

Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre fuerza e hipertrofia de extremidad inferior en estudiantes universitarios: comparación entre sentadilla profunda y estocada anterior

Effects of Blood Flow Restriction Training on Lower Limb Strength and Hypertrophy in University Students: A Comparison Between Deep Squat and Forward Lunge

Pastén-Hidalgo, W.^{1*}; Carvajal-Muñoz, J.²; Morales-Cifuentes, N.³;
Rojas-Olivares, K.⁴; Villegas-Tirado, K.⁵; van Niekerk-Bakit, N.⁶

PASTÉN-HIDALGO, W.; CARVAJAL-MUÑOZ, J.; MORALES-CIFUENTES, N.; ROJAS-OLIVARES, K.; VILLEGAS-TIRADO, K.; VAN NIEKERK-BAKIT, N. Efectos del entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre fuerza e hipertrofia de extremidad inferior en estudiantes universitarios: comparación entre sentadilla profunda y estocada anterior. *J. health med. sci.*, 11(2):45-51, 2025.

RESUMEN: **Objetivo:** Evaluar los efectos de un protocolo de entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFRT) sobre la fuerza e hipertrofia del cuádriceps en estudiantes universitarios, comparando la ejecución de sentadilla profunda y estocada anterior durante dos semanas. **Métodos:** Estudio piloto cuasi experimental sin grupo control. Dieciocho estudiantes sanos de la Facultad de Ciencias de la Salud fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: sentadilla profunda (n = 9) y estocada anterior (n = 9). Se realizaron 10 sesiones de entrenamiento bajo BFRT. Se evaluaron pre y post intervención: composición corporal, perímetría y fuerza máxima del cuádriceps mediante dinamometría. **Resultados:** El grupo de estocada anterior presentó mejoras significativas en el *peak* de fuerza del cuádriceps ($p = 0,009$), mientras que el grupo de sentadilla profunda no evidenció cambios estadísticamente significativos ($p = 0,052$). Ambos grupos mostraron tendencia a la mejora en masa muscular y perímetros de muslo y pierna. **Conclusión:** El entrenamiento con BFRT aplicado durante dos semanas mediante estocadas anteriores puede ser eficaz para mejorar la fuerza del cuádriceps en población universitaria sana. Se sugiere su inclusión en programas de entrenamiento cuando se dispone de poco tiempo o capacidad de carga limitada.

PALABRAS CLAVES: Entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFRT); Fuerza del cuádriceps; Hipertrofia muscular; Ejercicio de extremidades inferiores; Estudiantes universitarios; Entrenamiento de resistencia.

INTRODUCCIÓN

La fuerza muscular constituye una capacidad fundamental en la prevención de lesiones, el

rendimiento físico y el mantenimiento de la salud a lo largo del ciclo vital. Se ha demostrado que el entrenamiento de fuerza debe aplicarse con cargas superiores al 60-70% de 1RM, en sesiones de al menos



Al publicar en JOHAMSC el autor acepta las condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-Compartir igual a 4,0 Internacional (CC BY-SA 4.0). Más información en <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es>.

- 1 Departamento de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Atacama, Copiapó-Chile, wilson.pasten@uda.cl; <https://orcid.org/0000-0001-5515-2747>
 - 2 Departamento de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Atacama, Copiapó-Chile, jaime.carvajal@uda.cl; <https://orcid.org/0009-0000-8025-5967>
 - 3 Departamento de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Atacama, Copiapó-Chile, nicolasmoralescifuentes@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0002-1231-2434>
 - 4 Departamento de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Atacama, Copiapó-Chile, keyrojasolivares@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0001-1576-8042>
 - 5 Departamento de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Atacama, Copiapó-Chile, Kvilltirado@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0001-3918-9678>
 - 6 Departamento de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Atacama, Copiapó-Chile, nicolas.van@uda.cl; ; <https://orcid.org/0000-0003-1341-1493>
- * Departamento de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Atacama, Copiapó-Chile, wilson.pasten@uda.cl; Copayapu Av. 2862, Copiapó (Chile). PC: 1530000; Tel: +56-(9)2-67699941

30 minutos, y mantenido por un mínimo de 2 a 3 veces por semana para generar adaptaciones neuromusculares relevantes (Cognetti, 2022). No obstante, este tipo de entrenamiento puede no ser viable para poblaciones con limitaciones físicas, logísticas o de tiempo, como estudiantes universitarios.

