

REVISIÓN SISTEMÁTICA: ENTRENAMIENTO DE FUERZA PREVIO A UN PARTIDO DE FÚTBOL

SYSTEMATIC REVIEW: STRENGTH TRAINING BEFORE A FOOTBALL MATCH

Roberto Roberto Seco^a

Universidad Europea del Atlántico, España

(roberto.seco@alumnos.uneatlntico.es) (<https://orcid.org/0000-0002-5893-2076>)

Carlos Lanza

Universidad Europea del Atlántico, España

(carlos.lanza@uneatlantico.es) (<https://orcid.org/0000-0000-0000-0001>)

Carlos Lago

Universidad Europea del Atlántico, España

(carlos.lago@uneatlantico.es) (<https://orcid.org/0000-0003-4139-9911>)

Información del manuscrito:

Recibido/Received: 22/02/2023

Revisado/Reviewed: 13/04/2023

Aceptado/Accepted: 23/05/2023

RESUMEN

Palabras clave:

rendimiento, PAP, fuerza, activación neuromuscular.

El fútbol es un deporte de cooperación-oposición, con elevada incertidumbre y en el que se dan constantemente acciones de alta intensidad que demandan al futbolista un elevado nivel de rendimiento físico. El trabajo en el gimnasio se ha convertido en los últimos años en una herramienta imprescindible y se ha demostrado que un entrenamiento de fuerza antes del inicio de un partido ofrece mejoras en el rendimiento condicional del futbolista gracias al efecto de potenciación post-activación (PAP). El objetivo del presente trabajo de revisión fue comprobar qué protocolos de entrenamientos de fuerza maximizan el efecto de la PAP. Se realizó una búsqueda de artículos en PubMed, encontrando 144 artículos que, una vez filtrados en base a los criterios de inclusión, se redujeron a 13. Fueron mantenidas las directrices para el diseño de revisiones establecidas por PRISMA. Los resultados muestran que para la mayoría de los autores el entrenamiento de fuerza, con protocolos con ejercicios tanto concéntricos, como excéntricos o pliométricos, en todos los planos del movimiento, con un volumen bajo y a altas intensidades ($\pm 85\%1RM$) en el entrenamiento convencional o máximas si se trata de ejercicios pliométricos, con un descanso a la prueba de entre 5 y 10 minutos, podría ser beneficioso para el rendimiento posterior en un partido de fútbol. Se concluyó que existen aspectos diferenciales como que no todas las personas responderán igual ante un mismo protocolo de PAP,

^a Autor de correspondencia.

siendo determinantes la edad o la experiencia previa en el entrenamiento de fuerza.

ABSTRACT

Keywords:

performance, PAP, strength, activation, neuromuscular, priming.

Football is a sport of cooperation-opposition, with high uncertainty and in which there are constantly high intensity actions such as jumps, changes of direction or contact with the opponent that demand a high level of physical performance from the player. In recent years, gym training has become an essential tool and it has been demonstrated that strength training before the start of a match offers improvements in the physical performance of the players thanks to the effect of post-activation potentiation (PAP). The aim of the present review was to test which strength training protocols maximize the effect of PAP. A search for articles was carried out in the PubMed database, finding 144 articles which, once filtered according to the inclusion criteria, were reduced to 13. The guidelines for the design of reviews established by PRISMA were maintained. The results show that for most authors strength training, with protocols with concentric, eccentric or plyometric exercises, in all planes of movement, with low volume and at high intensities ($\pm 85\%1RM$) in conventional training or maximum in the case of plyometric exercises, with a test rest of between 5 to 10 minutes, could be beneficial for subsequent performance in a soccer match. It was concluded that there are differential aspects such as that not all people will respond in the same way to the same PAP protocol, being determinant the age or previous experience in strength training.

Introducción

El fútbol es un deporte socio motriz de cooperación-oposición, con elevada incertidumbre que se desarrolla en un espacio estandarizado por la federación internacional de fútbol (FIFA) de 90-120 metros de largo por 45-90 metros de ancho, debiendo tener geometría rectangular (The International Football Association Board, 2021). Es un deporte acíclico en el que la participación de ambos equipos es simultánea, el cual requiere habilidades abiertas y acciones intermitentes de alta intensidad (Poch, 2008). Durante el desarrollo del partido, los jugadores, sin un orden preestablecido, corren a diferentes intensidades, saltan, regatean, se lanzan al suelo y reciben contactos de los jugadores contrarios (Castellano & Casamichana, 2016). Todo esto hace que el jugador deba adaptarse constantemente a nuevas situaciones, de realidades cambiantes y de diversidad de estímulos.

