training on muscles located proximal to the applied occlusive pressure: A systematic review with meta-analysis. PLoS One [Internet]. 2023 Mar 1 [cited 2025 Feb 24];18(3). Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36952451/
26. Membrilla-Mesa MD, Cuesta-Vargas AI, Pozuelo-Calvo R, Tejero-Fernández V, Martín-Martín L, Arroyo-Morales M. Shoulder pain and disability index: cross cultural validation and evaluation of psychometric properties of the Spanish version. Health Qual Life Outcomes [Internet]. 2015 Dec 21 [cited 2024 Feb 5];13(1). Available from: /pmc/articles/PMC4687317/
27. Lima-Soares F, Pessoa KA, Torres Cabido CE, Lauver J, Cholewa J, Rossi F, et al. Determining the Arterial Occlusion Pressure for Blood Flow Restriction: Pulse Oximeter as a New Method Compared With a Handheld Doppler. J Strength Cond Res [Internet]. 2022 Apr 1 [cited 2025 Feb 20];36(4):1120–4. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32379239/
28. Servicio de salud metropolitano Oriente. Síndrome de hombro doloroso [Internet]. [cited 2024 Jan 1]. Available from: https://www.saludoriente.cl/websaludoriente/wp-content/uploads/2020/09/Protocolo-R-Y-CR-SSMO-SINDROME-DE-HOMBRO-DOLOROSO-2011.pdf

29. Alekseyev K, John A, Malek A, Lakdawala M, Verma N, Southall C, et al. Identifying the Most Common CrossFit Injuries in a Variety of Athletes. Rehabilitation Process and Outcome [Internet]. 2020 Jan [cited 2024 Jan 1];9:117957271989706. Available from: /pmc/articles/PMC8282166/
30. Motlagh JG, Lipps DB. The Contribution of Muscular Fatigue and Shoulder Biomechanics to Shoulder Injury Incidence During the Bench Press Exercise: A Narrative Review. J Strength Cond Res [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2025 Feb 26];38(12):2147–63. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39808810/
31. Bleda Andrés, Orcajada Pérez, Estevan Sáez. Efectos de la terapia por restricción de flujo sanguíneo en la práctica fisioterápica: Una revisión bibliográfica. NPunto . 2020;III:105–26.
32. Braun T, Gautel M. Transcriptional mechanisms regulating skeletal muscle differentiation, growth and homeostasis. Nat Rev Mol Cell Biol [Internet]. 2011 Jun [cited 2025 Feb 20];12(6):349–61. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21602905/
33. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc [Internet]. 2009 Mar [cited 2025 Feb 20];41(3):687–708. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19204579/
34. Lim C, Nunes EA, Currier BS, McLeod JC, Thomas ACQ, Phillips SM. An Evidence-Based Narrative Review of Mechanisms of Resistance Exercise-Induced Human Skeletal Muscle Hypertrophy. Med Sci Sports Exerc [Internet]. 2022 Sep 1 [cited 2025 Feb 20];54(9):1546–59. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35389932/
35. Wackerhage H, Schoenfeld BJ, Hamilton DL, Lehti M, Hulmi JJ. Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. J Appl Physiol (1985) [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2025 Feb 20];126(1):30–43. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30335577/
36. Roberts MD, McCarthy JJ, Hornberger TA, Phillips SM, Mackey AL, Nader GA, et al. Mechanisms of mechanical overload-induced skeletal muscle hypertrophy: current understanding and future directions. Physiol Rev [Internet]. 2023 Oct 1 [cited 2025 Feb 20];103(4):2679–757. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37382939/
37. Wackerhage H, Schoenfeld BJ, Hamilton DL, Lehti M, Hulmi JJ. Stimuli and sensors that initiate skeletal muscle hypertrophy following resistance exercise. J Appl Physiol (1985) [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2025 Feb 20];126(1):30–43. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30335577/
38. Hwang PS, Willoughby DS. Mechanisms Behind Blood Flow-Restricted Training and its Effect Toward Muscle Growth. J Strength Cond Res [Internet]. 2019 [cited 2025 Feb 20];33 Suppl 1:S167–79. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30011262/
39. Davids CJ, Næss TC, Moen M, Cumming KT, Horwath O, Psilander N, et al. Acute cellular and molecular responses and chronic adaptations to low-load blood flow restriction and high-load resistance exercise in trained individuals. J

