



Picón-Martínez, M.; Chulvi-Medrano, I.; Alonso-Aubin D.A. (2019). Uso del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo en España: Un estudio transversal. *Journal of Sport and Health Research*. 11(2):171-186.

Original

USO DEL ENTRENAMIENTO CON RESTRICCIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO EN ESPAÑA: UN ESTUDIO TRANSVERSAL.

USE OF BLOOD FLOW RESTRICTION TRAINING IN SPAIN: A CROSS SECTIONAL STUDY.

Picón-Martínez, M.¹; Chulvi-Medrano, I.¹; Alonso-Aubin D.A.¹

¹Universidad de Alicante

Correspondence to:
Moisés Picón Martínez
 Facultad de Educación. Universidad de Alicante
 Carretera San Vicente del Raspeig, s/n, 03690 Sant
 Vicent del Raspeig, Alicante, España
 Tel. 603 169 283
 moi_beneixama@hotmail.com

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
 Martos (Spain)*

**Didactic
 Association
 ANDALUCIA**
editor@journalsshr.com

Received: 23/02/18
 Accepted: 13/06/18

**RESUMEN**

El entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (ERFS) es una novedosa estrategia que ha demostrado inducir adaptaciones cardiovasculares y neuromusculares similares a las obtenidas con el entrenamiento convencional. El objetivo de nuestro estudio fue investigar el uso actual del ERFS en España. Para ello, se diseñó un cuestionario que fue respondido por 33 profesionales españoles del ejercicio físico. El 68,1% combina el ERFS con el entrenamiento de fuerza, siendo la hipertrofia muscular el principal efecto deseado (29,5%) El 87,9% de los participantes del presente cuestionario valoraron con un grado de eficacia alto o muy alto el ERFS, encontrando un porcentaje bajo de efectos secundarios. El dolor muscular de inicio retardado (DMIR) y el entumecimiento y/o prurito fueron los dos efectos secundarios más reflejados. Estos resultados indican que el ERFS es una estrategia de entrenamiento segura y eficaz que puede ser utilizada por un rango poblacional amplio, incluido con población clínica.

Palabras clave: Entrenamiento oclusivo, Kaatsu-training, hipertrofia, seguridad, cuestionario.

ABSTRACT

Blood flow restriction training (BFRT) is a novel strategy that has been shown to induce cardiovascular and neuromuscular adaptations similar to those obtained with conventional training. The aim of our study was to investigate the current use of BFRT in Spain. For this, a questionnaire was designed and answered by 33 Spanish professionals of physical activity and sport. 68.1% combines BFRT with resistance training, being muscle hypertrophy the main effect to achieve (29.5%). 87.9% of the participants in this questionnaire assessed the high or very high degree of efficacy to BFRT, finding a low percentage of side effects. Delayed onset muscle soreness (DOMS) and numbness and / or pruritus were the two side effects most reflected. These results indicate that the BFRT is a safe and effective training strategy that can be used by a wide population range, included with clinical population.

Keywords: Occlusive training, Kaatsu-training, hypertrophy, safety, questionnaire.



INTRODUCCIÓN

El entrenamiento con restricción de flujo sanguíneo (ERFS) o, como también es conocido, entrenamiento oclusivo, se presenta como una novedosa estrategia basada en la aplicación de un torniquete externo alrededor de un segmento muscular, con el objetivo de generar una condición de hipoxia en el músculo mediada por una isquemia tisular parcial (Pope, Willardson y Schoenfeld, 2013). En la actualidad, el ERFS es aplicado en combinación con entrenamiento de fuerza, entrenamiento aeróbico o en condiciones pasivas, habiendo demostrado inducir, en cualquiera de los casos, cambios agudos y adaptaciones positivas a corto y largo plazo (Scott, Loenneke, Slattery y Dascombe, 2015).

El ERFS combinado con entrenamiento de fuerza de baja intensidad (EF-RFS) (20-30% 1RM) ha demostrado promover incrementos en la masa muscular similares a los obtenidos con el entrenamiento de fuerza de alta intensidad (EF-AI) (Abe et al., 2012; Ellefsen et al., 2015; Laurentino et al., 2008), mientras que las mejoras en términos de fuerza suscitan una mayor controversia. En este sentido, varios estudios han encontrado un menor incremento en los valores de fuerza muscular para el EF-RFS en comparación con el EF-AI (Kubo et al., 2006; Lixandrão et al., 2015; Martín-Hernández et al., 2013). Por el contrario, los cambios en la hipertrofia muscular ocasionados con esta metodología de entrenamiento han sido ampliamente demostrados en diferentes segmentos poblacionales, como son personas físicamente activas (Lixandrão et al., 2015; Lowery et al., 2014), atletas (Scott, Loenneke, Slattery y Dascombe, 2016), personas mayores (Karabulut, Abe, Sato y Bembem, 2010; Vechin et al., 2015) e incluso, en población con lesiones músculo-esqueléticas o hipertensión (Hughes, Paton, Rosenblatt, Gissane y Patterson, 2017; Pinto, Karabulut, Poton y Polito, 2018). Por tanto, el EF-RFS se plantea como una alternativa eficaz para aquellas personas que busquen incrementar su masa muscular y tengan restringidas y/o contraindicadas las cargas moderadas-altas, como por ejemplo, población de edad avanzada o personas con patologías músculo-esqueléticas por ejemplo, personas con osteoartritis de rodilla o en periodos de recuperación tras una operación de ligamento anterior cruzado de rodilla (Lixandrão et al., 2017).

Sin embargo, el ERFS no se limita únicamente al entrenamiento de fuerza sino que, cada vez más, también es aplicado en combinación con ejercicios aeróbicos (bicicleta o andar en cinta, principalmente) con el fin de promover adaptaciones neuromusculares y mejoras en la aptitud cardiovascular (Slysz, Stultz y Burr, 2016). En este sentido, varios estudios han encontrado una mejora en el rendimiento cardiovascular y VO_{2max} así como incrementos concomitantes en la fuerza e hipertrofia muscular tras un periodo de entrenamiento aeróbico combinado con RFS (EA-RFS) (Abe, Kearns y Sato, 2006; Abe et al., 2010; de Oliveira, Caputo, Corvino y Denadai, 2016; Kim et al., 2016). A pesar de ello, son necesarias nuevas investigaciones al respecto con el fin de adoptar un consenso generalizado sobre las respuestas agudas y adaptaciones desencadenadas por parte del EA-RFS sobre el sistema cardiovascular y neuromuscular.