Las demandas de competición exigen a los jugadores acciones de alta intensidad y de duraciones muy cortas. Más allá de la distancia total recorrida, el rendimiento físico que un jugador puede dar en un partido de fútbol se determina a través de los esfuerzos a alta intensidad (Stølen et al., 2005). Para ello, los jugadores deben de tener unos altos niveles de velocidad, resistencia, capacidad de repetir esfuerzos de alta intensidad, fuerza y potencia. (Turner et al, 2011). En lo que a carga externa se refiere, durante un partido de fútbol, los jugadores recorren una distancia total de unos 10-11 km (Dellal et al., 2011) (Taylor et al., 2017) (Reynolds et al., 2021), de los cuales entre 225 m y 335 m son recorridos a sprint ($> 24\text{km/h}$) (Dellal et al., 2011) (Barnes et al., 2020), llegando a realizar alrededor de 500 aceleraciones y desaceleraciones ($\geq 1.5 \frac{m}{s^2}$) (Altmann et al., 2021).

En cuanto a la carga interna, debido a las características del fútbol, se solicitan conjuntamente los sistemas energéticos aeróbico y anaeróbico (Bangsbo et al., 2006). Para valorar dicha carga, se pueden considerar parámetros fisiológicos como el ritmo cardiaco, el cual oscila entre las 150 y 190 ppm o el 80-90% de la frecuencia cardiaca máxima de los deportistas (Suarez-Arrones et al., 2015) (Stølen et al., 2005), la concentración de lactato en sangre, con valores que van desde los 3 Mmol/l hasta más de 10 Mmol/l en las diferentes fases del partido (Stølen et al., 2005) o el porcentaje del consumo máximo de oxígeno (VO_{2Max}), que puede variar desde los 50-55 ml/kg/min a los 60-65 ml/kg/min en futbolistas profesionales (Hoff, 2005).

Con el objetivo de lograr preparar al futbolista para las demandas de la competición, uno de los modelos de entrenamiento que se utilizan actualmente en el fútbol es el microciclo estructurado (Seirulo Vargas, 2017), en el cual se usa una metodología de organización del microciclo que permite optimizar las cargas de entrenamiento del jugador (Martín-García et al., 2018). Este microciclo basa la periodización de los contenidos de los entrenamientos en función del "match day" (MD), es decir, en función de cuándo se ha jugado el último partido y cuándo se jugará el siguiente. De esta forma, permite incluir de manera simultánea el trabajo tanto del aspecto condicional como del técnico, táctico y psicológico. Basándose en un microciclo tipo de 7 días, la forma de programar el entrenamiento será la siguiente: el día siguiente al partido (MD+1), el grupo se dividirá en dos, diferenciando a los jugadores con más de 60 minutos disputados, que harán un trabajo regenerativo para eliminar la fatiga, y a los jugadores que jugaron menos de 60 minutos, que harán un trabajo compensatorio para simular la carga del partido. El día MD+2 será el día de descanso. A partir de aquí, comienza el bloque de adquisición, que comprenderá los días MD-4 y MD-3 (4 y 3 días antes del próximo partido respectivamente) y serán las dos sesiones más demandantes

de la semana que tendrán por objetivo provocar nuevas adaptaciones en el jugador. Por último, los días MD-2 y MD-1 (2 y 1 días antes del siguiente partido) pertenecerán al bloque de tapering en el que se tratará de eliminar la fatiga para llegar al partido en un estado óptimo (Seirulo Vargas, 2017) (Martín-García et al., 2018).

