



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

---

REVISIÓN DE LA METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DE RESTRICCIÓN  
PARCIAL DEL FLUJO SANGUÍNEO ARTERIAL Y SU USO EN LA  
READAPTACIÓN PRE Y POST-OPERACIÓN DE UNA ROTURA DEL  
LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA)

*REVISIÓN DA METODOLOXÍA PARA A APLICACIÓN DA RESTRICIÓN PARCIAL DO FLUXO  
SANGUÍNEO ARTERIAL E O SEU USO NA READAPTACIÓN PRE E POSTOPERATORIA  
DUNHA ROTURA DO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA)*

*REVIEW OF THE METHODOLOGY FOR THE APPLICATION OF PARTIAL ARTERIAL BLOOD  
FLOW RESTRICTION AND ITS USE IN PRE AND POST-OPERATIVE READAPTATION OF  
ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT (ACL) RUPTURE*

---

Trabajo Fin de Grado

Curso 21/22

---

PEDRO CASTRO ESTRIVIZ

---

Directores: Eduardo Carballeira Fernández y Xurxo Dopico Calvo

*Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*

# Índice

<b>1. Introdução.....</b>	<b>5</b>
1.1. Motivação y justificação .....	5
1.2. Contextualização .....	6
1.2.1. Metodología RFS .....	6
1.2.2. Aspectos metodológicos.....	6
1.2.3. Efectos fisiológicos .....	7
1.2.4. Ejercicio con RFS.....	7
<b>2. Objetivos.....</b>	<b>9</b>
2.1. Objetivo principal .....	9
2.2. Objetivos secundarios.....	9
<b>3. Metodología .....</b>	<b>10</b>
3.1. Enfoque experimental del trabajo.....	10
3.2. Estrategia de búsqueda .....	10
3.3. Selección de criterios.....	12
3.3.1. Criterios de inclusión .....	12
3.3.2. Criterios de exclusión .....	12
3.4. Selección de estudios.....	13
3.5. Herramienta de sesgo.....	14
3.6. Extracción de datos .....	14
<b>4. Resultados .....</b>	<b>15</b>
4.1. Tamaño y tipo de manguito .....	15
4.2. Cálculo/estimación de la presión aplicada por los manguitos de oclusión .....	32
4.3. Posición del cuerpo durante el cálculo del POA.....	40
<b>5. Discusión.....</b>	<b>42</b>
<b>6. Propuesta de intervención .....</b>	<b>45</b>
6.1. Introducción .....	45

6.2. Factores fisiológicos y mecánicos después de una lesión de LCA .....	46
6.2.1. Atrofia muscular .....	46
6.2.2. Impacto en el trabajo de fuerza .....	46
6.2.3. Inhibición muscular artrogénica.....	46
6.3. Readaptación de un LCA con RFS .....	47
6.4. Consideraciones de seguridad.....	47
6.5. Programa de ejercicio .....	48
6.5.1. Características del sujeto .....	48
6.5.2. Temporalización .....	49
6.5.3. Fase 0 .....	49
6.5.4. Fase 1 .....	51
6.5.5. Fase 2 .....	53
6.5.6. Fase 3 .....	56
6.6. Conclusiones de la propuesta de intervención .....	58
<b>7. Análisis competencial .....</b>	<b>60</b>
7.1. Competencias específicas .....	60
7.2. Competencias básicas/generales .....	63
7.3. Competencias transversales/nucleares .....	65
7.4. Reflexión final.....	66
<b>8. Bibliografía.....</b>	<b>67</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Doppler sobre arteria radial y tibial para calcular POA en el brazo y pierna .....	7
<b>Figura 2:</b> Aplicación de la RFS durante el ejercicio .....	8
<b>Figura 3:</b> Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios.....	13
<b>Figura 4:</b> Vista anterior y superior de la articulación de la rodilla.....	45
<b>Figura 5:</b> Representación de un valgo dinámico de rodilla .....	48

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> Listado de palabras clave .....	10
<b>Tabla 2:</b> Búsqueda en bases de datos.....	11
<b>Tabla 3:</b> Resultados a través de CitationChaser .....	12
<b>Tabla 4:</b> Artículos sobre tamaño y tipo de manguitos .....	31
<b>Tabla 5:</b> Artículos sobre presión aplicada .....	39
<b>Tabla 6:</b> Artículos sobre la posición del cuerpo.....	41
<b>Tabla 7:</b> Duración estimada de la propuesta de intervención .....	49
<b>Tabla 8:</b> Objetivos y recomendaciones de la Fase 0 .....	50
<b>Tabla 9:</b> Programa de entrenamiento de la Fase 0.....	50
<b>Tabla 10:</b> Objetivos y recomendaciones de la Fase 1 .....	52
<b>Tabla 11:</b> Programa de entrenamiento de la Fase 1.....	52
<b>Tabla 12:</b> Objetivos y recomendaciones de la Fase 2 .....	54
<b>Tabla 13:</b> Programa de entrenamiento de la Fase 2 (Día 1).....	55
<b>Tabla 14:</b> Programa de entrenamiento de la Fase 2 (Día 2).....	55
<b>Tabla 15:</b> Objetivos y recomendaciones de la Fase 3 .....	56
<b>Tabla 16:</b> Programa de entrenamiento de la Fase 3 (Día 1).....	57
<b>Tabla 17:</b> Programa de entrenamiento de la Fase 3 (Día 2).....	58
<b>Tabla 18:</b> Competencias específicas del grado.....	63
<b>Tabla 19:</b> Competencias básicas/generales .....	64
<b>Tabla 20:</b> Competencias transversales/nucleares .....	65



**Tabla 21:** Observaciones de alguna de las competencias cumplidas .....66

# 1. Introducción

## 1.1. Motivación y justificación

La lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) es la segunda lesión deportiva más frecuente tras el esguince de tobillo (Llorens et al), supone el 50% de las lesiones de rodilla (26). La incidencia de lesión es mayor en mujeres respecto a hombres (26,33), sobre todo en deportes como el fútbol y el baloncesto en etapas de instituto y universidad (33). Esto es debido a factores intrínsecos como la anatomía femenina o las hormonas y a factores extrínsecos que pueden ser modificados como la biomecánica (33).

En cuanto a la operación de la rotura de ligamento cruzado anterior uno de sus principales efectos es el dolor articular y la debilidad muscular (19). Entre las herramientas que se plantean para el trabajo de readaptación de lesiones del LCA está la metodología restricción del flujo sanguíneo (de ahora en adelante RFS). Los beneficios que puede aportar esta herramienta son el entrenamiento con cargas bajas y el potencial de hipertrofia muscular (22).

A la hora de configurar un protocolo para la aplicación de la RFS hay que tener en cuenta aspectos relacionados con los parámetros de la carga del ejercicio (intensidad carga, intensidad esfuerzo, volumen, recuperación, densidad, etc.) y su relación con aspectos metodológicos de la aplicación de la técnica (presión a aplicar, tamaño y material de los manguitos, momento de aplicación, etc.). Sin embargo, en la literatura científica actual existe mucha heterogeneidad en los protocolos empleados, y esto dificulta la aplicación de esta herramienta en la práctica profesional.

Por lo tanto, los objetivos de este trabajo fueron: 1) revisar la literatura científica en busca de estudios que analicen los efectos fisiológicos de diferentes aspectos metodológicos de la RFS; 2) proponer la aplicación de la RFS en la readaptación de LCA basándonos en la información extraída de la revisión de los aspectos metodológicos. El objetivo de este trabajo no fue la revisión de estudios que hayan aplicado la RFS a la readaptación de LCA, ya que consideramos que previamente a esto es necesario comprender bien cuales son los efectos biológicos de la aplicación de la RFS.

Al comenzar la revisión, nos encontramos problemas relacionados con la metodología de aplicación de la RFS (12,13,44), por eso la intención inicial de este trabajo era realizar una revisión sistemática sobre la metodología de la RFS pero son varios aspectos metodológicos los que presentan deficiencias en su revisión (tamaño del manguito, material, protocolo de inflado...) y por tanto no podemos atender al propósito de revisar un aspecto concreto de la metodología.

En las reuniones con mis directores, se decidió realizar una revisión de alcance o *scoping review* (como se denomina en inglés). Esta revisión es de un carácter más amplio que las revisiones sistemáticas, nos permite explorar el estado actual de la metodología de la RFS en la literatura científica y conocer donde se encuentran posibles deficiencias o lagunas que nos permitan establecer futuras líneas de investigación y de aporte de información muy completa para la intervención.

La estructura del presente trabajo se dividirá en varios apartados. En primer lugar habrá una introducción en la que se exponen los motivos para realizar el trabajo en esta temática y también se contextualiza la utilidad de la RFS y los efectos que produce en combinación con el entrenamiento. Posteriormente, se exponen los objetivos que se esperan alcanzar con este trabajo y se detalla todo el proceso seguido durante la *scoping review*, la metodología empleada para la extracción y síntesis de información, los resultados y una breve discusión.

Después de exponer el proceso de revisión, se elabora una propuesta de intervención/readaptación para el caso de una cirugía de ligamento cruzado anterior (LCA), en la que se detallan los momentos de aplicación y la configuración de la RFS. Dentro de este protocolo se incluyen los diferentes ejercicios adaptados y los objetivos de cada una de las fases posteriores a la intervención quirúrgica

Para finalizar se incluyó un análisis de las competencias del grado en *Ciencias de la actividad Física y el Deporte* en el que se recogen las competencias utilizadas para la elaboración del trabajo y una breve justificación del grado de adquisición de estos.

## 1.2. Contextualización

### 1.2.1. Metodología RFS

La RFS o *kaatsu* es una técnica utilizada en el entrenamiento orientado a la mejora de la estructura y función neuromuscular, y la cuál ha suscitado un gran interés en los últimos diez años (13). La técnica RFS consiste en aplicar una presión externa sobre la zona proximal del miembro superior y/o inferior utilizando un manguito neumático (44). Entre los beneficios que se le atribuyen están: 1) la ganancia de niveles similares de masa muscular y fuerza empleando ejercicios con cargas más bajas (13) en comparación con los métodos convencionales (7), lo que supondría un menor impacto articular; 2) el mayor incremento de elasticidad arterial y función vascular (especialmente en períodos de entrenamiento menores de 4 semanas) comparado con ejercicios que emplean la misma carga sin RFS (32); e incluso 3) una mejora de la capacidad oxidativa, de la capacidad de tamponar iones y radicales libres, y un incremento de la capilarización (46). Estas adaptaciones no solo son necesarias para la mejora de la salud o el rendimiento, sino también para recuperar el estado inicial en la estructura y función neuromuscular y vascular durante la readaptación de una lesión.

A pesar del auge reciente del método, las investigaciones aún no han identificado la metodología más eficaz en su aplicación, sin embargo, parece ser que diversos factores de la configuración de RFS deben ser considerados para asegurar que se está aplicando con seguridad, como por ejemplo el establecimiento de la presión óptima en el manguito (7). Las indicaciones actuales apuntan a aplicar un porcentaje de la presión de oclusión arterial (POA) o también llamado presión de oclusión de la extremidad (13).

### 1.2.2. Aspectos metodológicos

Desde un punto de vista metodológico, la POA se determina utilizando manguitos neumáticos que se van inflando de manera incremental hasta que el flujo sanguíneo arterial cesa. Además del uso de los manguitos también es necesario dispositivos que sean capaces de detectar el flujo sanguíneo arterial, en este caso el ecógrafo Doppler (figura 1) o un oxímetro de pulso (7). No todos los estudios utilizan estos dispositivos adicionales, algunos aplican presiones

arbitrarias, otros utilizan presiones variables o simplemente utilizan ecuaciones de estimación basadas en características individuales de los participantes (13). El objetivo de la revisión será identificar todas las metodologías empleadas y reflexionar sobre las ventajas y desventajas de su aplicación.



**Figura 1:** Doppler sobre arteria radial y tibial para calcular POA en el brazo y pierna

**Nota:** Adaptado de Lorenz et al (38).

### 1.2.3. Efectos fisiológicos

La presión ejercida por el manguito sobre la extremidad bloquea el retorno venoso y debe ocluir parcialmente el flujo sanguíneo arterial a un nivel proporcional a la presión aplicada por el manguito, provocando así un mayor estrés metabólico (12), mayor tensión mecánica (39) y una situación hipoxia sobre una zona localizada (7). Una de las hipótesis planteadas es que esta condición combinada con el entrenamiento de fuerza con cargas bajas conduce a una mayor acumulación de metabolitos que teóricamente induce procesos anabólicos que a su vez pueden actuar sobre otros factores como el aumento de la secreción de varias hormonas (7,43) y las especies reactivas de oxígeno, el aumento del reclutamiento de fibras musculares de contracción rápida o la disminución de la expresión de la miostatina e hinchazón celular (7).

### 1.2.4. Ejercicio con RFS

El entrenamiento con RFS puede ser una alternativa eficaz a las modalidades tradicionales de entrenamiento de fuerza con altas cargas, especialmente en poblaciones que por diversas razones (patologías articulares, lesiones, etc.) no puedan emplear cargas altas. También se emplea en ejercicios aeróbicos o de forma pasiva sin ejercicio (7). Esta modalidad de entrenamiento de carga baja o ejercicio que vence una resistencia baja combinado con RFS, puede provocar efectos beneficiosos en diferentes grupos de personas como atletas, personas sanas no entrenadas, personas mayores, personas con debilidad muscular, pacientes con osteoartritis de rodilla o individuos que buscan la hipertrofia muscular (7,12). Para conseguir un estímulo adecuado que genere adaptaciones, el entrenamiento con RFS debe respetar las

variables y principios del entrenamiento igualmente (7) así como la elección de los parámetros adecuados.



**Figura 2:** Aplicación de la RFS durante el ejercicio

**Nota:** Adaptado de Lorenz et al (38).

## 2. Objetivos

### 2.1. Objetivo principal

- ✦ Identificar, mediante una revisión sistematizada, los parámetros y metodologías adecuadas de configuración a la hora de aplicar la restricción del flujo sanguíneo (RFS).
- ✦ Aplicar la información obtenida en la revisión a una propuesta de intervención en una readaptación de LCA en la que se emplee como herramienta complementaria a la RFS.

### 2.2. Objetivos secundarios

- ✦ Aprender a realizar una revisión sistemática de la literatura científica.
- ✦ Conocer el método de revisión de *scoping review*.
- ✦ Aplicar el razonamiento clínico/práctico en una readaptación de LCA aplicando la información científica extraída a través de una revisión sistemática.

### 3. Metodología

#### 3.1. Enfoque experimental del trabajo

Se llevó a cabo una revisión de alcance (*scoping review*, en inglés) de acuerdo con las directrices establecidas en la extensión del protocolo PRISMA adaptado para *scoping review* PRISMA-ScR (55). La diferencia entre una revisión sistemática y una *scoping review*, es que en una revisión sistemática se trata de responder a una pregunta muy concreta (por ejemplo, "¿Mejora esta intervención los resultados especificados comparada con un comparador dado en esta población?") mientras que durante una *scoping review* la pregunta a responder es mucho más amplia (por ejemplo, "¿Qué se sabe sobre este concepto?") (55).

#### 3.2. Estrategia de búsqueda

La búsqueda de artículos se realizó en las bases de datos CINAHL, MEDLINE, Scopus, SPORTDiscus y Web of Science durante el mes de diciembre del 2021. El periodo de búsqueda seleccionado era entre octubre y diciembre de 2021. Para seleccionar las palabras clave se hicieron búsquedas exploratorias de artículos de revisión que trataran aspectos metodológicos. Se escogieron artículos de revisión narrativa ya que en ese momento no se encontraron artículos que emplearan una revisión sistematizada sobre todo los aspectos metodológicos de la aplicación del RFS.

En la Tabla 1 se recoge el listado de palabras claves utilizadas durante la búsqueda.

Palabras clave
<i>occlusion training OR arterial occlusion training OR vascular occlusion training OR BFR OR blood flow restriction OR kaatsu training OR ischemic strength training</i>
AND
<i>cuff pressure OR cuff size OR discomfort OR elastic cuff OR habituation OR target restrictive pressures OR goal pressure OR pain OR perceptual response OR perceived pressure OR reliability OR sex differences OR tourniquet pressure</i>

Tabla 1: Listado de palabras clave

A continuación, en la Tabla 2, se recoge la frase configurada con las palabras clave y adaptada a cada una de las bases de datos además del número de artículos que resultaron del proceso de búsqueda.

Base de datos	Frase de búsqueda	N.º de artículos
CINAHL	<i>occlusion training OR arterial occlusion training OR vascular occlusion training OR BFR OR blood flow restriction OR kaatsu training OR ischemic strength training AND cuff pressure OR cuff size OR discomfort OR elastic cuff OR habituation OR target restrictive pressures OR goal pressure OR pain OR perceptual response OR perceived pressure OR reliability OR sex differences OR tourniquet pressure</i>	186
MEDLINE	<i>occlusion training OR arterial occlusion training OR vascular occlusion training OR BFR OR blood flow restriction OR kaatsu training OR ischemic strength training AND cuff pressure OR cuff size OR discomfort OR elastic cuff OR habituation OR target restrictive pressures OR goal pressure OR pain OR perceptual response OR perceived pressure OR reliability OR sex differences OR tourniquet pressure</i>	335
Scopus	<i>"occlusion training" OR "arterial occlusion training" OR "vascular occlusion training" OR "BFR" OR "blood flow restriction" OR "kaatsu training" OR "ischemic strength training" AND "cuff pressure" OR "cuff size" OR "discomfort" OR "elastic cuff" OR "habituation" OR "target restrictive pressures" OR "goal pressure" OR "pain" OR "perceptual response" OR "perceived pressure" OR "reliability" OR "sex differences" OR "tourniquet pressure"</i>	296
SPORTDiscus	<i>occlusion training OR arterial occlusion training OR vascular occlusion training OR BFR OR blood flow restriction OR kaatsu training OR ischemic strength training AND cuff pressure OR cuff size OR discomfort OR elastic cuff OR habituation OR target restrictive pressures OR goal pressure OR pain OR perceptual response OR perceived pressure OR reliability OR sex differences OR tourniquet pressure</i>	210
Web of Science	<i>(occlusion training OR arterial occlusion training OR vascular occlusion training OR BFR OR blood flow restriction OR kaatsu training OR ischemic strength training) AND (cuff pressure OR cuff size OR discomfort OR elastic cuff OR habituation OR target restrictive pressures OR goal pressure OR pain OR perceptual response OR perceived pressure OR reliability OR sex differences OR tourniquet pressure)</i>	985

Tabla 2: Búsqueda en bases de datos

A mayores, y siguiendo las indicaciones de PRISMA-ScR para llevar a cabo una revisión de alcance, la búsqueda bibliográfica ha de ser exhaustiva y por lo tanto se recomienda incluir otros métodos o recursos de búsqueda (55).

Entendiendo que la búsqueda en bases de datos es ineficiente, ya que los resultados de búsqueda suelen ser relativamente inespecíficos teniendo que realizar un cribado importante

en relación con el número de trabajos localizados, decidimos emplear una herramienta que nos permitiera realizar una búsqueda más exhaustiva. Esta herramienta nos permitió localizar de manera automática aquellos artículos que han sido citados por los artículos elegibles que salieron del cribado después de la búsqueda en bases de datos y también aquellos artículos que citan a estos artículos elegibles. Este procedimiento nos permitió identificar o encontrar los artículos científicos que han sido sometidos al proceso de revisión por pares y que han estudiado de manera más afín el tema de la presente revisión. Esta herramienta fue la aplicación *CitationChaser* (18) que permite mediante codificación en lenguaje R (R software) y una vez indicado el DOI de un trabajo elegible, identificar y extraer los trabajos que se citan en ese trabajo elegible (*backward citation chasing*) y localizar en internet todos los artículos que citan dicho trabajo elegible (*forward citation chasing*). Los resultados de la búsqueda mediante *CitationChaser* son mostrados en la Tabla 3.

