





Impacto de una activación mediante ejercicios de autocarga vs bandas elásticas en la capacidad de salto y fuerza dinámica

Impact of activation through bodyweight vs elastic band exercises on jump capacity and dynamic strength

Javier Sanchez-Sanchez ^{1*} , Pablo Tocino ¹ , Rodrigo Ramirez-Campillo ² ,
Alejandro Rodríguez-Fernández ³ 

1 Universidad Pontificia de Salamanca, España.

2 Universidad Andres Bello, Chile.

3 Universidad de León, España

* Correspondence: jsanchezsa@upsa.es

DOI: <https://doi.org/10.17398/1885-7019.20.23>

Recibido:10/07/2023; Aceptado: 23/03/2024; Publicado: 01/04/2024

OPEN ACCESS

Sección / Section:

Análisis del rendimiento deportivo /
Performance analysis in sport

Editor de Sección / Edited by:

Sebastián Feu
Universidad de Extremadura,
España

Citación / Citation:

Sanchez-Sanchez, J., Tocino, P.,
Ramírez-Campillo, R., Rodríguez-
Fernández, A. (2024). Impacto de
una activación mediante ejercicios
de autocarga vs bandas elásticas
en la capacidad de salto y fuerza
dinámica. *E-balonmano Com*,
20(1), 23-36.

Fuentes de Financiación:

No se ha recibido financiación.

Agradecimientos:

A los participantes en el estudio por
su colaboración. Al Centro de
Entrenamiento Seriem-Center por
su desinteresada cesión de las
instalaciones

Conflicto de intereses:

Los autores declaran no tener
ningún conflicto de interés.

Resumen

El objetivo del estudio fue analizar el efecto de dos protocolos de activación basados en ejercicios con autocargas y con bandas elásticas sobre el rendimiento en acciones de fuerza dinámica y salto vertical y horizontal. Diez varones universitarios estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (edad: 23,1±1,5 años) completaron de forma aleatoria y con un descanso de 48 horas entre sesiones, una situación control (CON) en la que no se realizó ningún ejercicio de calentamiento y dos protocolos basados en ejercicios con el peso corporal (ACA) y con bandas elásticas (ACE). Después de cada protocolo se realizó un test de fuerza con carga submáxima en sentadilla (i.e., carga movida a ~1,00m/s) y en press banca (i.e., carga movida a ~0,79m/s), junto a un test de salto vertical sin (SJ) y con contramovimiento (CMJ) y de salto horizontal (SHB). En comparación con el CON, no se observaron mejoras en la fuerza tras la realización de ACA y ACE. Sin embargo, se obtuvieron mejoras significativas ($p < 0,05$) en SJ, CMJ y SHB después de ACE, mientras que ACA sólo mejoró ($p < 0,05$) SJ y CMJ. En conclusión, los protocolos que utilizan ejercicios con autocargas o bandas elásticas, pueden mejorar el rendimiento en acciones sin carga, pero no mejoran la fuerza frente a cargas submáximas.

Palabras clave: ejercicio; acondicionamiento físico; rendimiento físico; ejercicio de calentamiento; deporte.

Abstract

The aim was to analyze the effect of two activation protocols based on exercises with bodyweight and elastic bands on the improvement of muscle power. Ten male university students of Physical Activity and Sports Sciences (age: 23.1±1.5 years) randomly completed with 48 hours of recovery between sessions, a control situation without warm-up (CON) and a warm-up protocol based in bodyweight (ACA) and elastic band (ACE) exercises. After each protocol, power tests were performed in the squat and bench press with submaximal load (i.e., ~1,00m/s and ~0,79m/s, respectively) and vertical jumps without (SJ) and with countermovement (CMJ), together with a horizontal jump (SHB). Compared to CON, no improvements in strength were observed following ACA and ACE. However, significant improvements ($p < 0.05$) were obtained in SJ, CMJ, and SHB after ACE, while ACA only improved ($p < 0.05$) SJ and CMJ. Protocols that use exercises with bodyweight or elastic bands can improve performance in actions without load, but do not improve power at submaximal loads.

Keywords: exercise; human physical conditioning; athletic performance; warm-up exercise; sport.

Introducción

El calentamiento ha sido definido como el conjunto de ejercicios previos a la parte principal de la sesión de entrenamiento o competición que tiene por objetivo mejorar la capacidad de rendimiento (McGowan et al., 2015) a la vez que reduce el riesgo de lesión inherente a la práctica deportiva (Woods et al., 2007). Este doble objetivo optimizador y preventivo es debido a la aparición de una serie de fenómenos fisiológicos, entre los que destaca el aumento de la temperatura muscular, la mejora de la actividad neural y el incremento en la velocidad de las reacciones metabólicas que aportan energía (Afonso et al., 2023). Actualmente, no hay consenso entre los especialistas del entrenamiento sobre cuál es la mejor manera de lograr estas respuestas, lo que ha llevado a la existencia de múltiples alternativas en cuanto a la estructura, intensidad y duración del calentamiento (Gil et al., 2019). Esta diferencia en las propuestas puede ser debida a que un calentamiento tener configurarse a partir de las particularidades de la actividad a la que se enfoca (i.e., resistencia vs. potencia) (García-Pinillos et al., 2019), las características específicas del atleta (i.e., joven vs adulto) (Myburgh et al., 2020), las condiciones ambientales (i.e., temperatura y humedad) (McGowan et al., 2015), la relevancia de la actividad (i.e., competición o entrenamiento) (Towlson et al., 2013), e incluso las regulaciones que estructuran el evento deportivo (i.e., el intervalo de tiempo entre el final del calentamiento y el inicio de la competición) (Petisco et al., 2019).

Tradicionalmente, la mayoría de propuestas de calentamiento comenzaban por actividades aeróbicas con el objetivo de aumentar la temperatura muscular y activar la respuesta cardiorrespiratoria (McGowan et al., 2015). Seguidamente, los atletas realizaban ejercicios de movilidad articular con cierta intensidad para mejorar la activación neuromuscular (Bizzini et al., 2013). Y finalmente, se desarrollaban acciones de tipo técnico-táctico replicando los patrones de movimiento específicos de la tarea principal (Zois et al., 2013). En general, en estos protocolos se priorizaba el componente duración por encima de la intensidad, para facilitar una transición progresiva y segura desde la situación de reposo a la de máxima actividad (Afonso et al., 2023). Además, los ejercicios de alta intensidad que involucran cargas externas cercanas a la fuerza máxima rara vez se incluían en las rutinas de calentamiento (Santos da Silva et al., 2024). Todo ello, debido a que la mayoría de los profesionales de la preparación física reconocían la importancia de mejorar los aspectos metabólicos por encima de los neuromusculares (Towlson et al., 2013). En este contexto, aunque algunos deportistas se sentían confortables con el enfoque extensivo del calentamiento, esta estructura ha sido asociada con un elevado gasto energético que podría dar lugar a fatiga prematura durante la actividad principal (Zois et al., 2015). Para prevenir esta situación, en los últimos años, la evidencia científica ha abogado por reducir la carga aeróbica de los calentamientos y aumentar la presencia del componente neuromuscular (MacIntosh et al., 2012) con el objetivo de inducir una potenciación post-activación (PAP) (Gil et al., 2019).

