TRABAJO FIN DE GRADO

Efectividad de la terapia de restricción del flujo sanguíneo (BFR) combinado con trabajo de fuerza para patología del manguito rotador en deportistas overhead: Protocolo de ensayo clínico aleatorizado

Effectiveness of blood flow restriction (BFR) therapy combined with strength training for rotator cuff pathology in overhead athletes: Randomized clinical trial protocol

Autor/es: Aimar Brazal Cámara y Evaristo Canales Martínez

Director/a: Javier Ostolaza Guitián

Fecha: 07/05/2026

DECLARACIÓN DE AUTORIA Y ORIGINALIDAD DEL TRABAJO

Por medio de la presente, yo Aimar Brazal Cámara alumno del Grado en Fisioterapia de las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, en relación con el Trabajo Fin de Grado (TFG) titulado "Efectividad de la terapia de restricción de flujo sanguíneo (BFR) combinado con trabajo de fuerza para patología del manguito rotador en deportistas overhead: protocolo de ensayo clínico aleatorizado" declaro que es de mi autoría y original. Asimismo, declaro que depositando este TFG y firmando el presente documento confirmo que:

- Este TFG es original y he citado las fuentes de información debidamente.
- La autoría del TFG es compartida alumno y director
- Soy plenamente consciente de que no respetar estos extremos es objeto de sanción por el órgano civil competente, y asumo mi responsabilidad ante reclamaciones relacionadas con la violación de derechos de propiedad intelectual.

En Torrelavega, a 5 de Mayo del 2026 Fdo.: Aimar Brazal Cámara

Por medio de la presente, yo Evaristo Canales Martínez alumno del Grado en Fisioterapia de las Escuelas Universitarias Gimbernat-Cantabria, en relación con el Trabajo Fin de Grado (TFG) titulado "Efectividad de la terapia de restricción de flujo sanguíneo (BFR) combinado con trabajo de fuerza para patología del manguito rotador en deportistas overhead: protocolo de ensayo clínico aleatorizado" declaro que es de mi autoría y original. Asimismo, declaro que depositando este TFG y firmando el presente documento confirmo que:

- Este TFG es original y he citado las fuentes de información debidamente.
- La autoría del TFG es compartida alumno y director
- Soy plenamente consciente de que no respetar estos extremos es objeto de sanción por el órgano civil competente, y asumo mi responsabilidad ante reclamaciones relacionadas con la violación de derechos de propiedad intelectual.

En Torrelavega, a 5 de Mayo del 2026 Fdo.: Evaristo Canales Martínez

AGRADECIMIENTOS

A mi madre, por todo su amor, sacrificio y comprensión en todo momento y apoyarme cuando siempre lo he necesitado.

A mi padre, ahí donde esté, por su amor incondicional y darme esa fuerza de voluntad que me acompañará toda la vida.

A mi hermano, por apoyarme en todo momento y mantenerme firme ante cualquier situación.

A todas esas personas que me han acompañado en el proceso durante esta etapa y me han apoyado durante estos años.

Por último, a mi tutor Javier y a mi compañero de trabajo Evaristo por haber hecho todo esto posible.

Aimar Brazal Cámara

A mi abuela por haberme criado y otorgado dodos los valores que hacen la persona que soy hoy en día.

A mi madre por apoyarme incondicionalmente y cuidarme incluso cuando no me lo merezco.

A mi tío por haber sido mi figura paterna y haberme hecho pasar de niño a hombre.

A mis amigos, sobre todo a Alex, es un orgullo que tú también quieras estudiar fisioterapia y compartas mi pasión.

Por último, a nuestro tutor Javier y a mi compañero y amigo Aimar, han sido muchos momentos compartidos, y al fin lo hemos conseguido.

Evaristo Canales Martínez

➢ INDICE

1. **Lista de abreviaturas** .....pág. 5
2. **Resumen / Abstract** .....págs. 6 y 7
3. **Introducción** ..... págs. 8-15
4. **Material y metodos**..... págs. 16-27
5. **Plan de trabajo** .....págs. 28-32
6. **Discusión y conclusión** .....págs. 32-35
7. **Anexos** .....págs. 36-44
8. **Bibliografía** .....págs. 45-51

INDICE DE ABREVIATURAS

1. MR: Manguito rotador
2. BFR: Terapia de restricción del flujo sanguíneo (Blood flow restriction)
3. GC: Grupo control
4. GI: Grupo intervención
5. OH: Overhead
6. TVP: Trombosis venosa profunda
7. IC: Insuficiencia cardiaca
8. ACV: Accidente cerebrovascular
9. US: Ultrasonido
10. LOP: Presión de oclusión de la extremidad
11. POP: Presión de oclusión individualizada
12. KJOC: Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic Shoulder & Elbow Score
13. NPRS: Numeric Rating Scale of Pain
14. DASH: Disabilities of the Arm Shoulder
15. SPADI: Shoulder Pain and Disability Index

RESUMEN

- **Introducción**

  La tendinopatía del manguito rotador es una de las principales causas de dolor y disfunción del hombro, especialmente en deportistas overhead. El tratamiento conservador basado en ejercicio terapéutico es la primera línea de intervención, aunque en fases iniciales el dolor puede limitar la aplicación de cargas elevadas. La terapia de restricción del flujo sanguíneo (BFR) permite generar adaptaciones musculares con cargas bajas, lo que la convierte en una opción prometedora en este contexto.

- **Objetivo**

  Determinar la eficacia de la terapia BFR combinada con ejercicio de fuerza para reducir el dolor en deportistas overhead con tendinopatía del manguito rotador.

- **Material y métodos**

  Se propone un ensayo clínico aleatorizado, controlado y simple ciego con 64 participantes distribuidos en dos grupos: grupo intervención (ejercicio + BFR) y grupo control (ejercicio). Se evaluarán las siguientes variables: dolor (NPRS), fuerza, rango de movimiento, funcionalidad (DASH, SPADI, KJOC) y grosor tendinoso mediante ecografía.

- **Plan de trabajo**

  El estudio se desarrollará entre septiembre de 2026 y julio de 2027 en cinco fases: revisión bibliográfica, planificación, ejecución del estudio, análisis de datos y difusión de resultados.

- **Discusión / Conclusión**

  Se espera que la combinación de BFR con ejercicio de fuerza produzca mayores mejoras en dolor, fuerza y funcionalidad respecto al ejercicio convencional. El BFR podría ser especialmente útil en fases iniciales donde la carga está limitada por el dolor, aunque la evidencia actual es limitada y requiere estudios más estandarizados.

- **Palabras clave:**

  BFR; manguito rotador; tendinopatía; ejercicio terapéutico.

ABSTRACT

- **Introduction**

  Rotator cuff tendinopathy is one of the main causes of shoulder pain and dysfunction, particularly in overhead athletes. Conservative treatment based on therapeutic exercise is the first-line approach; however, pain in early stages may limit the use of high loads. Blood flow restriction (BFR) therapy allows muscular adaptations with low loads, making it a promising alternative.

- **Objective**

  To determine the effectiveness of BFR therapy combined with strength training in reducing pain in overhead athletes with rotator cuff tendinopathy.

- **Material and Methods**

  A randomized, controlled, single-blind clinical trial with 64 participants is proposed. Subjects will be allocated into two groups: intervention group (exercise + BFR) and control group (exercise only). Outcomes include pain (NPRS), strength, range of motion, shoulder function (DASH, SPADI, KJOC), and tendon thickness assessed by ultrasound.

- **Working Plan**

  The study will be conducted from September 2026 to July 2027 in five phases: literature review, study planning, implementation, data analysis, and dissemination of results.

- **Discussion / Conclusion**

  BFR combined with strength training is expected to produce greater improvements in pain, strength, and function compared to conventional exercise. It may be especially useful in early stages when high loads are not tolerated, although further standardized research is needed.

- **Key words:**

  BFR; rotator cuff; tendinopathy; therapeutic exercise

INTRODUCCIÓN

El manguito rotador (MR) es un término que hace referencia a un conjunto de músculos estabilizadores de la cintura escapular, el cual está formado por el supraespinoso, infraespinoso, subescapular y redondo menor. (1)

Funcionalmente, el supraespinoso inicia la abducción glenohumeral hasta los 30º y colabora en la compresión de la cabeza humeral contra la cavidad glenoidea, evitando su migración superior por contracción del deltoides durante todo el ROM, mientras que el infraespinoso se encarga principalmente de la rotación externa del hombro, al igual que el redondo menor. Por último, el subescapular, tiene la función de realizar la rotación interna glenohumeral.(1,2)

El dolor de hombro relacionado con el MR es una afección que abarca diferentes patologías, incluyendo la tendinopatía de MR, síndrome subacromial, bursitis subacromial, desgarros parciales y completos del MR. (3)

En el contexto de la patología del MR, la tendinopatía es la primera causa de dolor del complejo articular del hombro, siendo el supraespinoso el más afectado por su disposición anatómica. Existe dolor en la región anterolateral del hombro, dificultad de movimiento por encima de la cabeza y pérdida de función de la cintura escapular, la clínica suele experimentarse con los movimientos de elevación y rotación externa de hombro. La tendinopatía es un cuadro que se caracteriza por dolor, una respuesta mal adaptativa del tendón, alteración funcional, debilidad y desorganización de las fibras de colágeno, generalmente como consecuencia de una sobrecarga mecánica o de un proceso degenerativo. (4,5)

En la tendinopatía del MR es difícil obtener un diagnóstico certero, ya que su origen es multifactorial. Para ello, se utilizan distintas herramientas: una anamnesis completa, la exploración física y las pruebas complementarias. En la anamnesis el paciente refiere dolor de predominio nocturno que aumenta al elevar el brazo por encima de la cabeza y puede acompañarse o no de debilidad muscular. Para un diagnóstico preciso es imprescindible que se tengan en cuenta datos como la edad, antecedentes patológicos previos, el nivel de limitación funcional y conocer la actividad laboral y deportiva del paciente. (6)

Las pruebas ortopédicas para evaluar el MR no permiten determinar con exactitud el tipo de afectación ni valorar por completo la capacidad funcional del hombro, pero sí ayudan a orientar el diagnóstico. Ninguna prueba aislada posee suficiente valor diagnóstico por sus limitaciones en sensibilidad y especificidad. Por ello, el verdadero valor clínico reside en la combinación e interpretación conjunta de múltiples maniobras exploratorias para una aproximación más precisa a la lesión del MR. (7)

Entre las pruebas complementarias cabe destacar la ecografía, excelente para valorar el MR. Pudiendo realizar una valoración de la tendinopatía, observando cambios histológicos en el tendón: engrosamiento, hipoecogenicidad y alteración de las fibras de colágeno.(8)

En cuanto a la etiología, la tendinopatía del supraespinoso se considera una condición multifactorial en la que confluyen factores intrínsecos del propio tendón, factores extrínsecos relacionados con la carga mecánica y factores de riesgo modificables y no modificables que influyen en su desarrollo y progresión.(9)

Los factores intrínsecos se relacionan con el estado fisiológico y la calidad del tejido tendinoso. Entre ellos destaca el envejecimiento, ya que con la edad disminuye la capacidad de los tenocitos para mantener y reparar la matriz extracelular, reduciéndose el potencial regenerativo y aumentando la susceptibilidad a lesión. A nivel estructural se observan procesos de degeneración del colágeno, pérdida de elasticidad, proliferación fibrovascular y, en algunos casos, calcificación. Además, determinadas zonas críticas del supraespinoso presentan áreas de hipovascularización e hipoxia relativa, lo que dificulta la reparación tras microlesiones repetidas y favorece la progresión degenerativa.

