



Domínguez-Gavia, N. I.; Candia-Lujan, R.; Candia-Sosa, K. F. (2024). Acciones musculares excéntricas y potenciación post activación como estímulo de potencia muscular en deportistas. Una revisión sistemática. *Journal of Sport and Health Research*. 16(3):303-320. <https://doi.org/10.58727/jshr.101423>

Review

ACCIONES MUSCULARES EXCÉNTRICAS Y POTENCIACIÓN POST ACTIVACIÓN COMO ESTÍMULO DE POTENCIA MUSCULAR EN DEPORTISTAS. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

ECCENTRIC MUSCLE ACTIONS AND POST ACTIVATION POTENTIATION AS A MUSCLE POWER STIMULUS IN ATHLETES. A SYSTEMATIC REVIEW

Nayro Isaac Domínguez-Gavia¹; Ramón Candia-Lujan²; Kevin Fernando Candia-Sosa³

¹ *Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, México*

² *Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, México*

³ *Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, México*

Correspondence to: Nayro Isaac Domínguez-Gavia

Author

Institution: *Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, México*

Address.: Nuevo campus universitario

Email: nidominguez@uach.mx

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



Received: 14/08/2023

Accepted: 14/12/2023



ACCIONES MUSCULARES EXCÉNTRICAS Y MEJORA DEL RENDIMIENTO POST ACTIVACIÓN (PAPE) COMO ESTÍMULO DE POTENCIA MUSCULAR EN DEPORTISTAS. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

RESUMEN

Introducción: La mejora del rendimiento post activación (PAPE) es un fenómeno relacionado con la optimización del rendimiento muscular mediante una contracción previa de manera voluntaria utilizando cargas submáximas y máximas con el objetivo de estimular la producción de potencia muscular. El mecanismo por el cual se desarrolla la PAPE no está del todo claro, no obstante, se atribuye a procesos como la sensibilidad de las cadenas ligeras de miosina al calcio, temperatura muscular, contenido de agua muscular, *stiffness* musculo-tendinoso y reclutamiento de unidades motoras, permitiendo una mejor contracción muscular, fundamental en el ámbito deportivo. **Objetivo:** Determinar efectos de las acciones musculares excéntricas como método de mejora del rendimiento post activación para el estímulo de la potencia muscular. **Metodología:** Se hizo una revisión sistemática entre los meses de junio y julio de 2023. Se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos Scopus, PubMed y Google Académico. Se utilizaron los términos “*post activation potentiation enhance*” “OR” “*PAPE*” AND “*muscle power*” OR “*explosive force*”. **Resultados:** Un total de 219 estudios fueron identificados inicialmente, de ellos, se seleccionaron 11 para esta revisión. Todos los estudios aplicaron de uno a cuatro protocolos de PAPE y se compararon contra un grupo control o entre las diferentes metodologías para inducir la PAPE. **Conclusión:** Las acciones excéntricas parecen ser una buena metodología de PAPE para el estímulo de la potencia muscular en diferentes disciplinas deportivas utilizando cargas entre el 70% al 105% de la RM e inercias de 0.07 kg/m² hasta 0.19 kg/m², así como, ventanas de tiempo desde 1 a 21 minutos.

Palabras clave: (3-10).

Acciones excéntricas, Mejora del Rendimiento Post Activación, PAPE, Potencia muscular, Deportistas

ECCENTRIC MUSCLE ACTIONS AND POST ACTIVATION POTENTIATION AS A MUSCLE POWER STIMULUS IN ATHLETES. A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT

Introduction: Post-activation performance enhance (PAPE) is a phenomenon related to the optimization of muscular performance through a previous voluntary contraction using submaximal and maximum loads with the aim of stimulating the production of muscular power. The mechanism by which PAPE develops is not entirely clear, however, it is attributed to processes as the sensitivity of myosin light chains to calcium, muscle temperature, muscle water content, muscle stiffness and motor units recruitment, which allows better muscle contraction, essential in sports. **Objective:** Determine the effects of eccentric muscular actions as a method of post activation performance enhance for the stimulation of muscular power. **Methodology:** A systematic review was carried out between the months of June and July 2023. A search was carried out in the Scopus, PubMed and Google Scholar databases. The terms “*post activation potentiation enhance*” OR “*PAPE*” AND “*muscle power*” OR “*explosive force*” were used. **Results:** A total of 219 studies were initially identified, of which 11 were selected for this review. All the studies applied from one to four PAPE protocols and were compared against a control group or between the different methodologies to induce PAPE. **Conclusion:** Eccentric actions seem to be a good PAPE methodology for the stimulation of muscular power in different sports disciplines using loads between 70% and 105% of the RM and inertias of 0.07 kg/m² to 0.19 kg/m², as well as, time windows from 1 to 21 minutes.

Keywords: (3-10).

Eccentric actions, Post Activation Performance Enhance, PAPE, Muscle power, Athletes



Resumo

Introdução: A melhoria do desempenho pós-ativação (PAPE) é um fenômeno relacionado à otimização do desempenho muscular por meio de uma contração voluntária prévia utilizando cargas submáximas e máximas com o objetivo de estimular a produção de potência muscular. O mecanismo pelo qual a PAPE se desenvolve não é totalmente claro, no entanto, é atribuído a processos como a sensibilidade das cadeias leves da miosina ao cálcio, temperatura muscular, conteúdo de água muscular, rigidez músculo-tendínea e recrutamento de unidades motoras, permitindo melhores habilidades motoras. **contração muscular, essencial na área esportiva. Objetivo:** Determinar os efeitos das ações musculares excêntricas como método de melhorar o desempenho pós-ativação para estimular a potência muscular. **Metodologia:** Foi realizada uma revisão sistemática entre os meses de junho e julho de 2023. Foi realizada uma busca nas bases de dados Scopus, PubMed e Google Scholar. Foram utilizados os termos “aumento da potenciação pós-ativação” “OR” “PAPE” AND “potência muscular” OR “força explosiva”. **Resultados:** Foram identificados inicialmente 219 estudos, dos quais 11 foram selecionados para esta revisão. Todos os estudos aplicaram de um a quatro protocolos de PAPE e foram comparados com um grupo controle ou entre diferentes metodologias para induzir PAPE. **Conclusão:** As ações excêntricas parecem ser uma boa metodologia PAPE para estimular a potência muscular em diferentes modalidades esportivas utilizando cargas entre 70% a 105% do RM e inércias de 0,07 kg/m² a 0,19 kg/m², bem como, janelas de tempo de 1 a 21 minutos.

Palavras-chave: (3-10).