Appl Physiol (1985) [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2025 Feb 20];131(6):1731–49. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34554017/

40. Nyakayiru J, Fuchs CJ, Trommelen J, Smeets JSJ, Senden JM, Gijsen AP, et al. Blood Flow Restriction Only Increases Myofibrillar Protein Synthesis with Exercise. Med Sci Sports Exerc [Internet]. 2019 Jun 1 [cited 2025 Feb 20];51(6):1137–45. Available from: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30694972/
41. Sampieri HR, Collado FC, Baptista Lucio M del P. Metodología de la Investigación. 2018;
42. Validez y confiabilidad de un protocolo estandarizado para evaluar el rendimiento máximo de una repetición durante ejercicios de press por encima de la cabeza [Internet]. [cited 2024 Jan 12]. Available from: https://g-se.com/validez-y-confiabilidad-de-un-protocolo-estandarizado-para-evaluar-el-rendimiento-maximo-de-una-repeticion-durante-ejercicios-de-press-por-encima-de-la-cabeza-bp-P623b308ccd697

5.4.Anexos

ANEXO 1

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA RECOLECCIÓN, USO Y ALMACENAMIENTO DE DATOS PERSONALES

Título del estudio: **"PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA CON RESTRICCIÓN DE FLUJO SANGUÍNEO PARA POTENCIAR EL DESARROLLO MUSCULAR EN PERSONAS CON DOLOR DE HOMBRO"**

Nombre, dirección y teléfono del Investigador Principal:

- Chávez Vaca Christian Gabriel

–Tungurahua, Ambato, Av. Julio Jaramillo y Tres Carabelas

- 0995339557

A) Hoja de información:

Le estamos pidiendo que autorice la recolección y uso de datos durante la realización del estudio "Programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el desarrollo muscular en personas con dolor de hombro". Su participación es completamente voluntaria; puede aceptar participar en el estudio principal sin que ello le provoque inconveniente alguno en su atención médica.

Su participación en este estudio es absolutamente necesaria; por ello, si Ud. no desea que se recolecte y se usen sus datos Ud. es libre de elegir si participar o no, sin que ello le provoque inconveniente alguno en su atención médica.

Lea toda la información que se le ofrece en este documento y haga todas las preguntas que necesite al investigador que se lo está explicando, antes de tomar una decisión. También lo alentamos a consultarlo con su familia, amigos y médicos de cabecera.

1) ***¿Por qué se realiza este estudio?***

El propósito de esta investigación es determinar la efectividad del programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el

desarrollo muscular de personas con dolor de hombro.

2) ***¿Qué pasará si participo en el proyecto de investigación: Luego de que firme este Consentimiento Informado:***

El participante se compromete a asistir a las sesiones de fisioterapia 2 veces a la semana, durante 10 semanas, por un tiempo aproximado de 40 minutos además deberá proporcionar información de carácter personal teniendo en claro que su participación es libre y voluntaria, que puede abandonar la investigación en el momento que el participante lo considere necesario. Se aplicará el programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo en hombro mediante press de banca, press militar, elevaciones laterales, remo con barra con bajas intensidades. Obteniendo beneficios como el ser atendido por un profesional de la salud así disminuyendo su sintomatología musculoesquelética.

a) **¿Qué responsabilidades tiene el participante?**

No comparta información con personas ajenas al proyecto sin el conocimiento del investigador. Asista a las sesiones de fisioterapia durante 10 semanas, 2 veces por semana.

b) **Que procedimientos o actividades deberá realizar o se le harán en la investigación.**

• Deberá proporcionar datos personales reales.

• Asistir a una evaluación inicial y final.

• Acudir en los días y horas establecidas con todos los participantes.

• Ejecutar el programa según el cronograma o fases establecidas por el investigador a cargo.

