

Strength Training Methods for Improving Actions in Football

JAVIER RAYA GONZÁLEZ^{1*}
JAVIER SÁNCHEZ SÁNCHEZ¹

¹ Faculty of Health Sciences. Isabel I University
(Burgos, Spain)

² Pontifical University of Salamanca (Spain)

* Correspondence: Javier Raya González
(rayagonzalezjavier@gmail.com)

Métodos de entrenamiento de la fuerza para la mejora de las acciones en el fútbol

JAVIER RAYA GONZÁLEZ^{1*}
JAVIER SÁNCHEZ SÁNCHEZ¹

¹ Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Isabel I
(Burgos, España)

² Universidad Pontificia de Salamanca (España)

* Correspondencia: Javier Raya González
(rayagonzalezjavier@gmail.com)

Abstract

The particular features of football, in which high intensity actions such as jumps and changes of direction can be decisive factors in achieving sports success, mean that including strength training in football training plans is essential. A specific strength training method needs to be chosen based on the variables to be influenced and the time in the season. Consequently knowledge of the effects of each method is crucial for the success of training with respect to physical and sports performance and also in terms of preventing injuries. The purpose of this paper is to conduct a systematic review which determines the effects of strength training methods used in football and their impact on the specific physical condition of players.

Keywords: football, strength training, eccentric overload, complex contrast

Resumen

Debido a las características específicas del fútbol, donde las acciones de alta intensidad como saltos y cambios de dirección pueden llegar a ser factores determinantes para conseguir el éxito deportivo, incluir el entrenamiento de fuerza en las planificaciones de entrenamiento en fútbol se hace imprescindible. En función de las variables sobre las que se quiera incidir y del momento de la temporada, se deberá elegir un método de entrenamiento de la fuerza concreto, por lo que el conocimiento de los efectos de cada uno de ellos parece fundamental para el éxito del entrenamiento, no solo en lo que se refiere al rendimiento fíicodeportivo sino también en relación con la prevención de lesiones. El objetivo de este trabajo ha sido realizar una revisión sistemática que determine las características de métodos de entrenamiento de la fuerza empleados en fútbol y sus efectos sobre la condición física específica del jugador.

Palabras clave: fútbol, entrenamiento de fuerza, sobrecarga excéntrica, contrastes

Introduction

Sports scientists have examined the physical and physiological requirements of modern football and have shown that it is an intermittent sport (Di Salvo et al., 2007) characterized by the random repetition of high intensity actions (Bradley et al., 2009) such as jumping, acceleration, changes of direction and sprints (Bradley, Di Mascio, Peart, Olsen, & Sheldon, 2010). Although the game's intermittent character entails mixed metabolic demands (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006), its decisive actions depend on anaerobic energy systems (Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005). The relevance of anaerobic effort justifies its inclusion

Introducción

Los científicos del deporte han examinado los requerimientos físicos y fisiológicos del fútbol moderno y han demostrado que se trata de un deporte intermitente (Di Salvo et al., 2007), caracterizado por la aleatoria repetición de acciones de alta intensidad (Bradley et al., 2009), tales como saltos, aceleraciones, cambios de dirección y esprints (Bradley, Di Mascio, Peart, Olsen, & Sheldon, 2010). Aunque el carácter intermitente del juego supone una implicación metabólica mixta (Bangsbo, Mohr, & Krstrup, 2006), las acciones decisivas de este dependen de los sistemas energéticos anaeróbicos (Stolen, Chamari, Castagna, & Wisloff, 2005). La relevancia de la vía anaeróbica justifica su inclusión en

in footballers' training programs (Hoff & Helgerud, 2004) and it should take the form of strength work since there is a close relationship between sprints, vertical jumps and changes of direction and levels of strength, power and rate of force development (Swinton, Lloyd, Keogh, Agouris, & Stewart, 2014).

A number of strength training methods have been used to improve performance in football (Cronin & Hansen, 2005; Young, 2006). These strategies can be classified by the training methods they bring into play: traditional exercises (Kotzamanidis, Chatzopoulos, Michailidis, Papaikovou, & Patikas, 2005; Ronnestad, Nymark, & Raastad, 2011) such as squats and deadlift, which are associated with a deceleration of the load towards the end of the range of motion (Newton, Kraemer, & Häkkinen, 1996); ballistic exercises (Loturco, Ugrinowitsch, Tricoli, Pivetti, & Roschel, 2013; Loturco et al., 2015), in which the body displacement occurs due to the execution of the movement at the highest possible speed (Cormie, McGuigan & Newton, 2011); Olympic exercises (Hoffman, Cooper, Wendell, & Kang, 2004) such as the clean and jerk, the snatch and their variations, in which the athlete has to accelerate the bar throughout the propulsive phase of the movement (Schilling et al., 2002); plyometric exercises (Brito, Vasconcellos, Oliveira, Krustup, & Rebelo, 2014; Chelly et al., 2009), which are ballistic and generally performed without external resistance or with very little resistance (Wathen, 1993); eccentric overload exercises (De Hoyo, Pozzo et al., 2015; Tous-Fajardo, Gonzalo-Skok, Arjol-Serrano, & Tesch, 2016), in which the eccentric phase of the movement increases to accentuate the effects of this type of muscle contraction (De Hoyo, Pozzo et al., 2015); and the combination of some of them in complex contrast training (Buchheit, Mendez-Villanueva, Delhomel, Brughelli, & Ahmaidi, 2010; Chelly et al., 2010).

The purpose of this paper is to conduct a systematic review which determines the effects of strength training methods used in football and their impact on the specific physical condition of players.

Methods

In order to review the scientific evidence on strength training methods used in football, a systematic review of the available literature was

las programaciones de entrenamiento de los futbolistas (Hoff & Helgerud, 2004), presencia que debe materializarse a través de trabajos de fuerza, ya que existe una gran relación entre esprint, salto vertical y cambio de dirección con los niveles de fuerza, potencia y ratio de producción de fuerza (Swinton, Lloyd, Keogh, Agouris, & Stewart, 2014).

Diferentes métodos de entrenamiento de fuerza han sido utilizados para la mejora del rendimiento en el fútbol (Cronin & Hansen, 2005; Young, 2006). Estas estrategias pueden ser clasificadas según los medios de entrenamiento que se emplean: ejercicios tradicionales (Kotzamanidis, Chatzopoulos, Michailidis, Papaikovou, & Patikas, 2005; Ronnestad, Nymark & Raastad, 2011) como la sentadilla y el peso muerto, los cuales están asociados con una desaceleración de la carga hacia el final del rango de movimiento (Newton, Kraemer, & Häkkinen, 1996); ejercicios balísticos (Loturco, Ugrinowitsch, Tricoli, Pivetti, & Roschel, 2013; Loturco et al., 2015), en los que tiene lugar el desplazamiento del propio cuerpo debido a la ejecución del movimiento a la máxima velocidad posible (Cormie, McGuigan & Newton, 2011); ejercicios olímpicos (Hoffman, Cooper, Wendell, & Kang, 2004) como la cargada, la arrancada y sus variaciones, en los que el deportista debe acelerar la barra a lo largo de toda la fase propulsiva del movimiento (Schilling et al., 2002); ejercicios pliométricos (Brito, Vasconcellos, Oliveira, Krustup, & Rebelo, 2014; Chelly et al., 2009), de naturaleza balística y realizados generalmente sin resistencia externa o con una resistencia muy pequeña (Wathen, 1993); ejercicios con sobrecarga excéntrica (De Hoyo, Pozzo et al., 2015; Tous-Fajardo, Gonzalo-Skok, Arjol-Serrano, & Tesch, 2016) en los que la fase excéntrica del movimiento se incrementa para acentuar los efectos de este régimen de contracción (De Hoyo, Pozzo et al., 2015), y la combinación de algunos de ellos en el método de contrastes (Buchheit, Mendez-Villanueva, Delhomel, Brughelli, & Ahmaidi, 2010; Chelly et al., 2010).

El objetivo de este trabajo ha sido realizar una revisión sistemática que determine los efectos de los métodos de entrenamiento de la fuerza empleados en fútbol sobre la condición física específica del jugador.

Métodos

Con el objetivo de poder realizar una revisión de la evidencia científica sobre los métodos de entrenamiento de la fuerza aplicados en el ámbito del fútbol, se realizó

conducted following the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses) guidelines (Urrútia & Bonfill, 2010). One reviewer examined the literature from 1 January 2000 to 30 June 2016 in the *ScienceDirect*, *Sportdiscus* and *Pubmed* electronic knowledge databases using the keywords “strength training soccer”. The inclusion criteria for these articles were: 1. using football players as a participant sample; 2. applying an intervention program evaluated by a pre-post test, and 3. having been published in an international impact factor journal. There were two exclusion criteria: 1. including women in the participant sample, and 2. having participants aged 10 or under.

Results

A total of 4209 results met the search strategy subsequent to applying the time filter described above. After reading the titles and abstracts, 3,999 articles were eliminated. The full texts of the remaining 210 were read and 176 of them were eliminated based on the inclusion and exclusion criteria selected for this paper, leaving 34 articles at the end of the selection process. The selected papers were read and examined in depth to carry out this systematic review. To organize the contents, the studies were grouped by the training methods used (traditional exercises, ballistic, Olympic, plyometrics, eccentric overload and complex contrast training).

Discussion

The purpose of this paper is to conduct a systematic review which determines the effects of strength training methods used in football and their impact on the specific physical condition of players.

Traditional Exercises

Strength training with traditional exercises increases the maximum strength levels (one-repetition maximum, 1RM) of the lower body in football players (Brito et al., 2014, Ronnestad, Kvamme, Sunde & Raastad, 2008, Ronnestad et al., 2011). In relation to power, this type of approach has improved vertical jump capacity measured by squat jump and

una revisión sistemática de la literatura disponible, llevada a cabo de acuerdo con las directrices de la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-analyses) (Urrútia & Bonfill, 2010). Un revisor realizó el análisis de la literatura desde el 1 de enero de 2000 hasta el 30 de junio de 2016, en las bases de datos electrónicas de conocimiento *ScienceDirect*, *Sportdiscus* y *Pubmed*, utilizando la palabra clave “strength training soccer”. Los criterios de inclusión para estos artículos fueron: 1. Utilizar futbolistas como muestra participante; 2. Aplicar un programa de intervención evaluado a través de una prueba pre-post test, y 3. Haberse publicado en revista internacional de impacto. Los criterios de exclusión fueron dos: 1. Incluir mujeres en la muestra participante, y 2. Contar con participantes con menos de 10 años de edad.