En ese contexto, el entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFRT, por sus siglas en inglés) surge como una alternativa eficaz y segura (Yamanaka *et al.*, 2012). Esta técnica consiste en limitar parcial y transitoriamente el retorno venoso mediante un torniquete proximal al miembro entrenado, utilizando cargas bajas (20-30% de 1RM) para inducir efectos similares a los obtenidos con cargas elevadas (Patterson *et al.*, 2019; Reina-Ramos & Domínguez, 2014). El BFRT ha demostrado beneficios en hipertrofia, fuerza, activación neuromuscular y recuperación funcional, con menor riesgo mecánico y metabólico (Manimmanakorn *et al.*, 2013; Centner *et al.*, 2018).

Dentro del entrenamiento funcional, los ejercicios de cadena cinética cerrada como la sentadilla profunda y la estocada anterior son ampliamente utilizados para trabajar la musculatura del tren inferior. Ambos generan coactivación muscular y simulan patrones de movimiento funcionales, pero pueden diferir en términos de activación electromiográfica y distribución de carga. Por ejemplo, se ha observado mayor activación de cuádriceps e isquiotibiales en estocadas que en sentadillas, especialmente bajo carga (Wu *et al.*, 2019; Escamilla *et al.*, 2001).

La población universitaria representa un grupo vulnerable a estilos de vida sedentarios, alto porcentaje graso y bajo nivel de ejercicio sistemático, a pesar de reportar altos niveles de actividad física en cuestionarios como el IPAQ (Concha-Cisternas *et al.*, 2018; Cardozo *et al.*, 2016). Estas condiciones hacen necesario proponer intervenciones breves, seguras y con alta adherencia, como el BFRT, para mejorar fuerza y composición corporal en plazos reducidos.

Aunque existe creciente evidencia sobre los efectos del BFRT, son escasos los estudios que comparan directamente el impacto de distintos ejercicios aplicados bajo esta modalidad. En particular, no se ha establecido si la sentadilla profunda o la estocada anterior inducen mayores beneficios cuando se aplican con BFRT, bajo un protocolo homogéneo. Esta comparación resulta relevante tanto para el di-

seño de programas de entrenamiento como para la prescripción en contextos de salud, educación física y rehabilitación.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de un protocolo de dos semanas de entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo sobre la fuerza e hipertrofia del cuádriceps, en estudiantes universitarios sanos, comparando el ejercicio de sentadilla profunda con el de estocada anterior.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio: Este estudio piloto se estructuró bajo un enfoque cuasi experimental, con un diseño pre-post sin grupo control y orientación cuantitativa. La investigación tuvo como objetivo evaluar cambios intra-grupo tras una intervención breve, sin comparación contra un grupo externo.

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 18 estudiantes universitarios sanos, hombres y mujeres, con edades comprendidas entre los 20 y 27 años, pertenecientes a carreras de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Atacama. La selección se realizó por muestreo no probabilístico por conveniencia. Los participantes fueron asignados aleatoriamente en dos grupos de intervención: grupo sentadilla profunda ($n = 9$) y grupo estocada anterior ($n = 9$), mediante sorteo digital.

Se incluyeron sujetos entre 18 y 28 años, con buena salud músculo-esquelética, sin antecedentes recientes de lesiones, con nivel de actividad física moderado o alto según el cuestionario IPAQ, y que dispusieran del tiempo necesario para asistir a las sesiones del estudio. Se excluyeron personas con patologías cardiovasculares o músculo-esqueléticas diagnosticadas, antecedentes de lesión en extremidades inferiores en las ocho semanas previas, mujeres gestantes y quienes no completaron el protocolo de diez sesiones. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado por escrito.