Los factores extrínsecos se relacionan con la carga mecánica aplicada sobre el tendón y con alteraciones biomecánicas del complejo del hombro. La sobrecarga repetitiva, especialmente en actividades deportivas overhead (OH) y trabajos manuales por encima de la cabeza, se asocia a un aumento del estrés sobre el MR y a cambios como la disminución de la distancia acromio-humeral y el engrosamiento del tendón del supraespinoso.(10–13)

Entre los factores anatómicos se han descrito la morfología del acromion, la presencia de osteofitos acromioclaviculares y la reducción del espacio subacromial, hallazgos

frecuentemente descritos en estudios de imagen, aunque su papel causal sigue siendo motivo de debate. (10–12)

La alteración de la posición y movilidad escapular parece tener mayor relevancia clínica, siendo la discinesia escapular frecuente en pacientes con dolor de hombro y patología del MR. En atletas se observa con frecuencia un patrón de mayor inclinación anterior y rotación interna escapular, y el debilitamiento de la musculatura estabilizadora reduce el espacio subacromial y aumenta el estrés sobre los tendones. (10,14)

En cuanto a los factores de riesgo, están en estrecha relación con la etiología, estos incluyen tanto elementos no modificables como modificables, y su presencia aumenta la probabilidad de desarrollar la patología. (15)

Entre los factores no modificables destacan la edad avanzada, el sexo femenino y la predisposición genética, siendo más frecuente en personas con antecedentes familiares de tendinopatías. Por otro lado, los factores modificables incluyen la obesidad, el tabaquismo, el sedentarismo, el uso de ciertos fármacos como corticoides y la presencia de comorbilidades sistémicas como diabetes. Además, en la actividad física OH, el trabajo manual repetitivo con movimientos por encima de la cabeza, la disquinesia escapular y la debilidad muscular favorecen la sobrecarga y el daño tendinoso. (15–17)

En el presente, se estima la prevalencia de las lesiones del MR en un 20-30% en la población general adulta, no obstante, estos porcentajes oscilan significativamente dependiendo de la población estudiada. (18)

Difícilmente se puede llegar a estimar una prevalencia de tendinopatía aislada, sin tener en cuenta roturas o calcificaciones, ya que en la mayoría de los casos coexiste con estas otras afectaciones concomitantes. (19)

Se debe tener en cuenta que la distensión o inflamación de la bursa (bursitis) es extremadamente frecuente en estos casos, constituyendo un hallazgo de esta patología, resultando imposible separarla exclusivamente de la tendinopatía del MR. (20)

Asimismo, la presencia de calcificaciones presenta un 42,8% en personas sintomáticas y del 7,8% en asintomáticas siendo las mujeres las más afectadas y una incidencia de 19,5% en edades comprendidas entre 31 y 40 años. (19)

Las tendinopatías degenerativas pueden producir a largo plazo lesiones de espesor parcial del MR presentando una prevalencia que se encuentra entre el 13% y el 32% siendo relevante destacar que la incidencia se sitúa en aproximadamente un 4% en la población menor de 40 años, mientras que se dispara a cifras superiores al 30% en los individuos mayores de 60 años. (21)

Las lesiones de hombro aparecen en jóvenes con mayor frecuencia en deportes OH en los cuales pueden aparecer estas lesiones. En tenis se determinó una incidencia de lesión de 0,04-3 por cada 1000 horas de juego en todas las categorías. En cuanto a la natación el dolor de hombro se situó entre el 45% y el 87%, con una media de edad de 18 años al inicio de los síntomas (13)

El proceso por el cual se produce la patología del tendón es la mecanotransducción. Una carga equilibrada promueve la homeostasis, mientras que una carga patológica o sobrecarga, desencadena una respuesta progresiva y dinámica del tendón. La combinación de tensión cíclica y compresión repetida sobre un tendón predispuesto induce una serie de cambios celulares y de matriz que avanzan desde un estado adaptativo y reversible hasta una degeneración estructural en gran medida irreversible (22)

Según el modelo del continuo de la tendinopatía, el tendón patológico evoluciona a través de tres fases interrelacionadas:

1. Tendinopatía Reactiva. Ante una sobrecarga aguda, ya sea por tracción o compresión (frecuente en el MR por el contacto subacromial), el tendón presenta una respuesta proliferativa no inflamatoria. Los tenocitos se activan y aumentan la síntesis de proteoglicanos, principalmente agrecanos, con el fin de retener agua y aumentar el área transversal del tendón. Este mecanismo es una adaptación diseñada para reducir el estrés mecánico a corto plazo. El tendón se observa engrosado, pero la integridad del colágeno se mantiene, lo que permite la reversibilidad del proceso si se gestiona adecuadamente la carga.

2. Desestructuración del Tendón. Si el estímulo mecánico excesivo persiste, el tendón entra en una fase de intento de reparación fallida. En este estadio, debido al aumento de proteoglicanos se observa una mayor desorganización de la matriz extracelular y una separación de las fibras de colágeno. En esta fase, pueden comenzar a aparecer fenómenos

iniciales de neovascularización y crecimiento neural asociado. Aún es posible la reversibilidad de la patología con ejercicio y manejo de carga adecuado.

3. Tendinopatía Degenerativa. Es el estadio final del espectro, caracterizado por una falla estructural profunda e irreversible, la cronicidad conduce a la apoptosis de los tenocitos, dejando áreas de la matriz acelulares y necróticas caracterizadas por la presencia más marcada de neovascularización y neoinervación, junto con productos de degradación de la matriz y una escasa cantidad de colágeno. Existe una considerable heterogeneidad de la matriz en estos tendones, con islas de patología degenerativa intercaladas entre otros estadios de patología y tendón sano. (22,23)

En cuanto al abordaje actual de la tendinopatía del MR, prevalece el tratamiento conservador como primera línea de intervención. Este se divide en terapias pasivas coadyuvantes y programas de ejercicio activo. (24)

Las terapias pasivas incluyen el tratamiento farmacológico (AINES), infiltraciones con corticosteroides, las cuales pueden ofrecer alivio del dolor a corto plazo, pero sus efectos no parecen mantenerse a largo plazo, y su uso repetido podría afectar la calidad del tendón. Infiltraciones con plasma rico en plaquetas (PRP), y la aplicación de ondas de choque extracorpóreas, destaca su utilización en tendinopatías calcificantes. Se incluyen técnicas invasivas ecoguiadas, como la punción seca intratendinosa o la electrólisis percutánea intratisular (EPI). Estas técnicas buscan generar un estímulo biológico controlado que favorezca la respuesta inflamatoria local, la eliminación de tejido degenerado y la reorganización del colágeno. (25–27)

Por otro lado, la terapia activa mediante programas de ejercicio terapéutico con manejo de carga representa actualmente la intervención con mayor nivel de evidencia científica para el tratamiento de tendinopatías. Su objetivo principal es restaurar la capacidad de carga del tendón mediante una progresión que suele iniciarse con ejercicios isométricos para el control del dolor, posteriormente fase isotónica y evolucionando a ejercicio excéntrico y de alta carga. (28,29)

En aquellos casos en los que el tratamiento conservador fracasa tras un periodo adecuado (generalmente 6 meses) o cuando existen roturas completas significativas con importante limitación funcional, puede considerarse el abordaje quirúrgico, como la artroscopia (30)

Sin embargo, antes de llegar a la opción quirúrgica, es fundamental agotar todas las estrategias de tratamiento conservador, especialmente en aquellos pacientes que presentan dolor agudo o intolerancia a las cargas de entrenamiento tradicionales. En este contexto, resultan de gran interés las terapias como la restricción del flujo sanguíneo (BFR), el cual utiliza un manguito neumático para ocluir parcialmente el flujo arterial y totalmente el venoso. Se coloca en la zona más proximal de la extremidad, generando un entorno de hipoxia local controlada. Esto induce un importante estrés metabólico trabajando con cargas externas muy bajas (20–40% de 1RM) y tensión mecánica mínima, lo que permite provocar adaptaciones fisiológicas y musculares superiores a las obtenidas con entrenamiento de baja carga convencional, lo cual es interesante considerar en este tipo de patologías. (31)

A nivel fisiológico, el BFR favorece la activación precoz de fibras tipo II, el aumento en la acumulación de metabolitos y la estimulación de vías anabólicas como mTOR, promoviendo incrementos en fuerza e hipertrofia muscular considerablemente superiores al entrenamiento sin BFR. Su principal ventaja clínica radica en que reduce el estrés mecánico articular y tendinoso, siendo especialmente útil cuando el dolor limita el trabajo con cargas elevadas, como es el caso de la tendinopatía reactiva de MR. (32,33)

La evidencia del BFR como tratamiento en tendinopatías es pobre, no obstante, parece prometedora por los resultados que se están obteniendo. Revisiones recientes recogen que el BFR, combinado con entrenamiento de baja carga, se ha utilizado en patología de extremidad superior con excelentes resultados. (34)

En los últimos años, el BFR ha adquirido relevancia en fisioterapia por su capacidad para generar adaptaciones musculares significativas con cargas bajas, siendo útil en la rehabilitación de patologías, sobre todo en estadios iniciales, donde el dolor o la intolerancia mecánica limitan la utilización de cargas altas, en este sentido, estudios como el de Centner et al. demostraron que el entrenamiento con BFR a bajas cargas (20–35% 1RM) induce adaptaciones mecánicas y morfológicas en el tendón rotuliano comparables a las obtenidas con entrenamiento de alta carga. Estos hallazgos apoyan la posible aplicabilidad del BFR en contextos donde las altas cargas no son toleradas. (35,36)

Además, la evidencia preliminar sugiere que el BFR puede generar un efecto de hipoalgesia inmediata. Investigaciones como la de Korakakis et al. (2018) evidencian una reducción del dolor tras su aplicación, facilitando la carga terapéutica de los tejidos.