El ERFS también ha sido empleado en condiciones pasivas, en la mayoría de los casos, en periodos de recuperación e inmovilización post-operatorios, siendo sugerido como una estrategia efectiva para atenuar el proceso de atrofia muscular y reducir la pérdida de fuerza muscular en esas etapas (Kubota, Sakuraba, Koh, Ogura y Tamura, 2011; Kubota, Sakuraba, Sawaki, Sumide y Tamura, 2008; Takarada, Takawaza y Isii, 2000). En este mismo sentido, Hackney, Everett, Scott y Ploutz-Snyder (2012), en una revisión sobre la utilización del ERFS en condiciones de microgravedad experimentadas en el espacio, concluyen que este tipo de metodología también podría ayudar a los tripulantes de naves espaciales reduciendo la atrofia del músculo-esquelético inducida por una exposición prolongada a la microgravedad.

A pesar de todos los beneficios asociados a este sistema de entrenamiento, todavía existe una gran controversia en torno a ciertas variables metodológicas, siendo la presión de restricción uno de los más parámetros más discutidos. Al respecto, la literatura científica todavía no ha conseguido adoptar un consenso generalizado sobre cuál es el diseño más seguro y eficaz del ERFS y, en particular, cual es la presión de restricción óptima que induzca los mayores beneficios con el mínimo riesgo. No obstante, los últimos avances han dejado patente la necesidad de calcular la presión total de restricción



para cada individuo y zona a ocluir, de forma que se pueda aplicar una restricción individual ajustada a las características de cada persona (Laurentino et al., 2008). Ello permitiría que se alcancen los máximos beneficios en los entrenandos, lo que otorgaría una mayor consistencia a esta metodología en términos de seguridad.

Dada la gran controversia que existe en torno a ciertas variables que afectan al ERFS y el creciente interés por parte de los profesionales de nuestro país hacia esta novedosa metodología, el objetivo de la presente investigación es registrar y conocer el uso que se está haciendo de ella, así como los posibles riesgos asociados a dicha técnica. Se ha hipotetizado que los usuarios del ERFS emplean esta estrategia siguiendo las directrices marcadas por la literatura científica, con el fin de aplicar un entrenamiento seguro y eficaz cuya finalidad es alcanzar el objetivo planteado en su programa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se empleó un cuestionario de múltiple elección para rescatar la opinión de los profesionales. Dicho cuestionario fue creado mediante la plataforma *Google forms* la cual facilitó la difusión vía *online*, vía correo electrónico y redes sociales (*Facebook*, *Twitter*) entre los meses de Abril y Junio de 2017.

Dicho cuestionario estuvo compuesto por un total de 35 preguntas, distribuidas en tres bloques: a) Detalles de los participantes y de la población a la que se le aplica el ERFS (12 cuestiones); b) Metodología del ERFS (18 cuestiones); c) Eficacia y seguridad del ERFS (cinco cuestiones). El cuestionario fue traducido y adaptado específicamente por los autores basándose en el publicado previamente por Patterson y Brandner (2018). Al tratarse de un cuestionario escrito en un idioma y un contexto diferente al español se requirió de una adaptación transcultural del mismo. Para poder llevarla a cabo se tuvo presente el esquema propuesto por Escobar (2004), en el que se inició con una traducción inicial llevada a cabo por dos expertos (una persona experta en inglés específico y una persona nativa), acto seguido se realizó una retrotraducción o traducción inversa por medio de dos personas ajenas al estudio de nacionalidad anglosajona. El resultado de esta segunda fase se presentó a un comité ético que valoró que la adaptación fuera entendible así como las consideraciones éticas derivadas del estudio. Aunque

el proceso debería haberse completado con un pretest, éste no se llevó a cabo según las indicaciones de Escobar (2004) puesto que la muestra a la que se aspiraba llegar era muy escasa debido a lo novedoso de la metodología de entrenamiento sobre el que versa el estudio. Por ello, el pre-test fue llevado a cabo por tres profesionales con experiencia en el ERFS ajenos a la investigación, quienes testearon dicho cuestionario y se les solicitó información cualitativa para reformular las preguntas que no se ajustarían bien a la realidad y que no existieran ambigüedades.

Previo a iniciar el cuestionario, los participantes fueron informados del objetivo de nuestro estudio y firmaron un consentimiento informado. Los criterios de inclusión para este trabajo fueron: a) Personas mayores de 18 años; b) Profesionales del ejercicio físico y/o salud que estuviesen empleando, en la actualidad, el ERFS. El presente estudio fue aprobado por Comité de Ética de la Universidad de Alicante.

Análisis de datos

Todos los datos fueron recogidos empleando el cuestionario *online* creado a través de *Google forms*. Dichos datos fueron analizados usando una estadística descriptiva con conteos de frecuencia y cálculos de porcentajes mediante una hoja Excel.

RESULTADOS

Detalles de los participantes y de la población a la que se le aplica el ERFS

El cuestionario fue respondido por un total de 33 profesionales españoles, de los cuales 29 fueron hombres (87,8%) y 4 mujeres (12,2%). Las características descriptivas de los participantes que contestaron el cuestionario se presentan en la tabla 1. Además, de los 33 participantes, 21 respondieron que sólo llevaban utilizando el ERFS durante los últimos 2 años (63,6%), 6 de ellos lo habían estado utilizando durante los últimos 2-3 años (18,2%) y el resto (6 participantes: 18,2%) lo llevaban aplicando más de 3 años. Por otro lado, las características descriptivas de los usuarios a los que se les aplica el ERFS quedan recogidas en la tabla 2.