PROCEDIMIENTO

3) ***¿Qué evaluación se me realizará?***

Se hará una evaluación inicial y final de fuerza con el test de (1RM) resistencia máxima levantada una vez mediante la fórmula de Brzycki e índice de dolor y discapacidad de Hombro (SPADI).

4) ***¿Qué riesgos podría tener si participo?***

El uso de dispositivos para la restricción de flujo, como las bandas de oclusión, puede causar irritación en la piel o lesiones cutáneas si no se aplican correctamente. Experimentar dolor durante o después del ejercicio con restricción de flujo. Este dolor no debe ser extremo ni persistente, y cualquier incomodidad fuera de lo común debe ser reportada.

5) ***¿Qué se sabe de este tipo de estudios?***

El BFR, o entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo, utiliza presión controlada en extremidades durante el ejercicio. Con cargas más ligeras, proporciona beneficios como ganancias de fuerza, mejora del rendimiento y eficiencia en el tiempo de entrenamiento, también acelerando la recuperación y estimulando el crecimiento muscular.

6) ***¿Cuánto tiempo me tomará participar en esta parte del estudio?***

Este programa consta de 4 series de ejercicios, cada una con 30/15/15/15 repeticiones respectivamente, con un descanso de 30 segundos entre repeticiones. El nivel de resistencia se fijará en el 30% de la resistencia máxima levantada una vez, mientras que el torniquete se colocará en la región proximal de la extremidad superior con una oclusión del 50% de su capacidad máxima. Se realizarán 3 ejercicios específicos para los hombros: press sentado con mancuernas, elevación lateral de brazo con mancuerna y elevación frontal con mancuerna. Entre cada ejercicio se tomará un descanso de 2 minutos. Este régimen se llevará a cabo dos días por semana durante un período de 8 semanas. Cada sesión tendrá una duración de 30 min.

7) ***¿Tendré beneficios por participar? Sobre su salud***

No existe beneficio de carácter económico. El único beneficio es recibir un tratamiento y entrenamiento gratuito a cargo de un profesional de la salud en la disminución de la sintomatología del dolor, amplitud articular y fuerza.

8) ***¿Me darán información sobre los resultados del estudio, luego de su finalización?***

Toda la información durante el desarrollo del proyecto será proporcionada para dar a conocer, avances, cambios y progresos que el participante presente y al final del

proyecto se responderá la pregunta en confidencialidad. Se elaborarán documentos científicos que no llevarán su identificación que serán difundidos a la comunidad académica de la Universidad Técnica de Ambato, en la Maestría Fisioterapia y Rehabilitación mención Neuromusculoesquelético o mediante la publicación de artículos científicos.

9) ¿Qué gastos tendré si participo del estudio?

No habrá ningún gasto durante el estudio, se realizará el programa de ejercicios en el gimnasio al que asiste y todos los materiales a utilizar serán puestos por el investigador.

10) ¿Qué pasará si sufro algún evento adverso mientras participo en el estudio?

Los riesgos asociados a la aplicación del programa de entrenamiento de resistencia son muy bajos, en el caso eventual que ocurriera algún problema, evento adverso o complicación, usted deberá notificar de forma inmediata al investigador y será trasladado en el vehículo de propiedad del investigador al servicio de emergencias del Hospital General Docente de Ambato para su oportuna atención.

11) ¿Puedo dejar de participar en cualquier momento, aún luego de haber aceptado?

Está en su derecho poder dejar de participar del desarrollo del proyecto, aun cuando haya firmado este consentimiento informado. No tendrá ningún inconveniente con el investigador, pero el mismo deberá ser notificado oralmente.

12) ¿Puedo ser retirado del estudio aún si yo no quisiera?

Usted puede ser retirado del estudio, en caso de presentar eventos adversos que impidan su continuidad en el proyecto o la aparición de problemas de salud no derivados del estudio. En el caso que la información proporcionada sea falsa o incorrecta. Así como también presenten faltas o incumplimientos de sus sesiones de ejercicios.

13) ¿Me pagarán por participar?

No se realizará ninguna remuneración de carácter económico.

14) ¿Cómo mantendrán la confidencialidad de mis datos personales? ¿Cómo harán para que mi identidad no sea conocida?