En esta misma línea, Hughes y Patterson (2020) demostraron que el ejercicio de baja carga combinado con una oclusión del 40% de la presión de oclusión del miembro (LOP) puede incrementar el umbral del dolor hasta en un 26% en comparación con el ejercicio sin oclusión, apoyando su papel en la modulación del dolor. (37,38)

Asimismo, revisiones recientes, como la de Sinnott et al, y de igual manera el estudio de Naunton et al. (2025), indican que los protocolos de baja carga con BFR producen mejoras comparables en dolor, función y fuerza respecto a intervenciones tradicionales, confirmando su eficacia y seguridad en extremidades superiores, especialmente en pacientes con limitaciones mecánicas. En población sana, también se ha observado que el BFR puede inducir adaptaciones tendinosas favorables, como el aumento de la rigidez y del área de sección transversal. En este sentido, la revisión sistemática con metaanálisis de Bechan Vergara et al. confirma estos efectos, sugiriendo posibles adaptaciones anabólicas en el tejido tendinoso. (39–41)

Sin embargo, la evidencia específica sobre el uso del BFR en la tendinopatía reactiva del MR sigue siendo limitada. Los ensayos controlados aleatorizados en deportistas OH son escasos, cuentan con muestras reducidas y presentan resultados mixtos. A esto se suma una significativa heterogeneidad y limitación metodológica en las investigaciones previas (variabilidad en presiones, ejercicios y parámetros), lo que dificulta la extrapolación clínica de los hallazgos. (42,43)

Por todo ello, este proyecto se justifica por su necesidad de aplicar un protocolo de BFR cuidadosamente estandarizado que contribuya a reducir la heterogeneidad metodológica existente.

HIPOTESIS

La aplicación del BFR, combinado con un programa de ejercicio de fuerza producirá una mayor mejoría en el dolor, grosor del tendón, fuerza muscular, rango de movimiento, y funcionalidad del hombro en deportistas OH con tendinopatía del MR, en comparación con un grupo control que realizará el mismo programa de ejercicio sin el BFR.

OBJETIVO PRINCIPAL

El objetivo principal es determinar la eficacia de la terapia de restricción del flujo sanguíneo, combinada con ejercicio de fuerza para reducir el dolor en deportistas OH con tendinopatía del MR.

OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Comprobar si la terapia de BFR incrementa la fuerza muscular en pacientes con tendinopatía del MR.
- Objetivar si el BFR disminuye el grosor de tendón en una tendinopatía del MR.
- Evaluar la eficacia del BFR en la mejora del rango total de movimiento del hombro en pacientes con esta patología
- Valorar si la terapia de BFR mejora de la funcionalidad del hombro en pacientes con esta condición.

MATERIAL Y MÉTODOS

En cuanto al diseño del estudio, se trata de un protocolo de estudio de ensayo clínico aleatorizado, controlado y simple ciego con dos grupos paralelos. Este estudio se llevará a cabo desde septiembre de 2026 hasta junio de 2027. Se obtendrá la muestra de deportistas OH de diferentes disciplinas, concretamente de la Federación Cántabra de Natación y de Tenis. Los participantes del estudio serán distribuidos en dos grupos de forma aleatoria; un grupo control (GC), que recibirá un programa de ejercicios estándar para el MR y un grupo intervención (GI), el cual recibirá el mismo programa de ejercicio estándar combinado con el BFR. Dicho estudio se llevará a cabo acorde a la declaración *SPIRIT* (Standard Protocol ítems: Recommendation for Interventional Trials). (44)

Este estudio está dirigido a deportistas OH y se extraerán los participantes de la Federación Cántabra de Natación y de Tenis para extrapolar la muestra. Con la intención de mantener el poder estadístico y teniendo en consideración las pérdidas estimadas por abandono (10%) de los participantes, se establecerá un tamaño muestral de 64 pacientes.

La división de estos participantes se realizará en dos grupos. El GI (n=32), a los cuales se les aplica el tratamiento con restricción de flujo junto con el programa de ejercicios estándar y el GC (n=32), los cuales realizan el programa de ejercicios exclusivamente. En cuanto a la asignación, se realizará un procedimiento de aleatorización simple ejecutado mediante la función SAMPLE del programa estadístico R ®, mitigando el sesgo de selección y obteniendo un ratio de asignación de 1:1.

Se incluirán en este estudio aquellos deportistas que cumplan con los siguientes criterios con el objetivo de homogeneizar la muestra, asimismo se desestimaron pacientes con las siguientes condiciones:

Criterios de inclusión:

- Edad comprendida entre 16 y 45 años
- Se incluirán ambos géneros.
- Dolor en el hombro >4/10 en la escala NPRS.

- Dolor reciente de < 3 meses de evolución.
- Personas que estén diagnosticadas por un médico especialista de tendinopatía reactiva, confirmada por un ecógrafo.
- Presenten afectación unilateral en el hombro.
- Se tuvieron en cuenta solamente pacientes federados que realicen deporte OH, con frecuencia semanal y de forma periódica, con licencia activa en la temporada en curso.
- Personas que estén capacitadas para aceptar el consentimiento informado y entrar en este estudio.

Criterios de exclusión:

- Cirugías previas en cualquier articulación del hombro
- Luxaciones previas glenohumerales
- Antecedentes de rotura parcial y total del MR
- Participantes que hayan recibido tratamiento con corticosteroides durante 6 meses previos al inicio del estudio (infiltraciones, toma oral…)
- Antecedentes/diagnóstico actual de enfermedades cardiovasculares (TVP, IC, ACV, síndrome de Brugada, enfermedad vascular periférica, hipertensión.)
- Pacientes bajo tratamiento con fármacos anticoagulantes orales.
- Presencia de neuropatías o radiculopatías que afecten a las EESS
- Pacientes embarazadas o que estén recibiendo anticonceptivos orales
- Cualquier persona que presente una contraindicación de oclusión o de exposición a esta terapia.
- Fumadores

Variables

Variable independiente:

- Tratamiento combinado de BFR con exposición a un programa de ejercicios de fuerza. Variable cualitativa dicotómica. Codificada en sí o no (recibir tratamiento combinado o no).

Variables dependientes:

- Dolor registrado con la escala NPRS: variable cuantitativa continua. Codificada de 1-10
- Fuerza cuantificada por un dinamómetro: variable cuantitativa continua. Codificada en Newtons
- Función y desempeño del hombro a través de la escala KJOC: variable cuantitativa continua. Codificada de 0-100
- Funcionalidad y dolor mediante escala DASH y escala SPADI: variable cuantitativa ordinal. Codificada de 0-100
- Rango de movimiento registrado con goniometría: variable cuantitativa continua. Codificada en grados (º)
- Grosor del tendón evaluado mediante ecografía: variable cuantitativa continua. Codificada en milímetros.

Otras variables que se deberían de considerar como variables de confusión:

- Edad: Variable cuantitativa continua. Codificada en años.
- Género: Variable cualitativa dicotómica. Codificada en masculino o femenino.

Escalas Autoadministradas

- Numeric Rating Scale of Pain (NPRS)

  La Escala Numérica de Calificación del Dolor es un instrumento de medición muy utilizada para la evaluación subjetiva de la intensidad del dolor debido a su alta validez respecto a otras escalas. Consta de 11 niveles de clasificación desde el 0 (ausencia o falta de dolor) al 10 (mayor dolor que haya sentido). El paciente elegirá el número que más se asemeje a su dolor dentro de la escala, sin posibilidad de añadir decimales. Para conocer si la variación en la escala es clínicamente significativa, se establece una reducción de 2 puntos o un cambio de entre el 30% al 50 % respecto a la inicial; a esto se le conoce como la mínima diferencia clínicamente relevante. (45)[ANEXO 3]

- Cuestionario Clínico Ortopédico Kerlan-Jobe (KJOC)

  Es una herramienta de evaluación funcional diseñada específicamente para medir la capacidad funcional y el rendimiento en atletas que realizan movimientos repetitivos y de alta demanda por encima de la cabeza OH, como lanzadores, tenistas, nadadores y jugadores de voleibol. Evalúa la función, la discapacidad y la limitación de la participación en el deporte específico del atleta mediante 10 ítems. Cada ítem aborda un aspecto de la actividad deportiva y se puntúa en una escala de 10 puntos (1-10 o 0-9). La puntuación total varía de 0 a 100, siendo 0 la peor función/incapacidad y 100 una función perfecta o sin limitación. (46)[ANEXO 4]

- Disabilities of the Arm Shoulder (DASH)

  Se trata de un cuestionario de autoevaluación validado y diseñado para medir los síntomas y la capacidad funcional en pacientes con cualquier afectación musculoesquelética de las extremidades superiores. Consta de 30 ítems que evalúan la dificultad para realizar actividades cotidianas, deportivas y laborales, así como la presencia de dolor, rigidez y debilidad. Cada ítem se valora en una escala de 1 a 5. Posteriormente se clasifica en una puntuación total que va de 0 (ninguna discapacidad) a 100 (discapacidad máxima), siendo un instrumento de elección para el seguimiento de la evolución clínica. (47)[ANEXO 5]

- Shoulder Pain and Disability Index (SPADI)

  Esta escala está diseñada para evaluar el dolor y la discapacidad relacionados con la patología del hombro mediante 13 ítems. Se divide en dos subescalas: una de 5 ítems que mide la intensidad del dolor en actividades cotidianas, y otra de 8 ítems que valora la dificultad para realizar tareas comunes con el hombro afectado. Se puntúa en una escala de 0 a 10, donde valores más altos indican mayor dolor o discapacidad. Posteriormente se realiza una puntuación global de cada escala, clasificando de 0 (ausencia de dolor o discapacidad) a 100 (máxima limitación funcional). (48) [ANEXO 6]

Herramientas

- Rango de movimiento

  Para medir la amplitud de movimiento, se utilizará el goniómetro digital HALO, el cual es un dispositivo digital diseñado para medir el rango de movimiento articular de forma precisa y objetiva. Este equipo utiliza tecnología inalámbrica y sensores inerciales que permiten obtener mediciones angulares con alta fiabilidad y reproducibilidad, superando las limitaciones de los goniómetros convencionales. Su uso es común en la evaluación clínica del hombro y otras articulaciones, facilitando el registro del rango de movimiento en tiempo real y la comparación de resultados entre diferentes evaluaciones. (49)[ANEXO 7]

- Fuerza

  Se realizarán las mediciones mediante el dinamómetro ActivForce 2, el cual está diseñado para medir la fuerza muscular proporcionando mediciones con alta fiabilidad y validez, superando a los dinamómetros analógicos tradicionales. Destaca por su portabilidad, facilidad de uso y bajo coste, lo que lo convierte en una herramienta útil tanto para la práctica clínica como para la investigación. Permite realizar mediciones isométricas de la fuerza en diferentes grupos musculares, incluyendo los del hombro, y cuenta con un sistema de registro electrónico que facilita la recolección y el análisis de los datos. Su diseño ergonómico y su fiabilidad han sido validados en estudios científicos, demostrando una alta concordancia y reproducibilidad en la evaluación de la fuerza muscular. (50)[ANEXO 8]