CitationChaser	N.º de artículos
<i>Backward citation chasing</i>	570
<i>Foward citation chasing</i>	436

**Tabla 3:** Resultados a través de CitationChaser

### 3.3. Selección de criterios

Con el objetivo de identificar los trabajos de interés para los objetivos de la revisión, se establecieron unos criterios de inclusión y exclusión (55). A continuación se presentan los criterios de inclusión y exclusión definidos.

#### 3.3.1. Criterios de inclusión

- ✦ Artículos de investigación originales que hayan aplicado restricción del flujo sanguíneo en seres humanos.
- ✦ Artículos que investiguen sobre la metodología de aplicación de RFS (*occlusion training, arterial occlusion training, vascular occlusion training, BFR, blood flow restriction, kaatsu training, ischemic strength training, cuff pressure, cuff size, discomfort, elastic cuff, habituation, target restrictive pressures, goal pressure, pain, perceptual response, perceived pressure, reliability, sex differences, tourniquet pressure*)
- ✦ Artículos escritos en inglés, español y portugués.

#### 3.3.2. Criterios de exclusión

- ✦ Opiniones de expertos, tesis doctorales, capítulos de libros o comunicaciones en congresos.

Los artículos de revisión narrativa fueron excluidos de los trabajos elegibles, sin embargo, no se estableció como criterio de exclusión, ya que una vez identificados se emplearon

para chequear posibles artículos no localizados mediante la frase de búsqueda, pero no para la extracción de datos.

### 3.4. Selección de estudios

A continuación se recoge un diagrama de flujo con todo el proceso seguido hasta finalizar la revisión.

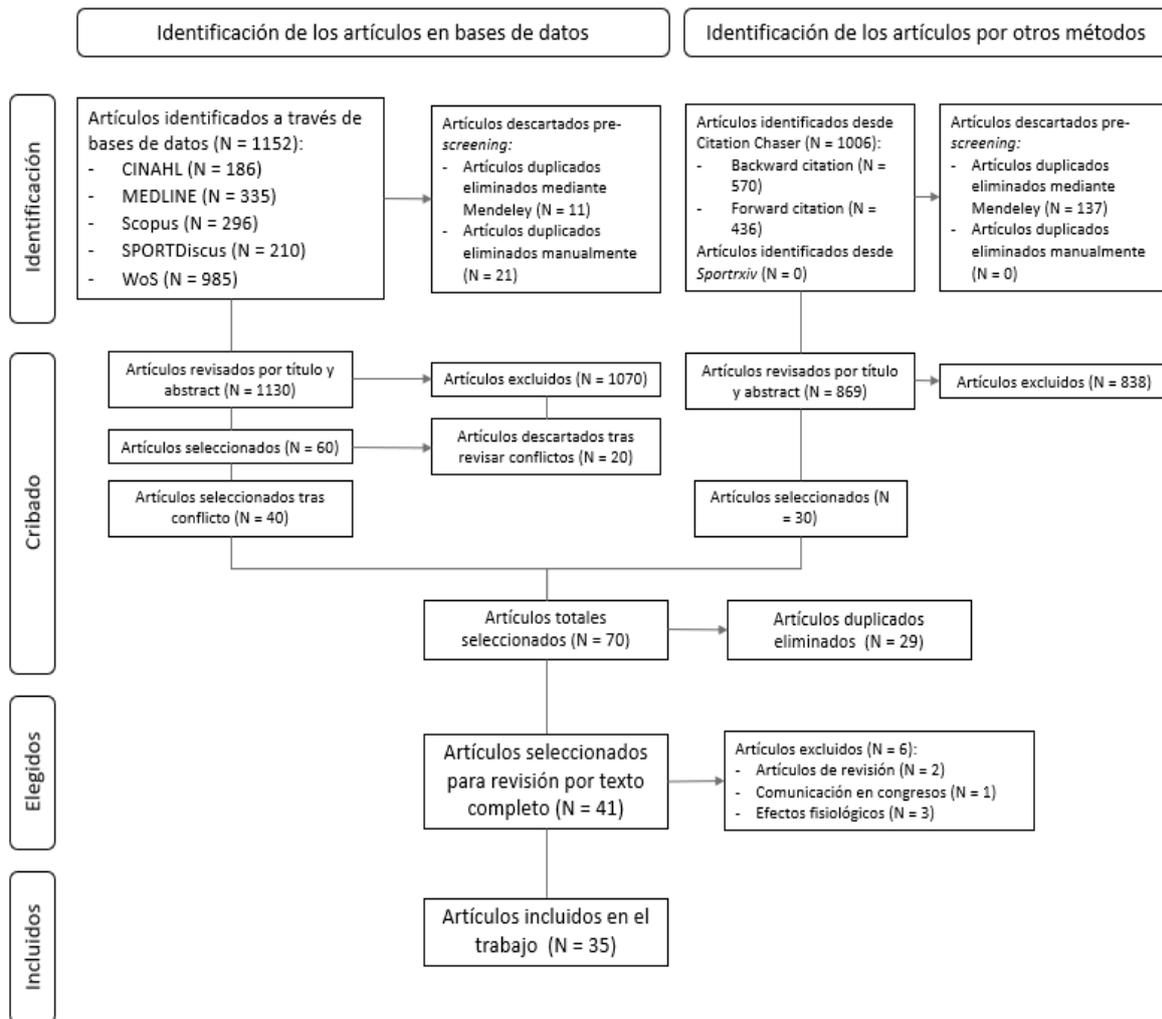


Figura 3: Diagrama de flujo del proceso de selección de estudios

En la fase de *Cribado* se realizó una revisión por título y resumen los artículos descargados en las bases de datos. Esta tarea fue realizada por dos personas (P.C. y J.F.) con el fin de dotar de mayor objetividad el proceso de selección. Cualquier discrepancia entre los dos revisores, se discutieron y fueron resueltas por una tercera persona (E.C., tutor).

### 3.5. Herramienta de sesgo

En las revisiones de alcance, según el protocolo PRISMA-ScR, no es necesario la evaluación del riesgo de sesgo, ya que se emplean tipos de estudios con diseños diversos, por lo tanto no hay herramientas de evaluación de sesgo específicas, y además el objetivo es localizar toda la información posible sobre un tema en cuestión (55).

### 3.6. Extracción de datos

La información de los artículos incluidos en la revisión se resume por apartados. Estos apartados fueron definidos en base a la necesidad de recoger los aspectos relacionados con la metodología de aplicación de la RFS, además, también se recogió los parámetros de carga utilizados con el fin de valorar si existe o no una estandarización de estos. Los apartados de cada una de las tablas son:

- ✦ Primer autor (Año)
- ✦ 1. Participantes, 2. Tamaño (sexo), 3. Media de edad, 4. Media de altura, 5. Media IMC
- ✦ 1. Diseño, 2. Grupos, 3. Intervención, 4. Variables medidas
- ✦ 1. Intensidad de carga (%1RM, NRM), 2. Intensidad de esfuerzo (%NRM), 3. Volumen (series x repeticiones), 4. Pausas, 5. Velocidad movimiento (tempo), 6. Intervalo de aplicación BFR
- ✦ Nivel de incomodidad
- ✦ 1. Extremidad (zona), 2. Tipo de manguito (material), 3. Tamaño, 4. Técnica de aplicación (percepción, POA, relación con TA sistólica), 5. Descripción, 6. Protocolo de cálculo del punto de oclusión, 7. Calentamiento
- ✦ Resultados

## 4. Resultados

Durante el proceso de revisión en las bases de datos se identificaron 1130 artículos. Después la fase de cribado por título y resumen solo fueron elegibles para la siguiente fase 40 artículos. Por otro lado, después del cribado de título y resumen de los artículos extraídos mediante *CitationChaser*, se identificaron 869 de los cuales solo fueron elegibles 30 para la siguiente fase.

Una vez almacenados los 70 artículos en una misma carpeta en el programa Mendeley (<https://www.mendeley.com>) se eliminaron los duplicados seleccionados. Solo 41 artículos son elegidos para el proceso de revisión (Figura 3). Finalmente, 35 artículos fueron incluidos en el trabajo tras excluir 6 artículos (2 revisiones, 1 comunicación en congreso y 3 artículos centrados en efectos fisiológicos).

### 4.1. Tamaño y tipo de manguito

En este apartado se recogen aquellos estudios en los que el objetivo fue comparar diferentes tamaños de manguitos (3,4,5,8,9,15,17,20,25,29,34,40,41,48,49,51,52,56,57), desarrollar fórmulas de aplicación de la presión de oclusión arterial en base al tamaño (25,37), diferentes tipos de material (1,35,36) o ambas características (10,24,47). En los artículos de Bell et al (3,5), tratan de desarrollar métodos de aplicación de RFS para diferentes tamaños sin necesidad de conocer el POA, utilizando la percepción subjetiva de los sujetos para estimar la presión de sub-oclusión.

En los artículos seleccionados existe una gran variedad en el tamaño, se usan manguitos de 3cm (10,15), 5cm (1,3,4,5,10,15,25,29,34,35,36,37,40,47,51,52,56,57), 6cm (9,48), 8cm (20), 10cm (3,5,25,29,40,41), 11cm (24), 11,5cm (7,20,56), 12cm (4,17,25,40,41,49,51,57), 13cm (9,24,48), 13,5cm (34,47), 17cm (17) y 18cm (9,52). Algunos de estos artículos centrados en el tamaño no reportan el tipo de material del manguito (8,9,25,34,40,41,48,49,51,52,56), el resto de los artículos incluidos en este apartado utilizan manguitos de nylon (1,3,4,5,8,10,15,17,20,29,35,36,37,47,49,50,57) o elásticos (1,10,15,35,36,47) salvo en un caso en el que se utilizan manguitos de doble cámara (24).

A continuación, en la Tabla 4, se muestra la extracción de datos de cada uno de los artículos de la revisión que tienen como objetivo investigar sobre esta temática.

<b>Primer autor (Año)</b>	<b>1. Participantes 2. Tamaño 3. Media edad 4. Media altura 5. Media IMC</b>	<b>1. Diseño 2. Grupos 3. Intervención 4. Variables medidas</b>	<b>1. Intensidad carga 2. Intensidad esfuerzo 3. Volumen 4. Pausas 5. Velocidad movimiento 6. App RFS</b>	<b>Nivel de incomodidad</b>	<b>1. Extremidad 2. Tipo de manguito 3. Tamaño 4. Técnica de aplicación 5. Descripción 6. Protocolo de cálculo POA 7. Calentamiento</b>	<b>Resultados</b>
(1) Abe et al (2018)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mujeres y hombres jóvenes y saludables</li> <li>35 (19 M)</li> <li>24 años</li> <li>1,70 metros</li> <li>26,7</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Aleatorizado</li> <li>Grupo intervención</li> <li>Sentados en reposo</li> <li>Diámetro de arteria braquial, velocidad de flujo sanguíneo máximo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>Brazo proximal</li> <li>Nylon y elástico</li> <li>5 cm</li> <li>POA</li> <li>2 protocolos</li> <li>Doppler en arteria radial. 40-80% PA de oclusión (nylon), 10-20% de la longitud inicial (elástico)</li> <li>No hay</li> </ol>	No hay cambios en arteria braquial, velocidad del flujo sanguíneo máximo disminuyó de forma dependiente a la presión. No hay diferencia entre tipos.
(3) Bell et al (2018)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mujeres y hombres sanos</li> <li>120 participantes (62 mujeres)</li> <li>22 años</li> <li>1,72 metros</li> <li>25,3</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Varias medidas aleatorizadas</li> <li>Grupo intervención (presión 7/10,10/10 y POA)</li> <li>Tumbado supino en reposo</li> <li>POA, grosor muscular/grasa, RPE</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	7/10 o 10/10	<ol style="list-style-type: none"> <li>Brazo y pierna proximal</li> <li>Nylon</li> <li>5cm (brazo), 10cm (pierna)</li> <li>POA o percepción (7/10, 10/10)</li> <li>Orden al azar. 3 condicionamientos en cada extremidad,</li> </ol>	En los resultados de la oclusión del miembro superior la presión fue menor en el condicionamiento 7/10, seguido del condicionamiento POA y 10/10. En el miembro



						5' entre condicionamientos.	inferior también resultó menor la presión aplicada en el 7/10 pero no hubo diferencias entre el AOP y el 10/10.
(4) Bell et al (2020)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres saludables</li> <li>2. 96 (53 M)</li> <li>3. 21,5 años</li> <li>4. 1,70 metros</li> <li>5. 25,2</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intra-sujeto</li> <li>2. Grupo intervención (5cm, 12cm)</li> <li>3. Extensión rodilla unilat.</li> <li>4. Grosor muscular</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 30%1RM</li> <li>2. 100%NRM</li> <li>3. 4 series</li> <li>4. 30" x serie</li> <li>5. 1"-1" (exc-con)</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado		<ol style="list-style-type: none"> <li>6. 1x 50 mmHg + x2 mmHg hasta que sujeto diga "siete" (7/10), "diez" (10/10) o no se detectara pulso (POA)</li> <li>7. No hay</li> </ol>	Las mediciones de la presión con 5cm para la pierna no fueron exitosas (19 de 96), con 12cm sí. No hubo diferencias en inflamación muscular aguda.
(5) Bell et al (2020)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres jóvenes</li> <li>2. 24 (12 M)</li> <li>3. 23 años</li> <li>4. 1,72 metros</li> <li>26,1</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Medidas repetidas entre participantes</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Tumbado en reposo</li> <li>4. La percepción subjetiva sobre la POA</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 2. 3. 4. 5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	7 sobre 10		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parte superior de brazo y pierna</li> <li>2. No reportado</li> <li>3. 5 cm (brazo), 10 cm (pierna)</li> <li>4. Percepción</li> <li>5. Participantes deben reportar un 7/10</li> <li>6. Inflado del manguito hasta</li> </ol>	La escala de percepción sobre la POA no proporcionó estimaciones fiables en las tres visitas y los resultados de percepción variaron a lo largo de los días en



					que los participantes dijieran "7" para indicar su 7/10 sobre la presión de inflado	ambas extremidades (pierna y brazo).
					7. No hay	
(8) Bordessa et al (2021)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mujeres y hombres sanos que entrenan fuerza</li> <li>34 (16 M)</li> <li>23 años</li> <li>1,74 metros</li> <li>24,1</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cruzado aleatorio (3 sesiones)</li> <li>Grupo intervención</li> <li>Extensión de rodilla</li> <li>Activación muscular del cuádriceps, percepción del esfuerzo, 1RM, incomodidad</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>30%1RM (RFS), 80% (sin RFS)</li> <li>No reportado</li> <li>RFS: 1x30 (sin carga) + 3x15 (30%) sin RFS: 4 x 8,8,6,6</li> <li>30" x serie (RFS), 2' (sin RFS)</li> <li>RFS: 2"-2" (ex-con). Sin RFS: ritmo individual</li> <li>Continuo</li> </ol>	No se reportan resultados	<ol style="list-style-type: none"> <li>Pierna dominante proximal</li> <li>Nylon (R), no específica (S)</li> <li>11,5cm (R), 5cm (S)</li> <li>POA</li> <li>Dispositivo estándar (S), regulado (R) y sin RFS carga alta (HL).</li> <li>R: tumbado en reposo. S: A través de la app del fabricante</li> <li>No hay</li> </ol>	La activación del cuádriceps fue mayor con carga alta que usando RFS. Con R tuvo niveles más altos en la escala NPRS y OMNI-RES. No hubo diferencias en el cambio de perímetro del muslo entre condiciones.
(9) Brown et al (2018)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Atletas femeninas y masculinos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cruzado aleatorio (3 sesiones)</li> <li>Grupo intervención</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2.3.4.5. Nada</li> <li>Continuo</li> </ol>	No se reportan resultados	<ol style="list-style-type: none"> <li>Piernas y brazos</li> <li>No reportado</li> <li>6cm, 13cm, 18cm</li> <li>PAS</li> </ol>	Diferencias en POA entre tamaños en brazos (6 y 13cm), en piernas



	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. 20 participantes (10 mujeres)</li> <li>3. 22,2 años</li> <li>4. 1,78 metros</li> <li>5. 23,7</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Protocolo de pruebas (no especificado)</li> <li>4. POA relativa a la extremidad y a varios tamaños de manguito</li> </ol>			<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Un tamaño por miembro en sesiones alternas (al azar)</li> <li>6. Inflado a PAS (30"-10") y x30mmHg hasta ocluir. Reducción x10 mmHg hasta detectar pulso (POA)</li> <li>7. No hay</li> </ol>	<p>(13 y 18cm) no hay diferencias. Con 13cm, POA fue mayor en piernas. En mujeres el POA es menor en ambas zonas salvo en piernas con 13cm.</p>
(10) Buckner et al (2016)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres que entrenan fuerza</li> <li>2. 15 (3 M)</li> <li>3. 25 años</li> <li>4. 1,79 metros</li> <li>5. 25,6</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aleatorizado</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Curl bíceps unilateral</li> <li>4. Grosor y actividad muscular, 1RM, RPE, incomodidad</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 30%1RM</li> <li>2. 100%NRM</li> <li>3. 4 series</li> <li>4. 30" x serie</li> <li>5. 1"-1" (exc-con)</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No se reportan los resultados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brazo proximal</li> <li>2. Nylon (5cm), elástico (3cm)</li> <li>3. 5cm, 3cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. 40% POA (reposo)</li> <li>6. Sentado en reposo, inflado con diferentes dispositivos</li> <li>7. 50%1RM (pre-test 1RM)</li> </ol>	<p>PA fue mayor en 3cm pero en ejercicio no hay diferencias. No hubo diferencias en la respuesta aguda del grosor muscular, tampoco en percepción del esfuerzo pero si en incomodidad (3cm).</p>
(15) Dankel et al (2017)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres que entrenan fuerza</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Intra-sujeto</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Flexión unilateral de codo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 30%1RM</li> <li>2. No reportado</li> <li>3. 4 series x 30,15,15,15</li> <li>4. 30" entre series</li> </ol>	No se reportan resultados	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brazo proximal</li> <li>2. Nylon (5cm), elástico (3cm)</li> <li>3. 5cm, 3cm</li> <li>4. POA</li> </ol>	<p>POA y presión relativa mayor en 3cm. Con 5cm más repeticiones durante series 2 y</p>



<ol style="list-style-type: none"> <li>2. 15 (3 M)</li> <li>3. 25 años</li> <li>4. 1,99 metros</li> <li>5. 20,7</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Grosor y actividad muscular, RPE, 1RM, incomodidad</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. 1"-1" (exc-con)</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Cada tamaño un protocolo (de pie)</li> <li>6. Nylon x50 mmHg y x1 mmHg hasta ocluir. Elástico x30 mmHg y hasta 50 mmHg y x10 mmHg hasta POA.</li> <li>7. 30%1RM (pre-test 1RM)</li> </ol>	<p>3, ambos produjeron reducciones en repeticiones. El grosor muscular agudo pareció aumentar y permanecer elevado durante los 5' post-ejercicio. Mayor RPE en la serie 1 con 3cm y mayor incomodidad.</p>
--	---	---	---	--