Resultados

Un total de 4209 resultados respondieron a la estrategia de búsqueda, una vez que se aplicó el filtro temporal anteriormente descrito. Tras la lectura de los títulos y resúmenes se eliminaron 3999 artículos. Los 210 restantes se leyeron a texto completo y 176 de ellos fueron eliminados en base a los criterios de inclusión y exclusión seleccionados para este trabajo, quedando 34 artículos al finalizar el proceso de selección. Los trabajos escogidos fueron leídos y analizados en profundidad para realizar la presente revisión sistemática. Para organizar los contenidos, los estudios se agruparon de acuerdo con los métodos de entrenamiento utilizados (ejercicios tradicionales, balísticos, olímpicos, pliometría, sobrecarga excéntrica y contrastes).

Discusión

El objetivo del trabajo ha sido realizar una revisión sistemática que determine los efectos de los métodos de entrenamiento de la fuerza empleados en fútbol sobre la condición física específica del jugador.

Ejercicios tradicionales

El entrenamiento de fuerza con ejercicios tradicionales aumenta los niveles de fuerza máxima (1 repetición máxima, 1RM) del tren inferior en futbolistas (Brito et al., 2014; Ronnestad, Kvamme, Sunde & Raastad, 2008; Ronnestad et al., 2011). En relación con la potencia, este tipo de propuestas han mejorado la capacidad

countermovement jump tests (Chelly et al., 2009; De Hoyo et al., 2016; Loturco et al., 2015) as well as acceleration and maximum velocity (De Hoyo, Pozzo et al., 2015; De Hoyo et al., 2016; Ronnestad et al., 2011).

The load used in training programmes that employ traditional exercises varies significantly. While some papers have used light loads (40-60% of 1RM) (De Hoyo et al., 2016), others included maximum loads (90% of 1RM) as a training stimulus (Bogdanis et al., 2011). There are also approaches that combine the previous two by way of progression (Kotzamanidis et al., 2005). Other papers obtained improvements in vertical jump capacity and sprint time using the load for optimum power (De Hoyo, Sañudo et al., 2015).

Ballistic Exercises

The intensities used to perform ballistic exercises vary from no-load exercises to 80% 1RM resistance. These loads have been applied in a sustained (Loturco et al., 2015) or progressive (Loturco et al., 2013) way as part of the training program. Thus the application over 4 weeks (6 series of 4-8 reps) of a load corresponding to optimum power mobilized in 6 series of 4-8 reps produced significant 4.9% improvements in 5-m acceleration capacity (Loturco et al., 2015). In addition, an ascending progressive load stimulus (30%-45%-60%) brought about greater improvements in 10-m sprint time and vertical jump capacity in comparison with a descending stimulus (60%-45%-30%).

Olympic Exercises

Here force is exerted at high speed and with maximum loads (Cormie et al., 2011). It has been found that loads equivalent to 75-80% 1RM produce a large increase in power (Kawamori, Crum & Blumert, 2005). Despite these benefits, only the study by Hoffman et al. (2004) has been used with footballers. According to the authors, the application of a strength program with Olympic exercises for 15 weeks achieved an 18% improvement in maximum strength (1RM) in half squats (HS).

de salto vertical, medida a través de test *squat jump* y *countermovement jump* (Chelly et al., 2009; De Hoyo et al., 2016; Loturco et al., 2015), así como la capacidad de aceleración y velocidad máxima (De Hoyo, Pozzo et al., 2015; De Hoyo et al., 2016; Ronnestad et al., 2011).

La carga empleada en los programas de entrenamiento que utilizan ejercicios tradicionales varía de forma significativa. Mientras algunos trabajos han empleado cargas ligeras (40-60% de 1RM) (De Hoyo et al., 2016), otros incluyeron como estímulo de entrenamiento cargas máximas (90% de 1RM) (Bogdanis et al., 2011). También existen propuestas que reúnen a las dos anteriores a modo de progresión (Kotzamanidis et al., 2005). Otros trabajos obtuvieron mejoras en la capacidad de salto vertical y el tiempo de esprint empleando como carga aquella que se corresponde con la potencia óptima (De Hoyo, Sañudo et al., 2015).

Ejercicios balísticos

Las intensidades empleadas para realizar los ejercicios balísticos varía desde los ejercicios sin carga hasta el empleo de resistencia del 80% 1RM. Estas cargas se han aplicado de forma mantenida (Loturco et al., 2015) o progresiva (Loturco et al., 2013) dentro del programa de entrenamiento. En este sentido, la aplicación durante 4 semanas (6 series de 4-8 reps.) de una carga correspondiente a la potencia óptima, movilizada en 6 series de 4-8 reps., produjo mejoras significativas del 4.9% en la capacidad de aceleración 5-m (Loturco et al., 2015). Por otra parte, un estímulo de carga progresiva ascendente (30%-45%-60%) en comparación con otro descendente (60%-45%-30%) conllevó mayores mejoras en el tiempo de esprint 10-m y en la capacidad de salto vertical.

Ejercicios olímpicos

En esta ocasión la fuerza se ejerce a alta velocidad y con cargas de carácter máximo (Cormie et al., 2011). Se ha comprobado que cargas equivalentes al 75-80% 1RM producen un gran incremento de la potencia (Kawamori, Crum & Blumert, 2005). A pesar de estos beneficios únicamente el estudio de Hoffman et al. (2004) ha sido empleado con futbolistas. Según los autores, la aplicación de un programa de fuerza con ejercicios olímpicos durante 15 semanas, consiguió la mejora del 18% en la fuerza máxima (1RM) en media sentadilla (HS).

Study	Population	Time	Length	Intervention	Effects
Hoffman et al. (2004)	n = 10 American university footballers (18.9±1.4 years)	Transition period and preseason	15 weeks 4 days per week	Traditional strength exercises (25) 3-5 series 4-8 RM	↑12.8% 1RM squat (p<0.005)
Kotzamanidis et al. (2005)	n = 11 Greek footballers does not specify level (17.1±1.1 years)	Not specified	13 weeks 2 days per week	BHS Single leg bench step up Hamstring curl 4x8-3 RM 3 min. recov.	↑8.6% 1RM BHS ↑17.5% 1RM bench step up ↑18% 1RM bench step up (p<0.001)
Christou et al. (2006)	n = 9 Greek footballers does not specify level (13.8±0.4 years)	Season	16 weeks 2 days per week	Traditional strength exercises (10) 2-3 series 8-15 repetitions 55-80% 1RM 2-3 min. recovery	↑59.48% 1RM leg press; ↑40.5% 1RM bench press; ↑2,6% 10 m; ↑5,4% 10x5 m; ↑68.3% SJ; ↑30.1% CMJ (p<0,005)
Rønnestad et al. (2008)	n = 6 Norwegian professional footballers (22±2.5 years)	Preseason	7 weeks 2 days per week	HS 3-5 series 4-8 RM	↑25.9% 1RM HS; ↑3.6% 4BT; ↑9.9% PP 20 kg; ↑11.1% PP 50 kg (p≤0.05)
Chelly et al. (2009)	n = 11 youth footballers (17.3±0.5 years)	Season	8 weeks 2 days per week	BHS 1 series 7-2 reps. 70%-90% 1RM	↑25% 1RM ↑7.2% PP ↑23% FSS ↑7.1% Vf5 m ↑12% Vmax ↑4.7% 5J ↑10% SJ (p<0.005)
Bogdanis et al. (2011)	n = 9 Greek professional footballers (22.9±1.1 years)	Preseason	6 weeks 3 days per week	HS 4 series 5 reps. 90% 1 RM 3 min. recov. series	↑5.4% total RSA ↑10.9% RC ↑4.9% VO ₂ max ↑7% MAV ↑29.4% YYIE2 ↑10% DTT (p<0.005)
	n = 9 Greek professional footballers (22.9±1.1 years)	Preseason	6 weeks 3 days per week	HS 4 series 12 reps. 70% 1 RM 1 min 30 s recov. series	↑4.5% total RSA ↑6.2% RC ↑6.2% VO ₂ max ↑21.4% YYIE2 ↑9.6% DTT (p<0.005)

↑: improvement; 5J: 5-jump test; BHS: back half squat; CMJ: countermovement jump; DTT: Holff test; FSS: first step speed; HS: half squat; MAV: maximum aerobic velocity; MVIC: maximum voluntary isometric contraction; N: Newton; PP: peak power; RC: running economy; RM: repetition maximum; RSA: repeat sprint ability; SJ: squat jump; Vf5 m: first 5 metres velocity; Vmax: maximum running velocity; VO₂max: maximal oxygen uptake; YYIE2: yo-yo2 test.

Table 1. Adaptations of strength training with traditional exercises in footballers

Study	Population	Time	Length	Intervention	Effects
Rønnestad et al. (2011)	n = 14 Norwegian professional footballers (24±3 years)	Preseason and season	10 weeks 2 days per week	HS 3 series 10-4 RM	↑19% 1RM HS↑ 3.3% SJ; ↑1.8% 40 m (p<0.005)
Zisis et al. (2013)	n = 7 Greek amateur footballers (16.7±1.1 years)	Not specified	8 weeks 2 days per week	Leg press, HS, knee extension 3 series 10 reps. 80% 1RM 3 min recov.	↑8% in the Jump and Reach test (p<0.05)
Brito et al. (2014)	n = 12 Portuguese university footballers (20.3±0.9 years)	Season	9 weeks 2 days per week	HS (6 reps 85%) Calf extension (6 reps 90%) Leg extension (6 reps 80%)	Improvements in 1RM squat, plantar flexion and knee extension, and 20 m (p<0.005)
Style et al. (2015)	n = 17 elite footballers, does not specify country (18.3±1.2 years)	Season	6 weeks 2 days per week	BHS and deadlift 3-4sx3-5r 85-90% 1 RM NH 3sx3-6 reps.	↑velocity: 5 m 5.4%; 10 m 2.7%; 20 m 1.3%; ↑1RM BHS 19.1% (p<0.001)
Loturco et al. (2015a)	n = 11 Brazilian elite footballers (24.1±5.2 years)	Preseason	4 weeks 2-3 days per week	HS 6 series 4-8 reps. optimal power load; 2 min. recov.	↑5.83% SJ (p<0.005)
De Hoyo et al. (2015b)	n = 12 Spanish elite footballers (23±3 years)	Not specified	6 weeks 3 days per week	HS 5-7 series 8 repetitions optimal power load	↑0.17±0.27s 10 m (p=0.05) ↑0.04±0.12s 20 m (p=0.04) ↑4.92±2.58 cm CMJ (p=0.001) ↑62.8±79.71N MVIC (p=0.05)
De Hoyo et al. (2016)	n = 11 Spanish elite youth footballers (18±1 years)	Season	8 weeks 2 days per week	Full-back squat 2-3 series 4-8 repetitions 40-60% 1RM	↑6.3% CMJ (very probable) ↑1.25% 10-20 m (very probable) ↑2% 0-50 m (very probable)

↑: improvement; 5J: 5-jump test; BHS: back half squat; CMJ: countermovement jump; DTT: Holf test; FSS: first step speed; HS: half squat; MAV: maximum aerobic velocity; MVIC: maximum voluntary isometric contraction; N: Newton; PP: peak power; RC: running economy; RM: repetition maximum; RSA: repeat sprint ability; SJ: squat jump; V_{f5} m: first 5 metres velocity; V_{max}: maximum running velocity; VO₂max: maximal oxygen uptake; YYIE2: yo-yo2 test.