La implementación de un programa de entrenamiento de fuerza bien pautado y programado puede hacer mejorar el rendimiento de los jugadores durante el partido, ya que se ha demostrado que se obtienen beneficios en varias de las acciones condicionales que más importancia tienen a la hora de lograr un rendimiento óptimo en un partido: saltos, cambios de dirección, aceleraciones o sprints (Loturco et al., 2020) (Fiorilli et al., 2020) (Styles et al., 2016) (Thapa et al., 2021), además de ayudar en la prevención de lesiones (Biz et al., 2021) (Beato et al., 2021). De este modo, el entrenamiento de fuerza debe estar orientado a las capacidades físicas y a los patrones motores que el propio deporte exigirá al futbolista, existiendo un término denominado “entrenamiento coadyuvante” que hace referencia a las tareas de entrenamiento que están más alejadas de la realidad de la competición pero que preparan al futbolista para poder asimilar de la mejor manera posible las cargas de los entrenamientos (Gómez et al., 2019). Por otro lado, hay que tener en cuenta que la fatiga que produce este tipo de entrenamiento en los días previos a la competición puede afectar al jugador tanto a nivel mental, empeorando la velocidad y la calidad de la toma de decisiones y su posicionamiento en el campo, como de manera física, reduciendo la capacidad del jugador de hacer esfuerzos de alta intensidad (Coutinho et al., 2018), por lo que es necesario ubicar este tipo de trabajo lo suficientemente alejado de la competición como para permitir eliminar la fatiga que acarrea por completo.

Además, en relación al trabajo de fuerza, en los últimos años ha surgido el concepto de potenciación post-activación (PAP, por sus siglas en inglés), el cual se define como un incremento transitorio de la fuerza muscular tras una actividad contráctil previa (Biz et al., 2021), es decir, se pueden obtener mejoras en el rendimiento deportivo después de realizar un trabajo de fuerza. La supuesta mejora en el rendimiento tras realizar un entrenamiento de fuerza parece venir dada por el historial contráctil, pero como se ha comentado anteriormente, hay que tener en cuenta la fatiga, que puede ser contraproducente y no permitir que se logre la PAP (Picón-Martínez et al., 2019).

Debido a que los mecanismos fisiológicos aún son en parte desconocidos, la forma de obtener dicha contracción ideal u óptima es motivo de debate y requiere de mayor investigación al respecto. A pesar de ello, se han destacado dos posibles mecanismos responsables (Picón-Martínez et al., 2019):

a) La fosforilación de las cadenas ligeras de miosina, debido a que vuelven la interacción actina-miosina más sensible a la liberación de calcio del retículo sarcoplasmático.

b) El incremento de la excitabilidad de las motoneuronas, evidenciado por la amplitud del reflejo H.

Estudios previos exponen que el efecto de la PAP varía en función de las características de cada persona (Sánchez-Sánchez et al., 2018). También hay artículos que avalan la PAP retardada, haciendo efecto incluso más de 24h después del entrenamiento (González-García et al., 2020). Dado que potenciar el rendimiento físico de los futbolistas durante la competición es algo deseable por cualquier cuerpo técnico, el objetivo del presente estudio fue comprobar qué protocolos de entrenamiento de fuerza maximizan el efecto de la PAP antes de disputar un partido de fútbol.

Método

Se realizó una búsqueda exhaustiva en los buscadores “Pubmed” y “Google Académico” utilizando palabras clave como “PAP”, “Soccer”, “Neuromuscular”, “profesional” o “resistance training”, combinándolos con los operadores booleanos “AND”, “OR” y “NOT”.

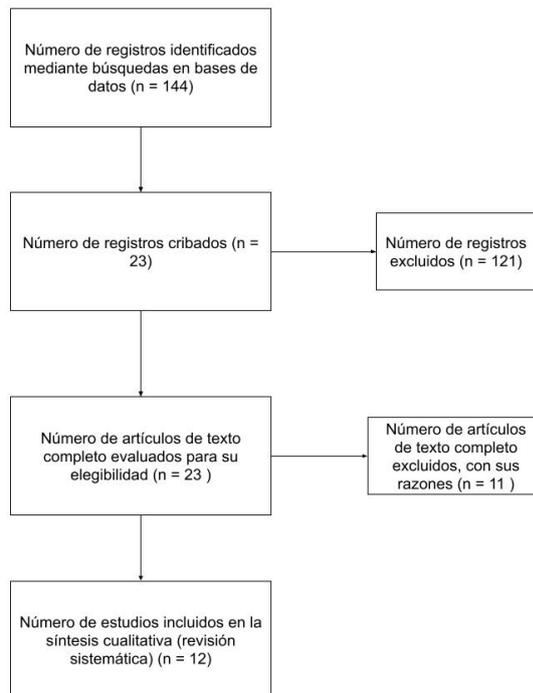
Para realizar dicha búsqueda, se introdujo en el buscador las siguientes combinaciones: "PAP" AND "soccer", "post-activation potentiation" AND "soccer", "neuromuscular" AND "PAP" AND "soccer", "activation" AND "PAP" AND "soccer", "resistance training" AND "PAP" AND "soccer", "training" AND "PAP" AND "soccer", "PAP" AND "performance" AND "soccer", "resistance training" AND "PAP" AND "performance" AND "soccer", "PAP" AND "recovery" AND "performance" AND "soccer", "Post-Activation Potentiation" AND "resistance training" y "Post-Activation Performance Enhancement" AND "soccer". Los criterios de inclusión fueron que el entrenamiento de fuerza se realizase el día previo al partido. Durante la selección, se escogieron artículos escritos tanto en inglés como en español.