- Grosor del tendón

  Para objetivar el grosor de los tendones de MR se utilizará el ecógrafo Mindray M7, este es un equipo portátil, diseñado para aplicaciones clínicas y de investigación, especialmente en la evaluación musculoesquelética. Cuenta con puerto para transductor lineal, muy útil para evaluar patología de MR, facilitando la detección de alteraciones en el grosor y la ecogenicidad tendinosa, permite visualizar estructuras superficiales y profundas variando la frecuencia de onda, pudiendo oscilar entre 5.0-18.0 MHz. (51)[ANEXO 9]

- Manguito automático de oclusión para BFR

  Para la realización del BFR se utilizó el dispositivo SmartCuffs 4.0 Clinical Set, el cual es un dispositivo que está diseñado explícitamente para uso clínico y se encuentra validado en estudios para su uso en entrenamiento muscular. Incorpora un manguito electrónico que permite una medición automática de la Presión de Oclusión de la Extremidad (LOP). El dispositivo permite fijar un porcentaje de oclusión, estableciendo la Presión de Oclusión Individualizada (POP), realizando un cálculo porcentual. (52)[ANEXO 10]

PROCEDIMIENTOS

El proceso de captación de los participantes se realizará en colaboración con la Federación Cántabra de Natación y la Federación Cántabra de Tenis, entidades que facilitarán el contacto con los deportistas que cumplan los criterios de inclusión y se excluirán aquellos deportistas que presenten alguna de las condiciones descritas en los criterios de exclusión, con el fin de garantizar la homogeneidad de la muestra. Los posibles candidatos serán previamente diagnosticados por un médico especialista, confirmando mediante la ecografía la presencia de tendinopatía reactiva del MR.

Antes de iniciar con el procedimiento, se entregará la hoja de información y el consentimiento informado por escrito a todos los participantes. La asignación de los pacientes a cada grupo se realizará mediante un proceso de aleatorización simple. El GC recibirá un programa de ejercicios estándar para el MR, mientras que el GI recibirá el mismo programa de ejercicio estándar combinado con el BFR.

El estudio constará de dos evaluadores. Un fisioterapeuta, cegado a la asignación de los participantes, será el responsable de realizar las mediciones y recoger las escalas de valoración. Por otro lado, el investigador principal llevará a cabo la intervención completa y no estará cegado. En cuanto a los participantes, no será posible su cegamiento debido a las características de la intervención con BFR, ya que la presencia del manguito y la percepción de presión son evidentes. Por ello, el

cegamiento se limitará al evaluador, configurando un diseño metodológico del estudio de simple ciego.

Previamente a la intervención, cada participante rellenará las escalas SPADI, DASH Y KJOC. Asimismo, se anotará el grado de dolor percibido mediante la escala NPRS, y una vez rellenados, se entregarán estas al fisioterapeuta pertinente.
A continuación, se procederá con las mediciones de fuerza, rango de movimiento y grosor del tendón, antes de iniciar el tratamiento.

Para valorar la fuerza muscular del hombro se utilizará el dinamómetro ActivForce, con el paciente en sedestación y la resistencia se aplicará en la muñeca. El fisioterapeuta realizará una fijación estable en el tronco del paciente para evitar movimientos compensatorios y asegurar la estabilidad durante la medición. Para cada movimiento, se realizarán 3 mediciones de 5 segundos de contracción isométrica máxima, con 1 minuto de descanso entre cada una. Se calculará la media de las tres mediciones para obtener el valor final de fuerza. Los movimientos evaluados serán:

Movimientos	Posición Paciente (PP)	Descripción Movimiento
Rotaciones externa e interna	Brazo pegado al cuerpo, codo en flexión de 90º, antebrazo en posición neutra.	Codo fijado por fisioterapeuta. Paciente realiza gesto de rotación externa o interna.
Abducción y aducción	Abducción: Posición de brazo en plano escapular, 90º de ABD y codo en extensión. Aducción: 0º de ABD, codo en extensión.	Paciente realiza el gesto de abducción o aducción de hombro.
Flexión y extensión	Flexión: 90º de flexión de hombro, plano sagital, codo en extensión. Extensión: Brazo alineado	Paciente realiza el gesto de flexión o extensión de hombro.

	con el tronco, codo en extensión	

El rango de movimiento (ROM) se medirá con el goniómetro HALO, realizando todas las mediciones en sedestación con una posición erguida, evaluando: flexión, abducción, extensión y rotaciones, asegurando que el paciente realice los movimientos de forma controlada y sin dolor.

Antes de la valoración, con el propósito de enseñar al paciente los movimientos a realizar y corregir las compensaciones que pudieran suceder, el evaluador demostrará personalmente cada movimiento a valorar y luego el participante realizará una demostración de ese movimiento a modo de prueba. Una vez realizada la prueba se informará de la importancia de mantener la posición final para realizar la medición correcta del ángulo en cada movimiento.

Movimiento	Posición Paciente	Posición Goniómetro	Descripción movimiento
Rotación externa e interna	Hombro en ABD de 90º, codo en flexión de 90º, antebrazo posición neutra .	Eje del goniómetro en olécranon Brazo fijo: paralelo al suelo Brazo móvil: eje longitudinal del antebrazo.	Rotación externa hacia arriba, rotación interna moverá el antebrazo hacia abajo y hacia atrás.
Abducción	Hombro a 0º de ABD, codo en extensión, antebrazo supinado. (posición anatómica)	Eje del goniómetro en borde anterior del acromion. Brazo fijo: eje longitudinal del tronco	Se realiza el movimiento, levantando el brazo lateralmente

		Brazo móvil: eje longitudinal del húmero	
Flexión y extensión	Hombro a 0º de ABD y flexión, codo en extensión, antebrazo posición neutra	Eje del goniómetro en cara lateral del acromion. Brazo fijo: eje longitudinal del tronco. Brazo móvil: eje longitudinal del húmero	Flexión: se lleva el brazo hacia adelante. Extensión: se lleva el brazo hacia atrás.

Mediante el ecógrafo Mindray M7 y usando una sonda lineal, se realizará una evaluación morfológica del tendón conjunto del supraespinoso e infraespinoso, con el fin de comprobar si disminuye el grosor después de los ejercicios. Se utilizará la posición de "Crass" modificada: paciente en sedestación con el brazo en extensión, aducción y rotación interna máxima.
Este posicionamiento desplaza el tendón desde su ubicación subacromial hacia una posición anterolateral, facilitando su exposición para el estudio.

Para el grosor máximo tendinoso se determinará como punto de referencia en el plano longitudinal (eje largo) siguiendo la orientación de las fibras tendinosas y de forma estandarizada a una distancia fija de 1cm distal a la inserción del troquiter. Para garantizar la robustez de los datos, se realizará la medición en el mismo punto anatómico, pero en el eje corto, delimitando el borde superior del supraespinoso y el límite inferior del infraespinoso. Asimismo, se mantuvo la sonda perpendicular a las fibras para evitar el artefacto de anisotropía, evitando sesgos.

Se llevarán a cabo las exploraciones con el mismo equipo de ultrasonido y el mismo evaluador para evitar variabilidades en la medida de lo posible.

Todas estas escalas y mediciones se realizarán tanto antes como después del tratamiento, con el fin de evaluar el impacto de este. Además, con el objetivo de evaluar la efectividad del estudio a largo plazo, se realizarán dos mediciones a los 3 y 6 meses de finalizar el proceso.

El grupo control recibirá un programa de ejercicio terapéutico estándar dirigido a la mejoría del dolor, la recuperación del rango de movimiento (ROM) funcional del hombro y el fortalecimiento del MR y la musculatura escapular. Este programa se estructurará en sesiones supervisadas de fisioterapia, con una duración de 8 semanas con un total de 16 sesiones de intervención distribuidas en 2 días semanales. Permitiendo un dolor máximo de 3/10 en la escala EVA durante la ejecución de los ejercicios.

Con el fin de preparar los tejidos a la carga, el programa en ambos grupos comenzará con:

- 5–10 minutos de calentamiento general mediante ejercicio aeróbico suave, bicicleta estática o caminar en la cinta.
- Un remo bajo con banda elástica, manteniendo en todo momento el control escapular, se realizarán 3 series de 10 repeticiones.
- Ejercicios en Y, T y W se utilizarán como parte del trabajo de control escapular y fortalecimiento del trapecio medio, inferior y romboides. En posición decúbito prono, el paciente realizará elevaciones de brazos en tres patrones: “Y” (elevación en plano escapular), “T” (abducción horizontal) y “W” (codos flexionados con rotación externa y retracción escapular), con columna y cuello en posición neutra. Para cada uno de los tres ejercicios se pautarán 3 series de 15 repeticiones, sin carga o con resistencia muy ligera, enfatizando la retracción y depresión escapular y evitando compensaciones cervicales o lumbares.

A continuación, se comenzará con los ejercicios de fortalecimiento de MR, ambos grupos realizarán el mismo número de series, repeticiones y descansos, sin embargo, el grupo intervención comenzará con la terapia de BFR.

La intervención de BFR se realizará utilizando el dispositivo Smart Cuffs 4.0 en el miembro superior patológico. El manguito se colocará en la zona más proximal del brazo, inmediatamente distal al pliegue axilar anterior. Se aplicará una presión de oclusión personalizada equivalente al 40% de la LOP. El protocolo de carga consistirá en un bloque de 4 series con un esquema de repeticiones de 30, 15, 15 y 15, con un tiempo de descaso

entre series de 30 segundos y de 2 minutos entre ejercicios. El manguito se mantendrá inflado de forma continua durante la ejecución los ejercicios, incluyendo los periodos de descanso entre series, para maximizar el estrés metabólico y la hipoxia localizada. Sin embargo, este se desinflará una vez terminado cada ejercicio para permitir la reperfusión sanguínea del tejido y que el sistema cardiovascular se estabilice.

Los ejercicios de fortalecimiento de MR serán los siguientes:

Semanas 1-4

Ejercicio	Posición paciente (PP)	Ejecución movimiento
1: Rotación externa (decúbito lateral)	Decúbito lateral, brazo afectado arriba a 0° de ABD, codo a 90° de flexión. Toalla entre codo y cuerpo para evitar aducción compensatoria.	Realizar rotación externa llevando el antebrazo hacia el techo, manteniendo el codo pegado al cuerpo.
2: Abducción plano escapular	Paciente en bipedestación, con los pulgares hacia arriba ("Full Can").	Movimiento se realizará con los brazos en el plano escapular, 30° respecto al plano frontal, se elevarán los brazos hacia el techo hasta los 90°.
3: Flexiones contra la pared / Plus serrato	En posición de flexión contra la pared, con las manos a la anchura de los hombros y retracción escapular.	Flexionar los codos paralelos al tronco hasta que llegan a posición neutra y se empuja separando las escapulas al final del movimiento.