Table 1. (Continuation). Adaptations of strength training with traditional exercises in footballers

Estudio	Población	Momento	Duración	Intervención	Efectos
Hoffman et al. (2004)	$n = 10$ futbolistas estadounidenses universitarios (18.9 ± 1.4 años)	Período transitorio y pretemporada	15 semanas 4 días semana	Ejercicios tradicionales de fuerza (25) 3-5 series 4-8 RM	$\uparrow 12.8\%$ 1RM Squat ($p < 0.005$)
Kotzamanidis et al. (2005)	$n = 11$ futbolistas griegos no define nivel (17.1 ± 1.1 años)	No definido	13 semanas 2 días semana	BHS Subida banco 1 pierna Curl de isquios 4x8-3 RM 3 min recup.	$\uparrow 8.6\%$ 1RM BHS $\uparrow 17.5\%$ 1RM subida banco $\uparrow 18\%$ 1RM Curl Isquios ($p < 0.001$)
Christou et al. (2006)	$n = 9$ futbolistas griegos no define nivel (13.8 ± 0.4 años)	Temporada	16 semanas 2 días semana	Ejercicios tradicionales de fuerza (10) 2-3 series 8-15 repeticiones 55-80% 1RM 2-3 min recuperación	$\uparrow 59.48\%$ 1RM press pierna; $\uparrow 40.5\%$ 1RM press banca; $\uparrow 2.6\%$ 10 m; $\uparrow 5.4\%$ 10x5 m; $\uparrow 68.3\%$ SJ; $\uparrow 30.1\%$ CMJ ($p < 0.005$)
Rønnestad et al. (2008)	$n = 6$ futbolistas noruegos profesionales (22 ± 2.5 años)	Pretemporada	7 semanas 2 días semana	HS 3-5 series 4-8 RM	$\uparrow 25.9\%$ 1RM HS; $\uparrow 3.6\%$ 4BT; $\uparrow 9.9\%$ PP 20 kg; $\uparrow 11.1\%$ PP 50 kg ($p \leq 0.05$)
Chelly et al. (2009)	$n = 11$ futbolistas Junior ($17.3 \pm 0,5$ años)	Temporada	8 semanas 2 días semana	BHS 1 serie 7-2 reps. 70%-90% 1RM	$\uparrow 25\%$ 1RM $\uparrow 7.2\%$ PP $\uparrow 23\%$ Vpp $\uparrow 7.1\%$ Vp5 m $\uparrow 12\%$ Vmáx $\uparrow 4.7\%$ 5J $\uparrow 10\%$ SJ ($p < 0.005$)
Bogdanis et al. (2011)	$n = 9$ futbolistas griegos profesionales (22.9 ± 1.1 años)	Pretemporada	6 semanas 3 días semana	HS 4 series 5 reps. 90% 1 RM 3 min recup. series	$\uparrow 5.4\%$ total RSA $\uparrow 10.9\%$ EC $\uparrow 4.9\%$ VO ₂ máx $\uparrow 7\%$ VMA $\uparrow 29.4\%$ YYIE2 $\uparrow 10\%$ DTT ($p < 0.005$)
	$n = 9$ futbolistas griegos profesionales (22.9 ± 1.1 años)	Pretemporada	6 semanas 3 días semana	HS 4 series 12 reps. 70% 1 RM 1 min 30 s recup. series	$\uparrow 4.5\%$ total RSA $\uparrow 6.2\%$ EC $\uparrow 6.2\%$ VO ₂ máx $\uparrow 21.4\%$ YYIE2 $\uparrow 9.6\%$ DTT ($p < 0.005$)

\uparrow : mejora; 5J: test de 5 saltos; BHS: *back half squat*; CMJ: *countermovement jump*; DTT: test de Holff; EC: economía de carrera; HS: *half squat*; MVIC: contracción isométrica máxima voluntaria; N: Newton; PP: potencia pico; RM: repetición máxima; RSA: capacidad de repetir esprints; SJ: *squat jump*; VMA: velocidad aeróbica máxima; Vmáx: velocidad máxima de carrera; VO₂ máx: consumo máximo de oxígeno; Vp5 m: velocidad primeros 5 metros; Vpp: velocidad primer paso; YYIE2: test yo-yo2.

Tabla 1. Adaptaciones del entrenamiento de fuerza con ejercicios tradicionales en futbolistas

Estudio	Población	Momento	Duración	Intervención	Efectos
Rønnestad et al. (2011)	n = 14 futbolistas noruegos profesionales (24±3 años)	Pretemporada y temporada	10 semanas 2 días semana	HS 3 series 10-4RM	↑19% 1RM HS↑ 3.3% SJ; ↑1.8% 40 m (p<0.005)
Zisis et al. (2013)	n = 7 futbolistas griegos amateur (16.7±1.1 años)	No definido	8 semanas 2 días semana	Press piernas, HS, extensión de rodillas 3 series de 10 reps. 80% 1RM 3 min recup.	↑8% en el test Jump and Reach (p<0.05)
Brito et al. (2014)	n = 12 futbolistas portugueses universitarios (20.3±0.9 años)	Temporada	9 semanas 2 días semana	HS (6 reps. 85%) extensión gemelos (6 reps. 90%) extensión piernas (6 reps. 80%)	Produce mejoras en 1RM squat, flexión plantar y extensión de rodillas, y 20 m (p<0.005)
Style et al. (2015)	n = 17 futbolistas no define país élite (18.3±1.2 años)	Temporada	6 semanas 2 días semana	BHS y peso muerto rumano 3-4sx3-5r 85-90% 1 RM NH 3sx3-6 reps.	↑velocidad: 5 m 5.4%; 10 m 2.7%; 20 m 1.3%; ↑1RM BHS 19.1% (p<0.001)
Loturco et al. (2015a)	n = 11 futbolistas brasileños élite (24.1±5.2 años)	Pretemporada	4 semanas 2-3 días semana	HS 6 series 4-8 reps. carga óptima de potencia; 2 min recup.	↑5.83% SJ (p<0.005)
De Hoyo et al. (2015b)	n = 12 futbolistas españoles élite (23±3 años)	No definido	6 semanas 3 días semana	HS 5-7 series 8 repeticiones carga óptima potencia	↑0.17±0.27s 10 m (p=0.05) ↑0.04±0.12s 20 m (p=0.04) ↑4.92±2.58 cm CMJ (p=0.001) ↑62.8±79.71N MVIC (p=0.05)
De Hoyo et al. (2016)	n = 11 futbolistas españoles élite junior (18±1 años)	Temporada	8 semanas 2 días semana	Full-back squat 2-3 series 4-8 repeticiones 40-60% 1RM	↑6.3% CMJ (muy probable) ↑1.25% 10-20 m (muy probable) ↑2% 0-50 m (muy probable)

↑: mejora; 5J: test de 5 saltos; BHS: *back half squat*; CMJ: *countermovement jump*; DTT: test de Holff; EC: economía de carrera; HS: *half squat*; MVIC: contracción isométrica máxima voluntaria; N: Newton; PP: potencia pico; RM: repetición máxima; RSA: capacidad de repetir esprints; SJ: *squat jump*; VMA: velocidad aeróbica máxima; Vmáx: velocidad máxima de carrera; VO₂ máx: consumo máximo de oxígeno; Vp5 m: velocidad primeros 5 metros; Vpp: velocidad primer paso; YIIE2: test yo-yo2.

▲
Tabla 1. (Continuación). Adaptaciones del entrenamiento de fuerza con ejercicios tradicionales en futbolistas

Study	Population	Time	Length	Intervention	Effects
Loturco et al. (2013)	<i>n</i> = 16 Brazilian elite footballers (19.18±0.72 years)	Preseason	6 weeks 2 days per week	3 weeks HS 4x8 reps. 50-80% 1RM 3 weeks SJ 4x4,5,6 reps. 60-45-30% 1RM	↑19% 1RM; ↑18% MP; ↑29.1% MPP; ↑4.3 10 m; ↑7.1% SJ; ↑6.7% CMJ (<i>p</i> <0.005)
	<i>n</i> = 16 Brazilian elite footballers (19.11±0.7 years)	Preseason	6 weeks 2 days per week	3 weeks HS 4x8 reps. 50-80% 1RM 3 weeks SJ 4x6,5,4 reps. 30-45-60% 1RM	↑22.1% 1RM; ↑20.4% MP; ↑31% MPP; ↑1.6 10 m; ↑4.5% SJ; ↑6.9% CMJ (<i>p</i> <0.005)
Loturco et al. (2015a)	<i>n</i> = 12 Brazilian elite footballers (23.4±3,6 years)	Preseason	4 weeks 2-3 days per week	SJ 6 series 4-8 reps. optimal power load; 2 min. recov.	↑4,9% Acc 0-5 (<i>p</i> <0.005)
Loturco et al. (2015b)	<i>n</i> = 12 Brazilian elite footballers (18.7±0,5 years)	Preseason	6 weeks 2 days per week	SJ 6 series 6 reps. > 20% bar velocity 3 min. recov.	↑5.4% 1RM; ↑12.6 VMP ↑5.4% CMJ; ↑6.3% ZZ ↑8.2% 5 m; ↑6.1% 10 m; ↑6% 20 m; (<i>p</i> <0.005)
	<i>n</i> = 12 Brazilian elite footballers (18.4±0,6 years)	Preseason	6 weeks 2 days per week	SJ 6 series 6 reps. < 20% bar velocity 3 min. recov.	↑8.4% 1RM; ↑7.5 VMP ↑8.3% CMJ; ↑2.9% ZZ ↑2.2% 20 m (<i>p</i> <0.005)

↑: improvement; Acc: Acceleration; CMJ: countermovement jump; HS: half squat; MP: mean power; MPP: mean propulsive power; MPV: mean propulsive velocity; RM: repetition maximum; SJ: squat jump; ZZ: zigzag test.