Tabla 1. Características descriptivas de los participantes que contestaron el cuestionario

	Respuestas absolutas (n=33)	Respuestas relativas (%)
Distribución de la edad (años)		
18-29	22	66,60%
30-39	10	30,30%
40-49	1	3,10%
50-59	0	0%
>60	0	0%
Profesión actual *		
Entrenador o preparador físico en un club deportivo	5	11,20%
Entrenador personal	24	53,40%
Fisioterapeuta	2	4,40%
Médico	0	0%
Profesor	7	15,50%
Investigado	7	15,5
Lugar de trabajo actual*		
Centro de entrenamiento personal	21	51,30%
Centro deportivo o de fitness	6	14,60%
Club deportivo no profesional	2	4,90%
Centro de alto rendimiento o club deportivo profesional	1	2,40%
Clínica de fisioterapia	4	9,80%
Hospital	0	0%
Universidad	6	14,60%
Ámbito militar	1	2,40%

*Nota: Los participantes podían seleccionar más de una opción como respuesta. Profesional actual: n=45; Lugar de trabajo actual: n=41

Tabla 2. Características descriptivas de los usuarios a los que se les aplica el ERFs

	Respuestas absolutas (n=33)	Respuestas relativas (%)
Número de usuarios a los que aplica el ERFs		
1	4	12,1%
2	7	21,2%
3	7	21,2%
4	4	12,1%
5	2	6,2%
6	0	0%
7	1	3,0%
8	1	3,0%
9	0	0%
10	0	0%
>10	7	21%
Genero		
Masculino	12	36,4%
Femenino	1	3,0%
Ambos	20	60,6%
Distribución de la edad (años)*		
<18	2	3,0%
18-29	19	28,8%
30-39	19	28,8%
40-49	17	25,8%
50-59	4	6,1%
>59	5	7,5%
Tipo de población*		
Atletas	8	14,3%
Población físicamente activo	28	50,0%
Población clínica	24	25,0%
Personas mayores (>60 años)	6	10,7%
ERFS en atletas: Disciplina deportiva de la que proviene*		
Disciplinas de fuerza	7	50,0%
Disciplinas aeróbicas	4	28,6%
Deportes colectivos	3	21,4%



ERFS en población clínica: Tipo de población*

Personas con patologías músculo-esqueléticas	7	46,7%
Personas con problemas cardíacos	1	6,7%
Personas en fases de readaptación post-operatoria	4	26,7%
Personas con hipertensión	1	6,7
Personas con principios de sarcopenia y/o dinapenia	2	13,2%

ERFS: Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo. * Nota: Los participantes podían seleccionar más de una opción como respuesta. Distribución de la edad: n=66; Tipo de población: n=56; Cuando se aplica el ERFS en atletas: n=14; Cuando se aplica el ERFS en población clínica: n=15

Metodología del ERFS

El 68,1% de los participantes combina la RFS con entrenamiento de fuerza, mientras que el 17% lo utiliza en combinación con entrenamiento aeróbico y el 14,9% en condiciones pasivas. La frecuencia de utilización de los diferentes tipos de ejercicios combinados con la RFS sobre la muestra estudiada queda representada en la figura 1.

Los principales objetivos perseguidos al aplicar el ERFS son los siguientes: a) Generar hipertrofia (29,5%); b) Incrementar la fuerza muscular (20,5%); c) Favorecer el proceso de rehabilitación de lesiones (23,1%); d) Evitar la atrofia muscular tras una lesión (17,9%). Proteger/fortalecer la estructura de la articulación así como mejorar la condición física, son otros de los objetivos perseguidos por los participantes de nuestro cuestionario (7,7% y 1,3%, respectivamente), aunque en proporciones mucho menores comparados con los anteriormente expuestos.

Las principales características de las variables que afectan al ERFS se presentan en la tabla 3. Además, de los 32 participantes que aplican la RFS en combinación con entrenamiento de fuerza, 16 emplean el protocolo tradicional de 1 serie de 30 repeticiones seguido de 3 series de 15 repeticiones (48,5%). Por su parte, la otra gran mayoría (10 participantes; 30,3%) utilizan un protocolo de 3 series al fallo muscular, mientras que los 6 restantes

(18,2%) aplican otros protocolos diferentes a los anteriores. En caso de aplicar la RFS combinada con entrenamiento aeróbico o en condiciones pasivas, la duración de la serie solía encontrarse entre 1 y 3 minutos (81,8%), siendo poco habitual realizar una serie de entrenamiento con una duración superior a los 3 minutos (18,2%).

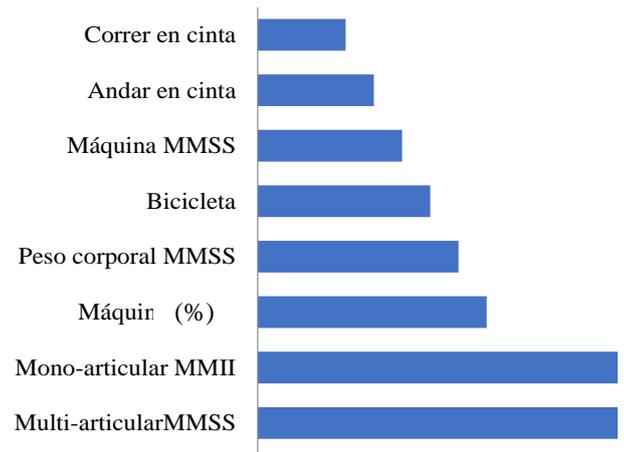


Figura 1. Frecuencia de utilización de los tipos de ejercicios combinados con la RFS en la muestra estudiada (%). MMSS: Miembros superiores; MMII: Miembros inferiores.

Tabla 3. Características específicas de las variables que afectan al ERFS

Número de series (n=33)	
1	0%
2	0%
3	42,4%
4	57,6%
5	0%
>5	0%
Carga externa (%1RM) (n=32)	
10	0%
20	6,3%
30	56,3%
40	21,9%
50	9,3%
60	3,1%
70	3,1%
80	0%



90	0%
Duración de la recuperación entre series (segundos) (n=33)	
<15	6,1%
15,5-30	15,2%
30,5-60	60,6%
>60	18,1%
Tipo de recuperación entre series (n=33)	
Continua	60,6%
Intermitente	39,4%
Frecuencia de entrenamiento (n=33)	
1-2 días/semana	78,7%
3-4 días/semana	15,2%
5-6 días/semana	3,0%
Diariamente	0%
2 veces al día	3,0%

Con respecto al método de cálculo de la presión de restricción generada durante el ERFS, los resultados son bastante dispersos. El 51,5% de los participantes alega utilizar la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) como parámetro para controlar dicha presión en el manguito. Por su parte, el 15,2% controla el nivel de restricción a partir de la presión arterial sistólica (PAS) y del perímetro del miembro a ocluir, mientras que el 12,1% genera una restricción basada en la oclusión total individual medida con ecógrafo. Los restantes 2 participantes (6%) aplican un valor arbitrario siguiendo las recomendaciones que marcan algunos estudios de la literatura científica.