Se aceptaron artículos de investigación originales. Además, también fueron de utilidad varios artículos encontrados a través de otros métodos secundarios.

Resultados

En la figura 1 se muestran los artículos seleccionados para realizar la revisión:

Figura 1
Diagrama de flujo de la revisión bibliográfica.



En la Tabla 1 se muestra el resumen de los resultados de los artículos seleccionados:

Tabla 1

Resumen de los resultados

Artículo	Población	Ejercicio	Volumen	Intensidad	Descanso a la prueba	Resultados
Beato et al. (2021)	31 jugadores masculinos de fútbol aficionado	Inertial-Conic Cross-Cutting Step/Flywheel Leg Extension/Squat Exercise	4x6 con cada pierna /4x6 con cada pierna /4x6 con cada pierna	Máxima	Sin datos	Mejoras significativas en COD con la pierna dominante y no dominante 4 minutos después de INC, EXT y Squat
Cioca et al (2021)	18 futbolistas masculinos universitarios	Pliometría	3x10	Maxima	15 s, 2, 4, 8, 12 y 16 min	Mejoras a los 2min en protocolo PAPE, pero no diferencias significativas con grupo de control
Guerra et al (2020)	24 futbolistas profesionales	Ankle hops/hurdle hops/20m sprint lastrado	2x15/3x5/3 series	Máxima/Máxima/15% BW	1, 3 y 5 min	La pliometría en combinación con el sprint resistido mejora el rendimiento del salto vertical en futbolistas profesionales
Iacono & Seitz (2018)	18 jugadores masculinos de élite	Barbell Hip Thrust	3 x 6	85% 1RM	15s, 4 min y 8 min	Diferencias significativas en las 3 distancias
Keijzer et al (2020)	13 futbolistas masculinos universitarios	EOL Squat	1, 2 o 3 series x 6 reps	Inercia: 0.0011 kg·m ²	3 y 6 min	1º: Los efectos solo se ven en el PAP con más de una serie. 2º: Es más efectivo con 6 minutos de descanso
Köklü et al (2022)	12 futbolistas jóvenes (17 años)	Squat	3 reps	90%1RM	1, 2, 3 y 4 min	El estudio concluye que la mejora tanto en CMJ como en sprint fue mayor cuando el descanso fue de 4 minutos. También se observa que con los 4 tiempos diferentes de descanso se mejoraron las marcas del protocolo sin carga.

Mola et al. (2014)	22 futbolistas masculinos profesionales	Squat	3 reps	3RM	4, 8, 12, 16 y 20 min	En primer lugar, una serie de sentadillas 3RM no mejoró de forma aguda el rendimiento de CMJ de todos los participantes experimentales a través de la PAP, aunque existen tanto respondedores como no respondedores a la PAP. En segundo lugar, la constante de tiempo de la PAP provocada por los respondedores difería entre estos individuos
Nealer (2017)	11 Chicas futbolistas recreacionales, 13 chicas futbolistas colegiales	Assisted Sprint	20 m	30% BW	30s, 1min, 2min o 4min	Mejoras en todas las distancias, en entrenadas y no entrenadas
Nickerson et al (2018)	12 jugadores masculinos de NCAA Division II	Back Squat	1x3	85%1RM	1, 4, 7, y 10 min	Mejoras de tiempos en 20m. El sprint más rápido fue 10m después usando el Cluster-30s.
Petisco et al (2019)	10 futbolistas masculinos profesionales	Back Squat	1x10, 1x5, 1x1	60%1RM, 80%1RM, 100%1RM	5min, 6min, 8min	Mejor rendimiento con 80%1RM
Sánchez-Sánchez et al (2018)	8 futbolistas categoría nacional, 8 futbolistas categoría regional	Multipower Squat	Pérdida velocidad 10%	60% 1RM/90 % 1RM	5 min	No mejoras en el sprint con ninguno de los dos protocolos PAP. Mejor rendimiento en categoría nacional que regional.
Till & Cooke (2009)	12 futbolistas profesionales universitarios	DeadLift/Double-legged tuck jump/MVC extensores de rodilla	5 rep/5 rep/3 reps de 3s	5RM/Máxima/Máxima	4, 5 y 6 min/7, 8 y 9 min	No encuentra diferencias entre los diferentes métodos de PAP. El rendimiento en sprint y rendimiento de CMJ mejoraron 7 minutos después del levantamiento de peso muerto y el Double-legged tuck jump, mostrando un efecto