El PAP puede entenderse como la activación neuromuscular provocada por ejercicios realizados sobre cargas máximas o submáximas que generan un proceso secuencial de fatiga y potenciación (Tillin & Bishop, 2009). La prevalencia de este último estado se manifiesta con una mejora en el potencial contráctil del músculo, debida a diversos fenómenos fisiológicos como el incremento de la liberación de Ca^{2+} desde el retículo sarcoplasmático, una mejor sensibilidad de las fibras musculares al Ca^{2+} , una mayor actividad neural, un aumento en la función de la enzima adenosintrifosfatasa, un óptimo stiffness muscular y el ajuste en la coactivación de la musculatura antagonista durante las acciones realizadas a máxima velocidad (Garbisu-Hualde & Santos-Concejero, 2021). La ciencia del entrenamiento ha demostrado que el efecto PAP se puede lograr aplicando diferentes protocolos, que consiguen efectos positivos en función de su adecuación a las características de los deportistas, y especialmente a sus niveles de fuerza (Sanchez-Sanchez et al., 2018). Estudios previos han investigado el efecto sobre el rendimiento de estímulos de carácter máximo o submáximo (i.e., 60-100 % de 1 repetición máxima [1RM]) (Wilson et al., 2013), aplicados con pesos libres en régimen concéntrico (Petisco et al., 2019), por medio de contracciones isométricas (Smith & Fry, 2007) y en los últimos años a través de dispositivos rotacionales que generan sobrecarga excéntrica (Sanchez et al., 2020). En la mayoría de las

situaciones, la evidencia científica se ha derivado de muestras compuestas por deportistas inmersos en entornos competitivos (Boullosa, 2021), sin embargo, hay una carencia de información acerca de los efectos de diversas estrategias de activación en individuos participantes en programas de acondicionamiento físico orientados a la salud. Por otra parte, la actividad que realizan estos deportistas no parece demandar del empleo de cargas de alta intensidad en la búsqueda de su activación neuromuscular, y es posible que tampoco se cuente con los materiales adecuados para llevar a la práctica los protocolos PAP tradicionales, por lo que se hace necesario diseñar otras propuestas con mayor valor ecológico para emplear en este contexto de práctica deportiva (Esformes et al., 2010).

En este escenario, una buena alternativa para lograr el efecto PAP en sujetos físicamente activos que no requieren de una preparación para la competición puede ser la de emplear ejercicios que utilizan como resistencia el propio peso corporal, o los que se realizan con materiales accesibles y de fácil uso, como las bandas elásticas. Sin embargo, hasta donde conocemos no existen muchos estudios que se hayan ocupado de investigar el efecto de este tipo de actividades dentro de los calentamientos. Únicamente un estudio que empleó 10 hombres y 6 mujeres participantes en deportes de equipo, observó que la realización de 3 s de 10 rep de sentadilla con el propio peso corporal mejoraba la capacidad de salto vertical (Bampouras & Esformes, 2020). Por otra parte, un estudio en el que participaron 15 estudiantes universitarios de educación física, obtuvo mejoras en la velocidad y la habilidad de cambio de dirección tras la realización de un ejercicio de sentadilla con resistencia aplicada a través de bandas elásticas (Peng et al., 2021).

A partir de los estudios previos, resulta necesario ampliar la evidencia acerca de protocolos de activación, como ejercicios con autocargas y bandas elásticas, que sean de fácil ejecución y empleen materiales accesibles para la mayoría de las personas. Estas características los convierten en opciones asequibles tanto para atletas como para entrenadores y profesionales del acondicionamiento físico en diversos entornos, incluso aquellos que carecen de equipamiento sofisticado. Además, nuestra investigación podría tener implicaciones directas en la optimización de programas de calentamiento, subrayando la importancia de considerar la variabilidad de los protocolos según el tipo de actividad física y las metas específicas del entrenamiento.

Por todo ello, el objetivo del estudio ha sido analizar el efecto de dos protocolos de activación basados en ejercicios con autocargas y con bandas elásticas sobre el rendimiento en acciones de fuerza dinámica y salto vertical y horizontal. Nuestra hipótesis fue que ambos protocolos mejorarían el rendimiento en las acciones que impliquen el movimiento contra una carga externa generada por el propio peso corporal, pero no tendrían efecto sobre la mejora de la fuerza frente a cargas submaximas.

Materiales y Métodos

Participantes

Diez varones universitarios estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (edad: 23,1±1,5 años; altura: 175,1±3,3 cm; peso: 73,9±6,8 kg; 1RM sentadilla: 104,2±33,6kg; 1RM press banca: 83,7±15,1kg), participaron en el estudio. Los criterios de inclusión para elegir a la población participante fueron: i) tener al menos dos años de experiencia en el entrenamiento de fuerza; ii) dominar la técnica de ejecución en los ejercicios de sentadilla, press banca y salto vertical y horizontal; iii) no haber sufrido ninguna lesión que implicase a la musculatura principal de estos ejercicios en un plazo mínimo de seis meses antes de la realización del estudio; iv) y comprometerse a no realizar un entrenamiento extenuante al menos 48 horas antes de cada sesión experimental. Antes de la realización del estudio, y después de recibir la correspondiente explicación sobre el protocolo a seguir durante el mismo, así como de los beneficios y riesgos derivados de la participación, todos firmaron el correspondiente consentimiento informado. El estudio se realizó de acuerdo con los principios éticos establecidos en la última versión de la Declaración de Helsinki (2013) para la investigación en seres humanos y contó con la aprobación de un comité de Ética Institucional (código: Anexo III, Acta 13/2/2019).

Procedimiento

En este estudio se realizó un ensayo contrabalanceado, controlado y aleatorizado para comparar el rendimiento en acciones de fuerza dinámica y salto vertical y horizontal, después de realizar un protocolo de activación PAP basado en ejercicios con autocargas (ACA) o con bandas elásticas (ACE). Además, se realizó una situación control (CON) en la que no se incluyeron ejercicios de calentamiento. Todos los participantes completaron dos sesiones de familiarización con los protocolos PAP y las pruebas de evaluación. Tanto las sesiones de familiarización como las experimentales se realizaron en distintos días, dejando al menos 48 horas de separación entre cada una para asegurar la correcta recuperación del participante. Además, una semana antes de realizar la fase experimental, los sujetos participaron en una sesión destinada a la realización de un test de carga progresiva en los ejercicios de sentadilla y de press banca, con el objetivo de determinar la carga a utilizar en las pruebas de evaluación del rendimiento de fuerza dinámica. La recuperación entre ambos test fue de al menos 30 min. Todas las mediciones desarrolladas se realizaron en un centro especializado en el entrenamiento personal, que contaba con las instalaciones y el material necesario para el desarrollo del estudio. Durante el desarrollo de la investigación las condiciones de temperatura y humedad de la instalación se mantuvieron en los valores de 21 ± 2 °C y $50\pm 10\%$, respectivamente. Finalmente, el orden en la realización de las pruebas fue replicando en cada una de las sesiones de evaluación para cada uno de los participantes, realizando primero el test sentadilla y de press banca, y seguidamente las pruebas de salto vertical con contramovimiento (CMJ), squat jump (SJ) y salto horizontal bilateral (SHB). El primer test (i.e., sentadilla) después de realizar ACA ó ACE se realizó tras una recuperación de 3 min, posteriormente se aplicaron 2 min hasta el test de press banca y finalmente 1 min hasta comenzar los test de saltos. En este caso, se dejó 30 s entre la prueba CMJ, SJ y SHB (Figura 1).