Table 2. Adaptations of strength training with ballistic exercises in footballers

Study	Population	Time	Length	Intervention	Effects
Hoffman et al. (2004)	<i>n</i> = 10 American university footballers (19.3±1.2 years)	Transition period and preseason	15 weeks 4 days per week	Olympic movements (clean and jerk, snatch, etc.) 3-5 series 3-8 RM	↑18% 1RM Squat (<i>p</i> <0.005)

↑: improvement; RM: repetition maximum.

Table 3. Adaptations of strength training with Olympic movements in footballers

Estudio	Población	Momento	Duración	Intervención	Efectos
Loturco et al. (2013)	<i>n</i> = 16 futbolistas brasileños élite (19.18±0.72 años)	Pretemporada	6 semanas 2 días semana	3 semanas HS f4x8 reps. 50-80% 1RM 3 semanas SJ 4x4,5,6 reps. 60-45-30% 1RM	↑19% 1RM; ↑18% MP; ↑29.1% MPP; ↑4.3 10 m; ↑7.1% SJ; ↑6.7% CMJ (<i>p</i> <0.005)
	<i>n</i> = 16 futbolistas brasileños élite (19.11±0.7 años)	Pretemporada	6 semanas 2 días semana	3 semanas HS 4x8 reps. 50-80% 1RM 3 semanas SJ 4x6,5,4 reps. 30-45-60% 1RM	↑22.1% 1RM; ↑20.4% MP; ↑31% MPP; ↑1.6 10 m; ↑4.5% SJ; ↑6.9% CMJ (<i>p</i> <0.005)
Loturco et al. (2015a)	<i>n</i> = 12 futbolistas brasileños élite (23.4±3,6 años)	Pretemporada	4 semanas 2-3 días semana	SJ 6 series 4-8 reps. carga óptima de potencia; 2 min recup.	↑4,9% Acc 0-5 (<i>p</i> <0.005)
Loturco et al. (2015b)	<i>n</i> = 12 futbolistas brasileños élite (18.7±0,5 años)	Pretemporada	6 semanas 2 días semana	SJ 6 series 6 reps. > 20% velocidad barra 3 min recup.	↑5.4% 1RM; ↑12.6 VMP ↑5.4% CMJ; ↑6.3% ZZ ↑8.2% 5 m; ↑6.1% 10 m; ↑6% 20 m; (<i>p</i> <0.005)
	<i>n</i> = 12 futbolistas brasileños élite (18.4±0,6 años)	Pretemporada	6 semanas 2 días semana	SJ 6 series 6 reps. < 20% velocidad barra 3 min recup.	↑8.4% 1RM; ↑7.5 VMP ↑8.3% CMJ; ↑2.9% ZZ ↑2.2% 20 m (<i>p</i> <0.005)

↑: mejora; Acc: aceleración; CMJ: *countermovement jump*; HS: *half squat*; MP: potencia media; MPP: potencia propulsiva media; RM: repetición máxima; SJ: *squat jump*; VMP: velocidad populsiva media; ZZ: test zigzag.

▲
Tabla 2. Adaptaciones del entrenamiento de fuerza con ejercicios balísticos en futbolistas

Estudio	Población	Momento	Duración	Intervención	Efectos
Hoffman et al. (2004)	<i>n</i> = 10 futbolistas estadounidenses universitarios (19.3±1.2 años)	Período transitorio y pretemporada	15 semanas 4 días semana	Movimientos olímpicos (<i>Clean, snatch...</i>) 3-5 series 3-8 RM	↑18% 1RM <i>Squat</i> (<i>p</i> <0.005)

↑: mejora; RM: repetición máxima.

▲
Tabla 3. Adaptaciones del entrenamiento de fuerza con movimientos olímpicos en futbolistas

Plyometrics

Plyometric training involves a rapid stretch-shortening cycle (SSC) of the agonist muscles in the movement (Sáez de Villarreal, Requena, & Newton, 2010). The majority of the high-intensity actions carried out by footballers are governed by the SSC (Ramírez-Campillo, Burgos et al., 2015) and so their inclusion in training programs can be considered as a highly specific stimulus with significant transfer for the performance of actions such as jumping, straight-line sprints and the ability to change direction (Buchheit et al., 2010; Michailidis et al., 2013; Söhnlein, Müller, & Stöggl, 2014).

Previous studies have found that compared to vertical or horizontal plyometrics, a combination of these two directions seems to produce greater improvements in performance (Ramírez-Campillo, Gallardo et al., 2015). In addition, when the exercises are applied incorporating bilateral and unilateral support, the improvement in power is greater than when only one of these stimuli is used in isolation (Ramírez-Campillo, Burgos et al., 2015).

As for the components of the load, it has been shown that recovery time between the series making up the training program influences the response to the plyometric stimulus. In a study that compared the impact of recovery time, 120-s intervals versus 30-s and 60-s pauses achieved improvements in 20-m sprint time without any changes in jumping ability (Ramírez-Campillo et al., 2014). Furthermore, when the recovery time between sessions was examined, Ramírez-Campillo et al. (2013) did not find any differences in flexibility, jumping ability and sprints between programs that ran plyometric work on consecutive days as opposed to alternate days.

Eccentric Overload

Eccentric overload training is considered useful for improving eccentric strength (Askling, Karlsson, & Thorstensson, 2003). This stimulus leads to changes in the structure and function of the muscle that are transferred to an increase in performance (De Hoyo et al., 2015a), injury prevention (Askling et al., 2003) and improvements in physical and sports rehabilitation (Romero-Rodríguez, Gual, & Tesch, 2011).

Pliometría

El entrenamiento pliométrico se caracteriza por la existencia de un rápido ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) de la musculatura agonista del movimiento (Sáez de Villarreal, Requena, & Newton, 2010). La mayoría de acciones de alta intensidad que realiza el futbolista están gobernadas por el CEA (Ramírez-Campillo, Burgos et al., 2015); por esta razón, su inclusión dentro de los programas de entrenamiento puede considerarse como un estímulo altamente específico, de gran transferencia para el rendimiento de acciones como el salto, el esprint lineal y la capacidad de cambio de dirección (Buchheit et al., 2010; Michailidis et al., 2013; Söhnlein, Müller, & Stöggl, 2014).

Estudios previos han observado que frente a la pliometría vertical u horizontal, la combinación de estas dos orientaciones parece producir mayores mejoras en el rendimiento (Ramírez-Campillo, Gallardo et al., 2015). Además, cuando los ejercicios se aplican incorporando apoyos bilaterales y unilaterales, la mejora de la potencia es mayor que cuando solo se utiliza uno de estos estímulos de forma aislada (Ramírez-Campillo, Burgos et al., 2015).

Respecto a los componentes de la carga, se ha demostrado que el tiempo de recuperación entre las series que constituyen el programa de entrenamiento tiene influencia sobre la respuesta al estímulo pliométrico. En un estudio que comparó la influencia del tiempo de recuperación, intervalos de 120-s frente a pausas de 30-s y 60-s lograron mejoras en el tiempo de esprint 20-m, sin cambios en la capacidad de salto (Ramírez-Campillo et al., 2014). Por otra parte, cuando se analizó el tiempo de recuperación entre sesiones, Ramírez-Campillo et al. (2013) no observaron diferencias en flexibilidad, capacidad de salto y esprint entre un programa que organizó el trabajo pliométrico en días consecutivos frente a días alternos.

Sobrecarga excéntrica

El entrenamiento con sobrecarga excéntrica se considera útil para la mejora de la fuerza excéntrica (Askling, Karlsson, & Thorstensson, 2003). Este estímulo provoca cambios en la estructura y función del músculo que se transfieren a un aumento del rendimiento (De Hoyo et al., 2015a), prevención de lesiones (Askling et al., 2003) o mejoras del proceso de readaptación fisicodeportiva (Romero-Rodríguez, Gual, & Tesch, 2011).

Study	Population	Time	Length	Intervention	Effects
Meylan et al. (2009)	n = 14 pre-adolescent footballers (13.3±0.6 years)	Season	8 weeks 2 days per week	List of 7 exercises 4 per session 2-4 series and 6-12 reps. H or V direction	↑7.9% CMJ (p=0.004) ↑10.9% CT (p=0.01) ↑2.1% 10 m (p=0.004) ↑9.6% Agility (p=0.001)
Chelly et al. (2010)	n = 12 amateur footballers (19.1±0.7 years)	Season	8 weeks 2 days per week	Hurdle jump (40-60 cm) 4 series 5-10 reps. Drop jump (40 cm) 4 series 10 reps.	↑9.75% Vmax; ↑10% acc; ↑4.5% power; ↑8.3% SJ; ↑2.5% CMJ (p<0.01)
Buchheit et al. (2010)	n = 10 youth footballers (15.5±0.5 years)	Season	10 weeks 1 day per week	Jumps, stair coordination and sprint 4-6 series 4-6 exercises 45 s series 3 min exercises	↑1.96% 30 m; ↑14.68% CMJ; ↑27.8% Hop; ↑0.16% RSAb; ↑0.80% RSAm; (p<0.005)
Váczí et al. (2013)	n = 12 Hungarian amateur footballers (21.9±1.7 years)	Season	6 weeks 2 days per week	3 UNI exercises 3 BI exercises 2-6 series 5-10 reps. 40-100 jumps/session	↑2.5% T-sprint test; ↑1.7% Illinois ↑8.9% DVJ; ↑7.5% MVIC; (p<0.05)
Michailidis et al. (2013)	n = 24 pre-adolescent footballers (10.6±0.5 years)	Season	12 weeks 2 days per week	4 exercises per session out of possible 9 2-4 series and 5-10 reps. 90-180 s	Improvements in 10, 20 and 30 m velocity, vertical jump, agility, leg strength (p<0.005)
Zisis et al. (2013)	n = 7 Greek amateur footballers (16.9±1.1 years)	Not specified	8 weeks 2 days per week	Depth jump Split SJ; Elastic jump Different pattern jumps 2-3 s 10 reps. 1 min recov.	No significant improvements in jump and reach test (p<0.05)
Ramírez-Campillo et al. (2013)	n = 54 youth footballers (14.2±2.2 years)	Season	6 weeks 2 days per week	13 horizontal and vertical UNI and BI exercises 2 s 5-10 reps. in succession	↑4.4% SJ; ↑7.4% CMJ; ↑5.7% SR; ↑12.2% DJ20; ↑5.6% BLJ; ↑5.6% 20 m; ↑10.3% MST; ↑3.3% 10x5 m (p<0,005)

↑: improvement; ABK: Abalakov; Acc: acceleration; BI: bilateral; BLJ: broad long jump test; CMJ: countermovement jump; CT: contact test; DVJ: deep vertical jump; H: horizontal; HAR: hurdle agility jump; HJ: horizontal jump; MB5: 5 jump test; MKD: maximum kick distance; MST: shuttle run; MVIC: maximum voluntary isometric contraction; RSAb: best series repeated sprints test; RSAm: mean repeated sprints test; SJ: squat jump; SR: sit & reach, DJ: drop jump 20 cm; UNI: unilateral; V: vertical; VJ: vertical jump; Vmax: maximum velocity; YYIE1: yo-yo1 test.