Willims et al (2021)	9 futbolistas masculinos y 6 futbolistas femeninas de instituto (16-18 años)	Sprint lastrado	3 reps	40-50%Vdec	2 min	positivo efecto positivo en el rendimiento posterior. Los sprints lastrados con un peso que haga que la pérdida de velocidad sea de entre el 40 y el 50% hacen que el tiempo en un sprint de 15m descienda. Solo 2 atletas aumentaron su tiempo, siendo ambas, chicas.
----------------------	--	-----------------	--------	------------	-------	---

Nota. BW: Body Weight; RM: Repetición Máxima; Vdec: Pérdida de velocidad; MVC: Contracción Máxima Voluntaria; EOL: Sobrecarga excéntrica; INC: Inertial Conic Cross; EXT: Leg Extension; Min: Minutos; Reps: Repeticiones; s: Segundos

Discusión y conclusiones

A lo largo del presente trabajo se ha llevado a cabo una investigación centrada en el entrenamiento de fuerza antes de un partido de fútbol como medio para lograr una Post-Activation Potentiation, utilizando como marco teórico los 13 artículos mostrados en la Tabla 1.

Sánchez-Sánchez et. al. (2020), Petisco et. al. (2019), Nickerson et al (2018), Mola et. al. (2014), Köklü et. al. (2022), & Beato et. al. (2019) hicieron el protocolo PAP con sentadilla, tanto frontal, como trasera, en multipower y peso libre. Mientras que Petisco et. al. (2019), Nickerson et. al. (2018) y Köklü et. al. (2022) hallaron mejoras en todos los sujetos tras realizar dicho protocolo, se encontró que Mola et. al. (2014) no encuentra beneficios en todos los participantes. Por otro lado, podemos observar cómo el protocolo propuesto por Sánchez-Sánchez et. al. (2021) concluye que no se producen mejoras en ninguno de los sujetos. En ninguna de las investigaciones que utilizan Squat como ejercicio para lograr la PAP se aprecian cambios en la aplicación del protocolo, más allá de la edad y el nivel de los futbolistas, pero no existe una relación entre dicho nivel o edad y la mejora de los resultados tras el entrenamiento de fuerza. Esto se contrapone a lo expuesto por Petrella (1989) y Vandervoort & McComas (2002), que sostienen que la edad sí determina el nivel de PAP, respondiendo mejor los jóvenes en comparación a deportistas de una edad más avanzada.

En lo referido a los vectores de fuerza, todos los autores que trabajaron en el vector horizontal (Hip Thrust o Sprint lastrado) coinciden con que obtuvieron resultados positivos en sus respectivas pruebas. Por otro lado, los estudios que hicieron trabajo en el vector vertical (Squat o DeadLift) también obtuvieron el mismo resultado positivo, a excepción de Mola et. al. (2014), donde no todos los sujetos mejoraron tras el protocolo PAP y Sánchez-Sánchez et. al. (2018), donde no se mejoraron las marcas. Estos resultados pueden deberse a que, durante la carrera, los saltos o los cambios de dirección, se ejercen fuerzas tanto horizontales como verticales, por lo que la introducción del trabajo en ambos vectores, beneficia el rendimiento en los 3 tipos de pruebas (González-García et. al., 2019).