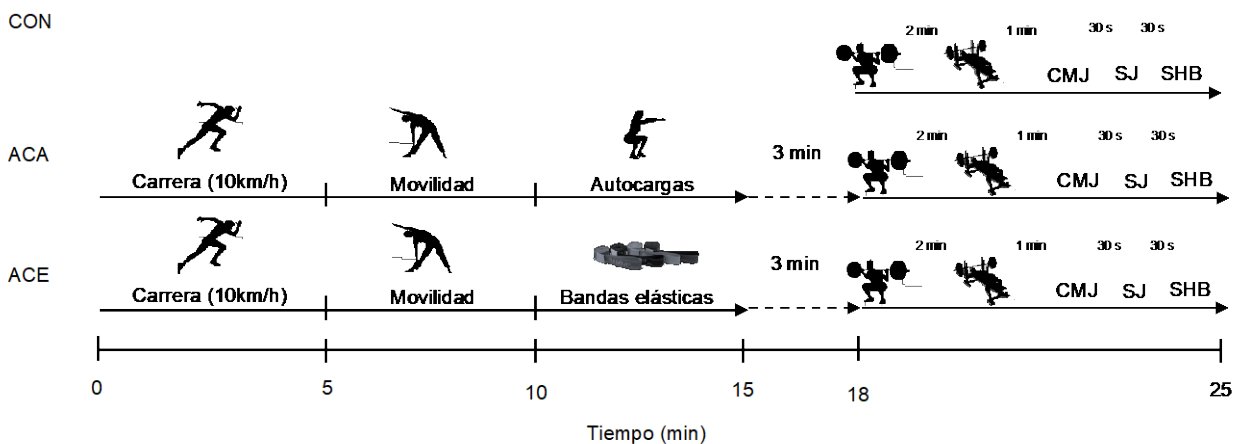


Figura 1. Descripción general del diseño experimental.

Nota: CON = situación control; ACA = protocolo de activación basado en ejercicios con autocargas; ACE = protocolo de activación basado en ejercicios con bandas elásticas; CMJ = salto vertical con contramovimiento; SJ = salto vertical squat jump; SHB = salto horizontal bilateral.

Medidas

Test de carga progresiva: Los participantes realizaron un test de carga progresiva en sentadilla y press banca siguiendo el procedimiento indicado en estudios previos (González-Badillo & Sánchez-Medina, 2010). Ambos test se realizaron en una Máquina Smith Multipower BH L350B (BHFitness, Vitoria-Gasteiz, España), con el movimiento de la barra restringido al eje vertical. La realización de los test de carga progresiva en sentadilla y en press banca estuvo precedida por un calentamiento estandarizado y aplicado por el mismo investigador para todos los participantes. Para ello, después de una entrada en calor compuesta por ejercicios de movilidad articular dirigida a extremidades superiores e inferiores, se realizaron 2 s x 8 rep con una carga de 20 kg para cada ejercicio, con 3 min de recuperación.

En el caso del ejercicio de sentadilla, la posición inicial la barra se colocó tras la nuca a nivel de los hombros, mientras que los pies se dispusieron con una separación equivalente a la distancia entre los hombros, con las rodillas y caderas en completa extensión. Desde esta posición los participantes realizaron un movimiento excéntrico hasta que la rodilla alcanzó una flexión de 90°, seguido de una fase concéntrica que implicó la extensión de caderas, rodillas y tobillos a la máxima velocidad posible, sin despegar los pies del suelo y sin una pausa intencionada o un rebote durante la transición entre la fase excéntrica y concéntrica. Se utilizaron unas marcas adhesivas puestas en el suelo y en la barra para normalizar la posición de las manos y los pies durante la prueba. Además, se colocó un asiento con alturas ajustables detrás de los participantes para mantener constante el desplazamiento de la barra y el ángulo de rodilla determinado para cada movimiento. En el ejercicio de press banca se inició con una posición inicial en la que los participantes estaban tumbados sobre un banco de entrenamiento, con ambos pies apoyados completamente en el suelo y las escápulas y las caderas en contacto permanente con el banco. Los brazos se encontraban en total extensión, formando un ángulo de aproximadamente 90° con respecto al cuerpo y una separación similar a la distancia entre los hombros, para sujetar la barra justo encima del pecho. Desde esta posición inicial los atletas realizaron un movimiento excéntrico hasta que la barra tocaba su pecho, momento en el que se realizaba una fase concéntrica a la máxima velocidad posible, cuidando de no perder en ningún momento el agarre de la barra como consecuencia del impulso. Además, todas las ejecuciones se realizaron sin que la barra rebotase en el pecho, sin existir una pausa intencional en la transición entre la fase excéntrica y concéntrica y sin que las caderas o escápulas se levantasen del banco.

Tras la carga de calentamiento, se programaron 4 s con carga progresiva de 10 kg por serie, realizando 2 rep a máxima velocidad en fase concéntrica por serie, con 3 min de recuperación entre cada una (González-Badillo et al., 2015). Para medir la velocidad de ejecución durante el test y dar feedback a los atletas después de cada intento se utilizó un encoder lineal de la marca SmartCoach Power Encoder (SmartCoach Europe AB, Estocolmo, Suecia) y el software SmartCoachTM (v5.6.0.8.), con el que se obtuvo el perfil carga-velocidad de cada participante.

Test de potencia de miembro inferior y superior: Para la medida del rendimiento en acciones con carga externa se emplearon el ejercicio de sentadilla (Conceição et al., 2016) y de press banca (González-Badillo y Sánchez-Medina, 2010) realizados en Máquina Smith Multipower BH L350B (BHFitness, Vitoria-Gasteiz, España), con la monitorización de la velocidad media propulsiva a través un encoder lineal SmartCoach Power Encoder (SmartCoach Europe AB, Estocolmo, Suecia) y el software SmartCoachTM (v5.6.0.8.). A partir del perfil carga-velocidad de cada atleta obtenido en el test de carga progresiva, se calculó el peso que correspondía con una resistencia desplazada a ~1,00 m/s en sentadilla y a ~0,79 m/s en el ejercicio de press banca, como estímulo relacionado con la manifestación de la potencia frente a cargas submáximas (Kawamori & Haff, 2004). Los participantes realizaron tantas repeticiones a máxima velocidad en fase concéntrica como fuera posible, hasta la pérdida del 10% de la velocidad respecto a la obtenida en la primera repetición. Las variables de registro para el posterior análisis del efecto de los protocolos experimentales fueron el número de repeticiones hasta la pérdida de velocidad indicada (NRE, n), la velocidad pico registrada (VPI, m/s) y la velocidad media obtenida como la suma de las velocidades asociadas al conjunto de repeticiones hasta la pérdida de velocidad dividido por el número de repeticiones realizadas (VME, m/s).