Ações excêntricas, Melhoria de desempenho pós-ativação, PAPE, Potência muscular, Atletas



INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las necesidades de optimizar el rendimiento muscular antes de un entrenamiento o competición son fundamentales para una mejora del *performance* deportivo, no obstante, esto puede fluctuar debido a el historial contráctil a nivel muscular (Sale, 2004). A su vez, la magnitud del aumento rendimiento mediante el estímulo contráctil depende de la naturaleza para inducir el tipo de acción muscular, ya sea de manera involuntaria o voluntaria, la primera de ellas se lleva a cabo mediante un estímulo eléctrico de carácter externo, mientras que la segunda se relaciona con la realización de movimientos voluntarios para una activación muscular (Cuenca-Fernández et al., 2017).

Existe una confusión entre la taxonomía de los protocolos utilizados para potenciar el rendimiento deportivo, teniendo dos clasificaciones para ello: potenciación post activación (PAP por sus siglas en inglés) que se lleva a cabo mediante impulsos eléctricos involuntarios, por ello, los mecanismos mediante los que se desarrolla la PAP son: la sensibilidad de las cadenas reguladoras ligeras de miosina al calcio facilitando una mayor contracción muscular (Sale, 2004), los cambios en el ángulo de penetración y estímulo post sináptico potencial (Tillin y Bishop, 2009), así como el reclutamiento de unidades motoras tipo IIX al momento de realizar la actividad condicionante para desencadenar la potenciación (Bogdanis et al., 2019).

Por otra parte, cuando se realizan movimientos de carácter voluntario existe un nuevo termino y clasificación llamado PAPE (Post Activation Performance Enhance), lo que se define como una mejora del rendimiento post activación, este rendimiento está mediado por diferentes factores de carácter neurales y musculares, entre ellos destacan: la temperatura muscular (un aumento entre 0.3°C a 0.9°C parece ser lo ideal), contenido de agua dentro del músculo, velocidad de contracción, *stiffness* musculotendinoso y reclutamiento de unidades motoras. Por ello, se puede clasificar como una actividad condicionante (AC) a la primera, mientras que debido a sus efectos en el rendimiento, potenciación a la segunda (Boullousa et al., 2020; Blazeovich y Babault, 2019; Bishop, 2003).

De esa manera, a pesar de que en su gran mayoría, los estudios aplican una intervención basada en PAPE siguen acuñando el termino PAP debido a sus antecedentes históricos que se relacionan con el historial contráctil a nivel muscular (Tillin y Bishop, 2009; Sale, 2002). No obstante, el termino PAPE hace referencia a la mejoría de fuerza máxima y/o potencia muscular luego de aplicar una AC que potencie la mejora del rendimiento post activación (Prieska et al., 2020).

De igual manera, se pone de manifiesto la diferencia entre calentar y potenciar, siendo dos fenómenos completamente diferentes, mientras que el calentamiento se encarga de aumentar la temperatura muscular mediante la preparación del tejido contráctil aumentando la conducción nerviosa, se puede decir que este es la fase de preparación para la potenciación la cual es la activación voluntaria del músculo previo a una acción específica mediante una AC, sin embargo, un correcto calentamiento es determinante para un mejor rendimiento en actividades con necesidades de altos niveles de potencia muscular (Blazeovich y Babault, 2019; Silva et al., 2018; Racinais et al., 2017).

Según el tipo de actividad, volumen, intensidad y la selección de ejercicios, una variable que es fundamental para una correcta PAP y su posterior PAPE es conocer la ventana de oportunidad entre la AC y su posterior efecto de potenciación, ya que de no conocer el tiempo optimo, el rendimiento se ve afectado por la fatiga acumulada lo que no presentará una mejoría en la producción de potencia muscular (Prieska et al., 2020; Sale, 2002).

Otro factor imprescindible para lograr una PAPE exitosa es sin duda el tiempo de recuperación individual lo que permite asignar el ejercicio y ventana de oportunidad óptima para cada individuo ya que es muy fluctuante, a su vez, eso puede mejorar o interponerse en el rendimiento (Bogdanis et al., 2014; de Assis Ferreira et al., 2012), además, de fomentar en un mayor desarrollo de potencia muscular por unidad de tiempo (RPD: rate of power development por sus siglas en inglés) que es imperativo para un mejor rendimiento en actividades deportivas que involucren sprints, lanzamientos, saltos, golpes, derribos y pateo (Blazeovich y Babault, 2019; Golas et al., 2016).



De esa manera, la especificidad del ejercicio seleccionado para potenciar es importante, esto debido a que se debe trabajar con ejercicios que presenten patrones de movimiento similares o incluso el mismo que la actividad a potenciar (Handford et al., 2022).

Por su parte, el tipo de acción muscular utilizada para desencadenar la mejora del rendimiento post activación puede ser de naturaleza isométrica, excéntrica y/o concéntrica lo que presenta efectos sobre la frecuencia del estímulo y la fuerza aplicada, esta relación se manifiesta en acciones isométricas las cuales mantienen la fuerza por más tiempo, en contraste, las acciones concéntricas deben mantener una mayor frecuencia para alcanzar su pico máximo de fuerza (Beato et al., 2019; Sale, 2002).

Por otro lado, las acciones musculares excéntricas pueden estimular la PAPE mediante diferentes metodologías como sobrecarga excéntrica, isoinercial (sobrecarga excéntrica) y pliométrico (ciclo estiramiento acortamiento) por mencionar algunas (Suchomel, et al., 2019), esto debido a las ventajas de las acciones excéntricas, las cuales presentan mayor capacidad de carga que las acciones concéntricas entre un 20% a un 60% mayor (Hollander et al., 2007) lo que puede ser una ventaja para inducir la potenciación, aunado a ello, las acciones excéntricas presentan un reclutamiento selectivo de unidades motoras tipo II las que se presentan al producir potencia muscular (Harris-Love et al., 2021; Zacharia et al., 2019).

No obstante, la mayoría de los protocolos para el desarrollo de la PAPE se fundamentan en acciones isométricas e isotónicas, mientras que las investigaciones con énfasis en la sobrecarga de las acciones musculares excéntricas es limitada, por ese motivo el objetivo de este documento es determinar los efectos de las acciones musculares excéntricas como método de PAPE para el estímulo de la potencia muscular.

METODOLOGÍA

Para lograr el objetivo mencionado, se llevó a cabo una revisión sistemática usando los lineamientos propuestos en la declaración PRISMA (Page et al., 2021).

Estrategia de búsqueda

La búsqueda de artículos se llevó a cabo en las bases de datos Scopus, Pubmed y en el motor de búsqueda Google académico en el mes de junio del 2023. Se identificaron en total 219 artículos de los que se seleccionaron 11 para esta revisión. Se utilizaron las palabras clave *“post activation potentiation enhance”* *“OR”* *“PAPE”* *AND* *“muscle power”* *OR* *“explosive force”*.