(17) Fallon et al (2021)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres sanos</li> <li>2. 27 participantes (18 mujeres)</li> <li>3. 21 años</li> <li>4. 1,69 metros</li> <li>5. 24, 6</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Experimental</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Caminar en tapiz rodante</li> <li>4. POA con diferentes tamaños, RPE, incomodidad</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3km/h</li> <li>2. No reportado</li> <li>3. 2 series (1x12cm, 1x17cm) x 5 rondas x 2'</li> <li>4. 1' entre rondas, 5' entre series</li> <li>5. No reportado</li> <li>6. Continuo (incluidos los descansos)</li> </ol>	<p>Escala incomodidad de Borg (0 a 10). 12cm osciló entre 1,3 (serie 1) y 2,2 (serie 5) y para 17cm entre 2 (serie 1) y 2,7 (serie 5).</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pierna proximal</li> <li>2. Nylon</li> <li>3. 12cm, 17cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. POA para cada tamaño.</li> <li>6. La presión fue aumentada en incrementos x1 mmHg hasta ocluir. 3' entre tamaños.</li> <li>7. No hay</li> </ol>	<p>12cm requiere más presión para ocluir. No hay diferencias en RPE para ambos tamaños ni en su incremento en las series. Mayor incomodidad con 17cm.</p>
--------------------------	--	--	--	--	--	---



(20) Hughes et al (2018)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Hombres sanos que entrenan fuerza</li> <li>18</li> <li>27 años</li> <li>1,75 metros</li> <li>28,9</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cruzado aleatorio (contrabalanceado)</li> <li>Grupo intervención</li> <li>Prensa de piernas unilateral</li> <li>Presión entre manguito y extremidad ("interface"), RPE a diferentes restricciones, incomodidad, 1RM</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>30%1RM</li> <li>No reportado</li> <li>4 series (75 repeticiones totales)</li> <li>No reportado</li> <li>1"-1" (exc-con)</li> <li>Continuo</li> </ol>	Se midió con una escala del 0 al 10.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Pierna dominante proximal</li> <li>Nylon</li> <li>8cm (HS), 11,5cm (PT), 13cm (RI)</li> <li>POA</li> <li>3 sistemas: Inflado automático (RI), torniquete personalizado (PT) y manual (HS)</li> <li>Tumbado supino. Pre-ensayo al 40% x 1', descanso 5' y al 80% x 1'. Tras 10', inicio prueba.</li> <li>No hay</li> </ol>	"Interface "en los 3 sistemas es menor que presión de oclusión de las extremidades. Mayor incomodidad con RI y HS. HS fue el que obtuvo valores más altos de RPE, el que menos PT. La PA media también fue mayor HS y RI que en PT.
(24) Ipavec et al (2018)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mujeres y hombres sanos</li> <li>17 (9 M)</li> <li>28,3 años</li> <li>1,77 metros</li> <li>23,3</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Experimental</li> <li>Grupo intervención</li> <li>Extensión de rodilla unilateral isométrica</li> <li>Resistencia muscular isométrica,</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>40% de contracción isométrica máxima voluntaria (MVIC)</li> <li>100%NRM</li> <li>2 contracciones iso (1 sin RFS) por cada pierna</li> </ol>	Una media de 3,6/10 sobre la presión más alta (240 mmHg) con ambos dispositivos	<ol style="list-style-type: none"> <li>Piernas</li> <li>No se reporta</li> <li>11cm (SPC), 13cm (APC)</li> <li>POA</li> <li>APC: 2 cámaras, fórmula propia. SPC: 1 cámara.</li> </ol>	Los valores de la prueba MVIC entre la pierna izquierda y la derecha no difirieron. La intensidad de dolor aumentó igual en ambos



		oxigenación muscular	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. 5' entre contracciones</li> <li>5. Isométrica</li> <li>6. Continuo</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>6. Tumbado en reposo y durante ejercicio. En reposo 4 niveles (120,160,200,240 mmHg).</li> <li>7. No hay</li> </ol>	manguitos. No hubo diferencias en la percepción del esfuerzo para ambos manguitos.
(25) Jesse et al (2016)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres sanos</li> <li>2. 249 (147 M)</li> <li>3. 21 años</li> <li>4. 1,70 metros</li> <li>5. 25,7</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Varias medidas intra-sujeto</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. De pie en reposo</li> <li>4. POA para diferentes tamaños, PAS y PAD</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brazo derecho proximal</li> <li>2. No reportado</li> <li>3. 5cm, 10cm y 12cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. 5' entre medidas, un solo protocolo.</li> <li>6. Inflado x50 mmHg e incrementos lentos hasta ocluir.</li> <li>7. No hay</li> </ol>	<p><b>POA 5cm</b> (mmHg)= 2,790 (perímetro brazo) + 1,119 (PAS) – 0,439 (longitud brazo) + 0,224 (PAD) + 12,467 (sexo) -77,636</p> <p><b>POA 10cm</b> (mmHg)= 1,521 (perímetro brazo) + 0,833 (PAS) – 0,296 (longitud brazo) + 0,139 (PAD) + 6,896 (sexo) -21,344</p> <p><b>POA 12cm</b> (mmHg)= 1,444 (perímetro brazo) + 0,736 (PAS) – 0,297 (longitud brazo) +0,159</p>



(PAD) + 7,355  
(sexo)-13,216

(29) Laurentino et al (2016)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hombres activos</li> <li>2. 11</li> <li>3. 25,2 años</li> <li>4. 1,70 metros</li> <li>5. 25,9</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Longitudinal aleatorizado con test y post-test</li> <li>2. Grupo intervención (2 condiciones)</li> <li>3. Flexión unilateral de codo</li> <li>4. Sección transversal del músculo, POA para diferentes tamaños, RPE, dolor percibido</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 20%1RM (ambas condiciones)</li> <li>2. No reportado</li> <li>3. 3 series x 15 repeticiones</li> <li>4. 1' entre series</li> <li>5. 2"-2" (exc-con)</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brazo proximal</li> <li>2. Nylon</li> <li>3. 5cm, 10cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. Tamaño aleatorizado, manguitos al 80% de su capacidad.</li> <li>6. En posición sentada, se aumentó la presión del manguito hasta ocluir arteria braquial.</li> <li>7. No hay</li> </ol>	La CSA del músculo flexor del codo aumentó, ligeramente más con 10cm. Aumentó el 1RM en los resultados del post-test, ligeramente más con el manguito de 5cm.
(34) Loenneke et al (2012)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres sanos</li> <li>2. 116 (63 M)</li> <li>3. 22 años</li> <li>4. 1,71 metros</li> <li>5. 24,7</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aleatorizado</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Tendido supino en reposo</li> <li>4. POA para diferentes tamaños</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Piernas proximal</li> <li>2. No reportado</li> <li>3. 5cm, 13,5cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. Tamaño al azar. 5' entre protocolos.</li> <li>6. 5cm x40-60 mmHg, 13,5cm x50 mmHg (30"-</li> </ol>	Salvo uno, en todos los sujetos la POA fue menor utilizando 13,5cm en comparación con 5cm. Se muestra que la presión de restricción debe estar basada



						10") + PAS (30"-10") + x40 mmHg (30"-10") hasta ocluir y reducciones x10 mmHg (POA).	tanto en tamaño del manguito como la circunferencia de la extremidad ocluida y su composición.
(35) Loenneke et al (2013)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mujeres y hombres activos</li> <li>17 (9 M), finalmente 16</li> <li>23 años</li> <li>1,70 metros</li> <li>24,9</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Aleatorizado</li> <li>Grupo intervención</li> <li>Tumbado supino en reposo</li> <li>POA con diferentes tipos de manguitos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>Piernas proximal</li> <li>Nylon, elástico</li> <li>5cm</li> <li>POA</li> <li>8 sujetos usan ambos.</li> <li>Elástico x50 mmHg. Nylon no permite presión inicial. Protocolo Loenneke et al (34).</li> <li>No hay</li> </ol>	Las pruebas realizadas en los 8 participantes que recibieron ambas oclusiones con los dos tipos no encontraron diferencias entre manguitos para la presión de oclusión arterial.	
(36) Loenneke et al (2014)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mujeres y hombres sanos</li> <li>17 (9 M)</li> <li>24 años</li> <li>1,70 metros</li> <li>24,9</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cruzado aleatorio</li> <li>Grupo intervención</li> <li>Extensión de rodilla</li> <li>PA, perímetro del muslo, 1RM, POA para diferentes tipos de manguito, RPE e incomodidad</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>30%RM</li> <li>100%NRM</li> <li>3 series</li> <li>30" entre series</li> <li>1,5"-1,5" (excon)</li> <li>Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>Piernas proximal</li> <li>Nylon, elástico</li> <li>5cm</li> <li>POA</li> <li>Se determina una presión de ejercicio de suboclusión.</li> <li>Elástico x50 mmHg, nylon sin</li> </ol>	No se encontraron diferencias entre manguitos para el nº de repeticiones en cada serie. No hubo relación en la presión de RFS y la caída porcentual de las	



					presión inicial. Inflado hasta PAS (30"-10"). x20 mmHg hasta alcanzar presión objetivo.	repeticiones. No se encontraron diferencias en el RPE e incomodidad en ambos tipos.	
(37) Loenneke et al (2015)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres sanos</li> <li>2. 171 (119 M)</li> <li>3. 21 años</li> <li>4. 1,68 metros</li> <li>5. 24,6</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Varias medidas intra-sujeto</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Tumbado supino en reposo</li> <li>4. Perímetro del muslo, presión arterial braquial, POA en miembros (superior, inferior), grosor de la musculatura del muslo y grasa</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. No hay</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brazo y pierna proximal</li> <li>2. Nylon</li> <li>3. 5cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. 5' entre mediciones.</li> <li>6. 1x50mmHg (30"-10") + 1xPAS (30"-10") y x30mmHg (brazo) o 40 mmHg (pierna) hasta ocluir.</li> <li>7. No hay</li> </ol>	$TS \text{ (mmHg)} = 0.514 \text{ (PAS)} + 0.339 \text{ (PAD)} + 1.461 \text{ (perímetro brazo)} + 17.236 \text{ (TS)} = 0.667 \text{ (PAS)} + 0.210 \text{ (PAD)} + 0.331 \text{ (grosor muscular)} + 0.446 \text{ (grosor grasa)} + 26.275 \text{ (TI (mmHg))} = 5.893 \text{ (perímetro muslo)} + 0.734 \text{ (PAD)} + 0.912 \text{ (PAS)} - 220.04$



(40) Mouser et al (2017)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres saludables</li> <li>2. 43 E1(27 M), 38 E2 (20 M)</li> <li>3. 22 años (E1), 24 (E2)</li> <li>4. 1,69 metros (E1), 1,74 (E2)</li> <li>5. 25,3 (E1), 24,9 (E2)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Varios experimentos aleatorizados</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Tumbado supino en reposo</li> <li>4. Flujo sanguíneo bajo restricción (relativa), POA para diferentes tamaños, PA</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brazo derecho proximal</li> <li>2. No reportado</li> <li>3. 5cm, 10cm y 12cm</li> <li>4. PA (E1), POA (E2)</li> <li>5. E1: PA con diferentes tamaños para el POA. E2: POA con un manguito del E1.</li> <li>6. E1: Ocluir y bajada hasta PAS/PAD. POA con incrementos del 10% PAS. E2: Inflado hasta POA.</li> <li>7. No hay</li> </ol>	(E1) Para la medición de la PA, cuanto más ancho menos presión requerida. Diferencias en cada una de las presiones relativas en los tres tamaños. (E2) No hubo diferencias de la velocidad máxima hasta las presiones altas (>80%).
(41) Mouser et al (2018)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres</li> <li>2. 31 (14 M)</li> <li>3. 23,5 años</li> <li>4. 1,73 metros</li> <li>5. 24,9</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cruzado</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Tumbado supino en reposo</li> <li>4. Velocidad del flujo sanguíneo, POA para diferentes tamaños</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pierna derecha proximal</li> <li>2. No reportado</li> <li>3. 10cm, 12cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. 10' entre mediciones</li> <li>6. Inflado con una precisión de 1</li> </ol>	POA mayor en 10cm que en 12cm. Velocidad media disminuyó linealmente, el flujo sanguíneo disminuyó cuando presión aumenta y la velocidad



						mmHg hasta ocluir. 7. No hay	máxima aumentó en presiones de 30%-50% pero disminuyó a presiones altas.
(47) Rossow et al (2012)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres jóvenes y sanos</li> <li>2. 27 (14 M)</li> <li>3. 23 años</li> <li>4. 1,73 metros</li> <li>5. 24,4</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cruzado aleatorio</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Extensión de rodilla</li> <li>4. POA para diferentes tamaños y tipos, PA braquial, 1RM, RPE, dolor percibido</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 20%1RM</li> <li>2. No reportado</li> <li>3. 4 series x 30,15,15,15</li> <li>4. 30" x serie</li> <li>5. No reportado Continuo</li> </ol>	No se reportan los resultados		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pierna proximal</li> <li>2. Elástico (5cm), nylon (13,5cm)</li> <li>3. 5cm, 13,5cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. Protocolo 30"-10"</li> <li>6. Posición sentada. 1x50 mmHg, 1x PAS y x20 mmHg hasta presión objetivo.</li> <li>7. No hay</li> </ol>	Más repeticiones con 5cm. Con 13,5cm se falló desde 2ª serie. RPE y dolor fueron mayores con 13,5cm. Respuestas cardiovasculares fueron mayores en 13,5cm.
(48) Sieljacks et al (2017)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres sanos</li> <li>2. 24 (10 M)</li> <li>3. 32 años</li> <li>4. 1,78 metros</li> <li>5. 23</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aleatorizado</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Tumbado supino y sentado en reposo</li> <li>4. PA, POA en diferentes posiciones, perímetro del muslo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Piernas proximal</li> <li>2. No reportado</li> <li>3. 6cm, 13cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. 5' entre medidas.</li> <li>6. x70 mmHg inicialmente y x5 mmHg hasta alcanzar POA.</li> <li>7. No hay</li> </ol>	POA aumentó de la posición en tumbado supino a la sentada con ambos tamaños y fue mayor con el 6cm en ambas posiciones del cuerpo.



(49) Spitz et al (2020)	<p><b>Experimento 1</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mujeres y hombres sanos</li> <li>99 (55 M)</li> <li>21,5 años</li> <li>1,69 metros</li> <li>25,5</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cruzado aleatorio</li> <li>Grupo intervención</li> <li>Tumbado supino en reposo al 40% POA</li> <li>POA, 1RM, incomodidad</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	<p>No reportado</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Piernas proximal</li> <li>Nylon</li> <li>5cm, 12cm</li> <li>POA</li> <li>Cada pierna un tamaño. Inflado al 40% POA x4'</li> <li>5cm: POA basado cambios sonoros de la medición.</li> <li>No hay</li> </ol>	<p>La presión promedio y la clasificación de incomodidad fue mayor con el manguito estrecho.</p>
	<p><b>Experimento 2</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mujeres y hombres sanos</li> <li>96 (48 M)</li> <li>21,5 años</li> <li>1,70 metros</li> <li>25,6</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Aleatorizado</li> <li>Grupo intervención</li> <li>Flexión de codo unilateral</li> <li>FC, PA, POA para diferentes tamaños, incomodidad</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>No reportado</li> <li>100%NRM</li> <li>4 series x fallo</li> <li>30" entre series</li> <li>No reportado</li> <li>Continuo</li> </ol>	<p>Mayor incomodidad con manguito ancho</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Brazo proximal</li> <li>No reportado</li> <li>5cm, 12cm</li> <li>POA</li> <li>40% POA de cada tamaño. 10' entre condiciones.</li> <li>Posición de pie. La menor presión a la que se ocluye es determinada POA.</li> <li>No hay</li> </ol>	<p>5cm menos incómodo comparado con 12cm. Presión absoluta fue mayor en 5cm y se completaron más repeticiones totales con este condicionamiento. Mayoría de los participantes prefieren 5cm.</p>



(51) Spitz et al (2019)	<b>Experimento 1</b> 1. Mujeres y hombres 2. 96 (53 M) 3. 21,5 años 4. 1,69 metros 5. 25,5	1. Cruzado aleatorio 2. Grupo intervención 3. Extensión de rodilla unilateral 4. Preferencia del manguito	1. 30%1RM 2. 100%NRM 3. 4 series x fallo 4. No reportado 5. 1"-1" (exc-con) 6. Continuo	Escala de 0 a 100	1. Brazo proximal 2. No reportado 3. 5cm, 12cm 4. POA 5. Manguitos inflados al 40% POA x4' 6. POA de pie. 7. No hay	Hombres reportan mayor incomodidad. Preferencia por 5cm. Repeticiones totales fue mayor con 5cm.
	<b>Experimento 3</b> 1. Mujeres y hombres 2. 50 3. 21 años 4. 1,69 metros 5. 25,9	1. Aleatorizado ciego 2. Grupo intervención 3. Posición sentada en reposo 4. Incomodidad	1.2.3.4.5. Nada 6. Continuo	Escala de 0 a 100	1. Brazo proximal 2. No reportado 3. 5cm, 12cm 4. Punto de oclusión 5. Manguitos inflados al 40% POA x4' 6. POA de pie 7. No hay	En incomodidad no se encontraron diferencias entre 5cm y 12cm. La presión absoluta aplicada fue mayor en 5cm.
(52) Stray-Gundersen et al (2020)	1. Mujeres y hombres 2. 15 (6 M) 3. 23 años 4. 1,74 metros 5. 23	1. Aleatorizado 2. 3 grupos (1 control sin RFS) 3. Ejercicio aeróbico 4. FC, PA, RPE, lactato	1. 3 km/h 2. No reportado 3. 5 rondas x 2' 4. 1' entre rondas 5. No hay 6. Continuo	No reportado	1. Piernas 2. No reportado 3. 5cm, 18cm 4. No se usa POA 5. Banda estrecha, manguito ancho y sin RFS 6. 18cm: 1x120 mmHg (30"-10") + 1x140 mmHg (30"-10") + 1x160	Incremento PA fue mayor con 18cm, sin embargo aumentó más la PA sin RFS en comparación con 5cm. FC fue mayor en condición con 18cm comparado



(56) Weatherholt et al (2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres sanos</li> <li>2. 29 (7 M)</li> <li>3. 24 años</li> <li>4. 1,77 metros</li> <li>5. 23,9</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cruzado</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Tumbado supino en reposo</li> <li>4. PA, velocidad del flujo sanguíneo</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado	<p>mmHg. 5cm: se infla gradualmente hasta 300 mmHg.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>7. No hay</li> <li>1. Pierna izquierda proximal</li> <li>2. No reportado</li> <li>3. 5cm, 11,5cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. Mismo protocolo.</li> <li>6. 1x50 mmHg e incrementos x50 mmHg hasta ocluir.</li> <li>7. No hay</li> </ol>	<p>con las otras, con 5cm y sin RFS no hubo diferencias. RPE y lactato fueron mayores con 18cm.</p> <p>No hubo diferencia en velocidad de flujo sanguíneo en reposo en arteria poplítea. Presión más alta en 5cm. Algunos participantes no se ocluyeron al máximo con 5cm.</p>
-------------------------------------	--	--	--	--------------	---	--



(57) Wong et al (2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres sanos</li> <li>2. 96 E1 (48 M), 87 E2 (42 M)</li> <li>3. 21,5 años (E1, E2)</li> <li>4. 1,70 metros (E1, E2)</li> <li>5. 25,6 (E1, E2)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cruzado aleatorio (E1, E2)</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Flexión de codo unilateral</li> <li>4. POA para diferentes tamaños, 1RM, grosor muscular</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 30%1RM</li> <li>2. 100%NRM</li> <li>3. 4 series x fallo</li> <li>4. 30" entre series</li> <li>5. 1"-1" (exc-con)</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brazo proximal</li> <li>2. Nylon</li> <li>3. 5cm, 12cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. 40%POA. E1 ambos manguitos, E2 solo 12cm, uno utiliza la presión de 5cm.</li> <li>6. POA de pie. Inflado hasta ocluir (POA).</li> <li>7. No hay.</li> </ol>	<p>E1: POA relativa fue igual para cada tamaño pero la presión absoluta fue mayor en 5cm. El grosor muscular aumentó en ambos sexos. Más repeticiones con 5cm.</p> <p>E2: Presión aplicada mayor en 12/5. No hay diferencias en las repeticiones.</p>
------------------------	---	---	--	--------------	--	---

Tabla 4: Artículos sobre tamaño y tipo de manguitos



#### 4.2. Cálculo/estimación de la presión aplicada por los manguitos de oclusión

En este apartado se recogen aquellos artículos cuyo objetivo fue comparar diferentes niveles de presión aplicada (6,14,27,49,50,51,57) y las estrategias utilizadas para medirla (23,58). En el caso de Bell et al. (6), como en anteriores estudios, intentan desarrollar un método de aplicación basado en la percepción del participante pero en este caso usando diferentes niveles de presión (20%,40% y 60% del POA).