Por último, cuando se emplea un esfigmomanómetro de alta precisión para generar la restricción del flujo, los valores de presión (medidos en milímetros de mercurio (mmHg)) utilizados por los participantes de este cuestionario han sido los siguientes: a) 51-100 mmHg (26,4%); b) 101-150 mmHg (36,8%); c) 151-200 mmHg (36,8%).

De los 33 participantes que respondieron el cuestionario, el 44,5% aplica la RFS sobre el muslo, el 38,9% sobre el brazo y, tan sólo, el 12,9% y 3,7% sobre la pantorrilla y el antebrazo, respectivamente. En cuanto al tipo de manguito empleado para generar

la restricción vascular, los resultados de nuestro cuestionario muestran un uso muy equitativo entre el esfigmomanómetro de alta precisión y los *practical cuffs* –bandas elásticas, cintas de compresión y elementos similares que permiten generar una restricción sin monitorizar la presión ejercida- (50% para ambos tipos de manguitos). Además, el 67,3% de los profesionales destaca utilizar un manguito con diferente tamaño de ancho para generar la RFS sobre miembros superiores e inferiores. La figura 2 muestra la frecuencia de utilización de los tamaños de los manguitos empleados para generar dicha restricción en la muestra analizada.

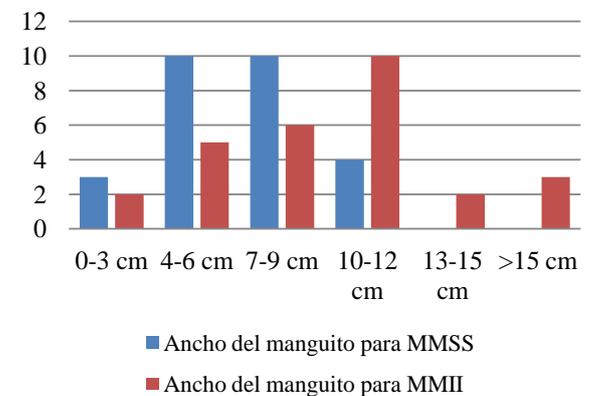


Figura 2. Ancho del manguito empleado para generar la RFS sobre miembros superiores e inferiores. MMSS: Miembros superiores; MMII: Miembros inferiores.

Eficacia y seguridad del ERFS

El 87,9% de los participantes del presente cuestionario valoraron con un grado de eficacia alto o muy alto el ERFS, alegando que ésta novedosa metodología se presenta como una alternativa muy eficaz al EF-AI, siendo especialmente interesante para aquellos segmentos poblacionales donde la alta intensidad pueda estar contraindicada. En cuanto a la seguridad de este tipo de entrenamiento, en las figuras 3, 4 y 5 se presentan las respuestas que los participantes proporcionaron sobre las situaciones contraindicadas que se hayan podido encontrar a la hora de aplicar el ERFS, así como los efectos secundarios observados durante y después de la aplicación del ERFS a lo largo de su rutina de trabajo habitual.

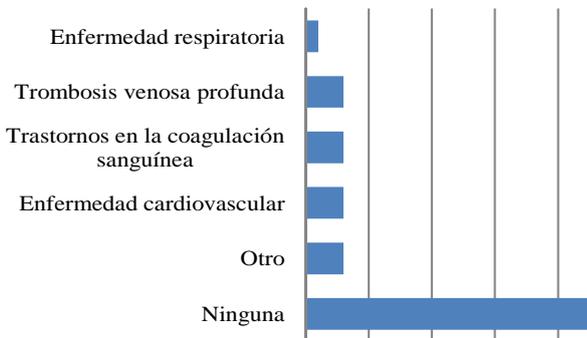


Figura 3. Situaciones contraindicadas encontradas por parte de los profesionales a la hora de aplicar el ERFS. ERFS: Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo.

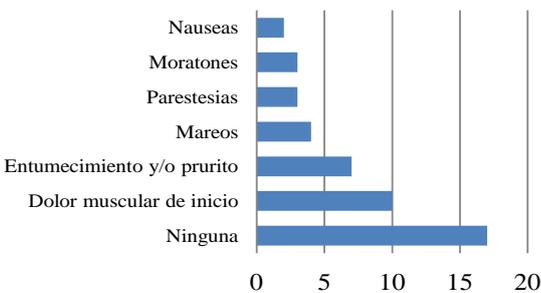


Figura 4. Efectos secundarios encontrados por parte de los profesionales durante la aplicación del ERFS. ERFS: Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo.

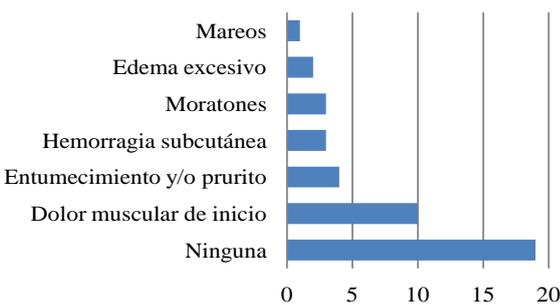


Figura 5. Efectos secundarios encontrados por parte de los profesionales después de aplicar un ERFS. ERFS: Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo.

DISCUSIÓN

El presente estudio recoge las opiniones de los profesionales del ejercicio físico y la salud acerca del uso del ERFS del contexto español. Para nuestro mejor conocimiento, este es el primer trabajo que

investiga la práctica de esta novedosa metodología en España aunque, previamente, ya se llevaron a cabo otras investigaciones similares con población de diferentes localizaciones geográficas como Estados Unidos y Japón (Nakajima et al., 2006; Patterson y Brandner, 2018).

Perfil de los participantes que respondieron el cuestionario

Al comparar los resultados de nuestro estudio con los obtenidos por Patterson y Brandner (2018), se puede observar como el género y la edad del profesional que aplica el ERFS se corresponden en gran medida. La mayor parte de los profesionales que aplican esta metodología son hombres (87,6% en el estudio de Paterson y Brandner vs 87,8% en nuestro estudio), con una edad comprendida entre los 18 y 39 años (82,1% en el estudio de Paterson y Brandner vs 96,9% en nuestro estudio). Sin embargo, los resultados obtenidos por Nakajima et al. (2006) muestran una distribución más equitativa entre los hombres y las mujeres que aplican el ERFS en Japón, en cualquiera de las instalaciones deportivas evaluadas (45,4% y 54,6%, respectivamente). Esta diferencia podría ser atribuida a que en Japón, país de origen del ERFS, se lleva aplicando más tiempo el ERFS, tanto en condiciones de entrenamiento como en situaciones clínicas, lo que tiene su reflejo en los resultados de su trabajo.