La estrategia PICOS (Landa-Ramírez et al., 2014) fue utilizada en la revisión, esto con el fin de establecer la elegibilidad, debido a ello, se tomaron en cuenta los siguientes criterios de inclusión: que fueran estudios originales, que los participantes fueran atletas de algún deporte sin importar su género, que se utilizara algún método para inducir la PAPE, que se comparara con otro medio para estimular la PAPE o con un grupo control y que los estudios fueran del año 2010 a la fecha. Se tomaron en cuenta aquellos estudios que en su protocolo hayan aplicado PAPE aunque lo mencionaran como PAP, siempre y cuando cumplieran con su AC de manera voluntaria.

Proceso de selección

La figura 1 muestra el procedimiento para la selección de los artículos incluidos en la presente revisión. Para seleccionar el artículo primero se leyó el título, posteriormente se procedía a leer el resumen y si este contenía la información de interés se obtenía el texto completo para verificar los criterios de inclusión y poder incluirlo o descartarlo. Posteriormente se enviaba la información a una hoja de Excel para el análisis de los datos.

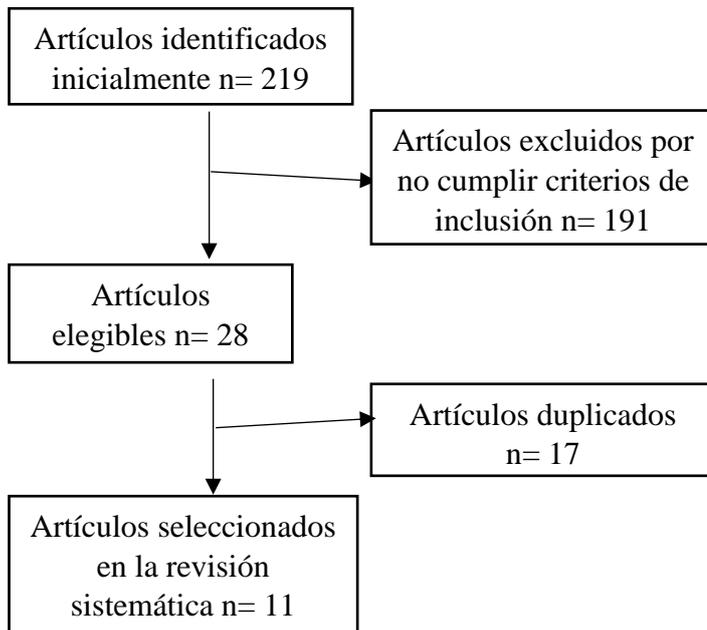


Figura 1. Diagrama del proceso de selección de los artículos incluidos en la revisión

Valoración de la calidad metodológica

Se utilizó la escala PEDro (Vega et al., 2019) para establecer la calidad metodológica de los estudios seleccionados la cual tiene 10 puntos para su evaluación, no obstante, debido al tipo de estudios es difícil cumplir con el cegamiento por lo que se estableció entre los autores que aquellos artículos con una puntuación arriba de 6 eran de una buena calidad metodológica.

RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan las principales características de cada estudio seleccionado para esta revisión, en ella se pone de manifiesto que de los 11, dos se llevaron a cabo en atletas de natación; dos en jugadores de fútbol soccer; uno en rugby; uno en atletas de pista y campo; uno en atletas de fuerza; uno en velocistas; uno en atletas amateur (no especifica su disciplina), uno en jugadores de volibol y uno en jugadores de balonmano. El género de los participantes fue únicamente en hombres.

La metodología para estimular la PAPE fue variada, en dos estudios se desarrolló mediante el uso de tecnología isoinercial y fuerza máxima; tres de ellos con protocolos aislados de las acciones musculares

(concéntricas, excéntricas e isométricas); uno más aplicó la sentadilla con sobrecarga excéntrica y la sentadilla en dispositivo isoinercial; cuatro estudios se llevaron a cabo utilizando solamente la tecnología isoinercial; uno comparó la sentadilla tradicional y la sentadilla en dispositivo isoinercial y solo uno se llevó a cabo con saltos profundos con sobrecarga excéntrica (*drop jump*).

Los ejercicios de la AC para estimular la PAPE fueron en su mayoría para miembros inferiores (ocho estudios); para miembros superiores (dos estudios) y solamente un estudio estimuló miembros superiores e inferiores.

La carga utilizada en los ejercicios de fuerza fue entre un 70% y un 105% de la repetición máxima, por su parte, la inercia utilizada en los dispositivos isoinerciales oscilaba entre 0.07 kg/m² a 0.19 kg/m², un estudio no especificó la carga utilizada, finalmente el protocolo desarrollado mediante *drop jump* utilizó sobrecarga con el 10%, 20% y 30% de la masa corporal de cada participante. El lapso entre la AC y la PAPE fue entre 1 minuto hasta 21 minutos, a su vez, hubo periodos más largos para conocer el efecto residual de la AC sobre la PAPE hasta 48 horas después, por último, dos estudios no especificaron las ventanas de tiempo.

Los resultados evidenciaron que hubo efectos positivos de la AC sobre la PAPE en 9 de ellos, mientras que dos estudios no manifestaron cambios en sus variables.



Autor	Año	Muestra	Deporte	Estímulo PAPE	Ventana de tiempo	Evaluación PAPE	Carga	Comparación	Principales resultados	Cal. Met.
Asencio et al.	2020	14 hombres	Balonmano	FM y TI	4 minutos	Velocidad de lanzamiento	90% RM y 0.16 kg·m ²	FM vs TI	↔ No hubo cambios	5
Beato et al.	2021b	31 hombres	Futbol soccer	TI	5 minutos	Cambio de dirección	0.194 kg.m ² , 0.072 kg.m ² y 0.072 kg.m ³	SI vs EI vs CC	↑ Cambios de dirección en los tres protocolos	7
De Keijzer et al.	2020	13 hombres	Futbol soccer	SI	3 y 6 minutos	CMJ y LJ	0.029 kg·m ²	1 vs 2 vs 3 sets	↑ En el grupo que hizo un solo set	6
Esformes et al.	2011	10 hombres	Rugby	ISO, CON, EXC, ExCo	12 minutos	PBB 40% RM	3RM	ISO vs CON vs EXC vs ExCo	↑ En el PBB al 40% en el grupo ISO	5
Bogdanis et al.	2014	14 hombres	Pista y campo	ISO, CON y EXC	1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19 y 21 minutos	CMJ	70%, 90% RM y ISOm	ISO vs CON vs EXC	↑ CMJ en el grupo ISO	5
Beato et al.	2019	10 hombres	Atletas amateur	ST y SI	1, 3 y 7 minutos	CMJ, LJ y <i>sprint</i>	0.06 kg·m ² y Pmax	ST vs SI	↑CMJ y LJ en ambos grupos	5
Tseng et al.	2021	16 hombres	Volybol	SE y ST	10 minutos, 24 y 48 horas	CMJ, SPJ y JIMM	80 % y 105 % RM	SE vs ST	↔ Mantenimiento del JIMM en SE pero no en CMJ ni SPJ	6