Test de salto: Se realizaron test de salto vertical (i.e., CMJ y SJ) y horizontal (i.e., SHB) para la medida de la altura vertical y el desplazamiento horizontal como indicadores de la fuerza explosiva de los participantes. La utilidad de estas pruebas ha sido descrita en estudios previos (Markovic et al., 2004). En la ejecución del CMJ y el SJ los participantes partieron de una posición inicial con los pies separados a la altura de los hombros y mantuvieron sus manos fijas en las caderas durante todo el salto, con el fin de aislar la acción de las piernas en la producción de fuerza. A partir de esta posición, en el CMJ los participantes ejecutaron una fase excéntrica hasta la flexión de rodillas de 90° seguida de una rápida acción concéntrica para buscar la máxima altura de salto. Durante el salto SJ, se pidió a los sujetos alcanzar y mantener durante 2 s la posición de flexión de rodillas a 90°, antes de iniciar la fase concéntrica de forma explosiva. En

ambos test, se observó que durante la fase aérea la cadera y rodillas permaneciesen en extensión, y el aterrizaje fuese en la misma posición que el despegue, amortiguando el impacto con la técnica de dedos-puntera. El rendimiento en el test se obtuvo con la medición de la altura alcanza utilizando la plataforma de salto OptoGait (OptoGait v.1.12.17.0, Microgate, Bolzano, Italia). En cuanto a SHB los participantes iniciaron la acción con la puntera de sus pies justo detrás de una línea marcada en el suelo, y desde esta posición realizaron una rápida flexo-extensión de rodillas y caderas buscando la mayor distancia horizontal. Para que el intento fuese válido, en el aterrizaje se debía mantener una posición estable en todo momento, sin permitir pasos de compensación o apoyo de manos (Soto et al., 2022). En todos los saltos, los participantes realizaron dos acciones separadas por 15 s de recuperación, recogiendo la mejor marca en cm de los intentos realizados.

Protocolos PAP

El calentamiento ACA y ACE tuvieron una duración de 15 min, incluyendo una parte general compuesta por: (i) 5 min de carrera continua en cinta una cinta de correr BH F8 TFT (BH Fitness, Vitoria-Gasteiz, España) a una intensidad moderada de 10km/h; (ii) 5 min de ejercicios de movilidad y flexibilidad dinámica de las extremidades superiores e inferiores (Tabla 1); (iii) 5 min de protocolo PAP de activación neuromuscular utilizando ejercicios que emplean como resistencia el propio peso corporal (i.e., ACA) o bandas elásticas (i.e., ACE) (Tabla 1). Para el protocolo ACA se utilizó el Ruster® Suspension Training System TRX (Ruster, Jaén, España) para la tracción en suspensión, mientras que en ACE se utilizaron bandas elásticas Flexvit Mini Prehab (red, Int. 3/6) y Flexvit Revolve Advanced (blue, Int 3/4). Tanto en ACA como ACE, los ejercicios mantuvieron una mecánica de ejecución similar, con efecto sobre las mismas cadenas musculares a través de una carga externa diferente (i.e., peso corporal vs banda elástica). En todos los casos se realizaron 10 rep por ejercicio de movilidad y de activación neuromuscular, manteniendo el mismo orden de desarrollo en todos los participantes. Los ejercicios de cada programa se fueron sucediendo sin tiempo de recuperación entre ellos. Estos componentes de la carga se asemejaron a la pauta establecida en estudios previos (Bampouras y Esformes, 2020; Scott et al., 2018). El mismo investigador especializado supervisó la correcta ejecución de los ejercicios que configuraron los protocolos de activación en todos los participantes.

Tabla 1. Descripción de los protocolos de activación basados en ejercicios con autocargas y bandas elásticas

CALENTAMIENTO GENERAL: MOVILIDAD	
Cat and cow	
Zancada con rotación de tronco	
Blackburn	
Elevación frontal de pierna	
Dorsiflexión de tobillo en posición del caballero	
ACA	ACE
Sentadilla lateral	Pasos laterales con banda elástica ^a
Sentadilla unilateral	Abd/Add - ext/flex cadera banda elástica ^a
Sentadilla bilateral	Sentadilla banda elástica ^a
Acción escapular con apoyo de manos	Tracción escapular banda elástica ^b
Flexiones de pecho	Empuje con agarre de banda elástica ^c
Tracción en suspensión ^d	Tracción con agarre de banda elástica ^c

Nota: ACA = protocolo de activación basado en ejercicios con autocargas; ACE = protocolo de activación basado en ejercicios con banda elástica; ^a Flexvit Mini Prehab en rodillas; ^b Flexvit Mini Prehab en muñecas; ^c Flexvit Revolve Advanced; ^d Ruster Suspension Training System TRX

Análisis estadístico

Los resultados se presentan como media \pm desviación estándar. Después de verificar la normal distribución de los datos a través de la prueba Shapiro-Wilk, se realizó un análisis paramétrico para comparar el efecto sobre el rendimiento de los diferentes protocolos PAP (i.e., ACA y ACE) con la situación CON mediante la prueba ANOVA de medidas repetidas. Cuando se obtuvo un valor significativo de interacción ($p < 0,05$) se aplicó la prueba post hoc de Bonferroni. Se consideraron diferencias significativas cuando $p < 0,05$. Además, se calculó el valor de eta parcial al cuadrado (η^2),

considerando como niveles de comparación pequeño ($\eta^2 < 0,06$), moderado ($\eta^2 < 0,13$) y grande ($\eta^2 > 0,13$). Además, se consideró el tamaño del efecto (TE) determinado a través de la prueba Cohen (d) considerando como niveles de comparación grande (TE $\geq 0,8$), moderado (TE $\geq 0,5$), pequeño (TE $\geq 0,2$), y trivial (TE $< 0,2$) (Cohen, 2013). El análisis estadístico de los datos fue realizado utilizando un software específico Statistical Package for Social Sciences (versión 25.0 para Windows, SPSS, Inc., Chicago, IL, USA).

Resultados

La fuerza máxima dinámica estimada a partir de la 1RM obtenida por el test de carga progresiva fue de $104,1 \pm 33,6$ kg en el ejercicio de sentadilla y de $83,1 \pm 15,1$ kg en press banca. Además, la carga movilizada a $\sim 1,00$ m/s para el test de sentadilla fue de $47,8 \pm 17,7$ kg, mientras que para el test de press banca la carga movilizada a $\sim 0,79$ m/s correspondió a $46,5 \pm 10,1$ kg. No se encontraron interacciones significativas para los protocolos aplicados (i.e., CON, ACA y ACE) en NRE, VPI y VME del test de sentadilla (Figura 2).