Los datos que lo identifiquen serán tratados en forma confidencial como lo exige la Ley. Salvo para quienes estén autorizados a acceder a sus datos personales, Ud. no podrá ser identificado para ello se le asignará un código compuesto por códigos basados en las iniciales de su nombre y los últimos cuatro dígitos de la cédula de ciudadanía. En caso de que los resultados de este estudio sean publicados en revistas médicas o presentados en congresos médicos, su identidad no será revelada.

El titular de los datos personales (o sea usted) tiene la facultad de ejercer el derecho de acceso a los mismos en forma gratuita a intervalos no inferiores a seis meses, salvo que se acredite un interés legítimo al efecto conforme lo establecido en la Ley, tiene la atribución de atender las denuncias y reclamos que se interpongan con relación al incumplimiento de las normas sobre protección de datos personales.

15) ¿Quiénes tendrán acceso a mis datos personales?

Solo tendrá acceso a sus datos codificados, usted como participante, el investigador, y el director de este proyecto de desarrollo.

16) ¿A quiénes puedo contactar si tengo dudas sobre el estudio y mis derechos como participante en un estudio de investigación?

a) Sobre el estudio: contactar al Investigador Principal: Lic. Christian Gabriel Chávez Vaca en la dirección Av. Julio Jaramillo y Tres carabelas o al teléfono 099533957.

b) Sobre sus derechos como participante en un estudio de investigación:

El presente trabajo de investigación ha sido evaluado por el CISH-UTA. Si Usted tiene alguna pregunta relacionada con sus derechos como participante en la investigación puede contactarse con el Investigador Lic. Christian Gabriel Chávez Vaca al teléfono 0995339557, o presidente del CISH (contacto).

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título: "Programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el desarrollo muscular en personas con dolor de hombro"

Nombre del investigador: Christian Gabriel Chávez Vaca

Teléfono: 0995339557 **Dirección:** Av. Julio Jaramillo y Tres carabelas

Nombre del sujeto de investigación: …….

Declaro:

- Que he recibido una explicación satisfactoria sobre el procedimiento del estudio, su finalidad, riesgos, beneficios y alternativas.
- He quedado satisfecho/a con la información recibida, la he comprendido, se me han respondido todas mis dudas y comprendo que mi participación es voluntaria.

Consiento voluntariamente participar en esta investigación como participante y entiendo que tengo el derecho a retirarme de la investigación en cualquier momento sin que afecte en ninguna manera mi cuidado médico.

_____ ___ / ___ / ___

Firma del sujeto de investigación *Fecha*

_____

Cédula de ciudadanía

_____

Nombre del sujeto de investigación

ANEXO 2

Test de 1rm mediante la fórmula de Brzycki

Fórmula:

Peso / (1.0278 – (0.0278 * Número de Repeticiones))

Tabla 5 Tabla de correlación según Brzycki

Repeticiones	% respecto a la carga máxima
1 RM	100 %
2 RM	95 % (±2)
3 RM	90 % (±3)
4 RM	86 % (±4)
5 RM	82 % (±5)
6 RM	78 % (±6)
7 RM	74 % (±7)
8 RM	70 % (±8)
9 RM	65% (±9)
10 RM	61% (±10)
11 RM	57 % (±11)
12 RM	53 % (±12)

ANEXO 3

Tabla 6 Índice de Dolor y Discapacidad de Hombro (SPADI)

SHOULDER AND PAIN DISABILITY INDEX (SPADI-Sp)

Por favor, ponga una cruz en el número que mejor represente su experiencia durante la última semana como consecuencia de su problema de hombro.

Escala de dolor: ¿Cómo de grave es el dolor?

Ponga una cruz en el número que mejor describa su dolor, donde: 0 = ausencia de dolor y 10 = el peor dolor imaginable

¿En su peor momento?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Cuándo se tumba sobre ese lado?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Al alcanzar algo en un estante alto?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Al tocarse la parte posterior de su cuello?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Al empujar con el brazo afecto?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Escala de Discapacidad: ¿Cuánta dificultad tiene usted?