A continuación, en la Tabla 5, se muestra la extracción de datos de cada uno de los artículos de la revisión que tienen como objetivo investigar sobre esta temática.

Primer autor (Año)	1. Participantes 2. Tamaño 3. Media edad 4. Media altura 5. Media IMC	1. Diseño 2. Grupos 3. Intervención 4. Variables medidas	1. Intensidad carga 2. Intensidad esfuerzo 3. Volumen 4. Pausas 5. Velocidad movimiento 6. App RFS	Nivel de incomodidad	1. Extremidad 2. Tipo de manguito 3. Tamaño 4. Técnica de aplicación 5. Descripción 6. Protocolo de cálculo POA 7. Calentamiento	Resultados
(6) Bell et al (2020)	1. Mujeres y hombres sanos 2. 40 (17 M) 3. 23,4 años 4. 1,72 metros 5. 24,8	1. Experimental 2. Grupo intervención 3. Tumbado supino en reposo 4. La capacidad de estimar la presión de oclusión objetivo	1.2.3.4.5. Nada 6. Continuo	No se reportan los resultados	1. Pierna proximal 2. Nylon 3. 12 cm 4. POA 5. Estimar la presión correcta post-condicionamiento 6. 40% POA como presión objetivo, 20% (presión baja) y 60% (presión alta)	La precisión de la estimación aumenta cuando hay menos diferencia de tiempo entre el protocolo y la estimación.



					utilizadas como condicionamiento.	
					7. No hay	
(14) Crossley et al (2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mujeres y hombres activos</li> <li>23 (12 M)</li> <li>22,8 años</li> <li>1,75 metros</li> <li>23,9</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cruzado aleatorio</li> <li>Grupo intervención</li> <li>Extensión de tobillo unilateral en prensa</li> <li>Presión del manguito, flujo sanguíneo y diferencias en ejercicio y en reposo, 1RM</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>20%1RM</li> <li>No reportado</li> <li>4 series x 30,15,15,15</li> <li>1' entre series</li> <li>30 contracciones x 1'</li> <li>Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>Zona proximal pierna</li> <li>No reportado</li> <li>10cm</li> <li>POA</li> <li>POA en reposo (rPOA) y en ejercicio (ePOA) en distintas piernas</li> <li>Inflado x50 mmHg (30"-10"), x30mmHg (30"-10") hasta ocluir a partir de ahí la presión se redujo en 10 mmHg (30"-10") hasta detectar pulso y x1 mmHg hasta que desapareció (rPOA). Ejercicio de intensidad ligera (&gt;3') para estabilizar velocidades del flujo sanguíneo, se infló el manguito a rPOA y se ajusta hasta establecer presión de ejercicio (ePOA)</li> </ol>	<p>(E1) La relación entre la presión inducida por el manguito y el flujo sanguíneo en la arteria femoral no es lineal cuando se mide sentado. Existen varias diferencias entre los porcentajes relativos a la rPOA, salvo en el intervalo entre el 30% al 80%. (E2) La ePOA fue mayor que la rPOA además también hubo</p>



					<p>7. Protocolo de la NSCA (Sheppard, 2016)</p>	<p>una diferencia en la presión del manguito aplicada durante el ejercicio al 40% de rPOA y 40% ePOA. El flujo sanguíneo no mostró diferencias.</p>
<p>(23) Hughes et al (2021)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres sanos</li> <li>2. 81 (44 M)</li> <li>3. 40 años</li> <li>4. 1,69 metros</li> <li>5. 23,9</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aleatorizado</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Tumbado supino en reposo</li> <li>4. POA con dos tipos diferentes dispositivos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	<p>No reportado</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brazo y pierna</li> <li>2. No reportado</li> <li>3. No reportado</li> <li>4. POA</li> <li>5. 1ª medida aleatoria y las siguientes se alternan en función del primer dispositivo usado.</li> <li>6. En el manguito doble la presión de oclusión de la extremidad (LOP) a través de una banda de sensores mientras es inflado. El otro mide LOP con un dispositivo</li> </ol>	<p>En el miembro superior la LOP fue mayor en el dispositivo distal respecto al doble dispositivo ("embedded"), en el miembro inferior la presión de oclusión (LOP) fue mayor con el manguito</p>



						distal sobre un dedo. (foto-pletismografía).	doble ("embedded").
						7. No hay	
(27) Karabulut et al (2011)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hombres sanos</li> <li>2. 6</li> <li>3. 28 años</li> <li>4. 1,79 metros</li> <li>5. 25,9</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aleatorizado</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Tumbado supino en reposo</li> <li>4. Oxigenación muscular, diferentes POA y FC</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>		No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pierna proximal</li> <li>2. Elástico</li> <li>3. 50mm (5cm)</li> <li>4. POA</li> <li>5. Presiones aumentan en siguiente sesión si completan las series y repeticiones a un &lt;16 RPE.</li> <li>6. Presiones iniciales (30,50 y 70 mmHg) al azar durante 4' y desinflado durante 2'. La presión incrementa gradualmente hasta 120,140,160,180,200 y 220 mmHg durante 4' y desinflado 2' entre cada presión objetivo.</li> <li>7. No hay</li> </ol>	<p>Seis presiones después de las presiones iniciales, solo hubo un participante que llegó a presiones superiores a 180 mmHg cuando la presión inicial fue de 70 mmHg. Los valores de oxigenación tisular eran más bajos durante la sesión con presión inicial de 70 mmHg que con 30 y 50 mmHg, y lo mismo</p>



respecto a la sesión de 50 mmHg con la de 30 mmHg. Con el aumento de la presión inicial, el volumen sistólico disminuyó y la FC aumentó.

(30) Laurentino et al (2018)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hombres activos</li> <li>2. 35</li> <li>3. 24 años</li> <li>4. 1,75 metros</li> <li>5. 23,6</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cruzado aleatorio</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Tumbado supino en reposo</li> <li>4. Comparar distintos dispositivos Doppler</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pierna dominante proximal</li> <li>2. Nylon</li> <li>3. 17,5cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. POA con Doppler (HH) y con onda pulso Doppler (US).</li> <li>6. El HH en arteria tibial posterior, inflado hasta POA. Tras 10', se repitió en arteria femoral.</li> <li>7. No hay</li> </ol>	No hubo diferencias significativas en el nivel de POA de la arteria femoral entre el Doppler HH y el Doppler US.
---------------------------------	--	--	--	--------------	---	--



(49) Spitz et al (2020)	<b>Experimento 3</b> <b>1.</b> Mujeres y hombres sanos <b>2.</b> 95 (54 M) <b>3.</b> 21,5 años <b>4.</b> 1,69 metros <b>5.</b> 25,5	<b>1.</b> Cruzado aleatorio <b>2.</b> Grupo intervención <b>3.</b> Extensión de rodilla unilateral <b>4.</b> Condicionamiento (12cm-12cm/presión 5cm)	<b>1.</b> 30%1RM <b>2.</b> 100%NRM <b>3.</b> 4 series x fallo <b>4.</b> No reportado <b>5.</b> 1"-1" (excon) <b>6.</b> Continuo	Escala de 0 a 100	<b>1.</b> Piernas proximal <b>2.</b> Nylon <b>3.</b> 12cm <b>4.5.6.7.</b> E1 Spitz (49)	Presión media aplicada e incomodidad mayor con 12/5. Preferencia por condición 12cm. Menos repeticiones con 12/5.
(50) Spitz et al (2020)	<b>1.</b> Mujeres y hombres sanos <b>2.</b> 32 (19 M) <b>3.</b> 22 años <b>4.</b> 1,69 metros <b>5.</b> 24,5	<b>1.</b> Aleatorizado <b>2.</b> Grupo intervención <b>3.</b> Tumbado supino en reposo <b>4.</b> POA para diferentes posiciones del manguito	<b>1.2.3.4.5.</b> Nada <b>6.</b> Continuo	No reportado	<b>1.</b> Pierna derecha proximal, lateral o medial <b>2.</b> Nylon <b>3.</b> 12cm <b>4.</b> POA <b>5.</b> 2 medidas por posición, 5' entre medidas. <b>6.</b> Inflado hasta oclusión. Se infló 2 veces con bomba colocada sobre parte medial y una sobre parte lateral. <b>7.</b> No hay	Se encontraron pruebas que sugieren que existe una diferencia entre las posiciones de la bomba del manguito, siendo la aplicación en la zona externa donde se requiere de una mayor presión para ocluir la extremidad.



(51) Spitz et al (2019)	<b>Experimento 2</b> 1. Mujeres y hombres 2. 87 (42 M) 3. 21,5 años 4. 1,70 metros 5. 25,8	1. Aleatorizado 2. Grupo intervención 3. Flexión de codo unilateral 4. POA (12cm o 12/5)	1. No reportado 2. 100%NRM 3. 4 series x fallo 4. 30" entre series 5. No reportado 6. Continuo	Más incomodidad con 12/5	1. Brazo proximal 2. No reportado 3. 12cm 4. POA 5. Un brazo con presión relativa a 12cm, otro con la de 5cm. 6. Posición de pie para POA. 7. No hay	Más incomodidad con 12/5, no hay diferencia en las repeticiones. Mayor presión absoluta aplicada en 12/5. Sujetos prefieren 12cm.
(57) Wong et al (2019)	1. Mujeres y hombres sanos 2. 96 E1 (48 M), 87 E2 (42 M) 3. 21,5 años (E1, E2) 4. 1,70 metros (E1, E2) 25,6 (E1, E2)	1. Cruzado aleatorio (E1, E2) 2. Grupo intervención 3. Flexión de codo unilateral 4. POA para diferentes tamaños, 1RM, grosor muscular	1. 30%1RM 2. 100%NRM 3. 4 series x fallo 4. 30" entre series 5. 1"-1" (ex-con) 6. Continuo	No reportado	1. Brazo proximal 2. Nylon 3. 5cm, 12cm 4. POA 5. 40%POA. E1 ambos manguitos, E2 solo 12cm, uno utiliza la presión de 5cm. 6. POA en posición de pie. Inflado hasta ocluir (POA). 7. No hay.	E1: POA relativa fue igual para cada tamaño pero la presión absoluta fue mayor en 5cm. El grosor muscular aumentó en ambos sexos. Más repeticiones con 5cm. E2: Presión aplicada



							mayor en 12/5. No hay diferencias en las repeticiones.
(58) Zeng et al (2019)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mujeres y hombres sanos</li> <li>2. 94 (47 M)</li> <li>3. 31,5 años</li> <li>4. 1,73 metros</li> <li>5. 24</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cruzado aleatorizado con medidas repetidas</li> <li>2. Grupo intervención</li> <li>3. Tumbado supino en reposo</li> <li>4. POA con diferentes dispositivos</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.2.3.4.5. Nada</li> <li>6. Continuo</li> </ol>	No reportado	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Brazo y pierna derecha proximal</li> <li>2. Nylon</li> <li>3. 12cm</li> <li>4. POA</li> <li>5. POA con Doppler (DU) en arterias y oxímetro (PO) en dedos. El orden aleatorio, tanto en extremidad como dispositivo. 10' entre mediciones. Mismo protocolo de inflado para ambos.</li> <li>6. Incrementos x10 mmHg hasta oclusión (POA)</li> <li>7. No hay</li> </ol>	No hay diferencias entre DU y PO en extremidad superior, pero si en el miembro inferior. En cuanto a sexos, solo se encuentran diferencias en las mediciones del miembro inferior con ambos dispositivos.	

Tabla 5: Artículos sobre presión aplicada



#### 4.3. Posición del cuerpo durante el cálculo del POA

En este apartado se recogen aquellos artículos cuyo objetivo fue comparar diferentes posiciones del cuerpo en reposo y su influencia en la medición del POA. Las posiciones más utilizadas en los estudios a la hora de medir el POA son de pie en posición anatómica (21,28), sentado (21,28,48) o tumbado en posición supina (21,28,48).

A continuación, en la Tabla 6, se muestra la extracción de datos de cada uno de los artículos de la revisión que tienen como objetivo investigar sobre esta temática.

Primer autor (Año)	1. Participantes 2. Tamaño 3. Media edad 4. Media altura 5. Media IMC	1. Diseño 2. Grupos 3. Intervención 4. Variables medidas	1. Intensidad carga 2. Intensidad esfuerzo 3. Volumen 4. Pausas 5. Velocidad movimiento 6. App RFS	Nivel de incomodidad	1. Extremidad 2. Tipo de manguito 3. Tamaño 4. Técnica de aplicación 5. Descripción 6. Protocolo de cálculo POA 7. Calentamiento	Resultados
(21) Hughes et al (2018)	1. Mujeres y hombres sanos 2. 50 (13 M) 3. 29 años 4. 1,77 metros 5. 24,6	1. Aleatorizado 2. Grupo control 3. De pie, sentado y tumbado supino en reposo 4. POA en diferentes posiciones en reposo	1.2.3.4.5. Nada 6. Continuo	No se reporta	1. Pierna dominante proximal 2. No reportado 3. 11,5cm 4. POA 5. Sentado, tumbado supino y de pie 6. POA automática con software del propio manguito (Delfi Easy-fit) 7. No hay	POA es menor en la posición de tumbado supino comparado con las posiciones de pie y sentado. POA en posición sentado también fue menor comparado con la posición de pie.



<p>(28) Karanasios et al (2021)</p>	<p>1. Mujeres y hombres sanos 2. 42 (13 M) 3. 28,1 años 4. 1,75 metros 5. 24,4</p>	<p>1. Medidas repetidas aleatorizadas 2. Grupo intervención 3. Posición supina, sentada y de pie en reposo 4. POA en diferentes posiciones</p>	<p>1.2.3.4.5. Nada 6. Continuo</p>	<p>No reportado</p>	<p>1. Brazo dominante proximal 2. No reportado 3. 7cm 4. POA 5. Tumbado supino, sentado y de pie. 6. Inicialmente x50 mmHg (30"-10"), hasta PAS (30"-10") y x30 mmHg hasta ocluir, desinflado con precisión de 5 mmHg hasta detectar el pulso (POA). 7. No hay</p>	<p>POA en tumbado supino fue menor que en la posición sentada y significativamente superior en posición tumbado que en posición de pie.</p>
<p>(48) Sieljacks et al (2017)</p>	<p>1. Mujeres y hombres sanos 2. 24 (10 M) 3. 32 años 4. 1,78 metros 5. 23</p>	<p>1. Aleatorizado 2. Grupo intervención 3. Tumbado supino y sentado en reposo 4. PA, POA en diferentes posiciones, perímetro del muslo</p>	<p>1.2.3.4.5. Nada 6. Continuo</p>	<p>No reportado</p>	<p>1. Piernas proximal 2. No reportado 3. 6cm, 13cm 4. POA 5. 5' entre medidas. 6. x70 mmHg inicialmente y x5 mmHg hasta alcanzar POA. 7. No hay</p>	<p>POA aumentó de la posición en tumbado supino a la sentada con ambos tamaños y fue mayor con el 6cm en ambas posiciones del cuerpo.</p>

Tabla 6: Artículos sobre la posición del cuerpo

## 5. Discusión

El propósito de esta revisión era investigar, describir y discutir sobre la metodología de aplicación de RFS y los diferentes elementos que la componen. Este análisis nos permitió revelar la situación actual de la RFS y la evidencia científica disponible hasta el momento, las limitaciones que existen y las futuras líneas de investigación a plantear sobre la metodología de aplicación.

En los estudios que tratan sobre el tamaño del manguito, salvo Hughes et al. (23), todos los autores informan sobre el tamaño del manguito utilizado en sus investigaciones. Algunos de estos estudios demuestran que cuanto más ancho es el manguito menor es la presión necesaria para ocluir (9,15,17,34,40,41,48,49,51,57). Si el tamaño del manguito aplicado sobre la pierna es inferior a 10cm, algunos estudios informan sobre la ineficiencia de su uso (4,56) o su influencia en el aumento de los niveles de incomodidad y el incremento del RPE de los sujetos (20,49). En estos casos, todos los manguitos son de nylon (4,20,49) a excepción de uno (56) que no reporta el material del manguito utilizado. Sin embargo, otros artículos no reportan problemas en el uso de manguitos estrechos de nylon (36,37), elásticos (27,36,47) o de material no especificado (48,52) sobre la extremidad inferior. Por lo tanto, es necesario seguir investigando para obtener una mayor evidencia que nos permita aclarar esta disyuntiva.

Varios estudios utilizan como referencia el tamaño del manguito para elaborar métodos o fórmulas de aplicación (3,6,25,37). Bell et al. (3) tratan de desarrollar un método basado en la percepción del sujeto para aplicar una presión utilizando una escala del 1 al 10 (siendo 1, poca presión percibida y 10, oclusión) con manguitos de 5cm (brazo) y 10cm (pierna). Los mismos Bell et al. (5,6) informan sobre el carácter subjetivo y voluble de la estimación además de la pérdida de precisión que puede sufrir esta cuando el tiempo entre condicionamiento y estimación aumenta (promedio de 25,3mmHg de diferencia a las 24 horas). Siendo conscientes de esto, otra de las hipótesis a plantear, es si un sujeto también pierde la capacidad de estimar cuando se “adapta” al entrenamiento con RFS utilizando este método de percepción para calcular la POA. Sería interesante plantear una observación a largo plazo de un programa de entrenamiento con RFS utilizando este método (3) y registrar las diferentes presiones asociadas a la estimación del sujeto. Por ejemplo, tras 4 semanas de entrenamiento, ¿será la misma presión calificada como 7/10 en la semana 1 que en la semana 4 o el sujeto necesitará mayor presión aplicada para percibir un 7/10 en la semana 4? Esto podría suponer una sobreestimación de la POA, pudiendo ser esa calificación óptima para la semana 1 y en la semana 4 esa calificación suponga llegar a la oclusión.

En cuanto al uso de fórmulas para la aplicación de RFS, la evidencia es escasa hasta al momento y los estudios sobre esta temática tienen limitaciones (25,37). Jessee et al. (25) elaboran fórmulas para 5cm, 10cm y 12cm de manguito ocluidor, pero solo las han desarrollado para aplicar al miembro superior. No es el caso de Loenneke et al (37), donde si se proponen fórmulas tanto para la oclusión del tren superior como del tren inferior, pero su desarrollo es con un manguito de 5cm y no existe en la literatura su funcionamiento con otros tamaños. Esta situación refuerza las limitaciones comentadas anteriormente debido a que en el mercado existen diferentes tamaños de manguitos oclusores. Una de las futuras tareas de la investigación será la aplicación de estas fórmulas a otros tamaños y comparar los resultados de la presión obtenida con los resultados de la fórmula aplicada al tamaño original (5cm).