Cuenca-Fernández et al.	2020a	17 hombres	Natación	TI y FM	No específica	50 metros nadando intenso	85% RM	TI vs FM vs Control	↑ En los primeros metros de nado en ambos grupos	5
Cuenca-Fernández et al.	2019	13 hombres	Natación	TI	No específica	Salida desde plataforma	No específica	Control	↑ Incremento en la velocidad de salida	5
Dechechi et al.	2013	10 hombres	Velocistas	EXC y CON	4 minutos	50 metros de <i>sprint</i>	90% RM	EXC vs CON	↑ Incremento en la velocidad solo en el CON	4
Bridgeman et al.	2017	12 hombres	Atletas de fuerza	DJ	2, 6 y 12 minutos	CMJ	PC, 10%PC, 20%PC y 30%PC	PC vs %PC	↑ CMJ con el 20% PC despues de 2 minutos	4

PAPE= mejora del rendimiento post activación, FM= fuerza máxima, TI= tecnología isoinercial, SI= sentadilla isoinercial, ISO= isométrico, CON= concéntrico, EXC= excéntrico, ExCo= excéntrico-concéntrico, SE= sobrecarga excéntrica, ST= sentadilla tradicional, DJ= salto profundo
 CMJ= salto contra movimiento, LJ= salto de longitud, PBB= *press* banca balístico, SPJ= salto en picada, JIMM= jalón isométrico medio muslo, kg·m²= kilogramo por metro cuadrado, RM= repetición máxima, ISOM= isometría máxima, Pmax= potencia máxima
 PC= peso corporal, EI= extensión de pierna isoinercial, CC= corte y cambio de dirección, ↔= no hubo cambios, ↑= mejoras, Cal. Met.= calidad metodológica



DISCUSIÓN

El objetivo de este documento es determinar los efectos de las acciones musculares excéntricas como método de PAPE para el estímulo de la potencia muscular. Esto debido a que el desarrollo de la potencia muscular es de gran interés en el ámbito deportivo para una mejora del rendimiento (Bogdanis et al., 2018).

Si bien, el rendimiento muscular está mediado por diferentes vías (neuromusculares, mecánicas, fisiológicas y bioquímicas) la PAPE no esclarece de manera concreta su mecanismo de acción, parece que los siguientes fenómenos están relacionados para su estímulo: la fosforilación de las cadenas ligeras de miosina, la temperatura muscular, contenido de agua dentro del músculo, velocidad de contracción, *stiffness* musculo-tendinoso y reclutamiento de unidades motoras, siendo los más aceptados en el ámbito deportivo (Beato, et al., 2021a). Por ello, la PAPE se define como el aumento de la capacidad contráctil a nivel muscular después de un estímulo de precarga con el objetivo de una mayor producción de potencia muscular, si bien, hay diferentes métodos para inducir la PAPE, las acciones musculares excéntricas son efectivas para el desarrollo de ejercicios de carácter explosivo, esto debido a lo que se conoce como potencia muscular excéntrica (Timon et al., 2019; Laffaye y Wagner, 2013).

En el tiempo, la ciencia ha tratado de encontrar diversas estrategias para la mejora de los procesos neuromusculares mediante estímulos de carácter físico y fisiológico en ambas direcciones, aguda y crónica, entre ellas se encuentra la PAPE, la cual busca el mejoramiento del rendimiento la cual puede ser una buena estrategia durante el periodo de entrenamiento o como medio de calentamiento mediante una AC (Maroto-Izquierdo et al., 2020).

PAPE en natación

La natación es un deporte que involucra el uso de piernas y brazos para obtener impulso, por ende, la potencia muscular es un indicador fehaciente del rendimiento deportivo en dicha disciplina (Castells, 2013). Por ello, diversas estrategias han surgido con el fin de optimizar el gesto deportivo durante el nado,

entre ellas, la PAPE como método de activación muscular (Mendoza-Sagardia et al., 2023).

Cuenca-Fernández et al. (2020), llevaron a cabo una investigación para conocer los efectos de un protocolo de PAPE excéntrico mediante tecnología isoinercial y fuerza máxima sobre la velocidad de nado en 50 metros, los resultados presentaron mejoras en ambos grupos en la velocidad solo en los primeros metros argumentando que tal vez la fatiga puede ser mayor que la potenciación en la distancia arriba de los 10 metros. Estos resultados se contraponen a lo propuesto por el mismo Cuenca-Fernández y colaboradores (2020b) quienes luego de aplicar un protocolo de entrenamiento excéntrico para conocer los efectos sobre el rendimiento en nadadores encontraron mejoras en la velocidad de nado en los 25, 30 y 40 metros lo que sugiere que los efectos del programa de entrenamiento manifestaron un mejor balance entre potenciación y fatiga siendo dominante la primera de estas, no obstante, esta diferencia puede ser debido a que en un estudio solo se aplicó la PAPE antes del nado, en otro se llevó un plan de entrenamiento de seis semanas con gestos específicos de nado lo que pudo ser determinante debido a la adaptación de las fibras musculares tipo Ix mediante el entrenamiento excéntrico lo que produce mayores efectos residuales luego de llevarse a cabo (Bogdanis et al., 2018; Coratella y Schena, 2016).

De la misma manera, estos resultados son opuestos a lo encontrado por Hancock et al. (2015) quienes si encontraron mejoras en la velocidad de nado de 100 metros luego de la PAPE y un lapso de seis minutos de descanso, sin embargo, un factor que pudo influir en estos resultados es la especificidad de la AC para inducir la PAPE, ya que Hancock et al. (2025) utilizaron 10 metros de *sprints* resistidos a máxima velocidad a diferencia de Cuenca-Fernández et al. (2020) quienes utilizaron un protocolo isoinercial, no obstante no se especificó el tiempo de descanso ni el tipo de ejercicio lo que puede tener efectos negativos sobre los resultados.

Cuenca-Fernández et al. (2019) realizaron un protocolo de PAPE excéntrico para ver como influía sobre la potencia de salida obteniendo resultados favorables en el despegue desde plataforma. Estos hallazgos concuerdan con Hancock et al. (2015) lo cual se puede atribuir a lo mencionado anteriormente, la especificidad, ya que ambos estudios realizaron



protocolos con una biomecánica similar al gesto deportivo.

PAPE en fútbol soccer

Debido a las exigencias físicas que se requieren en el fútbol soccer, la ejecución de acciones con carácter explosivo es fundamental para un buen desempeño durante los 90 minutos de juego, por ello, el desarrollo de la potencia muscular es imperativo (Dolci et al., 2020).