Table 4. Adaptations produced by plyometric training in footballers

Study	Population	Time	Length	Intervention	Effects
Ramírez-Campillo et al. (2013)	n = 54 youth footballers (14.2±2.2 years)	Season	6 weeks 2 days per week	13 horizontal and vertical UNI and BI exercises 2 s 5-10 reps. 1 day recov.	↑8% CMJ; ↑4.7% SR; ↑12% DJ20; ↑5.3% BLJ; ↑5.1% 20 m; ↑10% MST; ↑2.7% 10x5 m (p<0.005)
Brito et al. (2014)	n = 12 Portuguese university footballers (20.3±0.9 years)	Season	9 weeks 2 days per week	Skipping +5 m 8VJ+3 headers 6VJ from seated +3DJ	Improvements in 1RM squat, plantar flexion and knee extension, and 20 m (p<0.005)
Ramírez-Campillo et al. (2014a)	n = 38 pre-adolescent footballers (13.2±1.8 years)	Season	7 weeks 2 days per week	DJ20,40,60 2 series 10 reps.	↑4.3% CMJ; ↑16% DJ40; ↑22% DJ20; ↑4.1% MB5 ↑3.5% Illinois; ↑14% KD; ↑5% 2.4 km (p<0.005)
Ramírez-Campillo et al. (2014b)	n = 13 pre-adolescent footballers (10.4±2.0 years)	Season	7 weeks 2 days per week	DJ20,40,60 2 series 10 reps. 30 s between series	↑8.1% CMJ; ↑33.2% DJ20; ↑39% DJ40; ↑1.8% 20 m; ↑11.3% MKD (p<0.005)
	n = 14 pre-adolescent footballers (10.4±2.3 years)	Season	7 weeks 2 days per week	DJ20,40,60 2 series 10 reps. 60 s between series	↑9.1% CMJ; ↑35.3% DJ20; ↑38.9% DJ40; ↑15% MKD (p<0.005)
	n = 12 pre-adolescent footballers (10.3±2.3 years)	Season	7 weeks 2 days per week	DJ20,40,60 2 series 10 reps. 120 s between series	↑8.5% CMJ; ↑36.6% DJ20; ↑46.4% DJ40; ↑12.6% MKD (p<0.005)
Söhnlein et al. (2014)	n = 12 pre-adolescent footballers (13±0.9 years)	Season	16 weeks 2 days per week	4 exercises per session horizontal and vertical lateral 2-5 series and 6-16 reps.	↑3.8% 5 m; ↑3.2% 20 m; ↑2.5% 30 m; ↑6.1% HAR; ↑21.4% MB5 ↑9.6% HJ (p<0.005)

↑: improvement; ABK: Abalakov; Acc: acceleration; BI: bilateral; BLJ: broad long jump test; CMJ: countermovement jump; CT: contact test; DVJ: deep vertical jump; H: horizontal; HAR: hurdle agility jump; HJ: horizontal jump; MB5: 5 jump test; MKD: maximum kick distance; MST: shuttle run; MVIC: maximum voluntary isometric contraction; RSAb: best series repeated sprints test; RSAm: mean repeated sprints test; SJ: squat jump; SR: sit & reach, DJ: drop jump 20 cm; UNI: unilateral; V: vertical; VJ: vertical jump; Vmax: maximum velocity; YYIE1: yo-yo1 test.

▲
Table 4 (Continuation). Adaptations produced by plyometric training in footballers

Study	Population	Time	Length	Intervention	Effects
Ramírez-Campillo et al. (2015a)	n = 12 pre-adolescent footballers (11±2 years)	Season	6 weeks 2 days per week	BI horizontal and vertical program 6 series 5-10 reps.	Improvements in ABK UNI and BI, 15 and 30 m velocity; agility; MKV and YYIE1 (p<0.005)
	n = 16 pre-adolescent footballers (11.6±1.7 years)	Season	6 weeks 2 days per week	UNI horizontal and vertical program 3 series 5-10 reps.	Improvements in ABK UNI and BI, 15 and 30 m velocity; agility; MKV and YYIE1 (p<0.005)
	n = 12 pre-adolescent footballers (11.6±2.7 years)	Season	6 weeks 2 days per week	BI and UNI horizontal and vertical program 2 series 5-10 reps.	Improvements in ABK UNI and BI, 15 and 30 m velocity; agility; MKV and YYIE1 (p<0.005) Greater improvement other groups
Ramírez-Campillo et al. (2015b)	n = 120 pre-adolescent footballers (11.6±1.4 years)	Season	6 weeks 2 days per week	UNI and BI vertical program 3-6 series and 5-10 reps.	↑9.7% ABK horizontal ↑9.8% ABK vertical; ↑11% YYIE1; (p<0.005) ↑15.7% DJ20; (p<0.001)
	n = 10 pre-adolescent footballers (11.4±1.9 years)	Season	6 weeks 3 days per week	UNI and BI horizontal program 3-6 series and 5-10 reps.	↑ABK UNI and BI; ↑YYIE1; ↑in 15 and 30 m velocity; ↑MKV and MB% (p=0.05)
	n = 10 pre-adolescent footballers (11.2±2.3 years)	Season	6 weeks 3 days per week	Combined UNI and BI program 2 series 5-10 reps.	Improvements in all tests done (p<0.001) Greater improvement other groups (p<0.005)
De Hoyo et al. (2016)	n = 11 Spanish elite footballers (18±1 years)	Season	8 weeks 2 days per week	Combination of jumps, stairs and sprint exercises (series based on exercise)	↑7.2% CMJ (probable) ↑0.3% 30-20 m (probable) ↑1.5% 0-50 m (probable)

↑: improvement; ABK: Abalakov; Acc: acceleration; BI: bilateral; BLJ: broad long jump test; CMJ: countermovement jump; CT: contact test; DVJ: deep vertical jump; H: horizontal; HAR: hurdle agility jump; HJ: horizontal jump; MB5: 5 jump test; MKD: maximum kick distance; MST: shuttle run; MVIC: maximum voluntary isometric contraction; RSAB: best series repeated sprints test; RSAM: mean repeated sprints test; SJ: squat jump; SR: sit & reach, DJ: drop jump 20 cm; UNI: unilateral; V: vertical; VJ: vertical jump; Vmax: maximum velocity; YYIE1: yo-yo1 test.

Table 4 (Continuation). Adaptations produced by plyometric training in footballers

Estudio	Población	Momento	Duración	Intervención	Efectos
Meylan et al. (2009)	n = 14 futbolistas pre-adolescentes (13.3±0.6 años)	Temporada	8 semanas 2 días semana	Lista de 7 ejercicios 4 por sesión 2-4 series y 6-12 reps. orientación H o V	↑7.9% CMJ ($p=0.004$) ↑10.9% CT ($p=0.01$) ↑2.1% 10 m ($p=0.004$) ↑9.6% Agilidad ($p=0.001$)
Chelly et al. (2010)	n = 12 futbolistas amateur (19.1±0.7 años)	Temporada	8 semanas 2 días semana	<i>Hurdle jump</i> (40-60 cm) 4 series 5-10 reps. <i>Drop jump</i> (40 cm) 4 series 10 reps.	↑9.75% Vmáx; ↑10% acc; ↑4.5% potencia; ↑8.3% SJ; ↑2.5% CMJ ($p<0.01$)
Buchheit et al. (2010)	n = 10 futbolistas junior (15.5±0.5 años)	Temporada	10 semanas 1 día semana	Saltos, escaleras de coordinación y esprint 4-6 series 4-6 ejercicios 45 s series 3 min ejercicios	↑1.96% 30 m; ↑14.68% CMJ; ↑27.8% Hop; ↑0.16% RSAb; ↑0.80% RSAm; ($p<0.005$)
Vácsi et al. (2013)	n = 12 futbolistas húngaros amateur (21.9±1.7 años)	Temporada	6 semanas 2 días semana	3 ejercicios UNI 3 ejercicios BI 2-6 series 5-10 reps. 40-100 saltos/sesión	↑2.5% T-esprint test; ↑1.7% Illinois ↑8.9% DVJ; ↑7.5% MVIC; ($p<0.05$)
Michailidis et al. (2013)	n = 24 futbolistas pre-adolescentes (10.6±0,5 años)	Temporada	12 semanas 2 días semana	4 ejercicios por sesión de 9 posibles 2-4 series y 5-10 reps. 90-180 s	Mejoras en velocidad 10, 20 y 30 m, salto vertical, agilidad, fuerza de piernas ($p<0.005$)
Zisis et al. (2013)	n = 7 futbolistas griegos amateur (16.9±1.1 años)	No definido	8 semanas 2 días semana	<i>Depth jump</i> <i>Spli SJ</i> ; <i>Elastic jump</i> Saltos diferente patrón 2-3 s 10 reps. 1 min recup.	No mejoras significativas en el test <i>Jump and</i> <i>Reach</i> ($p<0.05$)
Ramírez-Campillo et al. (2013)	n = 54 futbolistas junior (14.2±2.2 años)	Temporada	6 semanas 2 días semana	13 ejercicios horizontal y vertical UNI y BI 2 s. 5-10 reps. seguido	↑4.4% SJ; ↑7.4% CMJ; ↑5.7% SR; ↑12.2% DJ20; ↑5.6% BLJ; ↑5.6% 20 m; ↑10.3% MST; ↑3.3% 10x5 m ($p<0.005$)

↑: mejora; ABK: Abalakov; acc: aceleración; BI: bilateral; BLJ: *Broad long jump test*; CMJ: *countermovement jump*; CT: *contact test*; DJ: *drop jump* 20 cm; DVJ: salto vertical profundo; H: horizontal; HAR: *hurdle agility jump*; HJ: *horizontal jump*; MB5: test 5 saltos; MKD: distancia máxima golpeo balón; MST: *shuttle run*; MVIC: contracción isométrica voluntaria máxima; RSAb: mejor serie test esprints repetidos; RSAm: media test esprints repetidos; SJ: *squat jump*; SR: *sit & reach*; UNI: unilateral; V: vertical; VJ: *vertical jump*; Vmáx: velocidad máxima; YYIE1: test yo-yo1.