Por otro lado, si analizamos los resultados obtenidos por el cuestionario de Nakajima et al., (2006) y los nuestros en relación al periodo de tiempo que los profesionales llevan aplicando esta técnica observamos que, la mayoría de ellos, comenzaron a emplearla en los últimos 3 años (64% en el estudio de Nakajima et al., vs 81,8% de nuestro estudio) lo que viene a reflejar que nos encontramos ante una estrategia de entrenamiento relativamente novedosa.

Con respecto a la profesión y al lugar de trabajo de la persona que aplica el ERFS, los resultados de nuestro cuestionario desvelan datos un tanto diferentes a los obtenidos por Patterson y Brandner (2018). Mientras que en España, la mayoría de los profesionales que emplean esta metodología son entrenadores personales (53,4%), seguidos de investigadores (15,5%), Patterson y Brandner (2018) encontraron que gran parte de los profesionales que respondieron su cuestionario son especialistas en el entrenamiento



de la fuerza y el acondicionamiento físico (40,4%), seguidos de investigadores (23,6%) y fisioterapeutas (18,8%). Así mismo, nuestros datos reflejan que el ERFS es aplicado, en gran proporción, en centros de entrenamiento personal (51,3%), centros deportivos o de fitness (14,6%) y en el ámbito universitario (14,6%), mientras que los resultados de Patterson y Brandner (2018) muestran que la mayor aplicación práctica del ERFS se da en la universidad (36%), seguida de los clubes deportivos profesionales (23%). Por su parte, Nakajima et al., (2006) encontraron que, en Japón, el ERFS era aplicado, en mayores proporciones, en centros deportivos (27%) y hospitales y/o clínicas de salud (22%), en detrimento de los centros de acupuntura o de rehabilitación (10% y 3%, respectivamente). Estas diferencias de resultados entre los estudios analizados pueden deberse a las características propias del país al que se hace referencia, así como a la implantación de esta novedosa metodología entre sus profesionales.

Perfil de los usuarios a los que se les aplica el ERFS

Nuestro cuestionario desvela que el ERFS es empleado, en la mayoría de los casos, con personas de ambos sexos y que gran parte de los profesionales lo utilizan con más de un usuario. En relación a la distribución de la edad de las personas que reciben el ERFS, nuestros resultados distan un poco de los encontrados por Nakajima et al., (2006). Mientras que en España, la mayor parte de las personas a las que se les aplica el ERFS se encuentran en una edad comprendida entre los 18 y 49 años (83,4%), en Japón, Nakajima et al., (2006), encontraron un reparto mucho más equitativo (≤ 19 años: 17,8%; 20-29 años: 12,4%; 30-39 años: 12,7%; 40-49 años: 13,1%; 50-59 años: 15,5%; 60-69 años: 14,0%; 70-79 años: 10,2%; ≥ 80 años: 4,4%). Esta diferencia puede venir dada por la tradición de la población japonesa de realizar ejercicio físico hasta edades avanzadas, así como la inclusión del ERFS dentro de los hospitales y clínicas, para su utilización en población clínica.

Por otro lado, nuestros resultados muestran que el 50% de los profesionales encuestados emplea el ERFS con población físicamente activa, el 25% con población clínica y el restante 14,3% y 10,7% con atletas y personas mayores, respectivamente. Por su parte, Patterson y Brandner (2018) encontraron unos resultados diferentes a los nuestros, siendo los atletas

los mayores beneficiados de esta técnica de entrenamiento (57,6%) seguidos de la población físicamente activa (24,3%), la población clínica (10,4%) y las personas mayores (7,6%). En cualquier caso, estudios previos han demostrado que el ERFS aporta beneficios en diferentes espectros poblacionales constituyéndose como una herramienta eficaz y alternativa al EF-AI.

Metodología del ERFS

Los resultados de nuestro cuestionario, en línea con los obtenidos por Patterson y Brandner (2018) demuestran que el entrenamiento de fuerza es el tipo de intervención más común asociado a la RFS (86,08% en el estudio de Paterson y Brandner vs 68,1% en nuestro estudio) y que sus objetivos más perseguidos son incrementar la masa muscular y la fuerza, seguidos de favorecer el proceso de rehabilitación de lesiones. La carga externa más habitual empleada durante el EF-RFS se encuentra alrededor del 20-30% de 1-RM, siendo el protocolo de 1 serie de 30 repeticiones + 3 series de 15 repeticiones con una recuperación entre 30 y 60 segundos, el más utilizado por los profesionales (44,8% en el estudio de Paterson y Brandner vs 48,5% en nuestro estudio). A este protocolo le sigue el de 3-4 series al fallo muscular (31,9% en el estudio de Paterson y Brandner vs 30,3% en nuestro estudio).

Cuando la RFS es combinada con ejercicios aeróbicos o en situaciones pasivas, Patterson y Brandner (2018) encontraron que la mayor parte de los profesionales empleaban una duración total de restricción entre 6 y 10 minutos, lo que se corresponde con nuestros resultados, donde los profesionales aplican un máximo de 4 series de entrenamiento con una duración de restricción aproximada de entre 1 y 3 minutos. Además, con respecto a la frecuencia de entrenamiento para cualquier tipo de intervención combinada con RFS, ambos estudios hallaron resultados similares, siendo la frecuencia de 1-2 días /semanales la más empleada por parte de los profesionales. Una de las razones potenciales que puede dar explicación a esta similitud de resultados entre los cuestionarios es que, en la literatura científica, gran parte de los estudios emplean un protocolo común en torno a ciertas variables del ERFS, habiéndose demostrado una alta efectividad y seguridad cuando así se aplica. Sin embargo, todavía existen otras variables, como son el



ancho del manguito o la presión de restricción, que se encuentran en constante debate por parte de la comunidad científica.