Semanas 5-8

Ejercicio	Posición del paciente (PP)	Ejecución movimiento
1: Rotación externa (sedestación)	Sedestación, hombro a 90° de ABD, codo a 90°. Fisioterapeuta controla compensaciones.	Realizar rotación externa llevando el antebrazo hacia atrás.
2: Abducción en plano escapular (resistido)	Bipedestación, pulgares hacia arriba, brazos en plano escapular (30° respecto al plano frontal). Con mancuerna de 2 kg.	Elevar los brazos hacia el techo hasta 120–140°.
Flexiones / Plus de serrato de rodillas	Decúbito prono con apoyo de rodillas, manos a la anchura de los hombros y retracción escapular.	Flexionar los codos paralelos al tronco hasta posición neutra y empujar separando las escápulas al final del movimiento (plus).

Materiales

Para el desarrollo de este ensayo clínico, se requerirá el siguiente equipamiento:

- 4 mancuernas de 2 kg y bandas elásticas [ANEXOS 11,12]
- Dispositivo de oclusión SmartCuffs 4.0 [ANEXO 10]
- Copias impresas o digitalizadas de los cuestionarios autoadministrados: escalas NPRS, KJOC, DASH y SPADI. [ANEXOS 3,4,5,6]
- Goniómetro HALO [ANEXO 7].
- Dinamómetro ActivForce 2 [ANEXO 8]
- Ecógrafo Mindray M7 [ANEXO 9]
- Camillas, toallas (utilizadas para evitar la aducción compensatoria en los ejercicios) y cronómetros para el control de los tiempos de oclusión y descanso.

Aspectos éticos del estudio:

Este proyecto será sometido para su aprobación tanto a la Comisión como al Comité Ético de Investigación Clínica de Cantabria (CEIC). El estudio se llevará a cabo respetando la Declaración de Helsinki. A todos los participantes se les proporcionará la Hoja de Información (ANEXO 1) y el Consentimiento Informado (ANEXO 2), en los que se detallarán los objetivos, métodos, beneficios y posibles riesgos del estudio, así como las molestias que puedan experimentar durante la investigación. Se garantizará el cumplimiento de la Ley Orgánica 7/2021, de 26 de mayo, de Protección de Datos Personales y Garantía de Derechos Digitales, así como del Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, en lo que respecta al tratamiento y circulación libre de datos personales. Solo el investigador principal tendrá acceso a los datos personales recopilados. Además, se proporcionará un documento que permitirá a los participantes revocar su consentimiento en cualquier momento, sin que esto implique ninguna penalización.

PLAN DE TRABAJO

Duración de la Investigación:

- Fecha de inicio: 1 de septiembre de 2026.
- Fecha de finalización: 31 de julio de 2027

Para garantizar el éxito del proyecto, el estudio se desarrollará en cinco etapas clave. Estas fases estarán cuidadosamente estructuradas para facilitar una organización clara, una ejecución eficiente y el logro de resultados relevantes.

1. Revisión Bibliográfica

- Fecha de inicio: 1 de septiembre de 2026
- Fecha de finalización: 30 de septiembre de 2026

La primera etapa estará dedicada a un análisis exhaustivo de la literatura científica existente. Se revisarán fuentes relevantes como artículos de revistas indexadas, libros, tesis doctorales y reportes técnicos disponibles en bases de datos como PubMed, PEDro, y Cochrane.

Actividades principales:

1. Identificación de palabras clave específicas relacionadas con el tema de investigación.
2. Realización de búsquedas sistemáticas y recolección de literatura relevante.
3. Evaluación crítica de los estudios seleccionados para identificar lagunas de conocimiento y justificar la necesidad del estudio.
4. Organización de la información recopilada en un marco teórico que sirva de base para los objetivos específicos y la formulación de hipótesis.

Esta etapa proporcionará un conocimiento actualizado del tema, permitirá definir claramente los objetivos del estudio y garantizará que las metodologías sean congruentes con las investigaciones más recientes.

2. Planificación del Estudio y Preparación del Proyecto

- Fecha de inicio: 1 de octubre de 2026
- Fecha de finalización: 31 de octubre de 2026

La segunda etapa estará enfocada en el diseño del protocolo de estudio y en la planificación logística del proyecto. Durante este periodo, se definirán las estrategias, los recursos y las actividades necesarias para el desarrollo del estudio.

Actividades principales:

1. Establecimiento del equipo de trabajo, definiendo roles y responsabilidades.
2. Coordinación con los centros de estudio y contacto con los participantes potenciales.
3. Diseño del protocolo de intervención, que incluirá detalles sobre la asignación aleatoria de los participantes, los métodos de cegamiento y los procedimientos de evaluación.
4. Redacción y presentación del protocolo al Comité de Ética de Investigación para obtener la aprobación correspondiente.
5. Revisión de todos los materiales necesarios, como cuestionarios, dispositivos de medición y herramientas para el análisis.

Esta etapa es fundamental para garantizar que todos los aspectos del estudio estén organizados y que el proyecto cumpla con los estándares éticos y metodológicos requeridos.

3. Ejecución del Estudio

- Fecha de inicio: 1 de noviembre de 2026
- Fecha de finalización: 30 de abril de 2027

La tercera etapa corresponde a la implementación del protocolo diseñado. Durante este periodo, se llevarán a cabo todas las actividades prácticas necesarias para la recolección de datos y la ejecución de las intervenciones.

Actividades principales:

1. Reclutamiento de los participantes y asignación aleatoria a los grupos de intervención o control.
2. Realización de sesiones según lo establecido en el protocolo, asegurando la correcta aplicación de las intervenciones y el seguimiento de los parámetros individuales.
3. Monitorización continua de los participantes para registrar cualquier efecto adverso y asegurar la adherencia al tratamiento.
4. Evaluación semanal de los participantes mediante herramientas como cuestionarios específicos y dispositivos de medición fisiológica.
5. Registro y almacenamiento seguro de los datos recolectados para garantizar su integridad y disponibilidad durante las etapas posteriores.

Esta fase marcará la puesta en marcha del estudio y la recopilación de datos esenciales para alcanzar los objetivos planteados.

4. Procesamiento y Análisis de la Información

- Fecha de inicio: 1 de mayo de 2027
- Fecha de finalización: 15 de junio de 2027

Una vez completada la etapa de recolección de datos, se procederá al procesamiento y análisis de la información obtenida. Este paso es crucial para transformar los datos brutos en conclusiones significativas y respaldadas por evidencia.

Actividades principales:

1. Organización de los datos recolectados en bases de datos seguras y compatibles con los programas estadísticos seleccionados.
2. Realización de análisis estadísticos descriptivos y comparativos para evaluar las diferencias entre los grupos de intervención y control.
3. Identificación de patrones y tendencias en los resultados, así como el análisis de la relevancia clínica de los hallazgos.
4. Preparación de informes preliminares para discusión interna del equipo de investigación.

Esta etapa será clave para extraer conocimientos relevantes y determinar la eficacia de las intervenciones implementadas.

5. Análisis de los Resultados, Redacción del Informe Final y Publicación de Resultados

- Fecha de inicio: 15 de junio de 2027
- Fecha de finalización: 31 de julio de 2027

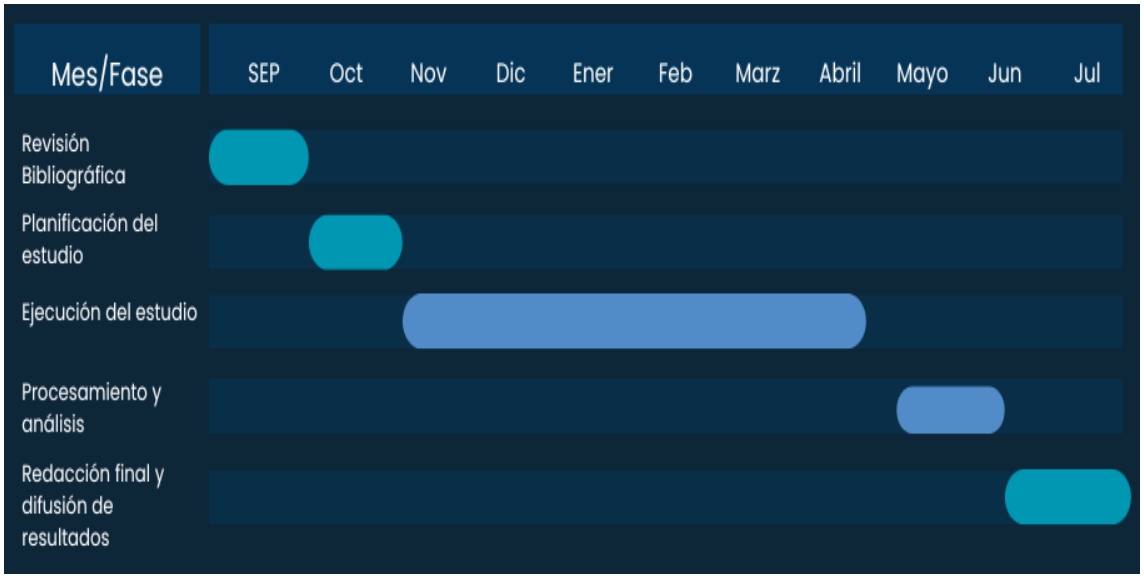
En la última etapa, se interpretarán los resultados obtenidos y se redactará el informe final del estudio. Además, se iniciará la difusión de los hallazgos para compartirlos con la comunidad científica y los centros participantes.

Actividades principales:

1. Elaboración de un informe detallado del estudio, que incluirá:
    - Introducción con antecedentes y justificación del estudio.
    - Metodología aplicada durante la investigación.
    - Resultados obtenidos y su interpretación.
    - Discusión en relación con la literatura existente.
    - Conclusiones y recomendaciones para futuros estudios.

2. Preparación de manuscritos para su envío a revistas científicas indexadas.
3. Presentación de los resultados en congresos y conferencias científicas nacionales e internacionales.

La difusión de los hallazgos permitirá contribuir al avance del conocimiento en el área de estudio y abrir nuevas líneas de investigación en el futuro.



DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El presente estudio plantea evaluar la eficacia del BFR combinado con un programa de ejercicio de fuerza en deportistas OH con tendinopatía reactiva del MR. A partir de la evidencia disponible, se espera que la intervención produzca mejoras superiores en variables clínicas relevantes como el dolor, la fuerza muscular, la funcionalidad y el rango de movimiento, en comparación con un programa de ejercicio convencional sin BFR.

En relación con el dolor, variable principal del estudio, la literatura actual respalda que el ejercicio terapéutico constituye la base del tratamiento en tendinopatías, especialmente mediante programas progresivos de carga. Sin embargo, en fases reactivas o en situaciones donde el dolor limita la aplicación de cargas elevadas, el BFR podría

representar una alternativa eficaz. Diversos estudios han mostrado que el entrenamiento con baja carga combinado con BFR puede inducir adaptaciones similares a las obtenidas con cargas altas, lo que permitiría una reducción del dolor sin aumentar el estrés mecánico sobre el tendón. En este sentido, se espera que el grupo intervención experimente una disminución más rápida y clínicamente significativa del dolor en comparación con el grupo control.