▲
Tabla 4. Adaptaciones producidas por el entrenamiento pliométrico en futbolistas

Estudio	Población	Momento	Duración	Intervención	Efectos
Ramírez-Campillo et al. (2013)	n = 54 futbolistas junior (14.2±2.2 años)	Temporada	6 semanas 2 días semana	13 ejercicios horizontal y vertical UNI y BI 2 s 5-10 reps. 1 día rec.	↑8% CMJ; ↑4.7% SR; ↑12% DJ20; ↑5.3% BLJ; ↑5.1% 20 m; ↑10% MST; ↑2.7% 10x5 m (p<0.005)
Brito et al. (2014)	n = 12 futbolistas portugueses universitarios (20.3±0.9 años)	Temporada	9 semanas 2 días semana	Skipping+5 m 8VJ+3 remates cabeza 6VJ desde sentado+3DJ	Produce mejoras en 1RM <i>squat</i> , flexión plantar y extensión de rodillas, y 20 m (p<0.005)
Ramírez-Campillo et al. (2014a)	n = 38 futbolistas pre-adolescentes (13.2±1.8 años)	Temporada	7 semanas 2 días semana	DJ20,40,60 2 series 10 reps.	↑4.3% CMJ; ↑16% DJ40; ↑22% DJ20; ↑4.1% MB5 ↑3.5% Illinois; ↑14% KD; ↑5% 2.4 km (p<0.005)
Ramírez-Campillo et al. (2014b)	n = 13 futbolistas pre-adolescentes (10.4±2.0 años)	Temporada	7 semanas 2 días semana	DJ20,40,60 2 series 10 reps. 30 s entre series	↑8.1% CMJ; ↑33.2% DJ20; ↑39% DJ40; ↑1.8% 20 m; ↑11.3% MKD (p<0.005)
	n = 14 futbolistas pre-adolescentes (10.4±2.3 años)	Temporada	7 semanas 2 días semana	DJ20,40,60 2 series 10 reps. 60 s entre series	↑9.1% CMJ; ↑35.3% DJ20; ↑38.9% DJ40; ↑15% MKD (p<0.005)
	n = 12 futbolistas pre-adolescentes (10.3±2.3 años)	Temporada	7 semanas 2 días semana	DJ20,40,60 2 series 10 reps. 120 s entre series	↑8.5% CMJ; ↑36.6% DJ20; ↑46.4% DJ40; ↑12.6% MKD (p<0.005)
Söhnlein et al. (2014)	n = 12 futbolistas pre-adolescentes (13±0.9 años)	Temporada	16 semanas 2 días semana	4 ejercicios por sesión horizontal y vertical lateral 2-5 series 6-16 reps.	↑3.8% 5 m; ↑3.2% 20 m; ↑2.5% 30 m; ↑6.1% HAR; ↑21.4% MB5 ↑9.6% HJ (p<0.005)

↑: mejora; ABK: Abalakov; acc: aceleración; BI: bilateral; BLJ: *Broad long jump test*; CMJ: *countermovement jump*; CT: *contact test*; DJ: *drop jump* 20 cm; DVJ: salto vertical profundo; H: horizontal; HAR: *hurdle agility jump*; HJ: *horizontal jump*; MB5: test 5 saltos; MKD: distancia máxima golpeo balón; MST: *shuttle run*; MVIC: contracción isométrica voluntaria máxima; RSAb: mejor serie test esprints repetidos; RSAm: media test esprints repetidos; SJ: *squat jump*; SR: *sit & reach*; UNI: unilateral; V: vertical; VJ: *vertical jump*; Vmáx: velocidad máxima; YYIE1: test yo-yo1.

▲
Tabla 4. (Continuación). Adaptaciones producidas por el entrenamiento pliométrico en futbolistas

Estudio	Población	Momento	Duración	Intervención	Efectos
Ramírez-Campillo et al. (2015a)	n = 12 futbolistas pre-adolescentes (11±2 años)	Temporada	6 semanas 2 días semana	Programa BI horizontal y vertical 6 series 5-10 reps.	Mejoras en ABK UNI y BI, velocidad 15 y 30 m; agilidad; MKV y YYIE1 (p<0.005)
	n = 16 futbolistas pre-adolescentes (11.6±1.7 años)	Temporada	6 semanas 2 días semana	Programa UNI horizontal y vertical 3 series 5-10 reps.	Mejoras en ABK UNI y BI, velocidad 15 y 30 m; agilidad; MKV y YYIE1 (p<0.005)
	n = 12 futbolistas pre-adolescentes (11.6±2.7 años)	Temporada	6 semanas 2 días semana	Programa BI y UNI horizontal y vertical 2 series 5-10 reps.	Mejoras en ABK UNI y BI, velocidad 15 y 30 m; agilidad; MKV y YYIE1 (p<0.005) Mayor mejora otros grupos
Ramírez-Campillo et al. (2015b)	n = 120 futbolistas pre-adolescentes (11.6±1.4 años)	Temporada	6 semanas 2 días semana	Programa vertical UNI y BI 3-6 series 5-10 reps.	↑9.7% ABK horizontal ↑9.8% ABK vertical; ↑11% YYIE1 (p<0.005) ↑15.7% DJ20; (p<0.001)
	n = 10 futbolistas pre-adolescentes (11.4±1.9 años)	Temporada	6 semanas 3 días semana	Programa horizontal UNI y BI 3-6 series 5-10 reps.	↑ABK UNI y BI; ↑YYIE1; ↑en velocidad 15 y 30 m; ↑MKV y MB% (p=0.05)
	n = 10 futbolistas pre-adolescentes (11.2±2.3 años)	Temporada	6 semanas 3 días semana	Programa combinado UNI y BI 2 series 5-10 reps.	Mejora en todos los test realizados (p<0.001) Mayor mejora otros grupos (p<0.005)
De Hoyo et al. (2016)	n = 11 futbolistas españoles élite (18±1 años)	Temporada	8 semanas 2 días semana	Combinación de ejercicios de saltos, escalera y esprint (series según ejercicio)	↑7.2% CMJ (probable) ↑0.3% 30-20 m (probable) ↑1.5% 0-50 m (probable)

↑: mejora; ABK: Abalakov; acc: aceleración; BI: bilateral; BLJ: *Broad long jump test*; CMJ: *countermovement jump*; CT: *contact test*; DJ: *drop jump* 20 cm; DVJ: salto vertical profundo; H: horizontal; HAR: *hurdle agility jump*; HJ: *horizontal jump*; MB5: test 5 saltos; MKD: distancia máxima golpeo balón; MST: *shuttle run*; MVIC: contracción isométrica voluntaria máxima; RASAb: mejor serie test esprints repetidos; RASAm: media test esprints repetidos; SJ: *squat jump*; SR: *sit & reach*; UNI: unilateral; V: vertical; VJ: *vertical jump*; Vmáx: velocidad máxima; YYIE1: test yo-yo1.

▲
Tabla 4. (Continuación). Adaptaciones producidas por el entrenamiento pliométrico en futbolistas

Study	Population	Time	Length	Intervention	Effects
Askling et al. (2003)	n = 15 Swedish professional footballers (24±2.6 years)	Preseason	10 weeks 1-2 days per week	Yo-yo hamstring curl 4 series 8 reps. BI Maximum intensity	↑15.3% con ↑19.2 % ecc ↑2.4% 30 m (p=0.05)
De Hoyo et al. (2014)	n = 20 Spanish U-19 elite footballers (17±1 years)	Not specified	Not specified	5 min exercise bike Yo-yo squat 4 series 6 reps. BI 2 min recovery	↑6.1% CMJ (very probable) ↑0.6% 20 m (possible)
De Hoyo et al. (2015a)	n = 18 Spanish youth elite footballers (18±1 years)	Season	10 weeks 1-2 days per week	Yo-yo squat Yo-yo hamstring curl 3-6 series 6 reps. Maximum power	↑7.6% CMJ (VL) ↑1% 10 m (possible) ↑1.5% 20 m (possible) ↑3.3% 10 m-I (AC)
Tous-Fajardo et al. (2015)	n = 12 Spanish U-18 elite footballers (17±0.5 years)	Season	11 weeks 1 day per week	DTR; BL; HK; US: 2 series 6-10 reps. Vibrating platform NH; ABD; Lateral bridge	↑5.7% V-Cut (AC) ↑4.4% CMJ (possible) ↑9.5% AP (probable)
De Hoyo et al. (2015b)	n = 11 Spanish elite footballers (22±2 years)	Not specified	6 weeks 3 days per week	Cone pulley lunge 5-7 series 8 reps. optimal power load	↑0.11±0.27 s 10 m (p=0.01) ↑1.55±2.44 cm CMJ (p=0.001) ↑106.56±121.63N MVIC (p=0.05)

↑: improvement; 10 m-f: flying 10 meter sprint; ABD: abductors; AC: almost certain; AP: relative average power; BAT: Balsom Agility Test; BI: bilateral; BL: back lunge; CMJ: countermovement jump; con: concentric strength; DTR: diagonal trunk rotations; ecc: eccentric strength; HK: hamstring kick; HS: half squat; MVIC: maximum voluntary isometric contraction; N: Newton; NH: Nordic hamstring; U-18: under 18; U-19: under 19; US: unilateral squat.

Table 5. Adaptations of strength training with eccentric overload in footballers

Estudio	Población	Momento	Duración	Intervención	Efectos
Askling et al. (2003)	n = 15 futbolistas suecos profesionales (24±2.6 años)	Pretemporada	10 semanas 1-2 días semana	Yo-yo curl isquios 4 series 8 reps. BI Máxima intensidad	↑15.3% con ↑19.2 % ecc ↑2.4% 30 m (p=0.05)
De Hoyo et al. (2014)	n = 20 futbolistas españoles élite U-19 (17±1 años)	No definido	No definido	5 min bici estática Yo-yo squat 4 series 6 reps. BI 2 min recuperación	↑6.1% CMJ (muy probable) ↑0.6% 20 m (posible)
De Hoyo et al. (2015a)	n = 18 futbolistas españoles élite junior (18±1 años)	Temporada	10 semanas 1-2 días semana	Yo-yo squat Yo-yo curl isquios 3-6 series 6 reps. Potencia máxima	↑7.6% CMJ (VL) ↑1% 10 m (posible) ↑1.5% 20 m (posible) ↑3.3% 10 m-I (AC)
Tous-Fajardo et al. (2015)	n = 12 futbolistas españoles élite U-18 (17±0.5 años)	Temporada	11 semanas 1 día semana	RDT; BL; HK; SU: 2 series 6-10 reps. Plataforma vibratoria NH; ADD; Puente lateral	↑5.7% V-Cut (AC) ↑4.4% CMJ (posible) ↑9.5% AP (probable)
De Hoyo et al. (2015b)	n = 11 futbolistas españoles élite (22±2 años)	No definido	6 semanas 3 días semana	Zancada polea cónica 5-7 series 8 reps. carga óptima potencia	↑0.11±0.27 s 10 m (p=0.01) ↑1.55±2.44 cm CMJ (p=0.001) ↑106.56±121.63N MVIC (p=0.05)

↑: mejora; 10 m-I: esprint 10 metros lanzados; AC: casi seguro; ADD: aductores; AP: potencia relativa media; BAT: test de agilidad de Balsom; BI: bilateral; BL: zancada de espaldas; CMJ: *countermovement jump*; con: fuerza concéntrica; ecc: fuerza excéntrica; HK: patada de isquios; HS: *half squat*; MVIC: contracción isométrica máxima voluntaria; N: newton; NH: *nordic hamstring*; RDT: rotaciones diagonales de tronco; SU: *squat* unilateral; U-18: sub 18; U-19: sub 19.