Intervención

Ambos grupos realizaron un protocolo de entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo (BFRT) durante dos semanas consecutivas, con una frecuencia de cinco sesiones por semana, totalizan-

do diez sesiones. Se utilizaron torniquetes neumáticos manuales colocados en la región proximal de los muslos, con una presión mínima de 80 mmHg, que se ajustó de manera individual hasta un máximo de 130 mmHg, según la tolerancia del sujeto. El grupo sentadilla profunda ejecutó entre cuatro y seis series de treinta repeticiones por sesión, mientras que el grupo estocada anterior realizó entre cuatro y seis series de quince repeticiones por pierna. El descanso entre series fue de 60 a 90 segundos, ajustado según la percepción del esfuerzo evaluada con la escala de Borg modificada. Las sesiones fueron supervisadas por los investigadores, quienes controlaron la correcta ejecución, la presión aplicada y el cumplimiento del protocolo.

Instrumentos y variables

Se evaluaron variables antropométricas, de composición corporal y fuerza muscular. La talla fue medida con estadiómetro Holtain, y el peso corporal fue registrado mediante el bioimpedanciómetro Tanita. El porcentaje de grasa y masa muscular se estimó aplicando el protocolo ISAK, utilizando pliegues cutáneos con plicómetro Slim Guide. También se midieron los perímetros del muslo medio y de la pierna con cinta métrica flexible (Cescorf).

La fuerza muscular fue evaluada mediante dinamometría isométrica utilizando un dinamómetro Shimo adaptado a una mesa de cuádriceps. Los sujetos fueron ubicados en posición sedente, con la rodilla y el tobillo en 90° de flexión. Se les solicitó realizar una extensión máxima de rodilla contra la resistencia del dinamómetro en tres intentos, con un minuto de descanso entre ellos. El promedio de los tres intentos fue utilizado como valor final del peak de fuerza del cuádriceps (expresado en Newtons).

Para establecer el nivel de actividad física basal, se aplicó el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) versión extendida en formato digital, autoadministrado. Este instrumento permitió clasificar a los sujetos en niveles bajo, moderado o alto de actividad física.

Procedimientos

Tras una convocatoria pública mediante redes sociales, se realizaron sesiones informativas y se aplicó el cuestionario IPAQ para el tamizaje inicial. Posteriormente, los participantes firmaron el consentimiento informado. Las evaluaciones pre

intervención se realizaron en un laboratorio del movimiento humano bajo condiciones estandarizadas, incluyendo la medición antropométrica, de composición corporal y dinamometría del cuádriceps. Luego se desarrollaron las diez sesiones de entrenamiento según el grupo asignado. Dos días después de finalizado el protocolo, se repitieron las mismas evaluaciones post intervención.

Análisis estadístico

Los datos fueron procesados mediante el software SigmaPlot. Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para verificar la normalidad de los datos. Las comparaciones entre los valores pre y post intervención dentro de cada grupo se realizaron mediante la prueba t de Student para muestras relacionadas. Se estableció un nivel de significación estadística de $p < 0,05$. Los resultados se reportaron como media \pm desviación estándar.

RESULTADOS

La muestra final estuvo compuesta por 16 estudiantes universitarios sanos, distribuidos en dos grupos de intervención: sentadilla profunda ($n=7$) y estocada anterior ($n = 9$). No se registraron abandonos durante el protocolo. La edad promedio de los participantes fue de $22,7 \pm 1,8$ años. En términos de sexo, el 50% de la muestra correspondió a mujeres, con una mayor proporción en el grupo sentadilla profunda (85,7%) en comparación con el grupo estocada anterior (22,2%). La talla promedio de la muestra fue de $166,8 \pm 9,5$ cm y el peso corporal fue de $73,2 \pm 6,0$ kg. Las características biodemográficas se resumen en la [Tabla 1](#).