Con respecto al tipo de manguito empleado para generar la restricción, la mitad de los profesionales españoles respondieron hacer uso del esfigmomanómetro de alta precisión, mientras que la otra mitad se decantó por los *practical cuffs*. Por su parte, Patterson y Brandner (2018) encontraron que un 78,5% de los profesionales utilizaban herramientas con control de la presión (esfigmomanómetros, bien sean manuales o automáticos) mientras que, tan sólo, el 21,5% restante empleaba vendas para rodillas o torniquetes elásticos (*practical cuffs*). En la literatura científica, gran parte de los estudios han sido desarrollados utilizando esfigmomanómetros de alta precisión, aunque para el trabajo de campo, utilizar un *practical cuff* resulta mucho más accesible y fácil de usar. Sin embargo, el empleo de *practical cuff* tiene una gran limitación ya que resulta difícil conocer con exactitud la presión de restricción ejercida por lo que la efectividad y seguridad de esta metodología estaría quedando en contradicho. Además de lo anterior, en ambos estudios, un mayor porcentaje de los encuestados (el 67,3% en nuestro estudio y el 57,4% en el estudio de Patterson y Brandner) destacó utilizar un manguito con diferente tamaño de ancho para generar la RFS sobre miembros superiores e inferiores.

En la literatura científica se han empleado una gran variedad de manguitos con diferentes dimensiones (desde 3 hasta 20 centímetros de ancho) (Scott et al., 2015) lo que tiene su reflejo en los resultados de nuestro cuestionario y en el de Patterson y Brandner (2018). El ancho del manguito parece tener una influencia sobre la magnitud de las adaptaciones alcanzadas (Loenneke et al., 2012; Loenneke et al., 2013), aunque más recientemente, Laurentino et al., (2016), al comparar dos tamaños diferentes de manguitos (estrecho vs ancho) durante un entrenamiento de flexión de codo de 12 semanas, encontraron que ambos grupos obtuvieron aumentos similares en los valores de fuerza (m. estrecho: 13,5%; m. ancho: 11,9%) e hipertrofia muscular (m. estrecho: 9%; m. ancho: 11,2%) cuando les era aplicada una misma presión relativa (80% sobre la presión total de restricción para cada sujeto). A pesar

de esta controversia, existe un consenso generalizado en relación a que cuanto más ancho sea el manguito, menor presión de hinchado se requiere para llegar a la presión total de restricción en comparación con un manguito más estrecho (Karabulut et al., 2010; Loenneke et al., 2013; Crenshaw, Hargens, Cershuni y Rydevik, 1988).

La presión de restricción es otra de las variables que se encuentra en constante debate y ello queda patente en los resultados de nuestro cuestionario y en la Patterson y Brandner (2018), aun a sabiendas de que se trata de uno de los parámetros más importantes en términos de eficacia y seguridad. Así pues, es común encontrar investigaciones que emplean una presión de restricción arbitraria y generalizada sin tener en cuenta las características individuales de cada persona ni del material empleado para generar la restricción (Madarame et al., 2008; Takarada et al., 2000; Yasuda, Loenneke, Thiebaud y Abe, 2012). En este sentido, datos de nuestro laboratorio han desvelado que, al aplicar una presión de restricción absoluta de 200mmHg sobre el muslo, se está provocando una oclusión del 120% sobre la presión total de restricción (PTR) para esta zona, medida con eco-doppler. De igual modo, cuando dicha presión es aplicada sobre la pantorrilla o el brazo, se está alcanzando una restricción del 130% y 127% sobre la PTR, respectivamente (datos pendientes de publicación). En línea con lo anterior, la literatura científica ha dejado patente que una misma presión de hinchado del manguito para todos los individuos puede causar diferentes grados de restricción en todos ellos, pudiendo llegar a provocar una restricción total del flujo sanguíneo en algunos, lo que estaría limitando la efectividad del ERFS, además de comprometer la seguridad del individuo (Kacin y Strazar, 2011).

Otros estudios han basado su propuesta en aplicar una presión de restricción en relación a la PAS braquial de cada individuo (Cezar et al., 2016; Cook, Clark y Ploutz-Snyder, 2007; Manini et al., 2011). Sin embargo, existe poca evidencia que demuestre que la PAS braquial constituye una herramienta de estimación fiable de la presión de oclusión, sobre todo cuando el ERFS es aplicado en miembros inferiores, debido a la diferencia notable que existe entre el perímetro de los brazos y el de las piernas (Loenneke et al., 2013). Tomando en consideración



esto, Loenneke et al., (2012) planteó la necesidad de atender al perímetro del miembro ocluido como un parámetro importante a la hora de llevar a cabo dicha restricción, aunque un estudio posterior (Hunt, Stodart y Ferguson, 2016) encontró que la circunferencia de la región a ocluir tenía un impacto limitado sobre la presión requerida para provocar una restricción parcial del flujo sanguíneo (60% sobre la PTR), siendo la presión arterial media y el espesor adiposo de la región a ocluir de cada individuo los mayores determinantes de una presión de restricción parcial tanto en miembros inferiores como superiores. Por otro lado, Laurentino et al., (2008) planteó la necesidad de calcular una presión de restricción relativa a cada individuo utilizando un ecógrafo en su función doppler, lo que parece otorgar un estímulo óptimo y seguro para el entrenando. Esto ha sido constatado por investigaciones posteriores, como la de Bezerra de Morais, Santos, Moreira, Rocha y Galvão, (2017) quienes demostraron que el uso de la ecografía *doppler* constituye una herramienta efectiva de reproducibilidad para valorar la PTR en la arteria braquial. En cualquier caso, la presión aplicada durante el ERFS debe ser lo suficientemente alta como para ocluir el retorno venoso del músculo pero lo suficientemente baja como para permitir la entrada de flujo arterial en ese mismo músculo (Loenneke et al., 2013). Así pues, debe ser considerado que diferentes variables (como el ancho del manguito, circunferencia del miembro a ocluir y presión arterial media, entre otros) van a tener una influencia sobre el valor de PTR (Loenneke et al., 2013).

En cuanto al tipo de restricción, el 60,6% de los profesionales de nuestro cuestionario respondieron aplicar un ERFS de forma continua (manteniendo la presión del manguito durante los descansos), mientras que el restante 39,4% prefiere liberar la presión de restricción durante los intervalos. Ambos tipos de restricción han demostrado promover un efecto similar de hipertrofia muscular e incremento de la fuerza aunque una oclusión intermitente resulta menos dolorosa y más tolerable, sobre todo cuando el ERFS es aplicado en población clínica (Fitschen et al., 2013).