Ponga una cruz en el número que mejor describa su experiencia, donde: 0 = sin dificultad y 10 = tan difícil que requiere ayuda.

¿Lavándose el pelo?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Lavándose la espalda?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Poniéndose una camiseta o un jersey?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Poniéndose una camisa con los botones delante?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Poniéndose los pantalones?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Colocando un objeto en un estante alto?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Llevando un objeto pesado (4.5 kg)?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
¿Cogiendo algo de su bolsillo trasero?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ANEXO 4

PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA CON RESTRICCIÓN DE FLUJO SANGUÍNEO PARA POTENCIAR EL DESARROLLO MUSCULAR EN PERSONAS CON DOLOR DE HOMBRO.
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
MAESTRIA EN FISIOTERAPIA Y REHABILITACIÓN
AUTOR: LIC. CHRISTIAN GABRIEL CHÁVEZ VACA
DIRECTOR: DR. ESP. LUIS ERNESTO CÓRDOVA VELASCO MG.

Programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el desarrollo muscular en personas con dolor de hombro

Este programa consta de un calentamiento de 4 minutos, además 4 series de ejercicios, cada una con 30/15/15/15 repeticiones respectivamente, con un descanso de 30 segundos entre serie y 2 min entre ejercicio. El nivel de resistencia se fijará en el 30% de la resistencia máxima levantada una vez, mientras que el torniquete se colocará en la región proximal de la extremidad superior con una oclusión del 50% de su capacidad máxima. Esto se realizará por 10 semanas, 2 veces por semana.

FASE 1

Se comenzará con una evaluación inicial mediante la prueba de resistencia máxima levantada una vez mediante la fórmula de Brzycki para fuerza muscular, Índice de dolor y discapacidad de Hombro (SPADI).

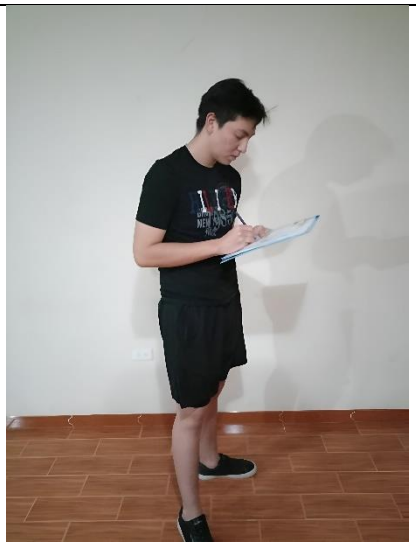

Ilustración 3 Evaluación inicial

FASE 2 Se llevará a cabo un calentamiento de miembros superiores durante 4 minutos: • Rotaciones de hombro hacía adelante y hacía atrás, 2 series de 30 segundos. • Rotaciones de brazos en círculos, 2 series de 30 segundos. • Elevaciones laterales sin peso. 2 series por 30 segundos • Elevaciones frontales sin peso. 2 series por 30 segundos.	 *Ilustración 4 Calentamiento de miembros superiores (Hombros hacía atrás)*
FASE 3 • Determinar el nivel de resistencia fijándolo en el 30% de la resistencia máxima levantada una vez. • Paciente en sedestación totalmente relajado, colocar el torniquete en la región proximal de la extremidad superior con una oclusión del 50% de su capacidad máxima. • Conectar el esfingomanómetro al manguito de oclusión. • Medir la presión arterial oclusiva por medio de un oxímetro colocado en el dedo índice. El objetivo de este es encontrar el punto donde la señal se pierda completamente, esto nos	 *Ilustración 5 Oxímetro de pulso con pérdida de señal.*

indica que se ha bloqueado temporalmente el flujo sanguíneo arterial. Lo que nos indica una oclusión del 100%. • Realizar una regla de 3 para buscar el 50% de oclusión. • Desconectar el esfingomanómetro.	 *Ilustración 6 Colocación de manguito oclusivo, medido con esfingomanómetro.*
FASE 4 Aplicación de 3 ejercicios press sentado con mancuernas, elevación lateral de brazo con mancuerna y elevación frontal con mancuerna. Con la siguiente dosificación 4 series de ejercicios, cada una con 30/15/15/15. Descanso de 30s entre serie, descanso de 2 min entre ejercicio.	 *Ilustración 7 Press sentado con mancuernas con manguito oclusivo.*