En cuanto a la intensidad hay que diferenciar los protocolos que se basaron en ejercicios de fuerza concéntricos, los que se fundamentaban en arrastres o en los que se

realizaba un trabajo excéntrico o pliométrico. En los primeros, trabajando en intensidades submáximas se hallaron resultados positivos, pero las mayores mejoras fueron con porcentajes de 1RM de entre 80%1RM y 85%1RM (Iacono & Seita, 2018; Petisco et. al., 2017). En este aspecto, podemos ver como Sánchez-Sánchez et. al. (2018), realizó el protocolo PAP con Squat, utilizando como indicativo para determinar el volumen, la pérdida de un 10% de velocidad en la serie. Según González-García et. al. (2019), un 10% de pérdida de velocidad se considera un trabajo ligero. Esto puede hacer que no se alcance el nivel de activación suficiente para encontrar el PAP. Sin embargo, si el trabajo a realizar es pliometría o excéntrico, todos coinciden en que la intensidad debe ser máxima. (Beato et. al, 2021; Till & Cooke, 2009). Los protocolos basados en arrastres diferencian dos formas de expresar la intensidad del trabajo: % de peso corporal (Nealer, 2017) y % de pérdida de velocidad (Williams et. al., 2021). En ambos casos, el resultado fue positivo. La coincidencia de todos estos autores tiene su base en lo expuesto por Picón-Martínez et. al. (2019): el trabajo a realizar para lograr el PAP tiene que ser a intensidades máximas o muy cercanas a estas.

En referencia al entrenamiento pliométrico, Till & Cooke (2009) y Guerra et. al. (2020) coinciden en que sus protocolos PAP conseguían mejorar el rendimiento de los futbolistas si se realizaba junto con los métodos tradicionales, mientras que los autores que basaron el protocolo PAP en un entrenamiento de fuerza concéntrico, Petisco et. al. (2020) y Beato et. al. (2021), no tuvieron que incorporar el trabajo pliométrico para obtener las mejoras en el rendimiento. Esto puede deberse a que, utilizando el método de contrastes o el entrenamiento concéntrico con cargas en las que se trabaje la potencia, se estará en una zona de la curva de fuerza-velocidad óptima para la consecución del PAP que si únicamente se hace trabajo pliométrico, más orientado a la velocidad.

Una de las limitaciones que se encontraron en los estudios analizados es que el fútbol es un deporte multicomponente, donde el rendimiento de los jugadores no puede ser reflejado por pruebas aisladas y lineales como el CMJ (Guerra et. al., 2020) o Sprint lineal (Nickerson et. al., 2018). Además de lo anterior, la no homogeneidad de protocolos, de pruebas y los diferentes participantes seleccionados a estudiar, hacen que los resultados obtenidos no sean fácilmente comparables, pudiendo lograr, si esto se corrigiese, resultados más significativos y vinculantes. Es por ello por lo que se anima a la comunidad científica a continuar por esta línea de investigación, equiparando y mejorando los diferentes protocolos y testeos en las siguientes propuestas de investigación.

El objetivo de la presente revisión fue comprobar qué cargas maximizan el efecto de la PAP antes de disputar un partido de fútbol. Tras el análisis y comparación de los artículos incluidos en el estudio, los autores encuentran las siguientes conclusiones:

1. Dentro de los protocolos que utilizan los ejercicios concéntricos, cargas del 80-85% de 1RM son las que mayores efectos de potenciación post-activación muestran.
2. Tanto los ejercicios excéntricos como los pliométricos requieren intensidades máximas para lograr los mayores efectos posibles de potenciación post-activación.
3. El volumen con el que trabajan los autores que encuentran mejoras en el rendimiento tras un protocolo de fuerza es de 2 a 4 series de 6 repeticiones para ejercicios excéntricos y de 1 a 3 series de 3 a 10 repeticiones con ejercicios concéntricos.
4. Tiempos de entre 4 y 7 minutos desde el final del protocolo de fuerza y el inicio de la prueba se muestran como los más efectivos a la hora de maximizar la PAP, siempre que se utilicen ejercicios concéntricos o excéntricos.