Eficacia y seguridad del ERFS

Los resultados de nuestro cuestionario están en la línea de los encontrados por Nakajima et al., (2006) donde el número de efectos secundarios hallados

durante y después del ERFS fue relativamente bajo. En nuestro estudio, el dolor muscular de inicio retardado (DMIR) fue el efecto secundario más descrito durante y después de la aplicación del ERFS, seguido del entumecimiento y prurito de la región donde se aplicó la restricción. Por su parte, en el trabajo de Nakajima et al., (2006), el 13,1% de los participantes desveló haber encontrado hemorragias subcutáneas post-entrenamiento y el 1,29% entumecimiento, aunque estos mismos autores alegaron que tales efectos son transitorios y llegan a desaparecer al poco tiempo de finalizar la sesión de entrenamiento. Por su parte, Patterson y Brandner (2018) encontraron resultados muy similares a los nuestros, siendo el DMIR el efecto secundario más reportado (cerca del 40% de los participantes del cuestionario) seguido de un entumecimiento de la zona ocluida (cerca del 20%).

Varios estudios se han centrado en desvelar los posibles efectos secundarios del ERFS. En este sentido, Loenneke, Wilson, Wilson, Pujol y Bembem (2011) encontraron que una sesión de ERFS no consiguió alterar la concentración de marcadores de coagulación en comparación con el EF-AI. Del mismo modo, estos autores también observaron que el ERFS no supone ningún riesgo de salud cardiovascular ni llega a producir mayores niveles de daño muscular que el EF-AI. Estudios posteriores han informado sobre la necesidad de aplicar una presión de restricción parcial e individualizada para cada individuo con el fin de evitar posibles efectos secundarios más graves como son la rabdomiólisis, trombos venosos o embolia pulmonar (Tabata, Suzuki, Azuma y Matsumoto, 2016; Takarada et al., 2000).

Por último, cabe anotar que la eficacia del ERFS ha quedado demostrada en numerosos estudios, así como en el estudio de Patterson y Brandner (2018), lo que impulsa a los profesionales del ejercicio y la salud a hacer uso de esta metodología. Sin embargo, no hay que olvidar la necesidad de ajustar el programa de ERFS a las características de sus clientes en pro de obtener los mayores beneficios.

CONCLUSIONES

El presente estudio pone de manifiesto el uso actual del ERFS por parte de los profesionales españoles. Su utilización se orienta más hacia el entrenamiento de la fuerza (68.1%) y principalmente con un



objetivo estructural como es la hipertrofia muscular (29%). Al respecto, algunas variables relacionadas con esta metodología parecen estar consensuadas (por ejemplo: carga externa, número de series o frecuencia de entrenamiento) mientras que otras todavía se encuentran en constante debate (por ejemplo: ancho del manguito y presión de restricción). Nuestros resultados, al igual que los de Nakajima et al., (2006) demuestran que el ERFS es una estrategia de entrenamiento eficaz y segura que puede ser empleada por un gran espectro de la población. De los posibles efectos secundarios, destacan la DIMS y la parestesia y prurito transitorio. No obstante, y a raíz de los resultados de este cuestionario, se sugiere que la presión de hinchado del manguito sea individualizada para cada individuo, teniéndose en cuenta el ancho del manguito y las características morfológicas de cada persona con el fin de alcanzar una presión de restricción óptima con la que se consigan los mayores beneficios con el menor riesgo posible.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a todos los participantes que respondieron el cuestionario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abe, T., Fujita, S., Nakajima T., Sakamaki M., Ozaki H., Ogasawara R.,... Ishii N. (2010). Effects of Low-Intensity Cycle training with restricted leg blood flow on thigh muscle volume and VO₂max in young men. *Journal of Sports Science & Medicine*, 9(3), 452-458.
2. Abe, T., Kearns, C. F., y Sato Y. (2006). Muscle size and strength are increased following walk training with restricted venous blood flow from the leg muscle, Kaatsu-walk training. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1460-1466.
3. Abe, T., Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Thiebaud, R. S., y Bembien, M. G. (2012). Exercise intensity and muscle hypertrophy in blood flow-restricted limbs and non-restricted muscles: a brief review. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 32(4), 247-252.
4. Bezerra de Morais, A. T., Santos, M., Moreira, R., Rocha, R., y Galvão A. (2017). Upper limbs total occlusion pressure assessment: Doppler ultrasound reproducibility and determination of predictive variables. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 37(4), 437-441.
5. Cezar, M. A., De Sá, C. A., Corralo, V. S., Copatti, S. L., Dos-Santos, G. A. G., y Grigoletto, M. E. S. (2016). Effects of exercise training with blood flow restriction on blood pressure in medicated hypertensive patients. *Motriz*, 22(2), 9-17.
6. Cook, S. B., Clark, B. C., y Ploutz-Snyder, L. L. (2007). Effects of exercise load and blood-flow restriction on skeletal muscle function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(10), 1708-1713.
7. Crenshaw, A. B., Hargens, A. R., Gershuni, D. H., y Rydevik B. (1988). Wide tourniquet cuffs more effective at lower inflation pressures. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 59(4), 447-451.
8. De Oliveira, M., Caputo, F., Corvino, R., y Denadai, B. (2016). Short-term low-intensity blood flow restricted interval training improves both aerobic fitness and muscle strength. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(9), 1017-1025.
9. Ellefsen, S., Hammarström, D., Strand, T. A., Zacharoff, E., Whist, J. E., Rauk, I., ... Ronnestad B. R. (2015). Blood flow-restricted strength training displays high functional and biological efficacy in women: a within-subject comparison with high-load strength training. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 309(7), 767-779.
10. Escobar, M. A. (2004). Adaptación transcultural de instrumentos de medida relacionadas con la salud. *Enfermería Clínica*, 14(2), 102-106.
11. Fitschen, P. J., Kistler, B. M., Jeong, J. H., Chung, H. R., Wu, P. T., Walsh, M. J., y Wilund, K. R. (2014). Perceptual effects and efficacy of intermittent or continuous blood flow restriction resistance training. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34(5), 356-633.