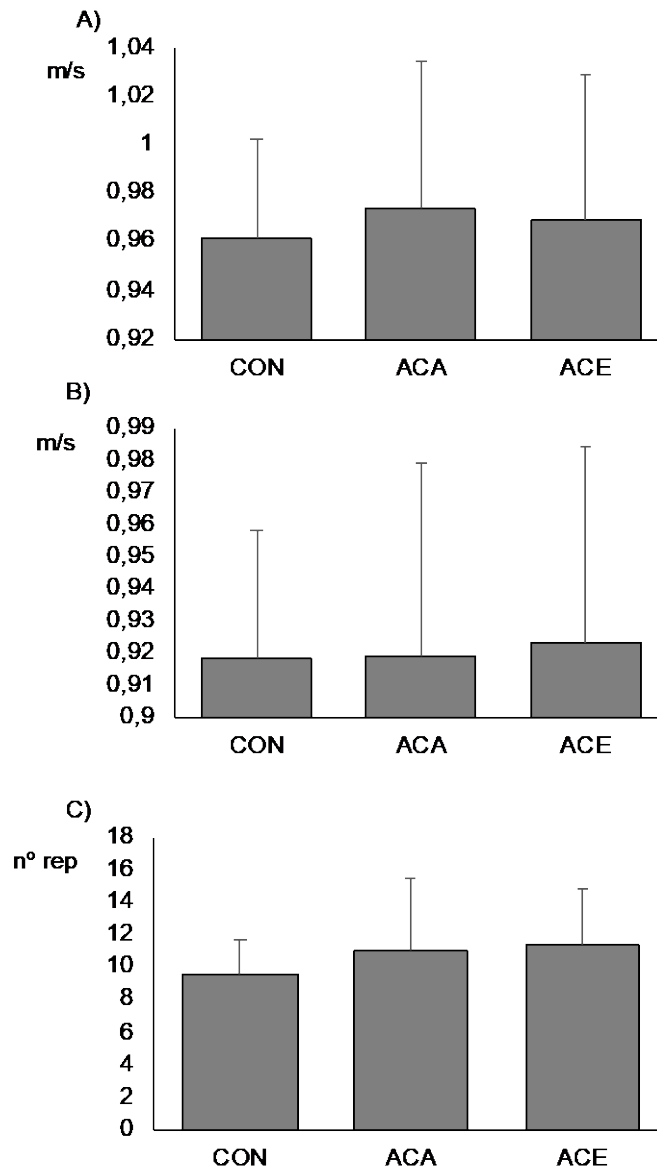


Figura 2. Efecto de los protocolos de activación sobre la velocidad pico (A), la velocidad media de las repeticiones realizadas hasta la pérdida de velocidad (B) y el número de repeticiones hasta la pérdida de velocidad en el ejercicio de sentadilla

Nota: CON, situación control; ACA, protocolo de activación basado en ejercicios de autocargas; ACE, protocolo de activación basado en ejercicios con banda elástica.

La Figura 3 recoge los resultados del test de fuerza en el ejercicio de press banca. No se encontraron interacciones significativas para CON, ACA y ACE en las variables analizadas (i.e., NRE, VPI y VME).

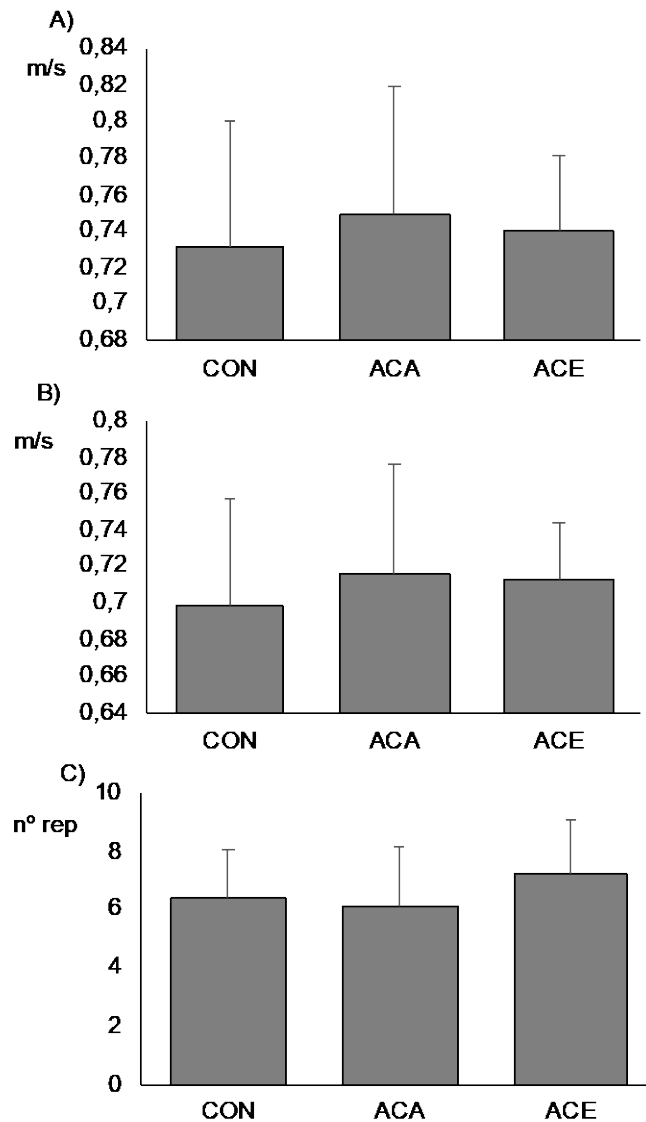


Figura 3. Efecto de los protocolos de activación sobre la velocidad pico (A), la velocidad media de las repeticiones realizadas hasta la pérdida de velocidad (B) y el número de repeticiones hasta la pérdida de velocidad (C) en el ejercicio de press banca.

Nota: CON, situación control; ACA, protocolo de activación basado en ejercicios de autocargas; ACE, protocolo de activación basado en ejercicios con banda elástica.

Los resultados de los test de salto vertical mostraron interacciones significativas entre los protocolos de calentamiento en CMJ ($F=3,73$; $p=0,04$; $\eta^2=0,29$) y SJ ($F=5,73$; $p=0,01$; $\eta^2=0,39$). En comparación con la situación CON, los protocolos ACA y ACE mejoraron de forma significativa el rendimiento en CMJ ($p<0,05$; dif=4,22%; TE=0,22 y $p<0,05$; dif=4,01%; TE=0,18, respectivamente) (Figura 4A) y SJ ($p<0,05$; dif=5,99%; TE=0,27 y $p<0,05$; dif=1,69%; TE=0,22, respectivamente) (Figura 4B).