Además ambas fórmulas se limitan a posiciones de pie (25) y tumbado supino (37), por lo que podemos deducir por otros estudios (21,28,48), no podría aplicarse en posición sentada debido a que el POA varía entre diferentes posiciones corporales.

El material de los manguitos oclusores utilizados en los estudios son el nylon (1,3,4,5,8,10,15,17,20,29,35,36,37,47,49,50,57), material elástico (1,10,15,35,36,47) y en el caso de Ipavec et al. (24), se utiliza un manguito de doble cámara. Uno de los problemas existentes es que en muchos de los estudios no se reporta el tipo de material del manguito o manguitos que se han utilizado (5,8,9,14,21,24,25,28,34,40,41,48,49,51,52,56). Esto puede no suponer un problema, cuando en algunos estudios observamos que igualando el tamaño del manguito, el tipo de material parece no influir en la medición del POA (1,35).

Tampoco existe un consenso en cuanto al protocolo de inflado y la presión aplicada. Algunos trabajos utilizan presiones iniciales de 40mmHg a 70mmHg o la presión arterial sistólica (PAS) del sujeto (9,14,15,25,27,28,34,35,36,37,47,48,56) y protocolos incrementales (9,14,15,17,24,25,27,28,34,35,36,37,40,41,47,48,52,56,58), otros simplemente inflan el manguito hasta cesar el pulso arterial y registran la presión mínima de oclusión como POA (3,4,5,6,10,23,29,30,40,49,50,51,57). Los estudios que utilizan protocolos incrementales, en algunos casos (9,14,28,34,35,36,37,47,52), aplican 30" de inflado y desinflan durante 10" antes de realizar el siguiente incremento de presión, en el resto de los artículos (15,17,24,25,27,40,41,48,56,58) no se desinfla el manguito entre incrementos o al menos este hecho no es informado por los autores. Otras investigaciones utilizan la presión arterial (PA) como presión aplicada de referencia para ocluir y utilizar porcentajes de oclusión (1,40). Ninguno de estos métodos parece ser mejor que otros para obtener el punto de oclusión según los resultados analizados, sería interesante en un futuro realizar un estudio comparando los diferentes métodos y ver si realmente pueden influir directamente en la obtención del POA.

En el caso de Bordessa et al. (8) y Hughes et al. (20,21), ambas investigaciones introducen el uso de dispositivos que calculan automáticamente la presión de oclusión del manguito en cada sujetos a través de una aplicación (<https://bstrong.training/pages/guidance-app>) o un software (*Delfi Easy-Fit*), respectivamente. Aunque parece un método más cómodo y menos complejo, los resultados hasta el momento, no informan de diferencias relevantes en comparación con el uso de dispositivos y métodos convencionales como puede ser la colocación del Doppler sobre la arteria radial o tibial (dependiendo del miembro a ocluir) y el inflado manual del manguito colocado en la extremidad objetivo, como hemos visto en la mayoría de los estudios incluidos en la revisión.

La posición del cuerpo durante el cálculo del POA es otra de las variables que no goza de un estándar. Karanasios et al. (28) afirman que la POA es menor en posición anatómica de pie (145,8mmHg) que en posición supina tumbado (151,1mmHg) y sentado (155,7mmHg) cuando se realiza la medición sobre el miembro superior. Por el contrario, cuando la medición es en el miembro inferior, Hughes et al. (21), reportan que la posición donde la POA es menor es en tumbado supino (187mmHg) y que en la posición anatómica de pie es donde se obtienen mayores valores de POA (241,5mmHg). En el caso de Sieljacks et al. (48), con manguitos de diferentes tamaños (6cm,13cm) aplicados en el miembro inferior, la POA también es menor con ambos tamaños en tumbado supino (148mmHg-348mmHg) respecto a la POA en posición sentada (177mmHg-409mmHg). Por lo tanto, puede ser que la POA sea menor en posición

supina cuando la medición se realice en el miembro inferior (21,48) pero nos falta evidencia científica que compare las mediciones en ambos miembros (inferior y superior) en las diferentes posiciones. Algo que sí parece más evidente es que la posición del cuerpo durante la medición si influye en el cálculo de la POA (21,28,48).

En definitiva, si queremos utilizar la metodología RFS en nuestros entrenamientos, todavía no existen unas pautas definidas que podamos seguir con exactitud. Algunas de las conclusiones que sacamos de la revisión es que puede ser mejor utilizar manguitos estrechos (<10cm) en los brazos y manguitos más anchos (>10cm) en piernas con el fin de no tener problemas a la hora de calcular o estimar la POA (4,20,49,56) y, en cuanto al material, parece que no es un factor influyente cuando el tamaño del manguito es idéntico (1,35). De los diferentes protocolos de inflado, salvo en una excepción (3), parece que no existen uno mejores que otros. Por lo que la única recomendación sería escoger y aplicar uno sobre un sujeto y no cambiarlo durante su uso en un programa de entrenamiento o readaptación. Por último, sabiendo el efecto de la posición del cuerpo en el cálculo de la POA (21,28,48), sería recomendable utilizar una posición del cuerpo que sea replicable a la posición del ejercicio con RFS (por ejemplo, medición de la POA sentado para realizar una extensión de rodilla en máquina). Esto nos permitiría omitir en la medida de lo posible el impacto de la posición del cuerpo sobre el cálculo de la POA.

## 6. Propuesta de intervención

### 6.1. Introducción

La lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) es la segunda lesión deportiva más frecuente tras el esguince de tobillo (33), supone el 50% de las lesiones de rodilla (26), por ello, es una de las lesiones más estudiadas y las técnicas destinadas al proceso de readaptación han evolucionado en las últimas décadas (22).

Una de las principales consecuencias de la rotura y posterior cirugía del LCA es la atrofia y consecuente debilidad muscular que se produce durante el postoperatorio y que puede permanecer durante varios años. Estos efectos provocados por la atrofia son inevitables durante las fases agudas, debido a una mayor inactividad física (45), ya que incluso la realización de las actividades de la vida diaria puede suponer una carga relativa muy grande por la falta de fuerza. Dichos efectos, son una clara contraindicación para la prescripción de ejercicios con carga pesada (65-70% 1RM) los cuáles nos permiten recuperar la fuerza y el tamaño del músculo (22) a través de la tensión tisular inducida y la respuesta fisiológica necesaria para producir adaptaciones beneficiosas (45).

Los periodos de recuperación después de una intervención quirúrgica de LCA son de 9 a 12 meses (19,42). El enfoque actual de los profesionales es el de favorecer la activación muscular y la amplitud de movimiento o ROM (*range of movement*, en inglés) en las primeras etapas, posteriores a la intervención quirúrgica del LCA (22).

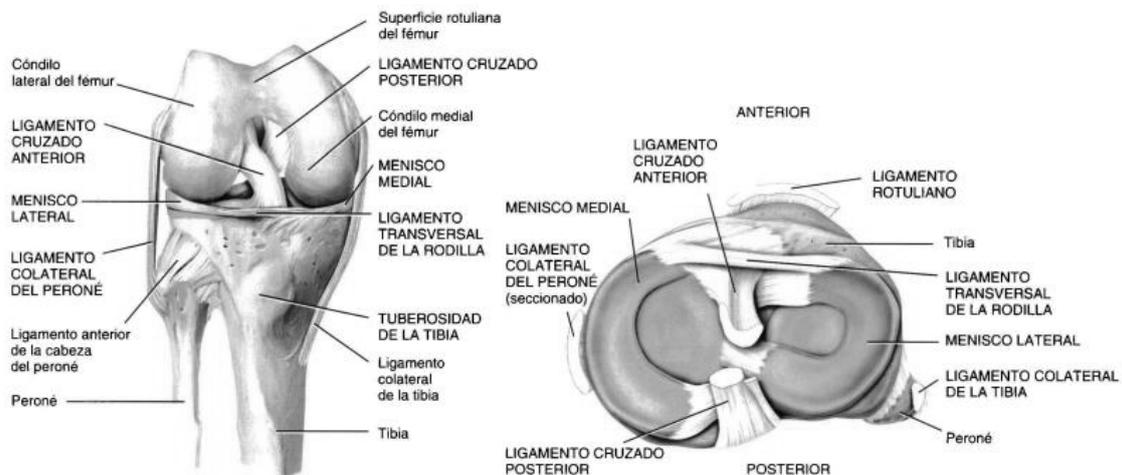


Figura 4: Vista anterior y superior de la articulación de la rodilla

**Nota:** Adaptado *Principios de Anatomía y Fisiología* de Tortora y Derrickson (54)

Por lo tanto, el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (RFS), ha sido propuesto como herramienta para la readaptación en etapas tempranas tras la cirugía del LCA debido a que permite el manejo de cargas más bajas manteniendo la capacidad de producir hipertrofia y ganancia de fuerza (22). Además, el entrenamiento combinado de fuerza con RFS ha demostrado efectos beneficioso a nivel vascular, oxidativo y reducción de la acidez muscular inducida por ejercicio (46). Se ha demostrado también que el entrenamiento con RFS tiene un

efecto hipoalgésico (31,53) y que es una manera eficaz de incrementar la masa muscular y la fuerza en personas que han sufrido una lesión de rodilla (2,31).

## 6.2. Factores fisiológicos y mecánicos después de una lesión de LCA

### 6.2.1. Atrofia muscular

La atrofia del músculo esquelético, manifestada como pérdida de masa muscular, ocurre en la fase de recuperación tras la operación quirúrgica de LCA. Se ha observado una atrofia considerable tras 5 días de inmovilización en el músculo vas lateral del cuádriceps, además también se han observado disminuciones significativas del perímetro del muslo en las primeras 4 semanas del postoperatorio pudiendo llegar a pérdidas de hasta el 20% de la masa muscular previa a la lesión en 12 semanas (45).

La atrofia se debe a procesos como la resistencia anabólica, debido a un descenso de la síntesis de proteínas musculares y un aumento de la de la degradación de estas proteínas debido a la falta de actividad muscular, lo que probablemente pueda contribuir al desequilibrio entre síntesis y degradación proteica y como consecuencia la pérdida de masa muscular (45).

### 6.2.2. Impacto en el trabajo de fuerza

La investigación que demuestra la pérdida de fuerza muscular después de la operación de LCA es amplia. Dentro de esta, los músculos extensores y flexores de la rodilla son los que mayor debilidad presentan a este respecto (45).

En la musculatura extensora del miembro lesionado la debilidad es especialmente importante en las primeras 12 semanas posteriores a la intervención, pudiendo superar en ocasiones una pérdida de fuerza del 30% respecto a antes de la operación. Esto da lugar a asimetrías en la aplicación de fuerza de la extremidad, según los informes, estas oscilan entre el 5-30% (45).

Respecto a los déficits de fuerza en la musculatura flexora del miembro lesionado, el rango suele oscilar entre el 9-27%, la asimetría en la aplicación de fuerza también se encuentra en un rango similar (45).

### 6.2.3. Inhibición muscular artrogénica

La debilidad de la musculatura extensora de la rodilla tras la cirugía del LCA puede deberse a una disminución del reclutamiento de unidades motoras de tipo II, lo que se conoce como inhibición muscular artrogénica. Los cambios estructurales derivados de la atrofia permanecen durante los primeros avances en la fuerza de la musculatura extensora de la rodilla después de la cirugía del LCA, lo que sugiere que la debilidad muscular era en parte atribuible a una disminución de la activación neural (45).

Tras la cirugía del LCA, los pacientes pueden reducir la contracción de la musculatura extensora de la rodilla cuando ésta se encuentra en una extensión completa con el objetivo de no forzar el injerto. Esta reducción es un mecanismo compensatorio (inhibición muscular artrogénica) para proteger la articulación de la rodilla de una excesiva tracción anterior (45).

Este mecanismo compensatorio, además, puede facilitar la activación de la musculatura flexora de la rodilla que ayudará a estabilizar la articulación en respuesta a la carga externa tanto en posición de valgo como de varo (45).

### 6.3. Readaptación de un LCA con RFS

El objetivo principal de la readaptación es devolver al individuo a una situación funcional y de normalidad con un riesgo reducido de volver a sufrir la misma lesión. Para ello, la musculatura extensora y flexora de las articulaciones tanto de rodilla como cadera deben ser lo suficientemente fuertes para soportar las fuerzas de cizallamiento sobre la rodilla (22).

El desarrollo de esta fuerza muscular suele requerir el reclutamiento de unidades motoras de alto umbral para inducir tensión a los tejidos y producir las respuestas fisiológicas necesarias para generar adaptaciones. Para conseguirlo, en el entrenamiento de fuerza se sugiere trabajar con cargas superiores al 65-70% del 1RM, sin embargo en estas situaciones estas recomendaciones están contraindicadas debido a que las tensiones generadas sobrepasan la capacidad del ligamento reconstruido (22).

Por lo tanto, para garantizar el éxito de la readaptación del LCA, debemos encontrar formas de aumentar la fuerza y el tamaño muscular sin utilizar cargas excesivas para la articulación. El ejercicio con RFS puede ser una solución a este problema, ya que las cargas requeridas para producir las adaptaciones buscadas son inferiores respecto a las recomendaciones tradicionales (22).

### 6.4. Consideraciones de seguridad

Cualquier persona que en su proceso de readaptación va a usar RFS debe ser examinada previamente de forma exhaustiva para identificar posibles riesgos y contraindicaciones para el uso de este método (45).

Para ello se han diseñado herramientas de cribado que permiten examinar factores intrínsecos como la edad, los hábitos de vida y posibles trastornos respiratorios, circulatorios o neurológicos que pueden incrementar el riesgo de sufrir algún problema durante el entrenamiento con RFS. El uso de estas herramientas debe estar acompañado de profesionales médicos que aporten un juicio clínico como de profesionales encargados de la prescripción ejercicio físico que conozcan el uso de este método (45).

Si los pacientes son examinados a fondo antes de comenzar un programa de entrenamiento y el uso de RFS es correcto, los riesgos de sufrir cualquier problema son mínimos. Sin embargo, en la actualidad, no existe un consenso estandarizado en cuanto a la metodología de aplicación y sus diferentes variables incluso en poblaciones sin lesiones. Por lo tanto, es imprescindible el individualizar parámetros como la presión o la duración de la oclusión con el fin de minimizar cualquier riesgo (45).

## 6.5. Programa de ejercicio

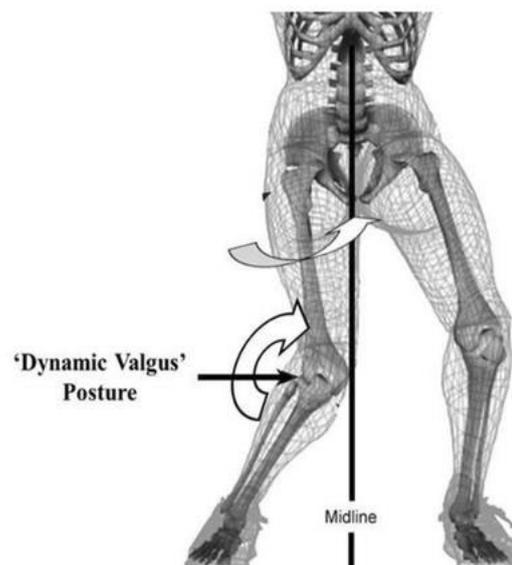
A continuación se muestra el programa y los ejercicios recomendados para cada una de las fases de las que se compone un proceso de readaptación de LCA utilizando la herramienta de RFS.

En cada fase se plantean una serie de objetivos, estos objetivos además se utilizan como criterios de éxito a la hora de realizar un cambio de fase, por lo tanto es importante aclarar que la duración del programa es una estimación hecha siguiendo las indicaciones de la evidencia científica actual.

Esta propuesta de intervención inicialmente estaba destinada a aplicarse a un atleta del centro (<https://rtpcenter.com/>) donde fue cursada la asignatura de *Prácticum* durante el curso 21-22. Debido a la duración de la asignatura, solo se presenta la propuesta, ya que solo se pudo empezar a aplicar los primeros días y por lo tanto no podemos extraer resultados o conclusiones de la práctica.

### 6.5.1. Características del sujeto

El sujeto es un varón de 24 años con una altura de 1,96 metros y un peso de 72 kilogramos, físicamente activo y sin lesiones previas que afecten al correcto funcionamiento de la articulación de la rodilla. La lesión se produjo durante un partido de baloncesto, donde en una situación sin contacto, el jugador realiza un cambio de dirección que produce un valgo dinámico de la rodilla y al momento oye un ruido que desemboca en un fuerte dolor en la articulación.



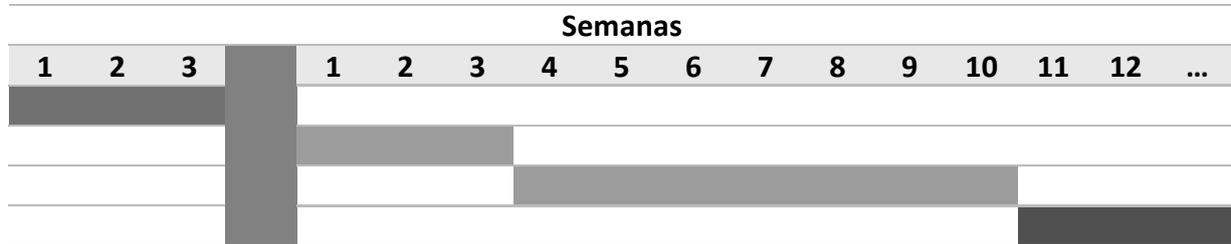
**Figura 5:** Representación de un valgo dinámico de rodilla

**Nota:** Adaptado de Donnelly et al (16)

La operación de reconstrucción del LCA se realizó a los 24 días de producirse la lesión. Para el injerto del ligamento se utilizó parte del músculo semitendinoso de la pierna lesionada.

### 6.5.2. Temporalización

En este apartado se muestra una perspectiva general de la duración estimada del programa de ejercicio propuesto para una readaptación de ligamento cruzado anterior con RFS según la evidencia científica actual (45).



**Tabla 7:** Duración estimada de la propuesta de intervención

**Nota:** Fase 0 , Fase 1 , Fase 2 , Fase 3 , Operación

### 6.5.3. Fase 0

La evidencia científica actual nos indica que el entrenamiento de fuerza una semana antes de la cirugía de LCA puede ayudar a paliar la pérdida de la resistencia muscular del cuádriceps de la pierna lesionada hasta cuatro semanas después de la operación (45). Por eso se decidió realizar un programa de entrenamiento de fuerza con la aplicación de RFS con la intención de mantener la fuerza y el tamaño muscular del cuádriceps de la pierna lesionada para contrarrestar en la medida de lo posible las consecuencias de la intervención quirúrgica (45).

La duración de este período fue de 6 sesiones repartidas en 3 microciclos (22 días), es decir, con una frecuencia de 2 entrenamientos por microciclo (72-96h entre sesiones) en combinación con sesiones de fisioterapia para trabajar la movilidad hasta el día de la intervención de la rotura del LCA.

El cálculo del POA se realizó en la primera sesión de cada microciclo sobre el miembro lesionado y en posición sentada con la intención de replicar la posición de ejecución de los ejercicios de esta fase (prensa horizontal, extensión de rodilla en máquina y curl de isquiosurales) y reducir lo máximo posible el efecto de la posición del cuerpo en el cálculo del POA (21,28,48).