12. Hackney, K. J., Everett, M., Scott, J. M., y Ploutz-Snyder, L. (2012). Blood flow-restricted exercise in space. *Extreme Physiology & Medicine*, 1(12).
13. Hughes, L., Paton, B., Rosenblatt, B., Gissane, C., y Patterson, S. D. (2017). Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(3), 1003-1011.
14. Hunt, J. E., Stodart, C., y Ferguson, R. A. (2016). The influence of participant characteristics on the relationship between cuff pressure and level of blood flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*, 116(7), 1421-1432.
15. Kacin, A., y Strazar K. (2011). Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(6), 231-241.
16. Karabulut, M., Abe, T., Sato, Y., y Bembem, M. G. (2010). The effects of low-intensity resistance training with vascular restriction on leg muscle strength in older men. *European Journal of Applied Physiology*, 108(1), 147-155.
17. Kim, D., Singh, H., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Fahs, C. A., Rossow, L. M., ... Bembem, M. G. (2016). Comparative effects of vigorous-intensity and low-intensity blood flow restricted cycle training and detraining on muscle mass, strength and aerobic capacity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1453-1461.
18. Kubo, K., Komuro, T., Ishiguro, N., Tsunoda, N., Sato, Y., Ishii, N., ... Fukunaga, T. (2006). Effects of low-load resistance training with vascular occlusion on the mechanical properties of muscle and tendon. *Journal of Applied Biomechanics*, 22(2), 112-119.
19. Kubota, A., Sakuraba, K., Koh, S., Ogura, Y., y Tamura, Y. (2011). Blood flow restriction by low compressive force prevents disuse muscular weakness. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(2), 95-99.
20. Kubota, A., Sakuraba, K., Sawaki, K., Sumide, T., y Tamura, Y. (2008). Prevention of disuse muscular weakness by restriction of blood flow. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(3), 529-534.
21. Laurentino, G. C., Loenneke, J. P., Teixeira, E. L., Nakajima, E., Iared, W., y Tricoli, V. (2016). The effect of cuff width on muscle adaptations after blood flow restriction training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(5), 920-925.
22. Laurentino, G. C., Ugrinowitsch, C., Aihara, A. Y., Fernandes, A. R., Parcell, A. C., Ricard, M., y Tricoli, V. (2008). Effects of strength training and vascular occlusion. *International Journal of Sports Medicine*, 29(8), 664-667.
23. Laurentino, G. C., Ugrinowitsch, C., Roschel, H., Aoki, M. S., Soares, A. G., Neves, M. Jr., Aihara, A. Y., ... Tricoli, V. (2012). Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(3), 406-412.
24. Lixandrão, M. E., Ugrinowitsch, C., Berton, R., Vechin, F. C., Conceição, M. S., Damas, F., ... Roschel, H. (2017). Magnitude of muscle strength and mass adaptations between high-load resistance training versus low-load resistance training associated with blood flow restriction: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 48(2), 361-378.
25. Lixandrão, M. E., Ugrinowitsch, C., Laurentino, G. C., Libardi, C. A., Aihara, A. Y., Cardoso, F. N., ... Roschel H. (2015). Effects of exercise intensity and occlusion pressure after 12 weeks of resistance training with blood-flow restriction. *European Journal of Applied Physiology*, 115(12), 2471-2480.
26. Loenneke, J. P., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Sherk, V. D., Thiebaud, R. S., Abe, T., ... 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.



27. Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., Fahs, C. A., Rossow, L. M., Abe, T., y Bembem M. G. (2013). Effect of cuff type on arterial occlusion. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 33(4), 325-327.
28. Loenneke, J. P., Wilson, J. M., Wilson, G. J., Pujol, T., y Bembem, M. G. (2011). Potencial safety issues with blood flow restriction training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(4), 510-518.
29. Lowery, R. P., Joy, J. M., Loenneke, J. P., de Souza, E. O., Machado, M., Dudeck, J. E., y Wilson, J. M. (2014). Practical blood flow restriction training increases muscle hypertrophy during a periodized resistance training programme. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 34(4), 317-321.
30. Madarame, H., Neya, M., Ochi, E., Nakazato, K., Sato, Y., y Ishii, N. (2008). Cross-transfer effects of resistance training with blood flow restriction. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 258-263.
31. Manini, T. M., Vincent, K. R., Leeuwenburgh, C. L., Lees, H. A., Kavazis, A. N., Borst, S. E., y Clark, B. C. (2011). Myogenic and proteolytic mRNA expression following blood flow restricted exercise. *Acta Physiologica*, 201(2), 255-263.
32. Martin-Hernandez, J., Marin, P. J., Menendez, H., Ferrero, C., Loenneke, J. P., y Herrero, A. J. (2013). Muscular adaptations after two different volumes of blood flow-restricted training. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(2), 114-120.
33. Nakajima, T., Kurano, M., Lida, H., Takano, H., Oonuma, H., Morita, K., ... KAATSU Training Group. (2006). Use and safety of KAATSU training: Results of a national survey. *International Journal of KAATSU Training Research*, 2(1), 5-13.
34. Patterson, S. D., y Brandner, C. R. (2018). The role of blood flow restriction training for applied practitioners: A questionnaire-based survey. *Journal of Sports Sciences*, 36(2), 123-130.
35. Pinto, R. R., Karabulut, M., Poton, R., y Polito, M. D. (2018). Acute resistance exercise with blood flow restriction in elderly hypertensive women: haemodynamic, rating of perceived exertion and blood lactate. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 38(1), 17-24.
36. Pope, Z. K., Willardson, J. M., y Schoenfeld, B. J. (2013). Exercise and blood flow restriction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2914-2926.
37. Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., y Dascombe, B. J. (2015). Exercise with blood flow restriction: an updated evidence-based approach for enhanced muscular development. *Sports Medicine*, 45(3), 313-325.
38. Scott, B. R., Loenneke, J. P., Slattery, K. M., y Dascombe, B. J. (2016). Blood flow restricted exercise for athletes: A review of available evidence. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(5), 360-367.
39. Slys, J., Stultz, J., y Burr, J. F. (2016). The efficacy of blood flow restricted exercise: A systematic review & meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(8), 669-675.
40. Tabata, S., Suzuki, Y., Azuma, K., y Matsumoto, H. (2016). Rhabdomyolysis after performing blood flow restriction training: A case report. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 2064-2068.
41. Takarada, Y., Takazawa, H., y Ishii, N. (2000). Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(12), 2035-2039.
42. Vechin, F. C., Libardi, C. A., Conceição, M. S., Damas, F. R., Lixandrão, M. E., Berton, R. P., ... Ugras, C. (2015). Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 1071-1076.



43. Yasuda, T., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., y Abe, T. (2012). Effects of blood flow restricted low-intensity concentric or eccentric training on muscle size and strength. *PLoS ONE*, 7:e52843.