Tabla 5. Adaptaciones del entrenamiento de fuerza con sobrecarga excéntrica en futbolistas

In relation to football performance there is the paper by Askling et al. (2003) who for 10 weeks used eccentric overload exercises for the hamstrings, performing them on a yoyo hamstring curl machine, with good results in the concentric and eccentric strength of the hamstrings as well as in 30-m sprint time. Another study conducted with footballers by De Hoyo, Pozzo et al. (2015) which used yoyo squat and yoyo leg curl inertial devices managed to improve CMJ performance and 20-m sprint time. Similar effects were found by Tous-Fajardo et al. (2016) when combining eccentric overload exercises and a vibrating platform as part of an 11-week program. The authors suggest that this combination improved the footballers' ability to change direction, countermovement jump and power. Finally, De Hoyo, Sañudo et al. (2015) conducted a 6-week training program including eccentric overload exercises that produced improvements in CMJ, 10-m sprint time and maximum isometric strength.

Complex Contrast Training

Complex contrast training consists of performing exercises which combine different intensities: heavy 90% 1RM loads (traditional exercises) and light 40-50% 1RM loads (plyometrics) (Harris, Stone, O'Brian, Proulx, & Johnson, 2000). In an advanced version of the traditional method, loaded exercises can be followed by sprint exercises (Mujika, Santisteban, & Castagna, 2009). Most of the papers use the HS exercise as a heavy load with very different training volumes depending on the study (1-4 series and 4-6 reps) (Brito et al., 2014; Faude, Roth, Di Giovine, Zahner, & Donath, 2013). In addition, although most programmes employ dynamic work, some have used isometric work (40-80 seconds) along with jumps from a bench and hopping (4-6 series and 2 reps) with good results for acceleration, sprints and agility (García-Pinillos, Martínez-Amat, Hita-Contreras, Martínez-López, & Latorre-Román, 2014).

As opposed to proposals based on traditional exercises, Mujika et al. (2009) suggested a complex contrast training programme combining high and low loads and specific football exercises (dribbling, heading, etc.) with which they achieved improvements in jumping ability and 15-m sprints.

En relación con el rendimiento en fútbol encontramos el trabajo de Askling et al. (2003), que empleó durante 10 semanas ejercicios con sobrecarga excéntrica para la musculatura isquiotibial realizándolos en la máquina *yoyo curl hamstring*, con buenos resultados en la fuerza concéntrica y excéntrica de isquiotibiales, así como en el tiempo de esprint 30-m. Otro estudio realizado con futbolistas por De Hoyo, Pozzo et al. (2015) que utilizó dispositivos inerciales *yoyo squat* y *yoyo leg curl* consiguió mejorar el rendimiento en CMJ y en el tiempo de esprint 20-m. Efectos similares fueron encontrados por Tous-Fajardo et al. (2016) combinando en un programa de 11 semanas ejercicios con sobrecarga excéntrica y plataforma vibratoria. Los autores indicaron que esta combinación mejoraba la habilidad para cambiar de dirección, el salto con contramovimiento y la potencia del futbolista. Por último, De Hoyo, Sañudo et al. (2015) llevaron a cabo un programa de entrenamiento de 6 semanas incluyendo ejercicios con sobrecarga excéntrica que produjeron mejoras en CMJ, en el tiempo de esprint 10-m y en la fuerza isométrica máxima.

Contrastes

El método de contrastes o *complex contrast training*, se basa en la realización de ejercicios que combinan intensidades diferentes: cargas pesadas del 90% 1RM (ejercicios tradicionales) y cargas ligeras 40-50% 1RM (pliometría) (Harris, Stone, O'Brian, Proulx, & Johnson, 2000). En una versión avanzada del método tradicional, a los ejercicios con carga le pueden suceder acciones de esprint (Mujika, Santisteban, & Castagna, 2009). La mayoría de los trabajos utilizan el ejercicio de HS como carga pesada, con volúmenes de entrenamiento muy dispares en función del estudio (1-4 series y 4-6 reps) (Brito et al., 2014; Faude, Roth, Di Giovine, Zahner, & Donath, 2013). Por otra parte, aunque la mayoría de programas emplean trabajos dinámicos algunos han aplicado trabajos isométricos (40-80 segundos) junto con saltos desde el banco y saltos una pierna (4-6 series 2 reps), con buenos resultados en aceleración, esprint y agilidad (García-Pinillos, Martínez-Amat, Hita-Contreras, Martínez-López, & Latorre-Román, 2014).

Frente a las propuestas basadas en ejercicios tradicionales, Mujika et al. (2009) propusieron un programa de contrastes combinando cargas altas, bajas y ejercicios específicos de fútbol (conducción, salto de cabeza, etc.), obteniendo mejoras en la capacidad de salto y esprint 15-m.

Study	Population	Time	Length	Intervention	Effects
Mujika et al. (2009)	n = 10 Spanish elite youth footballers (18±0.5 years)	Season	7 weeks 6 sessions	3 posts that combine exercises with high loads, low loads, and football exercises	↑2.8% 15 m; ↑4.5% CMJ; ↑1% ABK (p<0.005)
Maio Alves et al. (2010)	n = 9 Portuguese elite footballers (17.4±0.6 years)	Not specified	6 weeks 1 day per week	Squat, skipping, 5 m Calves, VJ, HE LE, JFS, DJ 6 reps. 80-85-90%	↑9.2% 5 m; ↑6.2% 15 m; ↑12.6% SJ (p<0.005)
	n = 8 Portuguese elite footballers (17.4±0.6 years)	Not specified	6 weeks 2 days per week	Squat, skipping, 5 m Calves, VJ, HE LE, JFS, DJ 6 reps. 80-85-90%	↑6.2% 5 m; ↑3.1% 15 m; ↑9.6% SJ (p<0.005)
Faude et al. (2013)	n = 7 Norwegian amateur footballers (22.6±2.4 years)	Season	7 weeks 2 days per week	HS 4x4 90% 1RM 4 min. recov. + 5 HJ (UNI) HS 4x4 50-60% 1RM 4 min. recov. + 5 HJ (BI)	↑18.2% 1RM HS; ↑3% CMJ BI; ↑4.3% CMJ izq; ↑9.4% DJr (p<0.005)
Brito et al. (2014)	n = 12 Portuguese university footballers (20.3±0.9 years)	Season	9 weeks 2 days per week	HS (6 reps 85%) Ext calves (6 reps 90%) Ext legs (6 reps 80%) and plyometric exercises	Improvements in 1RM squat, plantar flexion and knee extension, and 20 m (p<0.005)
G ^a -Pinillos et al. (2014)	n = 17 Spanish amateur footballers (15.9±1.4 years)	Season	12 weeks 2 days per week	Isometric half squat 40-80 seconds and JFS or hopping 4-6 series 2 reps.	↑7.14% CMJ; ↑14.97% 5 m; ↑13.36% 10 m; ↑8.09% 20 m; ↑6.26% 30 m; ↑5.13% BAT (p<0.005)

↑: improvement; ABK: Abalakov; BAT: Balsom Agility Test; BI: bilateral; CMJ: countermovement jump; DJ: drop jump; DJr: drop jump reactive; HE: header; HS: half squat; JFB: jump from bench; JFS: jump from seated; RM: repetition maximum; SJ: squat jump; UNI: unilateral; VJ: vertical jump.

Table 6. Adaptations of strength training with complex contrast training in footballers

Estudio	Población	Momento	Duración	Intervención	Efectos
Mujika et al. (2009)	n = 10 futbolistas españoles élite junior (18±0.5 años)	Temporada	7 semanas 6 sesiones	3 postas que combinan ejercicios con cargas altas, cargas bajas, y ejercicios de fútbol	↑2.8% 15 m; ↑4.5% CMJ; ↑1% ABK (p<0.005)
Maio Alves et al. (2010)	n = 9 futbolistas portugueses élite (17.4±0.6 años)	No definido	6 semanas 1 día semana	Squat, skipping, 5 m Gemelos, VJ, RC LE, JFS, DJ 6 reps. 80-85-90%	↑9.2% 5 m; ↑6.2% 15 m; ↑12.6% SJ (p<0.005)
	n = 8 futbolistas portugueses élite (17.4±0.6 años)	No definido	6 semanas 2 días semana	Squat, skipping, 5 m, Gemelos, VJ, RC LE, JFS, DJ 6 reps. 80-85-90%	↑6.2% 5 m; ↑3.1% 15 m; ↑9.6% SJ (p<0.005)
Faude et al. (2013)	n = 7 futbolistas noruegos amateur (22.6±2.4 años)	Temporada	7 semanas 2 días semana	HS 4x4 90% 1RM 4 min recup. + 5 HJ (UNI) HS 4x4 50-60% 1RM 4 min recup. + 5 HJ (BI)	↑18.2% 1RM HS; ↑3% CMJ BI; ↑4.3% CMJ izq; ↑9.4% DJr (p<0.005)
Brito et al. (2014)	n = 12 futbolistas portugueses universitarios (20.3±0.9 años)	Temporada	9 semanas 2 días semana	HS (6 reps 85%) Ext. gemelos (6 reps. 90%) Ext. piernas (6 reps. 80%) y ejercicios pliométricos	Produce mejoras en 1RM squat, flexión plantar y extensión de rodillas, y 20 m (p<0.005)
G ^a -Pinillos et al. (2014)	n = 17 futbolistas españoles amateur (15.9±1.4 años)	Temporada	12 semanas 2 días semana	HS isométrico 40-80 s y JFS o salto una pierna 4-6 series 2 reps.	↑7.14% CMJ; ↑14.97% 5 m; ↑13.36% 10 m; ↑8.09% 20 m; ↑6.26% 30 m; ↑5.13% BAT (p<0.005)

↑: mejora; ABK: Abalakov; BAT: test de agilidad de Balsom; BI: bilateral; CMJ: countermovement jump; DJ: drop jump; DJr: drop jump reactivo; HS: half squat; JFS: salto desde banco; RE: remate de cabeza; RM: repetición máxima; SJ: squat jump; UNI: unilateral; VJ: salto vertical.