El tamaño de los manguitos utilizados fue de 7cm (Occlusion Cuff Elite®, <https://occlusioncuff.com>) debido a que eran los únicos disponibles en el centro. Al contrario de lo que reportaban algunos estudios con el uso de manguitos estrechos en el miembro inferior (4,20,49,56), nosotros no encontramos ningún problema en el cálculo de la POA ni en la incomodidad reportada por el paciente.

Para el cálculo del POA se colocó una sonda Doppler sobre la arteria tibial posterior con y se utilizó el protocolo seguido por Loenneke et al. (34). Se aplicó una presión inicial de 50mmHg durante 30" y se desinfló el manguito durante 10" para luego inflar el manguito durante 30" hasta la presión arterial del sujeto (PAS) y volver a desinflar 10". Desde ese punto se aplicaron incrementos de 30-40mmHg siguiendo el 30"-10" hasta que no se detectó señal acústica en el Doppler. A partir de ahí se hicieron reducciones de 10mmHg hasta volver a detectar el sonido,

el POA se registró como la presión mínima en la que volvimos a detectar la señal acústica del Doppler.

Fase 0	
Objetivos	Recomendaciones
Mantener fuerza en el miembro lesionado	Intensidad de carga baja (15-30% 1RM)
Mantener el rango de movimiento (ROM)	Alto volumen de repeticiones (15-30 repeticiones)
Realizar trabajo unilateral	80% del POA

Tabla 8: Objetivos y recomendaciones de la Fase 0

Nota: Adaptado de Patterson & Hughes (45).

A continuación se muestra el programa de entrenamiento con RFS con las diferentes variables específicas que debe seguir.

### Programa de entrenamiento preoperatorio (Fase 0)

Ejercicio	Volumen	Intensidad	Descanso	Foto
<b><i>Prensa de pierna unilateral</i></b>	3x15-20	15-30% 1RM	60" por serie	
<b><i>Extensión de rodilla unilateral</i></b>	3x20-25		30"-60" por serie	
<b><i>Curl de isquiosurales unilateral</i></b>	4x20-25		30"-60" por serie	
<b><i>Flexión plantar de tobillo unilateral</i></b>	4x25-30		30" por serie	

Tabla 9: Programa de entrenamiento de la Fase 0

En esta fase no se establecen criterios de cambio de fase, ya que, el final de esta etapa viene definida por la intervención quirúrgica del LCA.

#### 6.5.4. Fase 1

Los objetivos de esta primera fase posterior a la cirugía de LCA serán reducir la atrofia muscular y la pérdida de fuerza, mejorar la activación y el control del cuádriceps además de comenzar a mejorar el rango de movimiento hasta grados de extensión completa para comenzar a normalizar el patrón de cinemática de la marcha (45).

Para iniciar la reeducación del patrón de marcha es necesaria una extensión completa de la rodilla debido a que si el paciente comienza a realizar un gran volumen de trabajo caminando con un patrón de marcha patológico, existe la posibilidad de sufrir más lesiones o sobrecargas en otras estructuras (45). Por lo tanto, la progresión a plantear será en base al peso que pueda tolerar el miembro lesionado, desde un comienzo con muletas a una marcha con dinamismo y sin compensaciones de otras estructuras.

Durante esta fase utilizaremos un protocolo de oclusión con la intención de someter al miembro lesionado a una condición de isquemia controlada (ischemic pre-conditioning o IPC en inglés). Aunque su aplicación no se ha estudiado directamente en casos de LCA (45), creemos que puede suponer una ayuda útil para reducir la inflamación y el dolor en las primeras fases posteriores a la intervención (11).

El cálculo del POA se realizó en la primera sesión de cada microciclo sobre el miembro lesionado y en posición tumbado supino con la intención de replicar la posición de la mayoría de los ejercicios de esta fase (IPC y extensión/flexión de rodilla en decúbito supino) y reducir lo máximo posible el efecto de la posición del cuerpo en el cálculo del POA (21,28,48).

El tamaño de los manguitos utilizados fue de 7cm (Occlusion Cuff Elite®, <https://occlusioncuff.com>) debido a que eran los únicos disponibles en el centro. Al contrario de lo que reportaban algunos estudios con el uso de manguitos estrechos en el miembro inferior (4,20,49,56), nosotros no encontramos ningún problema en el cálculo de la POA ni en la incomodidad reportada por el paciente.

Para el cálculo del POA se colocó una sonda Doppler sobre la arteria tibial posterior con y se utilizó el protocolo seguido por Loenneke et al. (34). Se aplicó una presión inicial de 50mmHg durante 30" y se desinfló el manguito durante 10" para luego inflar el manguito durante 30" hasta la presión arterial del sujeto (PAS) y volver a desinflar 10". Desde ese punto se aplicaron incrementos de 30-40mmHg siguiendo el 30"-10" hasta que no se detectó señal acústica en el Doppler. A partir de ahí se hicieron reducciones de 10mmHg hasta volver a detectar el sonido, el POA se registró como la presión mínima en la que volvimos a detectar la señal acústica del Doppler.

Fase 1	
Objetivos	Recomendaciones
Reducir atrofia muscular y pérdida de fuerza	<i>Ischemic pre-conditioning</i>
Recuperar extensión completa y flexión (120º) de la rodilla	Entrenamiento cardiovascular (tren superior)
Reeducar el patrón de marcha	
Dejar el uso de muletas (según tolerancia)	80% del POA

Tabla 10: Objetivos y recomendaciones de la Fase 1

**Nota:** Adaptado de Patterson & Hughes (45).

A continuación se muestra el programa de entrenamiento de la Fase 1, tanto el protocolo IPC como el entrenamiento de readaptación enfocado a cumplir los objetivos planteados en esta etapa.

### Programa de entrenamiento Fase 1

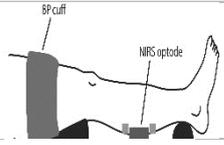
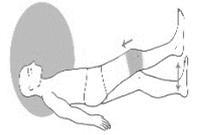
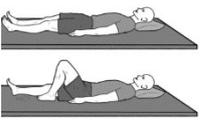
Ejercicio	Volumen	Intensidad	Descanso	Foto
<i>Ischemic pre-conditioning</i>	3x5'	100% (POA)	3' reperusión entre series	
<i>Extensión de rodilla en decúbito supino</i>	3x20-25	80% POA (Movilizar según tolerancia)	30" por serie	
<i>Flexión de rodilla en decúbito supino (c/slides)</i>	3x20-25		30" por serie	
<i>Battling rope sentado</i>	10x1'	RPE 12-15	30-45" por serie	

Tabla 11: Programa de entrenamiento de la Fase 1

Los criterios que establecemos para avanzar a la siguiente fase son:

- Cicatrices curadas
- Movilidad normal de la rótula
- No haya dolor durante el ejercicio
- Extensión completa de la rodilla y alcanzar grados de flexión de rodilla de 120-130º
- Control voluntario del cuádriceps
- Marcha dinámica sin compensaciones y sin el uso de muletas

#### 6.5.5. Fase 2

Una vez que el paciente es capaz de extender la rodilla por completo y el patrón de marcha se ha normalizado, estimamos que a partir de la 4ª semana después de la operación, introduciremos el entrenamiento de fuerza con cargas bajas combinado con RFS con la intención de acelerar el proceso de hipertrofia muscular del miembro lesionado y mejorar la fuerza para volver a los niveles previos a la lesión (45).

En este caso, al producirse la rotura tras un cambio de dirección que provocó el valgo dinámico de rodilla, nuestra hipótesis es que esto derivó de un déficit de fuerza en la musculatura de la cadera por tanto también introduciremos ejercicios de fuerza destinados a solucionar el problema.

Además usaremos la bicicleta estática como entrenamiento cardiovascular de bajo impacto. En este caso, la altura del sillín se colocará por debajo de la altura de la cadera del sujeto (situado este de pie) para reducir las demandas sobre la articulación de la rodilla.

La frecuencia de entrenamiento durante cada microciclo será de dos sesiones de fuerza separadas entre sí por unas 72-96 horas.

El cálculo del POA se realizó en la primera sesión de cada microciclo sobre el miembro lesionado y en posición sentada con la intención de replicar la posición de ejecución de los ejercicios de esta fase (prensa horizontal, extensión de rodilla en máquina y curl de isquiosurales) y reducir lo máximo posible el efecto de la posición del cuerpo en el cálculo del POA (21,28,48).

El tamaño de los manguitos utilizados fue de 7cm (Occlusion Cuff Elite®, <https://occlusioncuff.com>) debido a que eran los únicos disponibles en el centro. Al contrario de lo que reportaban algunos estudios con el uso de manguitos estrechos en el miembro inferior (4,20,49,56), nosotros no encontramos ningún problema en el cálculo de la POA ni en la incomodidad reportada por el paciente.

Para el cálculo del POA se colocó una sonda Doppler sobre la arteria tibial posterior con y se utilizó el protocolo seguido por Loenneke et al. (34). Se aplicó una presión inicial de 50mmHg durante 30" y se desinfló el manguito durante 10" para luego inflar el manguito durante 30" hasta la presión arterial del sujeto (PAS) y volver a desinflar 10". Desde ese punto se aplicaron incrementos de 30-40mmHg siguiendo el 30"-10" hasta que no se detectó señal acústica en el Doppler. A partir de ahí se hicieron reducciones de 10mmHg hasta volver a detectar el sonido, el POA se registró como la presión mínima en la que volvimos a detectar la señal acústica del Doppler

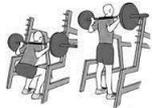
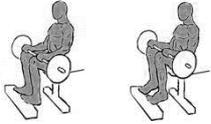
Fase 2	
Objetivos	Recomendaciones
Mejorar la fuerza y resistencia muscular	Ejercicios de equilibrio
Recuperar confianza	Entrenamiento cardiovascular (bajo impacto)
Mejorar equilibrio	Rango de repeticiones medio-alto (15-20 repeticiones)
Mejorar control neuromuscular	80% del POA en ejercicios de fuerza y cardiovascular

Tabla 12: Objetivos y recomendaciones de la Fase 2

**Nota:** Adaptado de Patterson & Hughes (45).

A continuación se muestra el programa de entrenamiento de la Fase 2 de las sesiones de entrenamiento realizadas en cada microciclo.

### Programa de entrenamiento Fase 2 (Día 1)

Ejercicio	Volumen	Intensidad	Descanso	Foto
<b><i>Equilibrio a una pierna</i></b>	3x15-20"	Según tolerancia	10" por serie	
<b><i>Sentadilla c/barra</i></b>	3x12-15	25-30% 1RM	60" por serie	
<b><i>Extensión de rodilla</i></b>	3x15-18		30"-60" por serie	
<b><i>Aducción de cadera isométrica</i></b>	4x25-30"	Aplicar fuerza constante	30"-60" por serie	
<b><i>Puente isquiorales</i></b>	3x15-18	25-30% 1RM	30"-60" por serie	
<b><i>Flexión plantar sentado</i></b>	3x18-20		30"-60" por serie	

**Bicicleta estática**

15-20'

RPE 12-15



Tabla 13: Programa de entrenamiento de la Fase 2 (Día 1)

**Programa de entrenamiento Fase 2 (Día 2)**

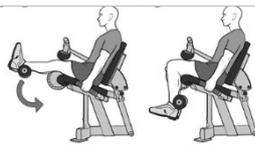
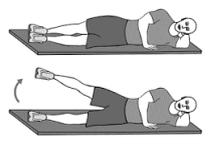
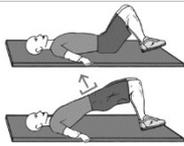
Ejercicio	Volumen	Intensidad	Descanso	Foto
<b>Equilibrio a una pierna</b>	3x15-20"	Según tolerancia	10" por serie	
<b>Prensa de piernas</b>	3x12-15	25-30% 1RM	60" por serie	
<b>Curl isquiosurales</b>	3x15-18		30"-60" por serie	
<b>Abducción de cadera decúbito lateral (c/goma)</b>	4x25-30	25-30% 1RM	30"-60" por serie	
<b>Puente glúteo</b>	3x15-18		30"-60" por serie	
<b>Flexión plantar de pie</b>	3x18-20		30"-60" por serie	
<b>Bicicleta estática</b>	15-20'	RPE 12-15		

Tabla 14: Programa de entrenamiento de la Fase 2 (Día 2)

Los criterios que establecemos para avanzar a la siguiente fase son:

- Sin dolor en la realización de ejercicios
- Sin inflamación de la articulación
- Buena ejecución biomecánica de los ejercicios
- Batería de test hop, triple hop, CMJ a una pierna (con baja asimetría)
- *Limb Symmetry Index* (>80% de fuerza en cuádriceps e isquiosurales)

### 6.5.6. Fase 3

El objetivo final de la readaptación del LCA es que el paciente pueda volver al entrenamiento con cargas pesadas y superar sus niveles de fuerza anteriores a la lesión (45).

En esta fase comenzaremos a trabajar en la técnica de carrera, una vez el patrón de marcha es el adecuado, si los niveles de movilidad, equilibrio y simetría son correctos empezaremos la progresión desde una marcha con zancada baja (low skip en inglés) hacia una marcha con zancadas más altas (high skip) para terminar con un trote ligero.

La intensidad de carga del entrenamiento de fuerza en esta etapa comienza a elevarse hasta cargas cercanas al 65-70% 1RM previo a la lesión (45). La frecuencia de entrenamiento durante cada microciclo será de dos sesiones de fuerza separadas entre sí por unas 72-96 horas.

El cálculo del POA se realizó en la primera sesión de cada microciclo sobre el miembro lesionado y en posición anatómica de pie con la intención de replicar la posición de ejecución de los ejercicios de esta fase y reducir lo máximo posible el efecto de la posición del cuerpo en el cálculo del POA (21,28,48).

El tamaño de los manguitos utilizados fue de 7cm (Occlusion Cuff Elite®, <https://occlusioncuff.com>) debido a que eran los únicos disponibles en el centro. Al contrario de lo que reportaban algunos estudios con el uso de manguitos estrechos en el miembro inferior (4,20,49,56), nosotros no encontramos ningún problema en el cálculo de la POA ni en la incomodidad reportada por el paciente.

Para el cálculo del POA se colocó una sonda Doppler sobre la arteria tibial posterior con y se utilizó el protocolo seguido por Loenneke et al. (34). Se aplicó una presión inicial de 50mmHg durante 30" y se desinfló el manguito durante 10" para luego inflar el manguito durante 30" hasta la presión arterial del sujeto (PAS) y volver a desinflar 10". Desde ese punto se aplicaron incrementos de 30-40mmHg siguiendo el 30"-10" hasta que no se detectó señal acústica en el Doppler. A partir de ahí se hicieron reducciones de 10mmHg hasta volver a detectar el sonido, el POA se registró como la presión mínima en la que volvimos a detectar la señal acústica del Doppler.

<b>Fase 3</b>	
<b>Objetivos</b>	<b>Recomendaciones</b>
Incrementar capacidad de trabajo	Eliminación progresiva del protocolo RFS a 1-2 veces por semana hasta la transición al entrenamiento de fuerza con cargas altas (>75% 1RM)
Realizar tareas de aterrizaje Aumentar la capacidad de soportar la fuerza en diferentes planos de movimiento	Entrenamiento de fuerza con cargas pesadas (>75% de 1RM; 3-4 series × 4-12 repeticiones)

Tabla 15: Objetivos y recomendaciones de la Fase 3

**Nota:** Adaptado de Patterson & Hughes (45).

A continuación se muestra el programa de entrenamiento de la Fase 3 de las sesiones de entrenamiento realizadas en cada microciclo.

**Programa de entrenamiento Fase 2 (Día 1)**

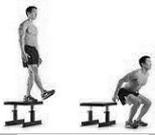
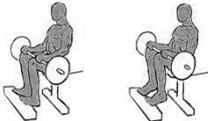
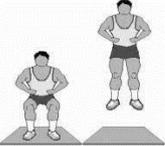
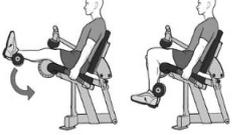
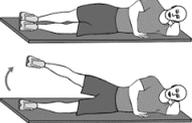
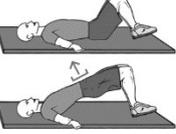
Ejercicio	Volumen	Intensidad	Descanso	Foto
<i>Drop en cajón</i>	3x4-6	Según tolerancia	60-90" por serie	
<i>Zancada lateral</i>	3x6-8	60-75% 1RM	90" por serie	
<i>Extensión de rodilla</i>	3x10-12		60"-90" por serie	
<i>Aducción Copenhagen</i>	4x25-30"	Aplicar fuerza constante	60"-90" por serie	
<i>Puente isquiosurales</i>	3x10-12	60-75% 1RM	60"-90" por serie	
<i>Flexión plantar sentado</i>	3x12-15		60"-90" por serie	
<i>Bicicleta estática</i>	15-20'	RPE 12-15		

Tabla 16: Programa de entrenamiento de la Fase 3 (Día 1)

**Programa de entrenamiento Fase 2 (Día 2)**

Ejercicio	Volumen	Intensidad	Descanso	Foto
<b>CMJ</b>	3x6-8	Según tolerancia	60-90" por serie	
<b>Zancadas</b>	3x6-8	60-75% 1RM	90" por serie	
<b>Curl isquiosurales</b>	3x10-12		60"-90" por serie	
<b>Abducción de cadera decúbito lateral (c/goma)</b>	4x25-30"	Aplicar fuerza constante	30"-60" por serie	
<b>Puente glúteo</b>	3x10-12	60-75% 1RM	60"-90" por serie	
<b>Flexión plantar de pie</b>	3x12-15		60"-90" por serie	
<b>Bicicleta estática</b>	15-20'	RPE 12-15		

**Tabla 17:** Programa de entrenamiento de la Fase 3 (Día 2)

6.6. Conclusiones de la propuesta de intervención

Los protocolos de readaptación que se realizan en los 6 meses posteriores a la intervención del LCA limitan la oportunidad de progresar a intensidades más altas necesarias para una preparación física adecuada (42). El miedo a dañar el injerto del LCA (en nuestro caso, injerto de semitendinoso) puede hacer que la prescripción de la intensidad en los programas de entrenamiento se infraestime. En la revisión de Nichols et al. (42), no encontraron ningún estudio donde el incremento de la intensidad en los ejercicios no supuso lesiones o problemas graves sobre el injerto del LCA.

Por ello, siguiendo también las indicaciones de Patterson et al. (45) en cuanto a readaptación y uso de RFS, hicimos una propuesta de entrenamiento adecuada para cada una de las necesidades y objetivos de las diferentes fases del proceso. En cuanto a la intensidad, como

se puede ver a lo largo de la propuesta, nuestra intención es plantear la progresión en cuanto a la intensidad de carga (% 1RM) en la medida que la tolerancia y sensaciones del sujeto lo permitiese.