Respecto a la fuerza muscular, los mecanismos fisiológicos asociados al BFR, como la activación precoz de fibras tipo II, el aumento del estrés metabólico y la estimulación de vías anabólicas como mTOR, sugieren un potencial efecto superior en la mejora de la capacidad contráctil. La evidencia en extremidad superior, aunque aún limitada, apunta a incrementos significativos de fuerza incluso con cargas bajas, lo que resulta especialmente relevante en pacientes con dolor o intolerancia a la carga. Por tanto, se prevé que el grupo tratado con BFR obtenga mayores ganancias de fuerza en menor tiempo.

En cuanto a la funcionalidad y el rango de movimiento, la mejora de estas variables se encuentra estrechamente relacionada con la reducción del dolor y el aumento de la fuerza. Escalas como DASH, SPADI o KJOC permiten objetivar estos cambios desde una perspectiva clínica y funcional. La literatura sugiere que intervenciones que combinan control del dolor y mejora de la capacidad muscular tienden a generar una recuperación funcional más completa, por lo que es razonable esperar resultados superiores en el grupo intervención.

Una de las variables más novedosas del estudio es la evaluación del grosor tendinoso mediante ecografía. Aunque tradicionalmente se ha considerado que la remodelación del tendón requiere cargas elevadas, estudios recientes indican que el BFR podría inducir adaptaciones estructurales incluso con cargas bajas. No obstante, la evidencia en este ámbito es todavía limitada y heterogénea, por lo que los resultados obtenidos en este estudio podrían aportar información relevante sobre el efecto del BFR a nivel morfológico.

A pesar de las expectativas positivas, es importante contextualizar los resultados dentro de las limitaciones de la evidencia actual. La literatura sobre BFR en patología del MR es escasa y presenta una notable variabilidad metodológica en cuanto a parámetros de aplicación, como la presión de oclusión, el tipo de ejercicio o la duración de los

programas. Este hecho dificulta la comparación entre estudios y la extrapolación de resultados. En este sentido, uno de los aportes del presente estudio es la aplicación de un protocolo estandarizado, lo que podría contribuir a mejorar la reproducibilidad y la calidad de la evidencia en este campo.

Desde el punto de vista de la aplicabilidad clínica, los resultados de este estudio podrían tener un impacto relevante en el ámbito de la fisioterapia. El BFR se presenta como una herramienta útil especialmente en fases iniciales de la tendinopatía, donde el dolor limita la carga mecánica. Su capacidad para generar adaptaciones musculares con cargas bajas lo convierte en una opción terapéutica atractiva para deportistas OH, población con alta demanda funcional y elevada incidencia de patología del MR. Además, su implementación en la práctica clínica es relativamente sencilla, siempre que se disponga de formación adecuada y dispositivos validados.

Asimismo, la posible mejora en variables como el dolor y la función podría traducirse en una reducción del tiempo de recuperación y una reincorporación más precoz a la actividad deportiva, lo que supone un beneficio significativo tanto a nivel individual como en el contexto del rendimiento deportivo. En este sentido, el estudio no solo tiene relevancia clínica, sino también deportiva y preventiva.

En cuanto a las fortalezas del estudio, destaca en primer lugar su diseño metodológico, ya que se trata de un ensayo clínico aleatorizado con grupo control, lo que permite establecer relaciones causales con mayor nivel de evidencia. La utilización de un evaluador cegado contribuye a reducir el sesgo de medición, aumentando la validez interna del estudio. Además, el uso de herramientas de medición objetivas y validadas, como el dinamómetro, el goniómetro digital y la ecografía, permite obtener datos fiables y reproducibles.

Otra fortaleza relevante es la selección de una muestra homogénea, compuesta por deportistas OH con diagnóstico confirmado de tendinopatía reactiva, lo que mejora la precisión en la interpretación de los resultados. Asimismo, la inclusión de variables tanto clínicas como estructurales proporciona una visión integral del efecto de la intervención.

No obstante, el estudio también presenta una serie de limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, el tamaño muestral, aunque calculado para mantener el poder estadístico, puede resultar limitado para detectar diferencias en algunas variables

secundarias o para realizar análisis subgrupales. Además, la imposibilidad de cegar a los participantes constituye una limitación inherente a este tipo de intervenciones, pudiendo introducir sesgos de expectativa.

Otra limitación importante es la posible presencia de sesgos de adherencia, ya que el cumplimiento del programa de ejercicios puede variar entre los participantes y afectar a los resultados. Asimismo, factores como la carga deportiva externa, la técnica deportiva o el nivel de entrenamiento previo pueden actuar como variables de confusión difíciles de controlar completamente.

En relación con la medición del grosor tendinoso, aunque la ecografía es una herramienta válida y ampliamente utilizada, su carácter operador-dependiente puede introducir variabilidad en las mediciones, a pesar de intentar estandarizar el procedimiento. Por otro lado, las pérdidas durante el seguimiento, especialmente en las evaluaciones a medio y largo plazo, pueden afectar a la validez externa del estudio.

Finalmente, cabe destacar que los resultados de este estudio serán aplicables principalmente a una población específica, deportistas jóvenes con tendinopatía reactiva, lo que limita su generalización a otros grupos poblacionales, como pacientes de mayor edad o con tendinopatías degenerativas avanzadas.

En conclusión, este estudio pretende aportar evidencia sobre la eficacia del BFR combinado con ejercicio de fuerza en el tratamiento de la tendinopatía del MR en deportistas OH. Se espera que esta intervención permita mejorar el dolor, la fuerza y la funcionalidad de forma más eficiente que el ejercicio convencional, ofreciendo una alternativa terapéutica especialmente útil en fases iniciales donde la carga está limitada por el dolor. A pesar de las limitaciones inherentes al diseño, los resultados podrían contribuir a optimizar los protocolos de rehabilitación en fisioterapia y a consolidar el uso del BFR como herramienta clínica en el manejo de las tendinopatías.

ANEXOS

ANEXO 1: HOJA DE INFORMACIÓN

TÍTULO DEL ESTUDIO: EFECTIVIDAD DE LA TERAPIA DE RESTRICCIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO (BFR) COMBINADO CON TRABAJO DE FUERZA PARA PATOLOGÍA DEL MANGUITO ROTADOR EN DEPORTISTAS OVERHEAD: PROTOCOLO DE ENSAYO CLÍNICO ALEATORIZADO
INVESTIGADORES PRINCIPALES: Evaristo Canales, Aimar Brazal y Javier Ostolaza (Tutor)

INTRODUCCIÓN
Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación en el que se le invita a participar. El objetivo es que usted pueda evaluar libremente su participación tras recibir información clara y suficiente sobre el procedimiento. Este estudio ha sido diseñado respetando la normativa vigente y la Declaración de Helsinki.

PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA
Su participación es completamente voluntaria. Tiene derecho a no participar o a retirarse en cualquier momento sin que esto afecte su atención médica ni su relación con el equipo de fisioterapia.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO Y PROCEDIMIENTOS
Este es un ensayo clínico aleatorizado para evaluar una técnica denominada Entrenamiento con Restricción del Flujo Sanguíneo (BFR). Si decide participar, será asignado al azar a uno de los siguientes grupos:

- Grupo de Intervención (BFR): Realizará ejercicios de fuerza utilizando el dispositivo Smart Cuffs 4.0, un manguito neumático que se coloca en la parte superior del brazo (cerca de la axila) para restringir parcialmente el flujo de sangre mientras se ejercita.
- Grupo Control: Realizará un protocolo de ejercicios estándar de fortalecimiento para el manguito rotador.

DURACIÓN Y EVALUACIONES:

- El tratamiento durará 8 semanas, con 2 sesiones por semana (total de 16 sesiones).
- **Cronograma de citas:** Se le evaluará antes de empezar, una vez a la semana durante el tratamiento, al finalizar las 6 semanas, y se realizarán seguimientos a los **3 y 6 meses** de haber acabado.

BENEFICIOS Y RIESGOS
Beneficios: Podría experimentar una mejora en la fuerza y reducción del dolor. La técnica BFR permite ganar músculo usando cargas muy ligeras, lo que reduce el estrés sobre sus tendones lesionados.
Riesgos: La técnica BFR es generalmente segura. Los riesgos son mínimos, pero pueden incluir:

- Hormigueo momentáneo, entumecimiento temporal o hematomas leves en la zona del manguito.
- Agujetas (dolor muscular de aparición tardía) tras el ejercicio.

CONFIDENCIALIDAD Y RETIRADA

Sus datos serán tratados con estricta confidencialidad según la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales. Los investigadores que realizan las mediciones no sabrán a qué grupo pertenece usted (estudio ciego) para garantizar la objetividad. Usted puede revocar su consentimiento en cualquier momento sin dar explicaciones.

Contacto del Investigador: [Insertar Teléfono/Email]
Firma del Paciente: _____ **Fecha:** //2026
Firma del Investigador: _____ **Fecha:** //2026

ANEXO 2: CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO

TÍTULO DEL ESTUDIO: Efectividad de la terapia de restricción del flujo sanguíneo (BFR) combinado con trabajo de fuerza para patología del manguito rotador en deportistas overhead: Protocolo de ensayo clínico aleatorizado

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Evaristo Canales y Aimar Brazal

CENTRO: Federación Cántabra de Natación y de Tenis.

D./Dña._____

(Nombre y apellidos del paciente en MAYÚSCULAS)

He leído y comprendido la hoja de información que se me ha entregado sobre el estudio arriba indicado.

He recibido suficiente información sobre el estudio.

He realizado todas las preguntas que he precisado sobre el estudio.

Información específica sobre la técnica BFR

- Se me ha explicado que:

- La técnica BFR consiste en la colocación de un manguito neumático en la parte proximal del miembro superior con el objetivo de restringir el flujo sanguíneo venoso y parcialmente el flujo arterial.
- Esta técnica se combina con ejercicios de fuerza de baja carga y se propone en mi caso como alternativa terapéutica para la patología del manguito rotador, con el objetivo de favorecer adaptaciones musculares y tendinosas con menor carga mecánica.
- La presión aplicada será individualizada, determinada previamente mediante valoración específica.
- El procedimiento será realizado bajo supervisión directa de un profesional sanitario cualificado.

- Posibles sensaciones durante la intervención
  - Dolor muscular moderado.
  - Sensación de quemazón.
  - Hormigueo o leve adormecimiento transitorio.
  - Fatiga intensa en el músculo trabajado.

Estas sensaciones son esperables y suelen desaparecer al finalizar la sesión.