Referencias

- Altmann, S., Forcher, L., Ruf, L., Beavan, A., Groß, T., Lussi, P., Woll, A., & Härtel, S. (2021). Match-related physical performance in professional soccer: ¿Position or player specific? *Plos One*, 16(9), artículo e0256695. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256695>
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(7), 665–674. <https://doi.org/10.1080/02640410500482529>
- Barnes, C., Archer, D., Hogg, B., Bush, M., & Bradley, P. (2020). The evolution of physical and technical performance parameters in the English Premier League. *International Journal of Sports Medicine*, 37(2), 139–145. <https://doi.org/10.5114/BIOLSPORT.2020.93039>
- Beato, M., Madruga-Parera, M., Piqueras-Sanchiz, F., Moreno-Pérez, V., & Romero-Rodríguez, D. (2019). Acute effect of eccentric overload exercises on change of direction performance and lower-limb muscle contractile function. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 00(00), 1–7.
- Beato, M., Maroto-Izquierdo, S., Turner, A. N., & Bishop, C. (2021). Implementing strength training strategies for injury prevention in soccer: Scientific rationale and methodological recommendations. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16, 456–461. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2020-0862>
- Biz, C., Nicoletti, P., Baldin, G., Bragazzi, N. L., Crim, A., & Ruggieri, P. (2021). Hamstring strain injury (HSI) prevention in professional and semi-professional football teams: A systematic review and. *Environmental Research and Public Health*, 18(8272), 1–15.
- Castellano, J., & Casamichana, D. (2016) *El arte de planificar en fútbol*. Fútbol de Libro.
- Ciocca, G., Tschan, H., Tessitore, A. (2021). Effects of post-activation performance enhancement (PAPE) induced by a plyometric protocol on deceleration performance. *Journal of Human Kinetics*, 80(1), 5–16. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0085>
- Coutinho, D., Gonçalves, B., Wong, D. P., Travassos, B., Coutts, A. J., & Sampaio, J. (2018). Exploring the effects of mental and muscular fatigue in soccer players' performance. *Human Movement Science*, 58, 287–296. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2018.03.004>
- de Keijzer, K. L., McErlain-Naylor, S. A., Iacono, A. dello, & 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. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0411>
- Dellal, A., Chamari, K., Wong, D. P., Ahmaidi, S., Keller, D., Barros, R., Bisciotti, G. N., & Carling, C. (2011). Comparison of physical and technical performance in European soccer match-play: Fa Premier League and La Liga. *European Journal of Sport Science*, 11(1), 51–59. <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.481334>
- 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>
- Fiorilli, G., Mariano, I., Iuliano, E., Giombini, A., Ciccarelli, A., Buonsenso, A., Calcagno, G., & Di Cagno, A. (2020). Isoinertial eccentric-overload training in young soccer players: Effects on strength, sprint, change of direction, agility and soccer shooting precision. *Journal of Sports Science and Medicine*, 19(1), 213–223.

- Gómez, A., Roqueta, E., Tarragó, J. R., Seirul-lo, F., & Cos, F. (2019). Entrenamiento en deportes de equipo: el entrenamiento coadyuvante en el FCB. *Apunts Educación Física y Deportes*, 138, 13–25. [https://doi.org/10.5672/apunts.20140983.es.\(2019/4\).138.01](https://doi.org/10.5672/apunts.20140983.es.(2019/4).138.01)
- González-García, J., Giráldez-Costas, V., Ruiz-Moreno, C., Gutierrez-Hellín, C., & Romero-Moraleda, B. (2020) Delayed potentiation effects on neuromuscular performance after optimal load and high load resistance priming sessions using velocity loss. *European Journal of Sport Science*, 21(12), 1617–1627.
- González-García, J., Morencos, E., Balsalobre-Fernández, C., Cuéllar-Rayó, Á., & Romero-Moraleda, B. (2019). Effects of 7-week hip thrust versus back squat resistance training on performance in adolescent female soccer players. *Sports*, 7(4), 80. <https://doi.org/10.3390/sports7040080>
- Guerra, M. A., Caldas, L. C., Souza, H. L., Duncan, J., Guimarães-Ferreira, M. J. & Guerra, M. A., Duncan, M. & Guimarães. (2020). The effects of physical fitness on postactivation potentiation in professional soccer athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003711>
- Hoff, J. (2005). Training and testing physical capacities for elite soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 23(6), 573–582. <https://doi.org/10.1080/02640410400021252>
- Koklu, Y., Koklu, O., Isikdemir, E., & Alemdaroglu, U. (2022). Effect of varying recovery duration on postactivation potentiation of explosive jump and short sprint in elite young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(2), 534–539. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003435>
- Loturco, I., Jeffreys, I., Abad, C. C. C., Kopal, R., Zanetti, V., Pereira, L. A., & Nimphius, S. (2020). Change-of-direction, speed and jump performance in soccer players: a comparison across different age-categories. *Journal of Sports Sciences*, 38(11–12), 1279–1285. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1574276>
- Martín-García, A., Gómez Díaz, A., Bradley, P. S., Morera, F., & Casamichana, D. (2018). Quantification of a professional football team's external load using a microcycle structure. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(12), 3511–3518. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002816>
- Mola, J. N., Bruce-Low, S. S., & Burnet, S. J. (2014). Optimal recovery time for postactivation potentiation in professional soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1529–1537. <https://doi.org/10.1519/JSC.000000000000313>
- Nealer, A. L., Dunnick, D. D., Malyszek, K. K., Wong, M. A., Costa, P. B., Coburn, J. W., & Brown, L. E. (2017). Influence of rest intervals after assisted sprinting on bodyweight sprint times in female collegiate soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(1), 88–94. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001677>
- Nickerson, B., Mangine, G. T., Williams, T. D., & Martinez, I. A. (2018). Effect of cluster set warm-up configurations on sprint performance in collegiate male soccer players. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. <https://doi.org/10.1139/apnm-2017-0610>
- 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. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01167>
- Petrella, R. J., Cunningham, D. A., Vandervoort, A. A., & Paterson, D. H. (1989). Comparison of twitch potentiation in the gastrocnemius of young and elderly men. *European*

- Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 58(4), 395–399. <https://doi.org/10.1007/bf00643515>
- Picón-Martínez, M., Chulvi-Medrano, I., Cortell-Tormo, & J. M., Cardozo, L. A. (2019). La potenciación post-activación en el salto vertical: una revisión. *Retos*, 33, 44-51.
- Poch, G. M. (2008). Enciclopedia de entrenamiento del futbolista profesional. <https://www.biblio.com/book/enciclopedia-entrenamiento-del-futbolista-profesional-poch/d/773730516>
- Reynolds, J., Connor, M., Jamil, M., & Beato, M. (2021). Quantifying and comparing the match demands of U18, U23, and 1ST team english professional soccer players. *Frontiers in Physiology*, 12, 1–6. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.706451>
- 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>
- Seirulo Vargas, F. (2017). El entrenamiento en los deportes de equipo. *Mastercede*.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports medicine*, 35(6), 501-536. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535060-00004>
- Styles, W., Matthews, M., & Comfort, P. (2016). Effects of strength training on squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(6), 1534–1539.
- Suarez-Arrones, L., Torreño, N., Requena, B., Sáez De Villarreal, E., Casamichana, D., Barbero-Alvarez, J. C., & Munguía-Izquierdo, D. (2015). Match-play activity profile in professional soccer players during official games and the relationship between external and internal load. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 55(12), 1417–1422.
- Taylor, J. B., Wright, A. A., Dischiavi, S. L., Townsend, M. A., & Marmon, A. R. (2017). Activity demands during multi-directional team sports: A systematic review. *Sports Medicine*, 47(12), 2533–2551. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0772-5>
- Thapa, R. K., Lum, D., Moran, J., & Ramirez-campillo, R. (2021). Effects of complex training on sprint, jump, and change of direction ability of soccer players: A systematic review and. *Frontiers in Physiology*, 11, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.627869>
- The International Football Association Board (2021) *Reglas de juego 21/22. El terreno de juego*. (pp. 35-43).
- Till, K. A., & Cooke, C. (2009). The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(7), 1960–1967. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b8666e>
- Turner, A., Walker, S., Stenbridge, M., Coneyworth, P., Reed, G., Birdsey, L., Barter, P., & Moody, J. (2011). A testing battery for the assessment of fitness in soccer players. *Strength & Conditioning Journal*, 33(5), 29–39. <http://dx.doi.org/10.1519/SSC.0b013e31822fc80a>
- Vandervoort, A. A., & McComas, A. J. (1983). A comparison of the contractile properties of the human gastrocnemius and soleus muscles. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 51(3), 435–440. <https://doi.org/10.1007/bf00429079>
- Williams, J. J., Herron, R. L., Spradley, B., & Saracino, P. (2021). Postactivation potentiation effect of heavy sled towing on subsequent sprints. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(5), 1229–1233. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003863>