Beato et al., (2021b) aplicaron un programa para conocer los efectos que tenía la PAPE con sobrecarga excéntrica (extensión de pierna, sentadilla y *cross cutting step*) sobre la capacidad de cambiar de dirección y la función contráctil muscular en jugadores de fútbol soccer, los resultados determinaron mejorías en el cambio de dirección después de los cuatro minutos de recuperación entre AC y PAPE, por ello, Beato et al. (2021b) sugieren que la PAPE mediante sobrecarga excéntrica isoinercial es una buena herramienta para estimular gestos específicos de juego como el cambio de dirección cuatro minutos antes de un partido de soccer. Estos resultados concuerdan con lo evidenciado por Gonzalo-Skok, et al. (2017), quienes luego de aplicar un programa de entrenamiento con sobrecarga excéntrica isoinercial con ejercicios específicos en diferentes direcciones encontraron mejoras en el cambio de dirección, si bien el estudio de Gonzalo-Skok et al. (2017) no fue aplicando la PAP, utilizó patrones de movimiento específicos en diferentes direcciones como el *cross cutting step* aplicado por Beato et al. (2021b), por ello, sus resultados ponen de manifiesto la importancia del trabajo mediante acciones lo más parecidas posibles a la realidad deportiva aplicando un estímulo excéntrico.

De Keijzer et al. (2020) aplicaron un protocolo de PAPE con sentadilla isoinercial en jugadores de soccer con el propósito de conocer los efectos sobre la capacidad de salto CMJ y LJ, luego de aplicar la PAPE se realizaron mediciones a los tres y seis minutos, los resultados sugieren que múltiples sets de sentadilla (arriba de dos series) son efectivas para desarrollar la PAPE en jugadores de soccer luego de seis minutos de recuperación, estos resultados son similares a lo encontrado por Maroto-Izquierdo et al. (2020) quienes encontraron mejoras en el salto CMJ luego de realizar la PAPE con sentadilla isoinercial, no obstante, a

diferencia de De Keijzer et al. (2020) quienes realizaron tres series de sentadilla, Maroto-Izquierdo et al. (2020) aplicaron solamente un set, además del tipo de población ya que Maroto-Izquierdo et al., lo llevaron a cabo en sujetos físicamente activos sin especialización deportiva, lo que pudo ser factor para que solamente una serie fuese efectiva.

PAPE en rugby

La fuerza, velocidad y potencia muscular son capacidades que permiten optimizar el rendimiento en jugadores de rugby (Douglas et al., 2018). Por ello, las estrategias para coadyuvar el desarrollo de potencia muscular deben ser abordadas según las necesidades de dicha disciplina.

Esformes et al. (2011) estudiaron los efectos que tenía la PAP mediante las diferentes acciones musculares (excéntrica, concéntrica e isométrica) sobre la producción de potencia muscular en jugadores de rugby, luego de 12 minutos después de realizar la AC, los participantes realizaron el ejercicio de *press* banca balístico, los resultados solamente mostraron mejoras en el protocolo isométrico, esto puede deberse a que las cargas en la fase excéntrica se basaron en 3Rm lo que no da un parámetro equitativo con las otras acciones musculares, además del periodo de descanso que se considera largo lo que pudo afectar al reclutamiento selectivo de unidades motoras tipo IIX de las acciones musculares excéntricas (Zacharia et al., 2019) y tal vez, debido a la mayor actividad y activación EMG (electromiográfica) de las acciones isométricas se mantuvo el estímulo por más tiempo, no obstante, son resultados que no se pueden asegurar según el tipo de acción muscular (Tillin y bishop, 2009).

La evidencia de Esformes et al. (2011) está en sincronía con Bogdanis et al. (2014) quienes encontraron la PAP isométrica más efectiva que la PAP excéntrica y concéntrica sobre la capacidad de salto CMJ, sin embargo, Bogdanis et al. (2014) lo



llevaron a cabo en atletas de pista y campo lo que pudiera ser un punto importante en esos resultados, además, el tipo de AC que se evaluó como PAP, Esformes et al. (2011) lo evaluaron con *press* banca mientras que Bogdanis et al. (2014) con media sentadilla.

Esto resultados difieren con Marshall et al. (2019) quienes no encontraron mejoras en jugadores de rugby luego de una PAP isométrica en sentadilla, lo que pueda deberse a la AC para estimular la PAP y los tiempos de trabajo para que la fatiga no sea protagonista en lugar de la potenciación (Sale, 2004).

PAPE en balonmano

El balonmano se caracteriza por la intermitencia de sus acciones de alta intensidad y por la resistencia para mantener acciones de carácter explosivo con una gran demanda de potencia muscular (Sabido et al., 2017).

Asencio et al. (2020) realizaron un estudio con el objetivo de conocer los efectos de la PAP excéntrica sobre la velocidad de lanzamiento de balón en jugadores de balonmano, el protocolo se realizó con una polea cónica realizando un *press* horizontal, luego de realizarse en comparación con 3RM de *press* banca al 90% ninguno de los protocolos presentaron mejoras en la velocidad de lanzamiento. Estos resultados coinciden con lo encontrado por Sabido et al. (2017) quienes luego de aplicar un programa de entrenamiento isoinercial con sentadilla no manifestaron mejoras en la velocidad de lanzamiento en atletas de balonmano, esto puede deberse a la especificidad del entrenamiento, si bien, Asencio et al. (2020) realizaron ejercicios para los miembros superiores, estos no presentan la biomecánica correcta en el trayecto del lanzamiento, por otra parte, Sabido et al. (2017) no aplicaron ejercicios para mejorar el lanzamiento, ya que solo realizaron sentadilla lo que pudiera ser factor para el aumento de la velocidad de lanzamiento debido a la transmisión de fuerzas desde miembros inferiores, no obstante, se debe realizar la transferencia directa a las acciones específicas de cada disciplina deportiva, en este caso el balonmano.

Por el contrario, Marques et al. (2007) si encontraron mejoras en la velocidad de lanzamiento de balón luego de medir la relación entre la potencia máxima del *press* banca y la velocidad de ejecución, a diferencia de Asencio et al. (2020) que no midió la velocidad de

cada movimiento, Marques et al. (2007) utilizó un encoder lo cual es más fiable para conocer la potencia pico de cada movimiento y con ello poder aplicar un estímulo más exacto al evaluar. Otra variable es el nivel de fuerza y potencia de cada atleta, ya que en el balonmano parece ser que la velocidad de lanzamiento está íntimamente relacionada con ello (Chelly et al., 2010) y en el estudio de Asencio et al. (2020) no se especifica, por ello, tal vez los resultados no presentaron mejoras.