- Riesgos potenciales

Se me ha explicado que, aunque la técnica es considerada segura cuando se aplica correctamente, pueden existir riesgos poco frecuentes como:

- Dolor excesivo.
- Mareo o malestar.
- Inflamación transitoria.
- Reacciones vasculares adversas excepcionales.

- Para minimizar riesgos se realizará:
  - Cribado previo de contraindicaciones.
  - Determinación individualizada de la presión de oclusión.
  - Supervisión continua durante la intervención.

- Interrupción inmediata del procedimiento ante cualquier síntoma adverso

He hablado con el Dr./Dra.

…… con quien he clarificado las posibles dudas.

Comprendo que mi participación es voluntaria.

Comprendo que puedo retirarme del estudio:

· Cuando quiera

· Sin dar explicaciones

· Sin que repercuta en mis cuidados médicos

Comprendo que la información personal que aporto será confidencial y no se mostrará a nadie sin mi consentimiento.

Comprendo que mi participación en el estudio implica autorizar …

Y presto libremente mi conformidad para participar en el estudio.

Firma del investigador Firma del paciente

Fecha _____

(la fecha debe estar cumplimentada de puño y letra por el paciente)

REVOCACIÓN DEL CONSENTIMIENTO:

Yo, D./Dña. _____ retiro el consentimiento otorgado para mi participación en el estudio arriba citado.

Fecha y firma:

ANEXO 3: NPRS



ANEXO 4: KJOC

TABLE 2

Individual KJOC Scores (mm) for Each VAS Question for Junior and Collegiate Tennis Players

Question	Junior Mean ± SD	Collegiate Mean ± SD	Junior Median (IQR)	Collegiate Median (IQR)
How difficult is it for you to get loose or warm prior to competition or practice?	80 ± 20	85 ± 21	85 (27)	94.5 (27)
How much pain do you experience in your shoulder or elbow?	87 ± 20	85 ± 23	98 (24)	98.5 (25)
How much weakness and/or fatigue (ie, loss of strength) do you experience in your shoulder or elbow?	88 ± 20	85 ± 21	98 (15)	99 (29)
How unstable does your shoulder or elbow feel during competition?	90 ± 20	87 ± 23	100 (10)	100 (18)
How much have arm problems affected your relationship with your coaches, management, and agents?	96 ± 11	96 ± 12	100 (1)	100 (1)
How much have you had to change your throwing motion, serve, stroke, etc due to your arm?	89 ± 22	91 ± 16	100 (15)	100 (15)
How much has your velocity and/or power suffered due to your arm?	90 ± 20	89 ± 18	100 (9)	100 (15)
What limitation do you have in endurance in competition due to your arm?	91 ± 19	91 ± 16	100 (6)	100 (13)
How much has your control suffered due to your arm?	92 ± 17	91 ± 18	100 (7)	100 (9)
How much do you feel your arm affects your current level of competition in your sport (ie, is your arm holding you back from being at your full potential)?	93 ± 18	92 ± 15	100 (4)	100 (10)

KJOC = Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic questionnaire; VAS = visual analog scale; SD = standard deviation; IQR = interquartile range

ANEXO 5: DASH

CUESTIONARIO DE INCAPACIDADES DEL BRAZO, HOMBRO Y MANO DASH
(Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand)

Por favor califique su habilidad para realizar las siguientes actividades durante la última semana, marcando con un círculo el número sobre cada línea.

Fecha:
Nombre: #Documento de identidad:
Edad:
Lateralidad: Derecho ☐ Izquierdo ☐
Extremidad Sintomática: Derecho ☐ Izquierdo ☐

		NINGUNA DIFICULTAD	DIFICULTAD LEVE	DIFICULTAD MODERADA	DIFICULTAD SEVERA	INCAPAZ
1	Abrir un frasco nuevo o apretado	1	2	3	4	5
2	Escribir	1	2	3	4	5
3	Girar una llave	1	2	3	4	5
4	Preparar una comida	1	2	3	4	5
5	Empujar una puerta pesada	1	2	3	4	5
6	Poner un objeto en una repisa ubicada por encima de su cabeza	1	2	3	4	5
7	Realizar oficios caseros pesados (como lavar pisos o paredes)	1	2	3	4	5
8	Podar o arreglar un jardín o las plantas de su casa	1	2	3	4	5
9	Tender la cama	1	2	3	4	5
10	Cargar una bolsa o un maletín	1	2	3	4	5
11	Cargar un objeto pesado (de más de 5 Kg.)	1	2	3	4	5
12	Cambiar una bombilla alta (ubicada por encima del nivel de su cabeza)	1	2	3	4	5
13	Lavarse o secarse el pelo	1	2	3	4	5
14	Lavarse la espalda	1	2	3	4	5
15	Ponerse un buzo o saco cerrado	1	2	3	4	5
16	Cortar comida con un cuchillo	1	2	3	4	5
17	Realizar actividades de recreación que requieren poco esfuerzo utilizando el brazo, hombro o mano (por ejemplo: jugar cartas, tejer, etc.)	1	2	3	4	5
18	Realizar actividades recreativas que requieren esfuerzo utilizando su brazo, hombro o mano (por ejemplo: jugar tenis, bolos, tejo, etc.)	1	2	3	4	5
19	Realizar actividades recreativas que requieren mover libremente su brazo (por ejemplo: tenis de mesa, natación, volar cometas, etc.)	1	2	3	4	5
20	Usar medios de transporte para ir de un lugar a otro	1	2	3	4	5
21	Realizar actividades íntimas de pareja	1	2	3	4	5

ANEXO 6: SPADI

Cuestionario Funcional de Hombro SPADI

Nombre: Fecha:

Diagnostico: Puntaje:

Lea a continuación los siguientes ítems y marque con una **X** el número que corresponda

Escala Dolor												
Severidad de su dolor												
1. En su peor momento	Sin Dolor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Peor dolor imaginable
2. Acostándose sobre el hombro afectado	Sin Dolor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Peor dolor imaginable
3. Alcanzando un objeto en un estante alto	Sin Dolor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Peor dolor imaginable
4. Tocarse atrás del cuello	Sin Dolor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Peor dolor imaginable
5. Empujar con el hombro afectado	Sin Dolor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Peor dolor imaginable
Escala de Discapacidad												
Cuanta dificultad usted tiene												
1. Lavarse el pelo	S/Dificultad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Necesita ayuda
2. Lavarse la espalda	S/Dificultad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Necesita ayuda
3. Ponerse una poleron o chaleco	S/Dificultad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Necesita ayuda
4. Ponerse una camisa con botones	S/Dificultad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Necesita ayuda
5. Ponerse los pantalones	S/Dificultad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Necesita ayuda
6. Poner un objeto en un estante alto	S/Dificultad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Necesita ayuda
7. Llevar un objeto pesado de 4,5 kgs.	S/Dificultad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Necesita ayuda
8. Sacar algo de su bolsillo trasero	S/Dificultad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Necesita ayuda

Reevaluación Fecha: Puntaje:

ANEXO 7: HALO



ANEXO 8: ACTIV FORCE



ANEXO 9: MINDRAY 7



ANEXO 10: SMARTCUFFS 4.0 CLINICAL SET



ANEXO 11: MANCUERNA



ANEXO 12: BANDA ELÁSTICA



BIBLIOGRAFÍA

1. Tamborrini G, Möller I, Bong D, Miguel M, Marx C, Müller AM, et al. The Rotator Interval-A Link between Anatomy and Ultrasound. Ultrasound Int Open. 2017 Jun 1;3(3):E107–16. doi:10.1055/s-0043-110473

2. Akhtar A, Richards J, Monga P. The biomechanics of the rotator cuff in health and disease – A narrative review. J Clin Orthop Trauma. 2021 Jul 1;18:150–6. doi:10.1016/j.jcot.2021.04.019

3. Lewis J. Rotator cuff related shoulder pain: Assessment, management and uncertainties. Man Ther. 2015 Oct 19;23:57–68. doi:10.1016/j.math.2016.03.009 PMID: 27083390.

4. Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. Br J Sports Med. 2009;43(6):409–16. doi:10.1136/bjsm.2008.051193 PMID: 18812414.

5. Mccreesh KM, Anjum S, Crotty JM, Lewis JS. Ultrasound measures of supraspinatus tendon thickness and acromiohumeral distance in rotator cuff tendinopathy are reliable. J Clin Ultrasound. 2016 Mar 1;44(3):159–66. doi:10.1002/jcu.22318 PMID: 26666736.

6. Ugalde Ovares CE. Actualización del síndrome doloroso: lesiones del manguito rotador. Med Leg Costa Rica. 2013;30(1):65–7.

7. Carreño Mesa FA, Osma Rueda JL. Diagnóstico de la rotura del manguito de los rotadores (pruebas clínicas e imagenología). Revisión de conceptos actuales. Rev Colomb Ortop y Traumatol. 2016 Oct;30:13–25. doi:10.1016/j.rccot.2016.09.009

8. Zheng F, Wang H, Gong H, Fan H, Zhang K, Du L. Role of ultrasound in the detection of rotator-cuff syndrome: An observational study. Med Sci Monit. 2019;25:5856–63. doi:10.12659/MSM.915547 PMID: 31386649.

9. Dominguez-Romero JG, Jiménez-Rejano JJ, Ridao-Fernández C, Chamorro-Moriana G. Exercise-based muscle development programmes and their effectiveness in the functional recovery of rotator

cuff tendinopathy: A systematic review. Diagnostics. 2021. doi:10.3390/diagnostics11030529 PMID: 33809604.

10. Lewis J, Mccreesh K, Roy JS, Ginn K. Rotator cuff tendinopathy: Navigating the diagnosis-management conundrum. J Orthop Sports Phys Ther. 2015. p. 923–37. doi:10.2519/jospt.2015.5941 PMID: 26390274.

11. Factor D, Dale B. Current concepts of rotator cuff tendinopathy. Int J Sports Phys Ther. 2014;9(2):274-88.

12. Osma Rueda JL, Carreño Mesa FA. Manguito de los rotadores: epidemiología, factores de riesgo, historia natural de la enfermedad y pronóstico. Revisión de conceptos actuales. Rev Colomb Ortop Traumatol. 2016 Oct;30:2–12. doi:10.1016/j.rccot.2016.09.001

13. Fu MC, Ellenbecker TS, Renstrom PA, Windler GS, Dines DM. Epidemiology of injuries in tennis players. Curr Rev Musculoskeletal Med. 2018. doi:10.1007/s12178-018-9452-9

14. Fu X, Yung PSH, Ma CC, Leong HT. Scapular kinematics in athletes with and without rotator cuff tendinopathy: A systematic review. J Sport Rehabil. 2020;29(6):820–9. doi:10.1123/JSR.2019-0095

15. Leong HT, Fu SC, He X, Oh JH, Yamamoto N, Yung SHP. Risk factors for rotator cuff tendinopathy: A systematic review and meta-analysis. J Rehabil Med. 2019. p. 627–37. doi:10.2340/16501977-2598 PMID: 31489438.