Composición corporal y parámetros antropométricos

Ambos grupos mostraron leves cambios en composición corporal y medidas periféricas tras las dos semanas de intervención. En el grupo de estocada anterior se observó una pequeña reducción del peso graso ($-0,16$ kg) y un aumento en perímetros de muslo medio ($+1,1$ cm) y pierna ($+0,42$ cm). En el grupo sentadilla profunda, también se reportó un aumento del perímetro de muslo medio ($+0,99$ cm), sin cambio en el perímetro de pierna. Sin embargo, ninguno de estos cambios alcanzó significación estadística. Los valores pre y post intervención se presentan en la [Tabla 2](#).

Tabla 1. Características biodemográficas.

| Variable | Sentadilla profunda (n = 7) | Estocada anterior (n = 9) | Total muestra (n = 16) |
|-------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------|
| Edad (años) | 22,7 | 22,7 | 22,7 |
| Talla (cm) | 160,1 | 173,6 | 166,8 |
| Peso (kg) | 68,9 | 77,4 | 73,2 |
| Sexo femenino (%) | 85,7% | 22,2% | 50% |

Tabla 2. Comparación pre y post intervención.

| Variable | Pre-Sentadilla | Post-Sentadilla | Pre-Estocada | Post-Estocada |
|----------------------------|----------------|-----------------|--------------|---------------|
| Fuerza cuádriceps (N) | 342,0 | 441,0 | 535,52 | 700,0 |
| Perímetro muslo medio (cm) | 53,21 | 54,2 | 53,6 | 54,7 |
| Perímetro pierna (cm) | 36,0 | 36,0 | 37,54 | 37,96 |
| Peso graso (kg) | 19,15 | 19,58 | 17,03 | 17,19 |
| Peso muscular (kg) | 23,49 | 23,22 | 30,26 | 28,65 |
| Otros componentes (kg) | 26,26 | 25,9 | 30,11 | 30,59 |

Fuerza máxima del cuádriceps

El *peak* de fuerza del cuádriceps, evaluado mediante dinamometría isométrica, mostró un incremento significativo en el grupo estocada anterior ($p = 0,009$), con una ganancia de 164,48 N. En el grupo de sentadilla profunda, también se observó un aumento de 99 N, el cual no alcanzó significación estadística ($p = 0,052$). Ambos resultados sugieren una mejora funcional relevante.

Comparación entre grupos

La comparación de los cambios absolutos entre grupos mostró mayores incrementos en el grupo estocada anterior en fuerza, perímetros y otros componentes, aunque sin alcanzar significación intergrupal. El análisis del tamaño del efecto (Cohen's d) reveló un efecto grande para la fuerza del cuádriceps en ambos grupos, siendo mayor en el grupo estocada ($d_{\text{estocada}} = 1.395$ vs. $d_{\text{sentadilla}} = 1.147$). Los detalles de los cambios y sus tamaños del efecto se presentan en la **Tabla 3**.

DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó los efectos de dos modalidades de ejercicio –sentadilla profunda y estocada anterior– combinadas con restricción del flujo sanguíneo (BFRT) sobre la fuerza y parámetros

morfológicos en estudiantes universitarios. Los resultados indicaron que ambas intervenciones fueron efectivas para mejorar la fuerza del cuádriceps, siendo significativa sólo en el grupo estocada anterior. La ganancia de 164,5 N ($p = 0,009$) representa un incremento del 30,7%, en línea con lo reportado por Wu *et al.* (2019), quienes describieron una mayor activación muscular en estocadas respecto a sentadillas. Aunque no existe abundante evidencia sobre el uso específico de estocadas con BFRT, Doma *et al.*, (2020) observaron que su inclusión genera mejoras funcionales en el salto, sugiriendo efectos positivos sobre la fuerza de miembros inferiores.

Por su parte, el grupo de sentadilla profunda presentó una mejora de 99 N ($p = 0,052$), resultado coherente con el estudio de Yamanaka *et al.*, (2012), quienes reportaron aumentos significativos en fuerza tras cuatro semanas de sentadillas con BFRT. Aunque en este caso la intervención fue más breve, el tamaño del efecto observado sugiere una adaptación neuromuscular incipiente. Esto también es apoyado por los hallazgos de Kang *et al.*, (2015) y Fahs *et al.*, (2015), quienes describen que el BFRT puede inducir mejoras similares al entrenamiento convencional en menor tiempo y con menor carga externa.