PAPE en atletismo

Las demandas de potencia muscular en el atletismo están bajo la condicionante en las demandas físicas de sus pruebas de pista y campo, en ellas, la fuerza explosiva es factor determinante para el éxito deportivo, por ello, se busca una correcta periodización para la ganancia de fuerza y potencia muscular en atletas de las pruebas en pista y campo (DeWeese et al., 2015).

Bogdanis et al. (2014) llevaron a cabo un protocolo de PAPE con diferentes acciones musculares (excéntricas, isométricas y concéntricas) en atletas de pista y campo para conocer sus efectos sobre la capacidad de salto, el protocolo aplicó cargas del 90%RM (concéntrica), 70% (excéntrica) y tres segundos de máximo esfuerzo (isométrica), el ejercicio fue la media sentadilla con ventanas de tiempo desde los 15 segundos hasta los 21 minutos. Los resultados mostraron mejoras en el CMJ en el protocolo de la PAPE isométrica en comparación de la PAPE excéntrica y concéntrica. Por su parte, Dechechi et al. (2013) manifestaron mejoras en la velocidad de carrera en 50 metros luego de la PAPE concéntrica al 90% de la RM en comparación a la PAPE excéntrica.

Estos resultados concuerdan con lo evidenciado por Dolezal et al. (2016) quienes implementaron un programa basado en la velocidad de ejecución concéntrico y excéntrico en atletas universitarios de pista y campo obteniendo mejoras en la capacidad de salto en ambos protocolos, sin embargo, algo de suma importancia es el nivel de cada atleta, así como conocer los efectos residuales de las diferentes acciones musculares como las excéntricas que mantienen mayores ganancias en el tiempo (Coratella y Schena, 2016). Tal vez la PAPE excéntrica en los estudios de Bogdanis et al. (2014) y Dechechi et al. (2013) no presentó la optimización del rendimiento



debido al efecto de aprendizaje en las acciones musculares excéntricas (Brandenburg y Docherty, 2002).

Lo encontrado por Bogdanis et al. (2014) puede deberse a que el estímulo en la fase excéntrica no fuera suficiente ya que lo encontrado por Golaś et al. (2016) fue con una PAPE excéntrica al 130% de la RM lo cual está de acuerdo con Hollander et al. (2007) quienes manifestaron que el radio de carga y producción de fuerza de las acciones excéntricas es entre un 20% a un 60% mayor que las acciones concéntricas, por lo que, Bogdanis et al. (2014) y Dechechi et al. (2013) manejaron cargas muy por debajo de ello, además, es complicado igualar las cargas y estímulo de las diferentes acciones musculares ya que no hay hasta la fecha un estándar de oro para ello.

PAPE en volibol

Las necesidades de producir potencia muscular en el volibol son fundamentales para el desarrollo de los gestos técnicos como sacar, recibir, rematar, pasar y principalmente en la capacidad de salto (Novita et al., 2022).

Tseng et al. (2021) estudiaron los efectos de la sobrecarga excéntrica como metodología para estimular la PAPE en jugadores de volibol. Midiendo la capacidad de salto con el CMJ y el *spike jump* (salto para rematar), así como el jalón isométrico de medio muslo (JIMM), sus resultados no presentaron mejoras en la capacidad de salto, no obstante, el JIMM presentó mayores efectos residuales luego de 48 horas. Tal vez, estos resultados no fueron favorables en la fase de sobrecarga excéntrica debido a la velocidad de ejecución la cual no se especifica, sin embargo, según Zacharia et al. (2019) la velocidad de la fase excéntrica en sentadilla debe ser lo más rápido posible con el fin de mantener la capacidad contráctil de la fibras musculares tipo IIx. Otro punto importante pudiera ser que en el JIMM la activación muscular fuera mayor y al ser la última prueba hubiese tenido una mayor potenciación debido a la activación muscular de los saltos previos lo que estimula de manera directa los patrones de activación selectivo de las unidades motoras tipo IIx mediante el reflejo H (Picón-Martínez et al., 2019; Sale, 2002; Pasquet et al., 2000).

Según el tipo de AC la PAPE puede ser solamente con un solo ejercicio o en combinación con algún otro lo

cual se puede tomar como una PAPE de contraste combinando ejercicios de fuerza con otros como la polimetría maximiza el reclutamiento de unidades motoras tipo IIx (Bogdanis et al., 2018).

PAPE en deportes asociados a la fuerza y otras disciplinas

El desarrollo de la potencia muscular en algunos deportes relacionados con la fuerza depende en gran medida de diversos factores, entre ellos, la integración de las ganancias de fuerza *per se*, el RFD, habilidades y coordinación, a su vez, conforme el nivel de entrenamiento del atleta es mayor, se deberá adecuar el programa de entrenamiento a sus necesidades específicas e individuales (Haff et al., 2012).

Bridgeman et al. (2017) estudiaron la PAPE mediante un protocolo de saltos profundos para conocer sus efectos sobre la capacidad de salto, la carga se estableció con diferentes porcentajes del peso corporal de los atletas entrenados en fuerza, desde un 10%, 20% y 30% para hacer énfasis en la fase excéntrica con sobrecarga. Sus resultados manifestaron que los saltos profundos con el 20% del peso corporal fueron la mejor metodología de PAPE luego de dos minutos de recuperación. Estos resultados están de acuerdo con Dello Iacono et al. (2016) quienes experimentaron los efectos de diferentes saltos a una pierna, de manera vertical y horizontal sobre la capacidad de salto y cambios de dirección, sus resultados mostraron mejoras en ambos protocolos, sin embargo, a diferencia de Bridgeman et al. (2017) el protocolo de Dello Iacono et al. (2016) fue de manera unilateral, esto es un factor importante ya que según Bogdanis et al. (2019) los ejercicios de pliometría con carácter unilateral desarrollan un mayor RFD, fuerza y capacidad de salto, por ello, se debe trabajar de manera unilateral para poder optimizar de una mejor manera el estímulo de la capacidad contráctil.

Los resultados de Bridgeman et al. (2017) son similares a los de Chen et al. (2013) quienes encontraron una PAPE exitosa luego de aplicar uno y dos sets de saltos profundos en atletas de volibol luego de dos minutos de ventana sobre el CMJ lo que sugiere que los saltos profundos parecen ser una buena alternativa para potenciar la capacidad muscular al estimular la producción de potencia muscular.



Una variable que Bridgeman et al. (2017) no especifican es el tipo de entrenamiento de fuerza que habían seguido los atletas de su estudio, no obstante, probablemente tengan una buena base de fuerza unilateral que se logró transferir a los gestos bilaterales tal como se manifestó en el estudio de Bogdanis et al. (2019).