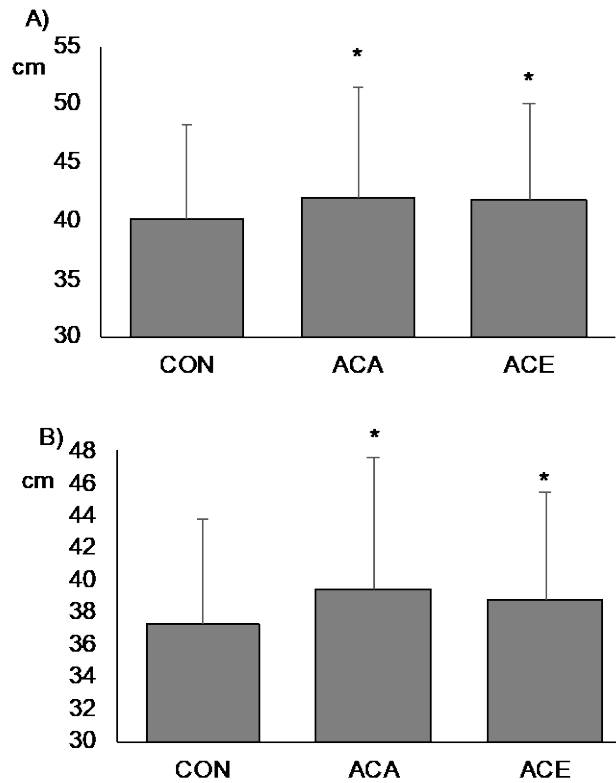


Figura 4. Efecto de los protocolos de activación sobre el rendimiento en la capacidad de salto vertical CMJ (A) y SJ (B).

Nota: CON, situación control; ACA, protocolo de activación basado en ejercicios de autocargas; ACE, protocolo de activación basado en ejercicios con bandas elásticas.
Indica diferencias significativas con CON ($p < 0,05$)

Los resultados mostraron interacciones significativas entre los protocolos activación en el test de salto SHB ($F=5,01$; $p=0,02$; $\eta^2= 0,36$). En comparación con la situación CON, el rendimiento en SHB mejoró de forma significativa tras el protocolo ACE ($p < 0,05$; dif=5,22%; TE=0,35) (Figura 5).

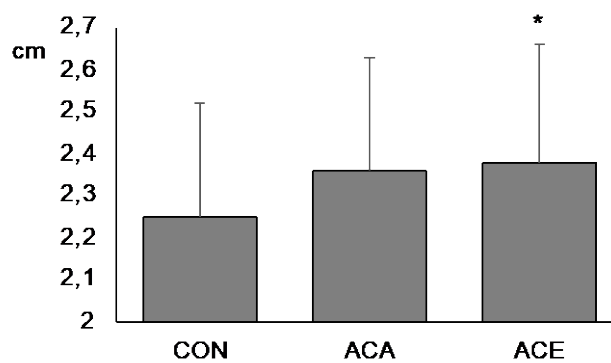


Figura 5. Efecto de los protocolos de activación sobre el rendimiento en la capacidad de salto horizontal.

Nota: CON, situación control; ACA, protocolo de activación basado en ejercicios de autocargas; ACE, protocolo de activación basado en ejercicios con bandas elásticas.
Indica diferencias significativas con CON ($p < 0,05$)

Discusión

El objetivo del estudio fue analizar el efecto de dos protocolos de activación basados en ejercicios con autocargas y con bandas elásticas sobre el rendimiento en acciones de fuerza dinámica y salto vertical y horizontal. En concordancia con nuestra hipótesis inicial, la fuerza dinámica evaluada mediante ejercicios de sentadilla y press banca, no experimentó mejoras tras la implementación de los protocolos ACA y ACE. No obstante, los protocolos de calentamiento demostraron tener un impacto positivo en las capacidades de salto. Específicamente, ACA y ACE contribuyeron a mejorar el rendimiento en SJ y CMJ, mientras que ACE resultó beneficioso para el rendimiento en SHB.

En la literatura actual, no hemos encontrado investigaciones que hayan abordado el impacto de ejercicios que emplean el peso corporal y bandas elásticas en el desempeño inmediato de acciones de fuerza. En este contexto, los resultados obtenidos en nuestro estudio revelan la ausencia de modificaciones significativas con respecto a CON en las variables VPI, VME y NRE durante la ejecución del test de sentadilla y press banca, realizado posteriormente a la aplicación de los protocolos ACA y ACE. Este hallazgo contribuye a la comprensión actualizada de los efectos de dichos protocolos en el rendimiento específico de fuerza. Investigaciones previas señalaron que el efecto PAP está vinculado a cargas ejecutadas a una intensidad del 60-84% de 1RM (Wilson et al., 2013). Este tipo de estímulos favorece el reclutamiento de unidades motrices rápidas, que es un factor clave en la manifestación del efecto PAP (Seitz & Haff, 2016). Nuestro estímulo administrado mediante autocargas o bandas elásticas en un protocolo que abarca diversos ejercicios (i.e., ACA y ACE, respectivamente), quizás no fue suficiente para desencadenar respuestas neuromusculares, mecánicas y fisiológicas significativas que mejorasen a corto plazo el rendimiento en acciones con carga submáxima ejecutadas a máxima velocidad. Por otra parte, los 3 min de recuperación empleados podrían no haber sido suficientes para optimizar el equilibrio entre fatiga y recuperación (Tillin & Bishop, 2009). Aunque la literatura sugiere generalmente un intervalo de 5-10 min entre el estímulo de activación y la actividad principal (Seitz & Haff, 2016; Wilson et al., 2013), la variabilidad interindividual en la respuesta al tiempo de recuperación es notable. No obstante, independientemente de esta variabilidad, estudios previos indicaron que la fatiga tiende a predominar en los primeros instantes de recuperación (Kilduff et al., 2008), por lo que la breve ventana de recuperación de 3 min entre la conclusión de los protocolos y la realización del test de sentadilla, seguida de 1 min de recuperación entre este último y el de press banca, podría no haber sido suficiente para disipar completamente el estado transitorio de fatiga en los participantes. Esta limitación en el proceso de recuperación podría haber ejercido un impacto negativo en la capacidad de rendimiento de los sujetos participantes.

La ausencia de cambios en las variables del test de press banca (i.w., NRE, VPI y VME) puede atribuirse a la falta de especificidad de los ejercicios implementados en ACA y ACE, los cuales se centran principalmente en la musculatura del tren inferior. Aunque un estudio reciente con jugadoras de fútbol encontró mejoras significativas en la capacidad de salto horizontal al aplicar una activación que incluía tanto un ejercicio específico (i.e., sentadilla), como un protocolo basado en una tarea no específica (i.e., press banca) (Santos da Silva et al., 2024), la mayoría de estudios han sugerido que el PAP se manifiesta cuando los ejercicios de activación y rendimiento comparten un patrón mecánico similar (Dello Iacono & Seitz, 2018), ya que esto permite trasladar el efecto PAP a los músculos que se van a emplear en el ejercicio (Wilson et al., 2013). Sin embargo, también parece probado que los estímulos de alta intensidad pueden aumentar la función del sistema nervioso, generando mejoras en la actividad neuromuscular global (Downey et al., 2022). De esta manera, un estímulo de activación que involucre la musculatura del tren superior utilizando una carga del 90% de 1RM (Santos da Silva et al., 2024), podría inducir un efecto PAP en ejercicios que implican la musculatura del tren inferior, además con una fatiga mínima en esta estructura ya que esta musculatura no ha sido solicitada durante el ejercicio preparatorio y por tanto podrían manifestar más fuerza antes en el tiempo (Downey et al., 2022). No obstante, en nuestra investigación no se ha evidenciado tal situación, indicando que los ejercicios que utilizan autocargas y bandas elásticas no conllevan una carga mínima suficiente para activar el sistema nervioso y lograr el efecto cruzado observado en el estudio de Santos da Silva et al. (2024).