En cuanto a los perímetros musculares, se registraron aumentos leves sin significación estadística. Sin embargo, se ha descrito que el BFRT promueve una respuesta hipertrófica transitoria vincu-

Tabla 3. Cambios absolutos y tamaño del efecto (Cohen's d).

| Variable | Î“ Sentadilla | Î“ Estocada | Cohen's d Sentadilla | Cohen's d Estocada |
|----------------------------|---------------|-------------|----------------------|--------------------|
| Fuerza cuádriceps (N) | 99,0 | 164,48 | 1,147 | 1,395 |
| Perímetro muslo medio (cm) | 0,99 | 1,1 | 0,186 | 0,287 |
| Perímetro pierna (cm) | 0,0 | 0,42 | 0,0 | 0,252 |
| Peso graso (kg) | 0,43 | 0,16 | 0,096 | 0,019 |
| Peso muscular (kg) | -0,27 | -1,61 | -0,048 | -0,251 |
| Otros componentes (kg) | -0,36 | 0,48 | | |

lada al fenómeno de Cell Swelling, producto de la acumulación de metabolitos y el estrés metabólico generado por la oclusión vascular (Fahs *et al.*, 2015; Yasuda *et al.*, 2015; Loenneke *et al.*, 2012). A pesar de ello, los cambios estructurales sostenidos requieren más tiempo. Estudios como los de Bembien *et al.*, (2014), indican que un mínimo de tres semanas es necesario para generar cambios visibles en la masa muscular, y que los miembros inferiores tienen una menor sensibilidad hipertrófica respecto a los superiores (Abe *et al.*, 2000; Cureton *et al.*, 1988).

No se observaron cambios significativos en la composición corporal. Esto puede deberse a que los efectos del ejercicio físico sobre la masa grasa son principalmente crónicos y dependen de la duración del protocolo, como se ha establecido en estudios que recomiendan al menos 8 a 12 semanas para evidenciar mejoras (Reina-Ramos & Domínguez, 2014). Además, el BFRT se asocia principalmente con estímulos anaeróbicos, lo que limita la activación sostenida de vías metabólicas lipolíticas (Chulvi-Medrano, 2011). En este contexto, los participantes del estudio presentaron niveles elevados de grasa corporal, similares a los descritos por Rangel *et al.*, (2017) y Cardozo *et al.*, (2016) en poblaciones universitarias con estilos de vida sedentarios.

Un aspecto interesante fue la respuesta en la percepción del esfuerzo. Ambos grupos mostraron una reducción progresiva en la escala de Borg a lo largo del protocolo, reflejando una adaptación positiva. Esta herramienta ha sido validada como útil en el monitoreo subjetivo de carga de trabajo, y se correlaciona con la tolerancia al ejercicio en poblaciones activas (Ruiz *et al.*, s.f.).

En cuanto a las condiciones de aplicación del BFRT, se utilizó una presión de oclusión entre 80 y 130 mmHg, ajustada de forma individual. Estos rangos están dentro de los valores considera-

dos seguros y eficaces por Slys *et al.*, (2016) y son consistentes con la heterogeneidad de presiones reportadas por Reina-Ramos & Domínguez (2014), quienes advierten sobre la falta de estandarización en los protocolos de BFRT.

Este estudio presenta algunas limitaciones. El tamaño muestral fue reducido, no se contó con grupo control, y la duración de la intervención fue limitada a dos semanas. Estos factores restringen la capacidad para observar efectos crónicos, aunque los tamaños del efecto encontrados sugieren una aplicabilidad clínica relevante que debiera explorarse en futuras investigaciones con diseños más robustos. También se debe considerar el sesgo de género presente en los grupos, particularmente en el de sentadilla profunda, lo cual podría haber influido en las respuestas fisiológicas y perceptuales. Finalmente, el uso de dinamometría isométrica como único método de evaluación de fuerza podría haber limitado la interpretación funcional de los resultados.