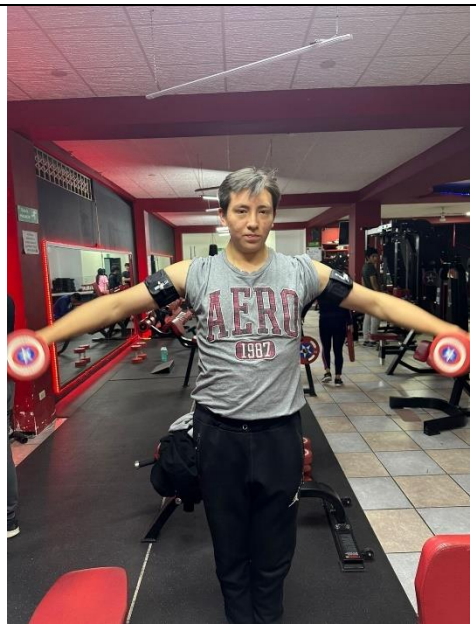

Ilustración 8 Elevación lateral de hombro con manguito oclusivo.

Ilustración 9 Elevación frontal de hombro con manguito oclusivo.

FASE 5 Al terminar las 10 semanas se realiza la evaluación final mediante la prueba de resistencia máxima levantada una vez mediante la fórmula de Brzycki para fuerza muscular, Índice de dolor y discapacidad de Hombro (SPADI).	 *Ilustración 10 Evaluación final*

CAPÍTULO VI
PROPUESTA

6.1. Título

Programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el desarrollo muscular en personas con dolor de hombro.

6.2. Descripción

El entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo es una opción accesible para poder incorporar en nuestro trabajo profesional, y en distintas áreas de la salud, por lo que se propone un programa de entrenamiento de fuerza con restricción de flujo sanguíneo, este tiene como objetivo lograr la fuerza y el tamaño muscular con adaptaciones musculares con cargas más ligeras, pudiendo ser útil para personas que no pueden levantar cargas pesadas por dolor o limitaciones físicas.

6.3. Desarrollo de la propuesta

Tabla 7 Propuesta

Programa de entrenamiento de resistencia con restricción de flujo sanguíneo para potenciar el desarrollo muscular en personas con dolor de hombro
Este programa consta de un calentamiento de 5 minutos, además 4 series de ejercicios, cada una con 30/15/15/15 repeticiones respectivamente, con un descanso de 30 segundos entre repeticiones. El nivel de resistencia se fijará en el 30% de la resistencia máxima levantada una vez, mientras que el torniquete se colocará en la región proximal de la extremidad superior con una oclusión del 50% de su capacidad máxima. Esto se realizará por 10 semanas, 2 veces por semana.
FASE 1

Se comenzará con una evaluación inicial mediante la prueba de resistencia máxima levantada una vez para fuerza muscular, Índice de dolor y discapacidad de Hombro (SPADI).
FASE 2 Se llevará a cabo un calentamiento de miembros superiores durante 5 minutos: • Rotaciones de hombro hacía adelante y hacía atrás, 2 series de 30 segundos. • Rotaciones de brazos en círculos, 2 series de 30 segundos. • Elevaciones laterales sin peso. 2 series por 30 segundos. • Elevaciones frontales sin peso. 2 series por 30 segundos.
FASE 3 Determinar el nivel de resistencia fijándolo en el 30% de la resistencia máxima levantada una vez. Colocar el torniquete en la región proximal de la extremidad superior con una oclusión del 50% de su capacidad máxima.
FASE 4 Aplicación de 3 ejercicios press sentado con mancuernas, elevación lateral de brazo con mancuerna y elevación frontal con mancuerna. Con la siguiente dosificación 4 series de ejercicios, cada una con 30/15/15/15. Descanso de 30s entre serie, descanso de 2 min entre ejercicio.