## 7. Análisis competencial

Para finalizar con el trabajo se realiza un análisis de las competencias propias del grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte recogidas en la guía docente del curso 21/22. Las competencias están clasificadas en diferentes categorías:

- Competencias específicas (Tipo A)
- Competencias básicas/generales (Tipo B)
- Competencias transversales /nucleares (Tipo C)

### 7.1. Competencias específicas

Código	Competencia	Cumplimiento
A1	Comprender los beneficios del deporte como experiencia de ocio para ser capaz de incluir los indicadores fundamentales en la planificación y atender a los mismos en el desarrollo de la práctica de ocio, considerando el género, la edad y la discapacidad, y analizando con enfoque crítico las estrategias de discriminación positiva.	
A2	Comprender los procesos históricos de las actividades físico-deportivas y su influencia en la sociedad contemporánea, estudiando el caso de España y Galicia, y la presencia diferenciada de los hombres y de las mujeres.	
A3	Conocer y analizar la cultura deportiva y proponer los cambios necesarios, en la propia y en la de las personas con las que trabaja, desde la ética y el juego limpio, las diferencias de género y la visibilidad de los discapacitados.	
A4	Conocer y comprender las bases que aporta la educación física a la formación de las personas.	
A5	Fomentar la convivencia, estimulando y poniendo en valor la capacidad de constancia, esfuerzo y disciplina de los participantes en las actividades de educación física y deportiva.	
A6	Diseñar y ordenar estrategias y espacios de aprendizaje que respondan a la diversidad social (sexo, género, edad, discapacidad, culturas...) y al respeto de los derechos que conforman los valores que aporta la educación física y deportiva a la formación integral de los ciudadanos.	



<b>A7</b>	Promover y evaluar la formación de hábitos de actividad física y deporte a lo largo del ciclo vital, considerando que la edad, el género o la discapacidad son variables que necesitan de la intervención consciente para favorecer la igualdad de oportunidades.	
<b>A8</b>	Diseñar, desarrollar, y evaluar los procesos de enseñanza – aprendizaje, relativos a la actividad física y el deporte, con atención y tutorización según las características individuales y contextuales de las personas (género, edad, discapacidad, culturas, etc.).	
<b>A9</b>	Elaborar propuestas curriculares para las distintas etapas en el marco institucional de un centro educativo, desarrollando los elementos de la programación didáctica del área de E. Física, con arreglo a la legislación vigente y al proyecto educativo de centro.	
<b>A10</b>	Conocer los distintos niveles de la legislación educativa y aplicar los fundamentos básicos que promueve en cuanto a la Planificación y Programación Didáctica de la Educación Física en las etapas educativas.	
<b>A11</b>	Poseer el conjunto de habilidades o competencias docentes que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula de educación física.	
<b>A12</b>	Evaluar y elaborar instrumentos de recogida de datos que atiendan a los aprendizajes del alumno, al proceso de enseñanza en sí y a la función del docente.	
<b>A13</b>	Identificar las principales tareas del profesor de educación física dentro y fuera del aula, resaltando las que hacen referencia a su labor tutorial, orientadora y departamental.	
<b>A14</b>	Diseñar, planificar, evaluar técnico-científicamente y desarrollar programas de ejercicios orientados a la prevención, la reeducación, la recuperación y readaptación funcional en los diferentes ámbitos de intervención: educativo, deportivo y de calidad de vida, considerando, cuando fuese necesario las diferencias por edad, género, o discapacidad.	<b>SI</b>
<b>A15</b>	Conocer, saber seleccionar y saber aplicar las técnicas de modificación de conducta que puede utilizar el profesional de Educación Física y Deportes en los diferentes ámbitos de su competencia laboral.	
<b>A16</b>	Diseñar, programar y desarrollar actividades esenciales de la motricidad humana: el juego, la danza y la expresión corporal, el ejercicio y las actividades en el medio natural, en el ámbito educativo, recreativo y de la actividad física y salud, promoviendo la igualdad de derechos y oportunidades y evitando la exclusión en función del género y la discapacidad.	
<b>A17</b>	Programar y desarrollar actividades físico-deportivas en el medio natural, en el contexto educativo y recreativo, favoreciendo la participación a la que todos tienen derecho y evitando la invisibilidad por razones de género o discapacidad.	
<b>A18</b>	Diseñar y aplicar métodos adecuados para el desarrollo y la evaluación técnico-científica de las habilidades motrices básicas en las diferentes etapas evolutivas del ser humano, considerando el género.	



<b>A19</b>	Planificar, desarrollar, controlar y evaluar técnica y científicamente el proceso de entrenamiento deportivo en sus distintos niveles y en las diferentes etapas de la vida deportiva, de equipos con miras a la competición, teniendo en cuenta las diferencias biológicas entre hombres y mujeres y la influencia de la cultura de género en la actuación del entrenador y en los deportistas.
<b>A20</b>	Diseñar, planificar y realizar funciones de animación para la utilización saludable del ocio.
<b>A21</b>	Diseñar planificar y realizar actividades físicas y deportivas en lugares o espacios que implican un riesgo intrínseco: en el medio acuático, en la nieve u otros del medio natural o con animales.
<b>A22</b>	Comprender los fundamentos neurofisiológicos y neuropsicológicos subyacentes al control del movimiento y, en su caso, las diferencias por género. Ser capaz de realizar la aplicación avanzada del control motor en la actividad física y el deporte.
<b>A23</b>	Evaluar técnica y científicamente la condición física y prescribir ejercicios físicos en los ámbitos de la salud, el deporte escolar, la recreación y el rendimiento deportivo, considerando las diferencias biológicas por edad y género.
<b>A24</b>	Diseñar, planificar, evaluar técnica y científicamente y administrar programas de actividad física adaptada a personas y diferentes grupos de población con discapacidad, o que requieran atención especial.
<b>A25</b>	Identificar y comprender los requisitos psicomotores y sociomotores de las habilidades deportivas, ejecutando básicamente las habilidades motrices específicas de un conjunto de deportes, considerando las diferencias por género.
<b>A26</b>	Identificar y aplicar las peculiaridades didácticas de cada especialidad deportiva en la intención pedagógica de los diferentes ámbitos de intervención.
<b>A27</b>	Aplicar los principios cinesiológicos, fisiológicos, biomecánicos, comportamentales y sociales en los contextos educativo, recreativo, de la actividad física y salud y del entrenamiento deportivo, reconociendo las diferencias biológicas entre hombres y mujeres y la influencia de la cultura de género en los hábitos de vida de los participantes.
<b>A28</b>	Realizar e interpretar pruebas de valoración funcional en los ámbitos de la actividad física saludables y del rendimiento deportivo.
<b>A29</b>	Identificar los riesgos para la salud que se derivan de la práctica de actividad física insuficiente e inadecuada en cualquier colectivo o grupo social.
<b>A30</b>	Aplicar técnicas y protocolos que le permitan asistir como primer interviniente en caso de accidente o situación de emergencia, aplicando, si fuese necesario, los primeros auxilios.
<b>A31</b>	Realizar el análisis funcional de la conducta en los contextos deportivos, educativos o de ejercicio físico para la salud, como paso previo a la intervención psicológica.
<b>A32</b>	Dirigir y gestionar servicios, actividades, organizaciones, centros, instalaciones, programas y proyectos de actividad física y deportiva desde los principios de igualdad de oportunidades, supervisando y evaluando la calidad, las garantías de seguridad y salud de los usuarios, así como su satisfacción y los resultados sociales y económicos.



<b>A33</b>	Seleccionar y saber utilizar el material y equipamiento deportivo adecuado para cada tipo de actividad físico-deportiva en el contexto educativo, deportivo, recreativo y de la actividad física y salud.	
<b>A34</b>	Realizar actos facultativos de elaboración de informes técnicos y peritajes, asesorar e inspeccionar sobre actividad deportiva, instalaciones y programas deportivos.	
<b>A35</b>	Conocer y saber aplicar el método científico en los diferentes ámbitos de la actividad física y el deporte, así como saber diseñar y ejecutar las técnicas de investigación precisas, y la elección y aplicación de los estadísticos adecuados.	<b>SI</b>
<b>A36</b>	Conocer y saber aplicar las nuevas tecnologías de la información y la imagen, tanto en las ciencias de la actividad física y del deporte, como en el ejercicio profesional.	<b>SI</b>

Tabla 18: Competencias específicas del grado

## 7.2. Competencias básicas/generales

<b>Código</b>	<b>Competencia</b>	<b>Cumplimiento</b>
<b>B1</b>	Conocer y poseer la metodología y estrategia necesaria para el aprendizaje en las ciencias de la actividad física y del deporte	<b>SI</b>
<b>B2</b>	Resolver problemas de forma eficaz y eficiente en el ámbito de las ciencias de la actividad física y del deporte.	<b>SI</b>
<b>B3</b>	Trabajar en los diferentes contextos de la actividad física y el deporte, de forma autónoma y con iniciativa, aplicando el pensamiento crítico, lógico y creativo.	<b>SI</b>
<b>B4</b>	Trabajar de forma colaboradora, desarrollando habilidades, de liderazgo, relación interpersonal y trabajo en equipo.	
<b>B5</b>	Comportarse con ética y responsabilidad social como ciudadano.	<b>SI</b>
<b>B6</b>	Dinamizar grupos en los diferentes ámbitos del ejercicio profesional.	
<b>B7</b>	Gestionar la información.	<b>SI</b>
<b>B8</b>	Desarrollar hábitos de excelencia y calidad en los diferentes ámbitos del ejercicio profesional.	
<b>B9</b>	Comprender la literatura científica del ámbito de la actividad física y el deporte en lengua inglesa y en otras lenguas de presencia significativa en el ámbito científico.	<b>SI</b>
<b>B10</b>	Saber aplicar las tecnologías de la información y comunicación (TIC) al ámbito de las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.	<b>SI</b>



<b>B11</b>	Desarrollar competencias para la adaptación a nuevas situaciones y resolución de problemas, y para el aprendizaje autónomo.	<b>SI</b>
<b>B12</b>	Conocer los principios éticos necesarios para el correcto ejercicio profesional y actuar de acuerdo con ellos.	<b>SI</b>
<b>B13</b>	Conocer y aplicar metodologías de investigación que faciliten el análisis, la reflexión y cambio de su práctica profesional, posibilitando su formación permanente.	<b>SI</b>
<b>B14</b>	Comprender y aplicar la legislación vigente relativa al marco de las actividades físicas y deportivas en los distintos ámbitos: educación, deporte, gestión, ocio y salud.	
<b>B15</b>	Comprender y saber utilizar las importantes posibilidades que la educación física y el deporte tienen para generar hábitos sociales y valores democráticos (coeducación de géneros, respeto a la diversidad social y cultural, cooperación, competición respetuosa, compromiso con el entorno...).	
<b>B16</b>	Dominar habilidades de comunicación verbal y no verbal necesarias en el contexto de la actividad física y el deporte.	
<b>B17</b>	Promover y evaluar actividades de ampliación curricular, referentes a la creación de hábitos autónomos de actividad física y deporte.	
<b>B18</b>	Comprometerse e involucrarse socialmente con su profesión y en concreto, con la situación actual de la actividad física y el deporte en la educación formal; con la gestión del centro educativo; con sus compañeros (trabajo cooperativo) y con aquellos a los que educa.	
<b>B19</b>	Ejercer la profesión con responsabilidad, respeto y compromiso.	<b>SI</b>
<b>B20</b>	Conocer, reflexionar y adquirir hábitos y destrezas para el aprendizaje autónomo y el trabajo en equipo a partir de las prácticas externas en alguno de los principales ámbitos de integración laboral, en relación a las competencias adquiridas en el grado que se verán	

Tabla 19: Competencias básicas/generales



### 7.3. Competencias transversales/nucleares

<b>Código</b>	<b>Competencia</b>	<b>Cumplimiento</b>
<b>C1</b>	Expresarse correctamente, tanto de forma oral como escrita, en las lenguas oficiales de la comunidad autónoma	<b>SI</b>
<b>C2</b>	Dominar la expresión y la comprensión de forma oral y escrita de un idioma extranjero.	
<b>C3</b>	Utilizar las herramientas básicas de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) necesarias para el ejercicio de su profesión y para el aprendizaje a lo largo de su vida.	<b>SI</b>
<b>C4</b>	Desarrollarse para el ejercicio de una ciudadanía abierta, culta, crítica, comprometida, democrática y solidaria, capaz de analizar la realidad, diagnosticar problemas, formular e implantar soluciones basadas en el conocimiento y orientadas al bien común.	
<b>C5</b>	Entender la importancia de la cultura emprendedora y conocer los medios al alcance de las personas emprendedoras.	
<b>C6</b>	Valorar críticamente el conocimiento, la tecnología y la información disponible para resolver los problemas con los que deben enfrentarse.	<b>SI</b>
<b>C7</b>	Asumir como profesional y ciudadano la importancia del aprendizaje a lo largo de la vida.	<b>SI</b>
<b>C8</b>	Valorar la importancia que tiene la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico en el avance socioeconómico y cultural de la sociedad.	

Tabla 20: Competencias transversales/nucleares



#### 7.4. Reflexión final

Para terminar, en este apartado se recoge una breve reflexión sobre algunas de las competencias que se han cumplido durante el proceso de elaboración del documento.

Código	Observaciones
A14	En este caso, la propuesta de intervención se centra en el desarrollo de un programa de readaptación para la rotura de un LCA utilizando el método RFS.
A35	Una de las partes fundamentales del trabajo es la realización de una revisión exhaustiva de la literatura científica. Esta revisión ha seguido un proceso de investigación, el cual ha sido descrito en diferentes fases (ver <i>figura 3</i> ) con el objetivo de que fuera totalmente replicable.
A36	Este trabajo se ha realizado utilizando diferentes medios y recursos tecnológicos (Microsoft Office, Mendeley, EndNote, bases de datos científicas).
B7	Toda la información que se ha utilizado en este documento ha sido gestionada de manera correcta a través de diferentes gestores bibliográficos (Mendeley, EndNote).
B9	Todos los artículos y documentación utilizada en la elaboración de este documento solo están disponibles en lengua inglesa.
B12	Cada uno de los apartados de este trabajo que recogen referencias de la literatura están correctamente referenciados y por lo tanto
B19	no hay ánimo alguno de atribuirse nuevos “descubrimientos”.
C6	El trabajo consta de un apartado específico donde se reflexiona acerca de la temática tratada (ver apartado 5, <i>Discusión</i> ) y cuáles son los siguientes temas por investigar con el fin de generar una mayor evidencia científica.

Tabla 21: Observaciones de alguna de las competencias cumplidas

## 8. Bibliografía

1. Abe, T., Mouser, J. G., Dankel, S. J., Bell, Z. W., Buckner, S. L., Mattocks, K. T., Jessee, M. B., Loenneke, J. P., Abe J. Grant; Dankel Zachary W.; Buckner, Samuel L.; Mattocks, Kevin T.; Jessee, Matthew B.; Loenneke, Jeremy P., Takashi; Mouser, S. J. . B., Abe, T., Mouser, J. G., Dankel, S. J., Bell, Z. W., Buckner, S. L., Mattocks, K. T., Jessee, M. B., & Loenneke, J. P. (2018). A method to standardize the blood flow restriction pressure by an elastic cuff. *SCANDINAVIAN JOURNAL OF MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS*, 29(3), 329–335. <https://doi.org/10.1111/sms.13340>
2. Álvarez, C. B., Santamaría, P. I.-K., Fernández-Matías, R., Pecos-Martín, D., Achalandabaso-Ochoa, A., Fernández-Carnero, S., Martínez-Amat, A. & Gallego-Izquierdo, T. (2020). Comparison of Blood Flow Restriction Training versus Non-Occlusive Training in Patients with Anterior Cruciate Ligament Reconstruction or Knee Osteoarthritis: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 10(1), 68. <https://doi.org/10.3390/jcm10010068>
3. Bell Scott J.; Mattocks Samuel L.; Jessee, Matthew B.; Mouser, J. Grant; Abe, Takashi; Loenneke, Jeremy P., Zachary W.; Dankel, K. T. . B., Bell, Z. W., Dankel, S. J., Mattocks, K. T., Buckner, S. L., Jessee, M. B., Mouser, J. G., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2018). An investigation into setting the blood flow restriction pressure based on perception of tightness. *Physiological Measurement*, 39(10), 105006. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/aae140>
4. Bell Takashi; Wong Robert W.; Viana, Ricardo B.; Chatakondi, Raksha N.; Dankel, Scott J.; Yamada, Yujiro; Loenneke, Jeremy P., Zachary W.; Abe, V. S., Bell, Z. W., Abe, T., Wong, V., Spitz, R. W., Viana, R. B., Chatakondi, R. N., Dankel, S. J., Yamada, Y., Loenneke, J. P., & Bell Takashi; Wong Robert W.; Viana, Ricardo B.; Chatakondi, Raksha N.; Dankel, Scott J.; Yamada, Yujiro; Loenneke, Jeremy P., Zachary W.; Abe, V. S. (2020). Muscle swelling following blood flow-restricted exercise does not differ between cuff widths in the proximal or distal portions of the upper leg. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 40(4), 269–276. <https://doi.org/10.1111/cpf.12635>
5. Bell, Z. W., Dankel, S. J., Spitz, R. W., Chatakondi, R. N., Abe, T., Loenneke, J. P., Bell Scott J.; Spitz Raksha N.; Abe, Takashi; Loenneke, Jeremy P., Zachary W.; Dankel, R. W. . C., Bell, Z. W., Dankel, S. J., Spitz, R. W., Chatakondi, R. N., Abe, T., Loenneke, J. P., & Bell Scott J.; Spitz Raksha N.; Abe, Takashi; Loenneke, Jeremy P., Zachary W.; Dankel, R. W. . C. (2019). The Perceived Tightness Scale Does Not Provide Reliable Estimates of Blood Flow Restriction Pressure. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(4), 1–3. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0439>
6. Bell, Z. W., Spitz, R. W., Wong, V., Yamada, Y., Chatakondi, R. N., Abe, T., Dankel, S. J., Loenneke, J. P., & Bell Robert W.; Wong Yujiro; Chatakondi, Raksha N.; Abe, Takashi; Dankel, Scott J.; Loenneke, Jeremy P., Zachary W.; Spitz, V. Y. (2020). Conditioning participants to a relative pressure: Implications for practical blood flow restriction. *Physiological Measurement*, 41(8), 08NT01-NA. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/aba810>
7. Bielitzki, R., Behrendt, T., Behrens, M., & Schega, L. (2021). Current Techniques Used for Practical Blood Flow Restriction Training: A Systematic Review. *JOURNAL OF STRENGTH AND CONDITIONING RESEARCH*, 35(10), 2936–2951. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000004104>
8. Bordessa, J. M., Hearn, M. C., Reinfeldt, A. E., Smith, T. A., Baweja, H. S., Levy, S. S., & Rosenthal, M. D. (2021). Comparison of blood flow restriction devices and their effect on