El efecto PAP ha sido tradicionalmente analizado por medio de test de salto (Dobbs et al., 2019). Nuestros resultados mostraron mejoras en SJ y CMJ después de ACA y ACE y en SHB después de ACE. Estos resultados coinciden en parte con los de otros estudios similares al nuestro (Bampouras & Esformes, 2020; Peng et al., 2020). Los ejercicios del protocolo ACA estimularon de forma preferente la musculatura extensora de rodilla y cadera, por lo que pudieron tener un efecto positivo en la mejora del rendimiento en SJ y CMJ y no tanto en SHB. Sin embargo, los ejercicios con elásticos del protocolo ACE incluyeron ejercicios donde es necesaria la aplicación de fuerza en el vector horizontal, lo que habría permitido mejorar el rendimiento en SHB. La explicación de esta respuesta no es del todo entendida, puesto que los mecanismos que subyacen a la relación potenciación-fatiga no son claros, debido a que su manifestación depende de las características inherentes a los deportistas, y especialmente de sus niveles de fuerza (Seitz et al., 2014). En este sentido, a menores niveles de fuerza más favorables parecen los estímulos de media o baja intensidad realizados con un volumen y tiempos de recuperación óptimos, para generar PAP en acciones ejecutadas a máxima velocidad (Sanchez-Sanchez et al., 2018). Por lo tanto, el efecto PAP asociado a las cargas de baja intensidad podría conseguirse excepcionalmente aumentando el número de repeticiones (Bampouras & Esformes, 2020; Scott et al., 2018). De hecho, frente los tradicionales protocolos basados en alta intensidad y pocas repeticiones (McBride et al., 2005), 3 s de 10 rep del ejercicio de sentadilla mejoraron la altura de salto vertical (i.e., CMJ) (Bampouras & Esformes, 2020). Estos hallazgos sugieren que puede inducirse PAP usando diferentes intensidades, siempre que se aplique un volumen suficiente de trabajo muscular para alcanzar el umbral requerido por cada deportista (Kobal et al., 2019). Aunque la resistencia impuesta por el trabajo basado en ejercicios con el peso corporal y con bandas elásticas puede ser considerada de baja intensidad y provocar una menor respuesta neuromuscular, el volumen total realizado con ACA y ACE (i.e., 6 s x 10 rep) podría haber incrementado la temperatura corporal (Bampouras & Esformes, 2020). Esta respuesta se considera clave en la mejora del rendimiento, en concreto por sus efectos positivos sobre la tasa de desarrollo de la fuerza (Racinais & Oksa, 2010), que permite optimizar la potencia (Tillin & Bishop, 2009) y consecuentemente la capacidad de salto (McLellan, 2011).

Una limitación de este estudio está en el bajo número de participantes que han compuesto la muestra de estudio. Además, los resultados de esta investigación podrían estar condicionados por el efecto de interacción acumulada como consecuencia de la sucesión de los test realizados, y especialmente de las pruebas iniciales dedicadas a la evaluación de la fuerza dinámica. Por ello, parece necesario que futuras investigaciones se realicen aumentando el tamaño muestral y dedicando sucesivas sesiones a la realización de los diferentes test de evaluación de los efectos. Por último, podría ser interesante para futuras investigaciones comparar el efecto de este tipo de protocolos en función de los niveles de fuerza de los participantes.

Conclusiones

Los protocolos de activación ACA (compuesto de ejercicios que utilizan como resistencia el propio peso corporal) y ACE (que emplea como carga externa bandas elásticas) podrían mejorar la capacidad de salto vertical, siendo el protocolo ACE también efectivo para la mejora del salto horizontal. Los protocolos de activación empleados en nuestro estudio no mejoraron la fuerza dinámica frente a cargas submáximas en el ejercicio de sentadilla y press banca.

Aplicaciones prácticas

Ejercicios de autocarga y/o de bandas elásticas dentro de los protocolos de activación, podría ser una estrategia válida para incrementar el rendimiento en acciones explosivas que impliquen el desplazamiento del propio cuerpo en el espacio (i.e., salto). Sin embargo, frente a la menor "intensidad" que implicaría el uso de baja resistencia externa, podría

ser requerido un incremento del volumen aplicado. Independiente de esto, ejercicios de autocarga y/o de bandas elásticas permiten una alternativa para aquellos casos en los que no sea posible utilizar cargas externas elevadas, bien porque no se dispone de los recursos materiales necesarios, o porque el deportista no confía en estos estímulos para incluir dentro de sus rutinas de preparación.

Author Contributions: “Conceptualización, J.S.S y P.T.; metodología, J.S.S., P.T. y A.R.F. análisis estadísticos, J.S.S. y A.R.F.; preparación del manuscrito, J.S.S. y R.R.C.; redacción - revisión y edición, J.S.S., R.R.C y A.R.F.

Referencias

- Afonso, J., Brito, J., Abade, E., Rendeiro-Pinho, G., Baptista, I., Figueiredo, P., & Nakamura, F. Y. (2023). Revisiting the ‘Whys’ and ‘Hows’ of the Warm-Up: Are We Asking the Right Questions? *Sports Medicine*, *54*(1), 23–30. <https://doi.org/10.1007/s40279-023-01908-y>
- Bampouras, T. M., & Esformes, J. I. (2020). Bodyweight squats can induce post-activation performance enhancement on jumping performance: a brief report. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, *9*(4), 31–36. <https://doi.org/10.34256/ijpefs2044>
- Bizzini, M., Junge, A., & Dvorak, J. (2013). Implementation of the FIFA 11 + football warm up program: How to approach and convince the Football associations to invest in prevention. *British Journal of Sports Medicine*, *0*, 1–4. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-092124>
- Boullosa, D. (2021). Post-activation performance enhancement strategies in sport: a brief review for practitioners. *Human Movement*, *22*(3), 101–109. <https://doi.org/10.5114/hm.2021.103280>
- Cohen, J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic press.
- Conceição, F., Fernandes, J., Lewis, M., González-Badillo, J. J., & Jimenez-Reyes, P. (2016). Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *Journal of sports sciences*, *34*(12), 1099-1106. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1090010>
- Dello Iacono, A., & Seitz, L. B. (2018). Hip thrust-based PAP effects on sprint performance of soccer players: heavy-loaded versus optimum-power development protocols. *Journal of Sports Sciences*, *36*(20), 2375–2382. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1458400>
- Dobbs, W. C., Toluoso, D. V., Fedewa, M. V., & Esco, M. R. (2019). Effect of postactivation potentiation on explosive vertical jump: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *33*(7), 2009-2018. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002750>
- Downey, R. J., Deprez, D. A., & Chilibeck, P. D. (2022). Effects of Postactivation Potentiation on Maximal Vertical Jump Performance After a Conditioning Contraction in Upper-Body and Lower-Body Muscle Groups. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *36*(1), 259–261. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004171>
- Esformes, J. I., Cameron, N., & Bampouras, T. M. (2010). Postactivation potentiation following different modes of exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(7), 1911–1916. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181dc47f8>
- Garbisu-Hualde, A., & Santos-Concejero, J. (2021). Post-Activation Potentiation in Strength Training: A Systematic Review of the Scientific Literature. *Journal of Human Kinetics*, *78*(1), 141–150. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0034>
- García-Pinillos, F., Ramírez-Campillo, R., Roche-Seruendo, L. E., Soto-Hermoso, V. M., & Latorre-Román, P. Á. (2019). How do recreational endurance runner’s warm-up and cool-down? A descriptive study on the use of continuous runs. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, *19*(1), 102-109. <https://doi.org/10.1080/24748668.2019.1566846>
- Gil, M. H., Neiva, H. P., Sousa, A. C., Marques, M. C., & Marinho, D. A. (2019). Current Approaches on Warming up for Sports Performance: A Critical Review. *Strength and Conditioning Journal*, *41*(4), 70–79. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000454>
- González-Badillo, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International journal of sports medicine*, *31*(5), 347-352. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
- González-Badillo, J. J., Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Abad-Herencia, J. L., del Ojo-López, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2015). Effects of velocity-based resistance training on young soccer players of different ages. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *29*(5), 1329-1338. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000764>
- Kawamori, N., & Haff, G. G. (2004). The optimal training load for the development of muscular power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *18*(3), 675-684.