Tabla 6. Adaptaciones del entrenamiento de fuerza por el método de contrastes en futbolistas

Conclusion

Strength training appears to be an effective method for optimizing a number of crucial abilities for football performance during the competitive season without impairing performance in terms of results. The choice of the right method and work protocol should be based on the objectives to be achieved, the time in the season and the players' strength and shortcomings. Various aspects such as individualizing training programs, progression and control of the load and appropriate task design based on the players' characteristics need to be taken into consideration in order to attain this improvement.

Conflict of Interests

No conflict of interest was reported by the authors.

References | Referencias

- Askling, C., Karlsson, J., & Thorstensson, A. (2003). Hamstring injury occurrence in elite soccer players after preseason strength training with eccentric overload. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13(4), 244-250. doi:10.1034/j.1600-0838.2003.00312.x
- 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. doi:10.1080/02640410500482529
- Bogdanis, G.C., Papaspyrou, A., Souglis, A.G., Theos, A., Sotiropoulos, A., & Maridaki, M. (2011). Effects of two different half-squat training programs on fatigue during repeated cycling sprints in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 1849-1856, 2011. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e83a1e
- Bradley, P.S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159-168. doi:10.1080/02640410802512775
- Bradley, P.S., Di Mascio, M., Peart, D., Olsen, P., & Sheldon B. (2010). High-intensity activity profiles of elite soccer players at different performance levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(9), 2343-2351. doi:10.1519/JSC.0b013e3181aeb1b3
- Brito, J., Vasconcellos, F., Oliveira, J., Krstrup, P., & Rebelo, A. (2014). Short-term performance effects of three different low-volume strength-training programmes in college male soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 40(1), 121-129. doi:10.2478/hukin-2014-0014
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Delhomel, G., Brughelli, M., & Ahmaidi, S. (2010). Improving repeated sprint ability in young elite soccer players: repeated shuttle sprints vs. explosive strength training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2715-2722. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bf0223
- Chelly, M.S., Fathloun, M., Cherif, N., Ben Amar, M., Tabka, Z., & Van Praagh, E. (2009). Effects of a back squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(8), 2241-2249. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b86c40

Conclusión

El entrenamiento de la fuerza parece ser un método eficaz para la optimización de diferentes capacidades determinantes del rendimiento en el fútbol durante la temporada competitiva sin perjudicar el rendimiento a nivel de resultados. La elección del método y protocolo de trabajo adecuado debería estar en función de los objetivos a conseguir, de la época de la temporada y del nivel de fuerza y déficits de los jugadores. Para que esta mejora sea posible, diversos aspectos como la individualización de los programas de entrenamiento, la progresión y el control de la carga y un adecuado diseño en las tareas acorde a las características de los jugadores deberían tenerse en cuenta.

Conflicto de intereses

Los autores no han comunicado ningún conflicto de intereses.

- Chelly, M.S., Ghenem, M.A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z., & Shephard, R. J. (2010). Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump and sprint performance of soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2670-2676. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e2728f
- Cormie, P., McGuigan, M.R., & Newton, R.U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: part 2- training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine*, 41(2), 125-146. doi:10.2165/11538500-000000000-00000
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 349-357.
- De Hoyo, M., Gonzalo-Skok, O., Sañudo, B., Carrascal, C., Plaza-Armas, J.R., Camacho-Candil, F., & Otero-Esquina, C. (2016). Comparative Effects of In-Season Full-Back Squat, Resisted Sprint Training, and Plyometric Training on Explosive Performance in U-19 Elite Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 0(2), 368-377. doi:10.1519/JSC.0000000000001094
- De Hoyo, M., Pozzo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Gonzalo-Skok, O., Domínguez-Cobo, S., & Morán-Camacho, E. (2015a). Effects of a 10-week in-season eccentric-overload training program on muscle-injury prevention and performance in junior elite soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 46-52. doi:10.1123/ijsp.2013-0547
- De Hoyo, M., Sañudo, B., Carrasco, L., Domínguez-Cobo, S., Mateo-Cortes, J., Cadenas-Sánchez, M.M., & Nimphius, S. (2015b). Effects of Traditional Versus Horizontal Inertial Flywheel Power Training on Common Sport-Related Tasks. *Journal of Human Kinetic*, 47(1), 155-167. doi:10.1515/hukin-2015-0071
- Di Salvo, V., Baron, R., Tschan, H., Calderon-Montero, F. J., Bachl, N., & Pigozzi, F. (2007). Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 222-227. doi:10.1055/s-2006-924294
- Faude, O., Roth, R., Di Giovine, D., Zahner, L., & Donath, L. (2013). Combined strength and power training in high-level amateur football during the competitive season: a randomised-controlled trial.

- Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1460-1467. doi:10.1080/02640414.2013.796065
- García-Pinillos, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martínez-López, E.J., & Latorre-Román, P. A. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(9), 2452-2460. doi:10.1519/JSC.0000000000000452
- Harris, G. R., Stone, M.H., O'Bryant, H. S., Proulx, C. M., & Johnson, R.L. Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 14, 14-20, 2000.
- Hoff, J., & Helgerud, J. (2004). Endurance and strength training for soccer players: physiological considerations. *Sports Medicine*, 34(3), 165-180. doi:10.2165/00007256-200434030-00003
- Hoffman, J. R., Cooper, J., Wendell, M., & Kang, J. (2004). Comparison of Olympic vs. traditional power lifting training programs in football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(1), 129-135. doi:10.1519/00124278-200402000-00019
- Kawamori, N., Crum, A. J., & Blumert, P. A. (2005). Influence of different relative intensities on power output during the hang power clean: identification of the optimal load. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 698-708. doi:10.1519/16044.1
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiaikovou, G., & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 369-375. doi:10.1519/R-14944.1
- Loturco, I., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., Pivetti, B., & Roschel, H. (2013). Different loading schemes in power training during the pre-season promote similar performance improvements in Brazilian elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(7), 1791-1797. doi:10.1519/JSC.0b013e3182772da6
- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Zanetti, V., Gil, S., Kitamura, K., Abad, C. C., & Nakamura, F. Y. (2015a). Half-squat or jump squat training under optimum power load conditions to counteract power and speed decrements in Brazilian elite soccer players during the pre-season. *Journal of Sports Sciences*, 33(12), 1283-1292. doi:10.1080/02640414.2015.1022574
- Michailidis, Y., Fatouros, I. G., Primpa, E., Michailidis, C., Avloniti, A., Chatziniolaou, A., ... Kambas, A. (2013). Plyometrics' trainability in pre-adolescent soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(1), 38-49. doi:10.1519/JSC.0b013e3182541ec6
- Mujika, I., Santisteban, J., & Castagna, C. (2009). In-season effect of short-term sprint and power training programs on elite junior soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2581-2587. doi:10.1519/JSC.0b013e3181bc1aac
- Newton, R. L., Kraemer, W. J., & Häkkinen, K. (1996). Kinematics, kinetics, and muscle activation during explosive upper body movements. *Journal of Applied Biomechanics*, 12(1), 31-43. doi:10.1123/jab.12.1.31
- Ramírez-Campillo, R., Andrade, D. C., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., ... Izquierdo, M. (2014). The effects of intersit rest on adaptation to 7 weeks of explosive training in young soccer players. *Journal of Sports Sciences Medicine*, 13(2), 287-96.
- Ramírez-Campillo, R., Burgos, C. H., Henríquez-Olguín, C., Andrade, D. C., Martínez, C., Álvarez, C., ... Izquierdo, M. (2015a). Effect of unilateral, bilateral, and combined plyometric training on explosive and endurance performance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(5), 1317-1328. doi:10.1519/JSC.0000000000000762
- Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henríquez-Olguín, C., Meylan, C.M., Martínez, C., Álvarez, C., ... Izquierdo, M. (2015b). Effect of Vertical, Horizontal, and Combined Plyometric Training on Explosive, Balance, and Endurance Performance of Young Soccer Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1784-95. doi:10.1519/JSC.0000000000000827
- Ramírez-Campillo, R., Meylan, C. M., Álvarez-Lepín, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Andrade, D. C., ... Izquierdo, M. (2013). The effects of interday rest on adaptation to 6 weeks of plyometric training in young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 972-979. doi:10.1519/JSC.0000000000000283
- Romero-Rodríguez, D., Gual, G., & Tesch, P.A. (2011). Efficacy of an inertial resistance training paradigm in the treatment of patellar tendinopathy in athletes: a case-series study. *Physical Therapy in Sport*, 12(1), 43-48. doi:10.1016/j.ptsp.2010.10.003
- Rønnestad, B.R., Kvamme, N.H., Sunde, A., & Raastad, T. (2008). Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 773-780. doi:10.1519/JSC.0b013e31816a5e86
- Rønnestad, B. R., Nymark, B., & Raastad, T. (2011). Effects of in-season strength maintenance training frequency in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(10), 2653-2660. doi:10.1519/JSC.0b013e31822dcd96
- Sáez de Villarreal, E., Requena, B., & Newton, R.U. (2010). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 513-522. doi:10.1016/j.jsams.2009.08.005
- Schilling, B. K., Stone, M. H., O-Bryant, H. S., Fry, A. C., Coglianese, R. H., & Pierce, K. C. (2002). Snatch technique of collegiate national level weightlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(4), 551-555. doi:10.1519/1533-4287
- Stolen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisloff, U. (2005). Physiology of soccer: an update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536. doi:10.2165/00007256-200535060-00004
- Söhnlein, Q., Müller, E., & Stöggel, T. L. (2014). The effect of 16-week plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(8), 2105-2114. doi:10.1519/JSC.0000000000000387
- Swinton, P., Lloyd, R., Keogh, R., Agouris, I., & Stewart, A. D. (2014). Regression models of sprint, vertical jump, and change of direction performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 1839-1848. doi:10.1519/JSC.0000000000000348
- Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L., & Tesch, P. (2016). Enhancing Change-of-Direction Speed in Soccer Players by Functional Inertial Eccentric Overload and Vibration Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(1), 66-73. doi:10.1123/ijsp.2015-0010
- Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). PRISMA declaration: A proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Medicina Clínica*, 135(11), 507-511. doi:10.1016/j.medcli.2010.01.015
- Wathen, D. (1993). Position statement: explosive/plyometric exercises. *NCSA Journal*, 15(3), 16-19.
- Young, W. B. (2006). Transfer of strength and power training to sports performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(2), 74-83. doi:10.1123/ijsp.1.2.74