En otro contexto, Beato et al. (2019) aplicaron un protocolo de sobrecarga excéntrica isoinercial y uno de sentadilla tradicional para conocer el efecto de PAPE sobre CMJ, *sprint* y salto horizontal. Los resultados arrojaron efectos positivos en ambos protocolos, por lo tanto, se concluyó que tanto la sobrecarga excéntrica con una carga de 0.06kg/m² de inercia y la sentadilla tradicional con base en la potencia máxima son viables para potenciar la capacidad de salto y velocidad de carrera en atletas amateur. Estos resultados son parecidos a los encontrados por Timon et al. (2019) quienes encontraron a la sobrecarga excéntrica isoinercial una opción confiable para la PAPE sobre la capacidad de salto, sin embargo, la inercia utilizada fue de 0.10kg/m² lo que es un poco mayor a la utilizada por Beato et al. (2019), estas diferencias, a pesar de tener resultados positivos deben ser tomadas en cuenta ya que no todos responden de la misma manera a una carga dada lo que puede ser la diferencia entre potenciación y fatiga (Tillin y Bishop, 2009).

CONCLUSIONES

La presente revisión permite concluir que las acciones excéntricas parecen ser una buena metodología de PAPE para el estímulo de la potencia muscular en diferentes disciplinas deportivas utilizando cargas entre el 70% al 105% de la RM y con inercias arriba de 0.07kg/m² hasta 0.19 kg/m², así como, ventanas de tiempo desde 1 minutos hasta los 21 minutos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asencio, P., Sabido, R., García-Valverde, A., & Hernández-Davó, J. L. (2020). Does handball throwing velocity increase after an eccentric overload-induced postactivation potentiation. *European Journal of Human Movement*, 44, 5-18.
- Beato, M., Bigby, A. E., De Keijzer, K. L., Nakamura, F. Y., Coratella, G., & McErlain-Naylor, S. A. (2019). Post-activation potentiation effect of eccentric overload and traditional weightlifting exercise on jumping and sprinting performance in male athletes. *PloS One*, 14(9), e0222466.
- Beato, M., Madruga-Parera, M., Piqueras-Sanchiz, F., Moreno-Pérez, V., & Romero-Rodríguez, D. (2021b). Acute effect of eccentric overload exercises on change of direction performance and lower-limb muscle contractile function. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(12), 3327-3333.
- Beato, M., Stiff, A., & Coratella, G. (2021a). Effects of postactivation potentiation after an eccentric overload bout on countermovement jump and lower-limb muscle strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(7), 1825-1832.
- Bishop, D. (2003). Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports medicine*, 33, 439-454.
- Blazevich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in physiology*, 10, 1359.
- Bogdanis, G. C., Tsoukos, A., Brown, L. E., Selima, E., Veligeas, P., Spengos, K., & Terzis, G. (2018). Muscle fiber and performance changes after fast eccentric complex training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(4), 729-738.
- Bogdanis, G. C., Tsoukos, A., Kaloheri, O., Terzis, G., Veligeas, P., & Brown, L. E. (2019). Comparison between unilateral and bilateral plyometric training on single-and double-leg jumping performance and strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(3), 633-640.
- Bogdanis, G. C., Tsoukos, A., Veligeas, P., Tsolakis, C., & Terzis, G. (2014). Effects of muscle action type with equal impulse of conditioning activity on postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2521-2528.
- Boullousa, D., Beato, M., Iacono, A. D., Cuenca-Fernández, F., Doma, K., Schumann,



- M., ... & Behm, D. G. (2020). A new taxonomy for postactivation potentiation in sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(8), 1197-1200.
11. Brandenburg, J. E., & Docherty, D. (2002). The effects of accentuated eccentric loading on strength, muscle hypertrophy, and neural adaptations in trained individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(1), 25-32.
 12. Bridgeman, L. A., McGuigan, M. R., Gill, N. D., & Dulson, D. K. (2017). The effects of accentuated eccentric loading on the drop jump exercise and the subsequent postactivation potentiation response. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(6), 1620-1626.
 13. Castells, R. D. (2013). *Analysis of Swimming Power: Relationship with Muscular Power Output, Swimming Technique and Changes After Training* (Doctoral Dissertation, Universidad de Granada).
 14. Chelly, M. S., Hermassi, S., & Shephard, R. J. (2010). Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(6), 1480-1487.
 15. Chen, Z. R., Wang, Y. H., Peng, H. T., Yu, C. F., & Wang, M. H. (2013). The acute effect of drop jump protocols with different volumes and recovery time on countermovement jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 154-158.
 16. Coratella, G., & Schena, F. (2016). Eccentric resistance training increases and retains maximal strength, muscle endurance, and hypertrophy in trained men. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(11), 1184-1189.
 17. Cuenca Fernández, F., Gay Párraga, A., Ruiz Navarro, J. J., Morales Ortiz, E., López Contreras, G., & Arellano Colomina, R. (2020b). Swimming performance after an eccentric post-activation training protocol. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 140, 44-51
 18. Cuenca-Fernández, F., López-Contreras, G., Mourão, L., de Jesus, K., de Jesus, K., Zacca, R., & Arellano, R. (2019). Eccentric flywheel post-activation potentiation influences swimming start performance kinetics. *Journal of Sports Sciences*, 37(4), 443-451.
 19. Cuenca-Fernández, F., Ruiz-Teba, A., López-Contreras, G., & Arellano, R. (2020a). Effects of 2 types of activation protocols based on postactivation potentiation on 50-m freestyle performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(11), 3284-3292.
 20. Cuenca-Fernández, F., Smith, I. C., Jordan, M. J., MacIntosh, B. R., López-Contreras, G., Arellano, R., & Herzog, W. (2017). Nonlocalized postactivation performance enhancement (PAPE) effects in trained athletes: a pilot study. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(10), 1122-1125.
 21. De Assis Ferreira, S. L., Panissa, V. L. G., Miarka, B., & Franchini, E. (2012). Postactivation potentiation: effect of various recovery intervals on bench press power performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 739-744.
 22. De Keijzer, K. L., McErlain-Naylor, S. A., Iacono, A. D., & Beato, M. (2020). Effect of volume on eccentric overload-induced postactivation potentiation of jumps. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(7), 976-981.
 23. Dechechi, C., Lopes, C., Galatti, L. R., & Ribeiro, R. (2013). Post activation potentiation for lower limb with eccentric and concentric movements on sprinters. *International Journal of Sports Science*, 3(1), 1-3.
 24. Dello Iacono, A., Martone, D., & Padulo, J. (2016). Acute effects of drop-jump protocols on explosive performances of elite handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3122-3133.
 25. DeWeese, B. H., Hornsby, G., Stone, M., & Stone, M. H. (2015). The training process:



- Planning for strength–power training in track and field. Part 1: Theoretical aspects. *Journal of Sport and Health Science*, 4(4), 308-317.
26. Dolci, F., Hart, N. H., Kilding, A. E., Chivers, P., Piggott, B., & Spiteri, T. (2020). Physical and energetic demand of soccer: a brief review. *Strength & Conditioning Journal*, 42(3), 70-77.
 27. Dolezal, S. M., Frese, D. L., & Llewellyn, T. L. (2016). The effects of eccentric, velocity-based training on strength and power in collegiate athletes. *International Journal of Exercise Science*, 9(5), 657.
 28. Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., & McGuigan, M. (2018). Effects of accentuated eccentric loading on muscle properties, strength, power, and speed in resistance-trained rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(10), 2750-2761.
 29. Esformes, J. I., Keenan, M., Moody, J., & Bampouras, T. M. (2011). Effect of different types of conditioning contraction on upper body postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(1), 143-148.
 30. Gołaś, A., Maszczyk, A., Zajac, A., Mikołajec, K., & Stastny, P. (2016). Optimizing post activation potentiation for explosive activities in competitive sports. *Journal of Human Kinetics*, 52(1), 95-106.
 31. Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Valero-Campo, C., Berzosa, C., Bataller, A. V., Arjol-Serrano, J. L., & Méndez-Villanueva, A. (2017). Eccentric-overload training in team sports functional performance: constant bilateral vertical versus variable unilateral multidirectional movements. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(7), 951-958.
 32. Haff, G. G., & Nimphius, S. (2012). Training principles for power. *Strength & Conditioning Journal*, 34(6), 2-12.
 33. Hancock, A. P., Sparks, K. E., & Kullman, E. L. (2015). Postactivation potentiation enhances swim performance in collegiate swimmers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 912-917.
 34. Handford, M. J., Bright, T. E., Mundy, P., & Hughes, J. (2022). The utilisation of post-activation performance enhancement to enhance jump performance during training and sporting competition. *Professional Strength & Conditioning Journal*, (63), 19-26.
 35. Harris-Love, M. O., Gollie, J. M., & Keogh, J. W. (2021). Eccentric exercise: adaptations and applications for health and performance. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 6(4), 96.
 36. Hollander, D. B., Kraemer, R. R., Kilpatrick, M. W., Ramadan, Z. G., Reeves, G. V., Francois, M., ... & Tryniecki, J. L. (2007). Maximal eccentric and concentric strength discrepancies between young men and women for dynamic resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 37-40.
 37. Laffaye, G., & Wagner, P. (2013). Eccentric rate of force development determines jumping performance. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 16(1), 82-83.
 38. Landa-Ramírez, E., & de Jesús Arredondo-Pantaleón, A. (2014). Herramienta PICO para la formulación y búsqueda de preguntas clínicamente relevantes en la psicooncología basada en la evidencia. *Psicooncología*, 11.
 39. Marques, M. C., Van Den Tillaar, R., Vescovi, J. D., & González-Badillo, J. J. (2007). Relationship between throwing velocity, muscle power, and bar velocity during bench press in elite handball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(4), 414-422.
 40. Marshall, J., Turner, A. N., Jarvis, P. T., Maloney, S. J., Cree, J. A., & Bishop, C. J. (2019). Postactivation potentiation and change of direction speed in elite academy rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(6), 1551-1556.
 41. Maroto-Izquierdo, S., Bautista, I., & Rivera, F. (2020). Post-activation performance enhancement (PAPE) after a single-bout of



- high-intensity flywheel resistance training. *Biology of Sport*, 37(4), 343-350.
42. Mendoza-Sagardía, E., Bezerra, A., de Freitas, L. C., Gómez-Álvarez, N., Hurtado-Almonacid, J., Paez-Herrera, J., ... & Reyes-Amigo, T. (2023). Effects of Post-Activation Performance Enhancement on Competitive Swimmers' Performance: A Systematic Review. *Physical Education Theory and Methodology*, 23(3), 458-469.
 43. Novita, N., Harahap, P. O., Sagala, R. S., & Pasaribu, A. M. N. (2022). Effect of plyometric exercises on limb muscle power in volleyball players. *Jurnal SPORTIF: Jurnal Penelitian Pembelajaran*, 8(1), 131-144.
 44. Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799
 45. Pasquet, B., Carpentier, A., Duchateau, J., & Hainaut, K. (2000). Muscle fatigue during concentric and eccentric contractions. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 23(11), 1727-1735.
 46. Picón-Martínez, M., Chulvi-Medrano, I., Cortell-Tormo, J. M., & Cardozo, L. A. (2019). La potenciación post-activación en el salto vertical: Una revisión Post-activation potentiation in vertical jump: A review. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 2041, 44-51.
 47. Prieske, O., Behrens, M., Chaabene, H., Granacher, U., & Maffiuletti, N. A. (2020). Time to differentiate postactivation "potentiation" from "performance enhancement" in the strength and conditioning community. *Sports medicine*, 50(9), 1559-1565.
 48. Racinais, S., Cocking, S., & Périard, J. D. (2017). Sports and environmental temperature: from warming-up to heating-up. *Temperature*, 4(3), 227-257.
 49. Sabido, R., Hernández-Davó, J. L., Botella, J., Navarro, A., & Tous-Fajardo, J. (2017). Effects of adding a weekly eccentric-overload training session on strength and athletic performance in team-handball players. *European Journal of Sport Science*, 17(5), 530-538.
 50. Sale, D. (2004). Postactivation potentiation: role in performance. *British Journal of Sports Medicine*, 38(4), 386-387.
 51. Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Sciences reviews*, 30(3), 138-143.
 52. Silva, L. M., Neiva, H. P., Marques, M. C., Izquierdo, M., & Marinho, D. A. (2018). Effects of warm-up, post-warm-up, and re-warm-up strategies on explosive efforts in team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 48, 2285-2299.
 53. Suchomel, T. J., Wagle, J. P., Douglas, J., Taber, C. B., Harden, M., Haff, G. G., & Stone, M. H. (2019). Implementing eccentric resistance training—Part 1: A brief review of existing methods. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 4(2), 38.
 54. Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports medicine*, 39, 147-166.
 55. Timon, R., Allemano, S., Camacho-Cardenosa, M., Camacho-Cardenosa, A., Martinez-Guardado, I., & Olcina, G. (2019). Post-activation potentiation on squat jump following two different protocols: Traditional vs. inertial flywheel. *Journal of Human Kinetics*, 69(1), 271-281.
 56. Tseng, K. W., Chen, J. R., Chow, J. J., Tseng, W. C., Condello, G., Tai, H. L., & Fu, S. K. (2021). Post-activation performance enhancement after a bout of accentuated eccentric loading in collegiate male volleyball players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(24), 13110.



57. Zacharia, E., Spiliopoulou, P., Methenitis, S., Stasinaki, A. N., Zaras, N., Papadopoulos, C., & Terzis, G. (2019). Changes in Muscle Power and Muscle Morphology with Different Volumes of Fast Eccentric Half-Squats. *Sports*, 7(7), 164.