- quadriceps muscle activation. *Physical Therapy in Sport*, 49, 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.02.005>
9. Brown Martyn J.; Dawson Nicola; Scott, Brendan R.; Peeling, Peter, Henry; Binnie, B. B., Brown, H., Binnie, M. J., Dawson, B., Bullock, N., Scott, B. R., & Peeling, P. (2018). Factors affecting occlusion pressure and ischemic preconditioning. *European Journal of Sport Science*, 18(3), 387–396. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1421712>
  10. Buckner Scott J.; Counts Matthew B.; Mouser, J. Grant; Mattocks, Kevin T.; Laurentino, Gilberto; Abe, Takashi; Loenneke, Jeremy P., Samuel L.; Dankel, B. R. . J., Buckner, S. L., Dankel, S. J., Counts, B. R., Jessee, M. B., Mouser, J. G., Mattocks, K. T., Laurentino, G. C., Abe, T., Loenneke, J. P., Buckner Scott J.; Counts Matthew B.; Mouser, J. Grant; Mattocks, Kevin T.; Laurentino, Gilberto; Abe, Takashi; Loenneke, Jeremy P., Samuel L.; Dankel, B. R. . J., Buckner, S. L., Dankel, S. J., Counts, B. R., Jessee, M. B., Mouser, J. G., Mattocks, K. T., Laurentino, G. C., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2017). Influence of cuff material on blood flow restriction stimulus in the upper body. *The Journal of Physiological Sciences : JPS*, 67(1), 207–215. <https://doi.org/10.1007/s12576-016-0457-0>
  11. Buckthorpe M. Recommendations for Movement Re-training After ACL Reconstruction. *Sport Med*. 2021;51(8):1601–18. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01454-5>
  12. Cerqueira, M. S., Costa, E. C., Oliveira, R. S., Pereira, R., Vieira, W. H. B., Santos Oliveira, R., Pereira, R., Brito Vieira, W. H., Cerqueira Eduardo Caldas; Oliveira Rafael; de Brito Vieira, Wouber Héricson, Mikhail Santos; Costa, R. S. P., Cerqueira, M. S., Costa, E. C., Oliveira, R. S., Pereira, R., Vieira, W. H. B., Santos Oliveira, R., Pereira, R., & Brito Vieira, W. H. (2021). Blood Flow Restriction Training: To Adjust or Not Adjust the Cuff Pressure Over an Intervention Period? *Frontiers in Physiology*, 12(June), 678407. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.678407> PMID - 34262476
  13. Clarkson, M. J., May, A. K., & Warmington, S. A. (2020). Is there rationale for the cuff pressures prescribed for blood flow restriction exercise? A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 30(8), 1318–1336. <https://doi.org/10.1111/sms.13676>
  14. Crossley Doran A; Ellsworth Tabitha; Feland, J. Brent; Mitchell, Ulrike H.; Johnson, A. Wayne; Egget, Dennis; Gifford, Jayson R., Kent W.; Porter, J. C., CROSSLEY, K. W., PORTER, D. A., ELLSWORTH, J., CALDWELL, T., FELAND, J. B., MITCHELL, U., JOHNSON, A. W., EGGET, D., GIFFORD, J. R., & Crossley Doran A; Ellsworth Tabitha; Feland, J. Brent; Mitchell, Ulrike H.; Johnson, A. Wayne; Egget, Dennis; Gifford, Jayson R., Kent W.; Porter, J. C. (2019). Effect of Cuff Pressure on Blood Flow during Blood Flow-restricted Rest and Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 52(3), 746–753. <https://doi.org/10.1249/mss.0000000000002156>
  15. Dankel Samuel L.; Counts Matthew B.; Jg, Mouser; Mattocks, Kevin T.; Laurentino, Gilberto; Abe, Takashi; Loenneke, Jeremy P., Scott J.; Buckner, B. R. . J., Dankel, S. J., Buckner, S. L., Counts, B. R., Jessee, M. B., Mouser, J. G., Mattocks, K. T., Laurentino, G. C., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2017). The acute muscular response to two distinct blood flow restriction protocols. *Physiology International*, 104(1), 64–76. <https://doi.org/10.1556/2060.104.2017.1.1>
  16. Donnelly, C. J., Jackson, B. S., Gucciardi, D. F., & Reinbolt, J. (2020). Biomechanically-informed training: The four pillars for knee and ACL injury prevention built upon behavior change and motivation principles. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(13), 1–13. <https://doi.org/10.3390/app10134470>



17. Fallon, N. E., Urbina, E., Whitener, D. V, Patel, M. H., Exner, R. J., Dankel, S. J., Fallon Emely; Whitener Mana H.; Exner, Ryan J; Dankel, Scott J., Nicole E.; Urbina, D. V. . P., Fallon, N. E., Urbina, E., Whitener, D. V, Patel, M. H., Exner, R. J., & Dankel, S. J. (2021). The impact of cuff width on perceptual responses during and following blood flow restricted walking exercise. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 42(1), 29–34. <https://doi.org/10.1111/cpf.12732>
18. Haddaway NR, Grainger MJ, Gray CT. citationchaser: an R package for forward and backward citations chasing in academic searching [Internet]. 0.0.3. 2021. Available from: <https://github.com/nealhaddaway/citationchaser>
19. Heusdens, C.H.W. ACL Repair: A Game Changer or Will History Repeat Itself? A Critical Appraisal. *J. Clin. Med.* 2021, 10, 912. <https://doi.org/10.3390/jcm10050912>
20. Hughes, L., Rosenblatt, B., Gissane, C., Paton, B., Patterson, S. D., & Hughes Ben; Gissane Bruce; Patterson, Stephen D., Luke; Rosenblatt, C. P. (2018). Interface pressure, perceptual, and mean arterial pressure responses to different blood flow restriction systems. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28(7), 1757–1765. <https://doi.org/10.1111/sms.13092>
21. Hughes, L., Jeffries, O., Waldron, M., Rosenblatt, B., Gissane, C., Paton, B., & Patterson, S. D. (2018). Influence and reliability of lower-limb arterial occlusion pressure at different body positions. *PeerJ*, 2018(5). <https://doi.org/10.7717/peerj.4697>
22. Hughes, L., Rosenblatt, B., Paton, B., & Patterson, S. D. (2018). Blood flow restriction training in rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstructive surgery: A review. *Techniques in Orthopaedics*, 33(2), 106–113. <https://doi.org/10.1097/BTO.0000000000000265>
23. Hughes, L. M. (2021). Investigation of clinically acceptable agreement between two methods of automatic measurement of limb occlusion pressure: a randomised trial. *BMC Biomedical Engineering*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s42490-021-00053-9>
24. Ipavec Tina Grapar; Jelenc Alan, Matej; Žargi, J. K., Ipavec, M., argi, T. G., Jelenc, J., Kacin, A., & Ipavec Tina Grapar; Jelenc Alan, Matej; Žargi, J. K. (2019). Efficiency of Pneumatic Tourniquet Cuff With Asymmetric Pressure Distribution at Rest and During Isometric Muscle Action. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(NA;), 2570–2578. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002678> PMID - 29952864
25. Jessee, M. B., Buckner, S. L., Dankel, S. J., Counts, B. R., Abe, T., Loenneke, J. P., Jessee Samuel L.; Dankel Brittany R.; Abe, Takashi; Loenneke, Jeremy P., Matthew B.; Buckner, S. J. . C., Jessee, M. B., Buckner, S. L., Dankel, S. J., Counts, B. R., Abe, T., Loenneke, J. P., & Jessee Samuel L.; Dankel Brittany R.; Abe, Takashi; Loenneke, Jeremy P., Matthew B.; Buckner, S. J. . C. (2016). The Influence of Cuff Width, Sex, and Race on Arterial Occlusion: Implications for Blood Flow Restriction Research. *Sports Medicine*, 46(6), 913–921. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0473-5>
26. Kaeding CC, Léger-st-jean B, Magnussen RA. Epidemiology and Diagnosis of Anterior Cruciate Ligament Injuries. *Clin Sports Med* [Internet]. 2016;1–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.csm.2016.08.001>
27. Karabulut, M., Mccarron, J., Abe, T., Sato, Y., Bemben, M., Karabulut James; Abe Yoshiaki; Bemben, Michael G., Murat; Mccarron, T. S., Karabulut, M., Mccarron, J., Abe, T., Sato, Y., & Bemben, M. (2011). The effects of different initial restrictive pressures used to reduce blood flow and thigh composition on tissue oxygenation of the quadriceps. *Journal of Sports Sciences*, 29(9), 951–958. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.572992>



28. Karanasios Charikleia; Moutzouri Sofia A.; Sakellari, Vasiliki; Gioftsos, George, Stefanos; Koutri, M. X. (2021). The Effect of Body Position and the Reliability of Upper Limb Arterial Occlusion Pressure Using a Handheld Doppler Ultrasound for Blood Flow Restriction Training. *Sports Health, NA(NA)*, 19417381211043876-NA. <https://doi.org/10.1177/19417381211043877>
29. Laurentino, G. C., Loenneke, J. P., Teixeira, E. L., Nakajima, E., Iared, W., & Tricoli, V. (2016). The Effect of Cuff Width on Muscle Adaptations after Blood Flow Restriction Training. *MEDICINE AND SCIENCE IN SPORTS AND EXERCISE*, 48(5), 920–925. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000833>
30. Laurentino, G. C., Loenneke, J. P., Mouser, J. G., Buckner, S. L., Counts, B. R., Dankel, S. J., Jessee, M. B., Mattocks, K. T., Iared, W., Tavares, L. D., Teixeira, E. L., Tricoli, V., & Laurentino Jeremy P.; Jg Samuel L.; Counts, Brittany R.; Dankel, Scott J.; Jessee, Matthew B.; Mattocks, Kevin T.; Iared, Wagner; Tavares, Lucas Duarte; Teixeira, Emerson Luiz; Tricoli, Valmor, Gilberto; Loenneke, M. B. (2018). Validity of the Handheld Doppler to Determine Lower-Limb Blood Flow Restriction Pressure for Exercise Protocols. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(NA;), 2693–2696. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000002665>
31. Li, S., Shaharudin, S. & Kadir, M. R. A. (2020). Effects of Blood Flow Restriction Training on Muscle Strength and Pain in Patients With Knee Injuries: A Meta-Analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 100(4), 337–344. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000001567>
32. Liu, Y., Jiang, N., Pang, F. & Chen, T. (2021). Resistance Training with Blood Flow Restriction on Vascular Function: A Meta-analysis. *International Journal of Sports Medicine*, 42(07), 577–587. <https://doi.org/10.1055/a-1386-4846>
33. Llorens ÁDL, Sabater BS, Morte IM, García EMG, López SS, Guillén JFA. Rotura del ligamento cruzado anterior en la mujer deportista: factores de riesgo y programas de prevención. *Arch Med del Deport*. 2017;34(5):288–92.
34. Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Sherk, V. D., Thiebaud, R. S., Abe, T., Bembem, D. A., & Bembem, M. G. (2012). Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *EUROPEAN JOURNAL OF APPLIED PHYSIOLOGY*, 112(8), 2903–2912. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2266-8>
35. Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Abe, T., & Bembem, M. G. (2013). Effect of cuff type on arterial occlusion. *CLINICAL PHYSIOLOGY AND FUNCTIONAL IMAGING*, 33(4), 325–327. <https://doi.org/10.1111/cpf.12035>
36. Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Abe, T., & Bembem, M. G. (2014). Blood flow restriction: Effects of cuff type on fatigue and perceptual responses to resistance exercise. *ACTA PHYSIOLOGICA HUNGARICA*, 101(2), 158–166. <https://doi.org/10.1556/APhysiol.101.2014.2.4>
37. Loenneke, J. P., Allen, K. M., Mouser, J. G., Thiebaud, R. S., Kim, D., Abe, T., & Bembem, M. G. (2015). Blood flow restriction in the upper and lower limbs is predicted by limb circumference and systolic blood pressure. *European Journal of Applied Physiology*, 115(2), 397–405. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-3030-7>
38. Lorenz, D. S., Bailey, L., Wilk, K. E., Mangine, R. E., Head, P., Grindstaff, T. L., & Morrison, S. (2021). Blood Flow Restriction Training. *Journal of Athletic Training*, 56(9), 937–944. <https://doi.org/10.4085/418-20>
39. McEwen, J. A., Owens, J. G., & Jeyasurya, J. (2019). Why is it Crucial to Use Personalized Occlusion Pressures in Blood Flow Restriction (BFR) Rehabilitation? *JOURNAL OF MEDICAL*



AND BIOLOGICAL ENGINEERING, 39(2), 173–177. <https://doi.org/10.1007/s40846-018-0397-7>

40. Mouser, J. G., Dankel, S. J., Jessee, M. B., Mattocks, K. T., Buckner, S. L., Counts, B. R., Loenneke, J. P., Mouser Scott J.; Jessee Kevin T.; Buckner, Samuel L.; Counts, Brittany R.; Loenneke, Jeremy P., J Grant; Dankel, M. B. . M., Mouser, J. G., Dankel, S. J., Jessee, M. B., Mattocks, K. T., Buckner, S. L., Counts, B. R., & Loenneke, J. P. (2017). A tale of three cuffs: the hemodynamics of blood flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*, 117(7), 1493–1499. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3644-7>
41. Mouser, J. G., Dankel, S. J., Mattocks, K. T., Jessee, M. B., Buckner, S. L., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2018). Blood flow restriction and cuff width: effect on blood flow in the legs. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38(6), 944–948. <https://doi.org/10.1111/cpf.12504>
42. Nichols ZW, O'Brien D, White SG. Is resistance training intensity adequately prescribed to meet the demands of returning to sport following anterior cruciate ligament repair? A systematic review. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine* 2021;7:e001144. doi:10.1136/bmjsem-2021-001144
43. Oliveira, J., Campos, Y., Leitão, L., Arriel, R., Novaes, J., & Vianna, J. (2020). Does Acute Blood Flow Restriction with Pneumatic and Non-Pneumatic Non-Elastic Cuffs Promote Similar Responses in Blood Lactate, Growth Hormone, and Peptide Hormone? *Journal of Human Kinetics*, 74(1), 85–97. <https://doi.org/10.2478/hukin-2020-0016>
44. Patterson, S. D., Hughes, L., Warmington, S., Burr, J., Scott, B. R., Owens, J., Abe, T., Nielsen, J. L., Libardi, C. A., Laurentino, G., Neto, G. R., Brandner, C., Martin-Hernandez, J., & Loenneke, J. (2019). Blood flow restriction exercise position stand: Considerations of methodology, application, and safety. *Frontiers in Physiology*, 10(MAY), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>
45. Patterson, S. D., & Hughes, L. *Return to Sport after ACL Reconstruction and Other Knee Operations*. Early Postoperative Role of Blood Flow Restriction Therapy to Avoid Muscle Atrophy (2019). pp. 261-274.
46. Pignanelli, C., Christiansen, D. & Burr, J. F. (2021). Blood flow restriction training and the high-performance athlete: science to application. *Journal of Applied Physiology*, 130(4), 1163–1170. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00982.2020>
47. Rossow, L. M., Fahs, C. A., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Sherk, V. D., Abe, T., Bembem, M. G., Rossow Christopher A.; Loenneke Robert S.; Sherk, Vanessa D.; Abe, Takashi; Bembem, Michael G., Lindy M.; Fahs, J. P. . T., Rossow, L. M., Fahs, C. A., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Sherk, V. D., Abe, T., & Bembem, M. G. (2012). Cardiovascular and perceptual responses to blood-flow-restricted resistance exercise with differing restrictive cuffs. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32(5), 331–337. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097x.2012.01131.x>
48. Sijlacks Louise; Wernbom Kristian, Peter; Knudsen, M. V., Sijlacks, P., Knudsen, L., Wernbom, M., Vissing, K., & Sijlacks Louise; Wernbom Kristian, Peter; Knudsen, M. V. (2017). Body position influences arterial occlusion pressure: implications for the standardization of pressure during blood flow restricted exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 118(2), 303–312. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3770-2>
49. Spitz Raksha N.; Bell Vickie; Viana, Ricardo B.; Dankel, Scott J.; Abe, Takashi; Yamada, Yujiro; Loenneke, Jeremy P., Robert W.; Chatakondi, Z. W. . W., Spitz, R. W., Chatakondi, R. N., Bell, Z. W., Wong, V., Viana, R. B., Dankel, S. J., Abe, T., Yamada, Y., & Loenneke, J. P. (2020). Blood Flow Restriction Exercise: Effects of Sex, Cuff Width, and Cuff Pressure on



- Perceived Lower Body Discomfort. *Perceptual and Motor Skills*, 128(1), 353–374. <https://doi.org/10.1177/0031512520948295>
50. Spitz Zachary W.; Wong Ricardo B.; Chatakondi, Raksha N.; Abe, Takashi; Loenneke, Jeremy P., Robert W.; Bell, V. V., Spitz, R. W., Bell, Z. W., Wong, V., Viana, R. B., Chatakondi, R. N., Abe, T., Loenneke, J. P., & Spitz Zachary W.; Wong Ricardo B.; Chatakondi, Raksha N.; Abe, Takashi; Loenneke, Jeremy P., Robert W.; Bell, V. V. (2020). The position of the cuff bladder has a large impact on the pressure needed for blood flow restriction. *Physiological Measurement*, 41(1), 01NT01-NA. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/ab64b8>
51. Spitz, R. W., Chatakondi, R. N., Bell, Z. W., Wong, V., Dankel, S. J., Abe, T., Loenneke, J. P., Spitz Raksha N.; Bell Vickie; Dankel, Scott J.; Abe, Takashi; Loenneke, Jeremy P., Robert W.; Chatakondi, Z. W. . W., Spitz, R. W., Chatakondi, R. N., Bell, Z. W., Wong, V., Dankel, S. J., Abe, T., & Loenneke, J. P. (2019). The impact of cuff width and biological sex on cuff preference and the perceived discomfort to blood-flow-restricted arm exercise. *Physiological Measurement*, 40(5), 055001. <https://doi.org/10.1088/1361-6579/ab1787>
52. Stray-Gundersen, S., Wooten, S., Tanaka, H., & Stray-Gundersen Savannah V.; Tanaka Sten; Wooten, H. (2020). Walking With Leg Blood Flow Restriction: Wide-Rigid Cuffs vs. Narrow-Elastic Bands. *Frontiers in Physiology*, 11(NA), 568-NA. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00568>
53. Song, J. S., Spitz, R. W., Yamada, Y., Bell, Z. W., Wong, V., Abe, T. & Loenneke, J. P. (2021). Exercise-induced hypoalgesia and pain reduction following blood flow restriction: a brief review. *Physical Therapy in Sport*. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.04.005>
54. Tortora, G. J., Derrickson, B., Cornrunity, V., Orlando, C. De, Unidos, E., Tzal, K., Ángeles, M. D. L., Klajn, D., Altomonte, V., Morando, A., & López, M. G. *Articulaciones. Principios de Anatomía y Fisiología* (2013). p. 317.
55. Tricco, A. C., Lillie, E., Zarin, W., O'Brien, K. K., Colquhoun, H., Levac, D., Moher, D., Peters, M. D. J., Horsley, T., Weeks, L., Hempel, S., Akl, E. A., Chang, C., McGowan, J., Stewart, L., Hartling, L., Aldcroft, A., Wilson, M. G., Garritty, C., ... Straus, S. E. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
56. WEATHERHOLT, A. M., VANWYE, W. R., LOHMANN, J., OWENS, J. G., Weatherholt William R.; Lohmann Johnny G, Alyssa M.; VanWye, J. O. (2019). The Effect of Cuff Width for Determining Limb Occlusion Pressure: A Comparison of Blood Flow Restriction Devices. *International Journal of Exercise Science*, 12(3), 136–143. <https://doi.org/NA>
57. Wong Takashi; Chatakondi Zachary W.; Spitz, Robert W.; Dankel, Scott J.; Loenneke, Jeremy P., Vickie; Abe, R. N. . B., Wong, V., Abe, T., Chatakondi, R. N., Bell, Z. W., Spitz, R. W., Dankel, S. J., Loenneke, J. P., & Wong Takashi; Chatakondi Zachary W.; Spitz, Robert W.; Dankel, Scott J.; Loenneke, Jeremy P., Vickie; Abe, R. N. . B. (2019). The influence of biological sex and cuff width on muscle swelling, echo intensity, and the fatigue response to blood flow restricted exercise. *Journal of Sports Sciences*, 37(16), 1865–1873. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1599316>
58. Zeng, Z., Centner, C., Gollhofer, A., Konig, D., Zeng Christoph; Gollhofer Daniel, Zhen; Centner, A. K., Zeng, Z., Centner, C., Gollhofer, A., Konig, D., & Zeng Christoph; Gollhofer Daniel, Zhen; Centner, A. K. (2019). Blood Flow Restriction Training - Validity of Pulse Oximetry to Assess Arterial Occlusion Pressure. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SPORTS PHYSIOLOGY AND PERFORMANCE*, 14(10), 1–7. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0043>