16. Garriga XM. Definición, etiopatogenia, clasificación y formas de presentación. Aten Primaria. 2014 Jan;46(SUPPL 1):3–10. doi:10.1016/S0212-6567(14)70037-X PMID: 24467954.

17. Solórzano DCO, Lozano SAR, Ponce RWM, Baquerizo RAC, Sanchez DLG. Lesiones del manguito rotador en deportistas: incidencia y factores de riesgo asociados. Revisión integrativa de la literatura. Rev Delos. 2024 Dec 31;17(62):e3412. doi:10.55905/rdelosv17.n62-213

18. Pereira ML, Cotrina CR. Prevalencia de lesiones del manguito rotador en pacientes con hombro doloroso evaluados por ecografía en el servicio de

radiología del Hospital Cayetano Heredia, octubre 2018-marzo 2019 [Trabajo de especialidad]. [Lima]: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2019.

19. Carreño Mesa FA, Osma Rueda JL. Diagnóstico de la rotura del manguito de los rotadores (pruebas clínicas e imagenología). Revisión de conceptos actuales. Rev Colomb Ortop Traumatol. 2016 Oct;30:13–25. doi:10.1016/j.rccot.2016.09.009

20. Odriozola Solabarrieta E, Iríbar Diéguez IK, Eizagirre Menchaca A, González Santo Tomás R. Improvement of clinical ultrasonography in musculoskeletal pathology in primary care. Atencion Primaria. 2024. doi:10.1016/j.aprim.2024.102921 PMID: 38547567.

21. Fernández-Bravo Rueda A, Gutiérrez-San José B, Fernández-Jara J, Fernández-López A, Núñez de Aysa P, González-Martín D, et al. Interobserver reliability of classifying shoulder calcific tendinopathy on plain radiography and ultrasound. Rev Esp Cir Ortop Traumatol. 2025 May;69(3):228–32. doi:10.1016/j.recot.2023.12.002

22. Cook JL, Purdam CR. Is tendon pathology a continuum? A pathology model to explain the clinical presentation of load-induced tendinopathy. Br J Sports Med. 2009. p. 409–16. doi:10.1136/bjsm.2008.051193 PMID: 18812414.

23. Steinmann S, Pfeifer CG, Brochhausen C, Docheva D. Spectrum of tendon pathologies: Triggers, trails and end-state. Int J Mol Sci. 2020. doi:10.3390/ijms21030844 PMID: 32013018.

24. Hernández Gaitán R, Coto Quirós A, Rodríguez Sánchez D. Tendinopatía del manguito rotador: actualización de la fisiopatología y el abordaje diagnóstico-terapéutico. Rev Med Sinerg. 2023 Jul 1;8(7):e1076. doi:10.31434/rms.v8i7.1076

25. Raja A, Craig E, Braman J. Rotator cuff tendon calcific tendinitis treatment algorithm for primary care musculoskeletal physicians. J Family Med Prim Care. 2019;8(5):1647. doi:10.4103/jfmpc.jfmpc_110_19

26. Settergren R. Treatment of supraspinatus tendinopathy with ultrasound guided dry needling. J Chiropr Med. 2013;12(1):26–9. doi:10.1016/j.jcm.2012.11.002 PMID: 23997721.

27. Rodríguez-Huguet M, Góngora-Rodríguez J, Rodríguez-Huguet P, Ibañez-Vera AJ, Rodríguez-Almagro D, Martín-Valero R, et al. Effectiveness of percutaneous electrolysis in supraspinatus tendinopathy: A single-blinded randomized controlled trial. J Clin Med. 2020 Jun 1;9(6):1–13. doi:10.3390/jcm9061837

28. Millar NL, Silbernagel KG, Thorborg K, Kirwan PD, Galatz LM, Abrams GD, et al. Tendinopathy. Nat Rev Dis Primers. 2021 Dec 1;7(1). doi:10.1038/s41572-020-00234-1 PMID: 33414454.

29. Medeiros de-Queiroz JH, de-Medeiros MB, de-Lima RN, de Queiroz Cerdeira D. Exercise for rotator cuff tendinopathy. Rev Bras Med Trab. 2022;20(3):498–504. doi:10.47626/1679-4435-2022-698

30. Carbonel Bueno I, Hernando Sacristán J, García Pérez R, Navarro López P, Hernández Fernández I, Ripalda Marín J. Reparación artroscópica de roturas del manguito rotador del hombro mediante técnica de una hilera frente a doble hilera. Revisión sistemática. Rev Fac Cienc Med Cordoba. 2023 Sep 29;80(3):252–74. doi:10.31053/1853.0605.v80.n3.41161

31. 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. doi:10.3389/fphys.2019.00533

32. Safford DW, Shah KM, Breidenbach F, McClure PW. Effects of Low-Load Blood Flow Restriction Training on Rotator Cuff Strength and Hypertrophy: Case Series. Int J Sports Phys Ther. 2024;19(6):735–44. doi:10.26603/001c.118143

33. Burton I, McCormack A. Blood Flow Restriction Resistance Training in Tendon Rehabilitation: A Scoping Review on Intervention Parameters, Physiological Effects, and Outcomes. Front Sports Act Living. 2022. doi:10.3389/fspor.2022.879860

34. Öberg S, von Schewelov L, Tengman E. The impact of blood flow restriction training on tendon adaptation and tendon rehabilitation – a scoping

review. BMC Musculoskelet Disord. 2025 Dec 1;26(1). doi:10.1186/s12891-025-08734-5 PMID: 40405130.

35. Centner C, Jerger S, Lauber B, Seynnes O, Friedrich T, Lolli D, et al. Low-Load Blood Flow Restriction and High-Load Resistance Training Induce Comparable Changes in Patellar Tendon Properties. Med Sci Sports Exerc. 2022 Apr 1;54(4):582–9. doi:10.1249/MSS.0000000000002824 PMID: 34772900.

36. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. Br J Sports Med. 2017. p. 1003–11. doi:10.1136/bjsports-2016-097071 PMID: 28259850.

37. Korakakis V, Whiteley R, Epameinontidis K. Blood Flow Restriction induces hypoalgesia in recreationally active adult male anterior knee pain patients allowing therapeutic exercise loading. Phys Ther Sport. 2018 Jul 1;32:235–43. doi:10.1016/j.ptsp.2018.05.021 PMID: 29879638.

38. Hughes L, Patterson SD. The effect of blood flow restriction exercise on exercise-induced hypoalgesia and endogenous opioid and endocannabinoid mechanisms of pain modulation. J Appl Physiol. 2020;128(4):914–24. doi:10.1152/japplphysiol.00768.2019.

39. 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. p. 13–23. doi:10.1016/j.jbmt.2023.11.048 PMID: 38876617.

40. Sinnott MJ, Schneider N, Vanguri P. Effects of Blood Flow Restriction Training on the Upper Extremities: A Scoping Review. Cureus. 2025 Mar 1. doi:10.7759/cureus.79876

41. Naunton J, Kidgell D, Bennell K, Haines T, Malliaras P. The efficacy of high load-volume exercise versus low load-volume exercise for rotator cuff tendinopathy: A pilot and feasibility trial. Musculoskelet Sci Pract. 2025 Feb 1;75. doi:10.1016/j.msksp.2024.103218 PMID: 39591809.

42. Marcey JB, Hutchison K, Kang D, Klemmer Z, Stroud M. Blood Flow Restriction Training for the Rotator Cuff: A Randomized Controlled Trial Randomized Controlled Trial [Internet]. 2020. Available from: https://digitalcommons.georgefox.edu/pt_fac

43. Wang J, Xu J, Liu H, Jiang L. The immediate effects of blood flow restriction training on upper limb muscle strength and fatigue level: a meta-analysis. Front Physiol. 2025. doi:10.3389/fphys.2025.1521145

44. Chan AW, Tetzlaff JM, Altman DG, Laupacis A, Gøtzsche PC, Krleža-Jerić K, et al. SPIRIT 2013 statement: Defining standard protocol items for clinical trials. Ann

Intern Med. 2013. p. 200–7. doi:10.7326/0003-4819-158-3-201302050-00583 PMID: 23295957.

45. Downie WW, Leatham PA, Rhind VM, Wright V, Brancot JA, Andersont JA. Studies with pain rating scales. Ann Rheum Dis [Internet]. 1978. Available from: http://ard.bmj.com/

46. Monti R, Fernandez-Fernandez A. The Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic Shoulder & Elbow Score used as a Patient-Reported Outcome Measure for the Youth and High School Aged Baseball Athlete. Int J Sports Phys Ther. 2022;17(5):879–86. doi:10.26603/001c.36634

47. Angst F, Schwyzer HK, Aeschlimann A, Simmen BR, Goldhahn J. Measures of adult shoulder function: Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (DASH) and Its Short Version (QuickDASH), Shoulder Pain and Disability Index (SPADI), American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) Society Standardized Shoulder Assessment Form, Constant (Murley) Score (CS), Simple Shoulder Test (SST), Oxford Shoulder Score (OSS), Shoulder Disability Questionnaire. Arthritis Care Res (Hoboken). 2011 Nov;63(SUPPL. 11). doi:10.1002/acr.20630 PMID: 22588743.

48. Venturin D, Giannotta G, Pellicciari L, Rossi A, Pennella D, Goffredo M, et al. Reliability and validity of the Shoulder Pain and Disability Index in a sample of patients with frozen shoulder. BMC Musculoskelet Disord. 2023 Dec 1;24(1). doi:10.1186/s12891-023-06268-2 PMID: 36949437.

49. Correll S, Field J, Hutchinson H, Mickevicius G, Fitzsimmons A, Smoot B. Reliability and validity of the Halo digital goniometer for shoulder range of motion in healthy subjects. Int J Sports Phys Ther. 2018 Aug;13(4):707–14. doi:10.26603/ijspt20180707 PMID: 30140564.

50. Karagiannopoulos C, Griech S, Leggin B. Reliability and Validity of the ActivForce Digital Dynamometer in Assessing Shoulder Muscle Force across Different User Experience Levels. Int J Sports Phys Ther. 2022;17(4):669–76. doi:10.26603/001C.35577

51. Juárez Castillo A, Ruiz Moreno M, González Peregrina J, Belando Peñalver Á. Use of clinical ultrasound in primary care: Multicenter prospective study. Aten Primaria. 2024 Jul 1;56(7). doi:10.1016/j.aprim.2023.102776 PMID: 38484605.

52. Dancy ME, Alexander AS, Abbas MJ, Rolnick N, Alder KD, Lu Y, et al. No Differences in Exercise Performance, Perceptual Response, or Safety Were Observed Among 3 Blood Flow Restriction Devices. Arthrosc Sports Med Rehabil. 2023 Dec 1;5(6). doi:10.1016/j.asmr.2023.100822