- Kilduff, L. P., Owen, N., Bevan, H., Bennett, M., Kingsley, M. I. C., & Cunningham, D. (2008). Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. *Journal of Sports Sciences*, 26(8), 795–802. <https://doi.org/10.1080/02640410701784517>
- Kobal, R., Pereira, L. A., Kitamura, K., Paulo, A. C., Ramos, H. A., Carmo, E. C., Roschel, H., Tricoli, V., Bishop, C., & Loturco, I. (2019). Post-Activation Potentiation: Is there an Optimal Training Volume and Intensity to Induce Improvements in Vertical Jump Ability in Highly-Trained Subjects? *Journal of Human Kinetics*, 66(1), 195–203. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0071>
- MacIntosh, B. R., Robillard, M.-E., & Tomaras, E. K. (2012). Should postactivation potentiation be the goal of your warm-up? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 37(3), 546–550. <https://doi.org/10.1139/h2012-016>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551–555.
- McBride, J. M., Nimphius, S., & Erickson, T. M. (2005). The acute effects of heavy-load squats and loaded countermovement jumps on sprint performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(4), 893–897.
- McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). Warm-Up Strategies for Sport and Exercise: Mechanisms and Applications. *Sports Medicine*, 45(11), 1523–1546. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x>
- McLellan, C. (2011). The role of rate of force development on vertical jump performance. *Strength And Conditioning*, 25(2), 379–385. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181be305c>
- Myburgh, G. K., Pfeifer, C. E., & Hecht, C. J. (2020). Warm-ups for Youth Athletes: Making the First 15-Minutes Count. *Strength & Conditioning Journal*, 42(6), 45–53. <https://doi.org/10.1519/ssc.0000000000000549>
- Peng, H.-T., Zhan, D.-W., Song, C.-Y., Chen, Z.-R., Gu, C.-Y., Wang, I.-L., & Wang, L.-I. (2021). Acute Effects of Squats Using Elastic Bands on Postactivation Potentiation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(12), 3334–3340. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000003618>
- Petisco, C., Ramirez-Campillo, R., Hernández, D., Gonzalo-Skok, O., Nakamura, F. Y., & Sanchez-Sanchez, J. (2019). Post-activation Potentiation: Effects of Different Conditioning Intensities on Measures of Physical Fitness in Male Young Professional Soccer Players. *Frontiers in Psychology*, 10, 1–9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01167>
- Racinais, S., & Oksa, J. (2010). Temperature and neuromuscular function. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20, 1–18. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01204.x>
- Sanchez, M., Ramirez-Campillo, R., Rodriguez-Fernández, A., Rodriguez, P., & Sanchez-Sanchez, J. (2020). Efecto de un protocolo de activación que incluye carga excéntrica sobre el sprint en estilo libre en nadadores. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias Del Deporte*, 16(62), 369–380. <https://doi.org/10.5232/ricyde>
- Sanchez-Sanchez, J., Rodriguez, A., Petisco, C., Ramirez-Campillo, R., Martínez, C., & Nakamura, F. Y. (2018). Effects of Different Post-Activation Potentiation Warm-Ups on Repeated Sprint Ability in Soccer Players from Different Competitive Levels. *Journal of Human Kinetics*, 61(1), 189–197. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0131>
- Santos da Silva, V., Nakamura, F. Y., Gantois, P., Nogueira-Gouveia, J. N., Peña, J., Beato, M., & Abade, E. (2024). Effects of Upper-Body and Lower-Body Conditioning Activities on Postactivation Performance Enhancement During Sprinting and Jumping Tasks in Female Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 38(2), 342–349. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000004562>
- Scott, D. J., Ditroilo, M., & Marshall, P. (2018). Effect of accommodating resistance on the postactivation potentiation response in rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(9), 2510–2520. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002464>
- Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(2), 231–240. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0415-7>
- Seitz, L. B., Saez de Villarreal, E., & Haff, G. G. (2014). The temporal profile of postactivation potentiation is related to strength level. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(3), 706–715. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182a73ea3>
- Smith, J. C., & Fry, A. C. (2007). Effects of a ten-second maximum voluntary contraction on regulatory myosin light-chain phosphorylation and dynamic performance measures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 73–76. <https://doi.org/10.1519/00124278-200702000-00014>
- Soto, D., Díaz, J., Bautista, J., & Martínez, I. (2022). Efectos de un protocolo de entrenamiento de fuerza con autocargas y pliometría sobre el rendimiento físico en balonmano: categoría de primera nacional femenina. *E-Balonmano.com*, 18(2), 83–92
- Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147–166. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939020-00004>
- Towlson, C., Midgley, A. W., & Lovell, R. (2013). Warm-up strategies of professional soccer players: practitioners' perspectives. *Journal of sports sciences*, 31(13), 1393–1401. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.792946>

- Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S., Jo, E., Lowery, R. P., & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-Analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 854–859. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2bdb>
- Woods, K., Bishop, P., & Jones, E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Medicine*, 37(12), 1089–1099. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737120-00006>
- Zois, J., Bishop, D., & Aughey, R. (2015). High-intensity warm-ups: Effects during subsequent intermittent exercise. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 498–503. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0338>
- Zois, J., Bishop, D., Fairweather, I., Ball, K., & Aughey, R. (2013). High-Intensity Re-Warm-Ups Enhance Soccer Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 34(09), 800–805. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1331197>