CONCLUSIONES

El entrenamiento con restricción del flujo sanguíneo mediante estocadas anteriores resultó efectivo para mejorar la fuerza del cuádriceps en estudiantes universitarios tras dos semanas de intervención. Aunque la sentadilla profunda también mostró mejoras, estas no fueron estadísticamente significativas. No se observaron cambios relevantes en composición corporal o perímetros musculares. Estos hallazgos respaldan el uso del BFRT como alternativa útil en contextos con limitaciones de carga o tiempo. Se recomienda profundizar en estudios de mayor duración y con diseño controlado.

ABSTRACT: Objective: To evaluate the effects of a blood flow restriction training (BFRT) protocol on quadriceps

strength and hypertrophy in university students, comparing deep squat and forward lunge exercises over a two-week period. **Methods:** A quasi-experimental pilot study without a control group was conducted. Eighteen healthy students from the Faculty of Health Sciences were randomly assigned to two groups: deep squat (n = 9) and forward lunge (n = 9). Both groups completed 10 training sessions under BFRT. Pre- and post-intervention assessments included body composition, limb circumference, and quadriceps peak strength using dynamometry. Results: The forward lunge group showed a significant increase in quadriceps peak strength (p = 0.009), while the deep squat group did not reach statistical significance (p = 0.052). Both groups demonstrated trends toward improvement in muscle mass and thigh and calf circumferences. **Conclusion:** A two-week BFRT protocol using forward lunges appears effective in enhancing quadriceps strength in healthy university students. This approach may be beneficial in training programs where time or loading capacity is limited.

KEYWORDS: Blood flow restriction training (BFRT); Quadriceps strength; Muscle hypertrophy; Lower limb exercise; University students; Resistance training.

REFERENCIAS

- Abe, T.; Kearns, C.F.; Fukunaga, T. Sex differences in whole body skeletal muscle mass measured by magnetic resonance imaging and its distribution. *Int J Sports Med.*, 21(7): 480-485, 2000. <https://doi.org/10.1007/s004210050027>.
- Bemben, D.A.; Sherk, V.D.; Ertl, A.C.; Bemben, M.G. Acute effects of low-load resistance training with and without blood flow restriction on muscle oxygenation. *Eur J Appl Physiol.*, 114(4): 715-722, 2014. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2808-3>.
- Cardozo, D.; Rodríguez, A.; Escobar, D.; Núñez, R. Prevalencia de actividad física y sedentarismo en estudiantes universitarios. *Rev Fac Cienc Méd Córdoba.*, 73(3): 171-176, 2016. <http://dx.doi.org/10.12873/363cardozo>.
- Centner, C.; Wiegel, P.; Gollhofer, A.; König, D. Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med.*, 49(1): 95-108, 2018. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0994-1>.
- Chulvi-Medrano, I. El entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo: una nueva estrategia para la mejora de la masa muscular. *Rev Andal Med Deporte*, 4(2): 71-76, 2011. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-pdf-X1888754611381398>.
- Cognetti, J. Blood flow restriction training: mechanisms and applications. *Appl Sci Musculoskelet Rehabil*, 4(3): 183-192, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.025>.
- Concha-Cisternas, Y.; Fernández-Verdejo, R.; Ramírez-Campillo, R.; Jerez-Mayorga, D.; Castro-Sepúlveda, M. Actividad física, condición física y características de la composición corporal en estudiantes universitarios. *Rev Med Chile*, 146(8): 893-900, 2018. <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872018000800840>.
- Cureton, K.J.; Collins, M.A.; Hill, D.W.; McElhannon, F.M. Muscle hypertrophy in men and women. *Med Sci Sports Exerc.*, 20(4): 338-344, 1988. <https://doi.org/10.1249/00005768-198808000-00003>.
- Doma, K.; Leicht, A.S.; Deakin, G.B. The impact of blood-flow restriction training on muscle strength and hypertrophy in older individuals: a meta-analysis. *Eur J Appl Physiol*, 120(2): 397-408, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00421-020-04308-6>.
- Escamilla, R.F.; Fleisig, G.S.; Lowry, T.M.; Barrentine, S.W.; Andrews, J.R. A three-dimensional biomechanical analysis of the squat during varying stance widths. *Med Sci Sports Exerc.*, 33(6): 984-998, 2001. <https://doi.org/10.1097/00005768-200109000-00020>.
- Fahs, C.A.; Rossow, L.M.; Loenneke, J.P.; Thiebaud, R.S.; Bemben, D.A.; Bemben, M.G. Effect of different types of lower body resistance training on arterial compliance and calf blood flow. *Clin Physiol Funct Imaging*, 35(6): 469-474, 2015. <https://doi.org/10.1111/cpf.12141>.
- Kang, D.O.; Kim, J.S.; Jeong, M.A.; Kim, D.Y. The effects of low intensity resistance training with blood flow restriction on muscle strength and function in patients with knee osteoarthritis. *J Phys Ther Sci.*, 27(9): 2709-2712, 2015. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.2709>.
- Loenneke, J.P.; Fahs, C.A.; Rossow, L.M.; Sherk, V.D.; Thiebaud, R.S.; Abe, T.; et al. Effects of cuff width on arterial occlusion: implications for blood flow restricted exercise. *Eur J Appl Physiol*, 112(8): 2903-2912, 2012. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2167-x>.
- Manimmanakorn, A.; Hamlin, M.J.; Ross, J.J.; Taylor, R.; Manimmanakorn, N. Effects of low-load resistance training combined with blood flow restriction or hypoxia on muscle function and performance in netball athletes. *J Sci Med Sport*, 16(4): 337-342, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.08.009>.
- Patterson, S.D.; Hughes, L.; Warmington, S.; Burr, J.; Scott, B.R.; Owens, J.; et al. Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. *Front Physiol*, 10: 533, 2019. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00533>.
- Rangel, R.; de Castro, M.A.; Fontes, E.B. Estilos de vida y salud en estudiantes universitarios brasileños. *Nutr Hosp.*, 34(5): 1057-1063, 2017. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.1057>.
- Reina-Ramos, C.; Domínguez, R. Aplicaciones del entrenamiento de fuerza con restricción del flujo sanguíneo en el rendimiento deportivo. *Rev Int Cienc Deporte*, 10(38): 113-128, 2014. <http://dx.doi.org/10.5232/ricyde2014.03806>.
- Ruiz, F.; Chiroso, L.J.; Chiroso, I. Valoración de la carga de entrenamiento en deportes de resistencia mediante la escala de Borg. *Ciencia Deporte*, s.f. https://www.cienciadeporte.com/images/congresos/caceres_2/Entrenamiento/aecd2014_submission_160.pdf.
- Slysz, J.; Stultz, J.; Burr, J.F. The efficacy of blood flow restricted exercise: a systematic review & meta-analysis. *J Sci Med Sport*, 19(8): 669-675, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.005>.
- Wu, H.; Zeng, H.; Dong, W.; Tang, X.; Huang, J.; Wang, Y. Surface electromyographic analysis of lower extremity

- muscles during squatting and lunging at various intensities. *J Sport Rehabil*, 28(5): 452-459, 2019. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0182>.
- Yamanaka, T.; Farley, R.S.; Caputo, J.L. Occlusion training increases muscular strength in division IA football players. *J Strength Cond Res.*, 26(9): 2523-2529, 2012. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31823f2b0e>.
- Yasuda, T.; Loenneke, J.P.; Thiebaud, R.S.; Abe, T. Effects of blood flow restricted low-intensity concentric or eccentric training on muscle size and strength. *Eur J Appl Physiol*, 115(5): 949-956, 2015. <https://doi.org/10.1007/s00421-014-3073-9>.

Autor correspondiente:

Dr. Wilson Pasten-Hidalgo
Departamento de Kinesiología,
Facultad de Ciencias de la Salud,
Universidad de Atacama, Copiapó-Chile,
wilson.pasten@uda.cl;
Copayapu Av. 2862, Copiapó (Chile).
PC: 1530000; Tel: +56-(9)2-67699941

Recibido: 7 de Marzo, 2025.

Aceptado: 10 de Junio, 2025.

