

# Revisión sistemática del entrenamiento de fuerza en futbolistas pre-adolescentes y adolescentes

## Systematic review of strength training in preadolescent and adolescent football players

Pablo Martínez-Pérez, Raquel Vaquero-Cristóbal  
Universidad Católica San Antonio de Murcia (España)

**Resumen.** El objetivo del presente estudio fue realizar una revisión sistemática sobre los efectos de los programas de fuerza utilizados en futbolistas varones pre-adolescentes y adolescentes. Se analizaron un total de veinticinco artículos, en español o en inglés, a raíz de la búsqueda en PubMed, ISI Web of Knowledge y SportDiscus. Se encontró que el entrenamiento pliométrico, seguido del entrenamiento de fuerza-resistencia y el entrenamiento isoinercial, por ese orden, son los comúnmente empleados para el entrenamiento de fuerza en futbolistas pre-adolescentes y adolescentes. Sin embargo, en función del estado madurativo, y del bagaje motriz del jugador, parecen generar diferentes adaptaciones en estos, y por tanto, requieren de una individualización de la carga de entrenamiento en función de su nivel tanto físico, como técnico.

**Palabras clave:** Condición física, ejercicio físico, fútbol, niños, programa de entrenamiento, jóvenes.

**Abstract.** The aim of the study was to do a systematic review about the effects of strength programs used in pre-adolescent and adolescent male football players. A total of twenty-five articles, in Spanish or English, were analyzed by searching PubMed, ISIWeb of Knowledge and SportDiscus. Plyometric training, followed by strength-resistance training and isoinertial training, in that order, were found to be commonly used for strength training in pre-adolescent and adolescent footballers. However, depending on the maturation state, and the player's motor experience, they seem to generate different adaptations in these, and therefore, require an individualization of the training load depending on their physical and technical level.

**Key Words:** Physical condition, physical exercise, football, children, training program, youth.

### Introducción

El fútbol es un deporte colectivo de carácter predominantemente aeróbico, en el que destacan las acciones de naturaleza intermitente, caracterizadas por un predominio del metabolismo anaeróbico y la capacidad de aplicar fuerza (Arregui-Martin, Garcia-Tabar, & Gorostiaga, 2020; Pena-González, Fernández-Fernández, Cervelló, & Moya-Ramón, 2019; Ramirez-Campillo et al., 2018). No en vano, la capacidad de los futbolistas de generar fuerza, y la eficiencia del sistema muscular y de los patrones de movimiento, son los factores que más afectan al rendimiento en acciones muy frecuentes en el fútbol como pueden ser los sprints, cambios de dirección o saltos (Arregui-Martin et al., 2020). Debido a esto, el entrenamiento técnico-táctico en el fútbol se desarrolla en base a tareas, las cuales plantean diversos contextos competitivos, modificando variables como el tiempo, el objetivo, o la orientación espacial, los cuales generan diferentes estímulos a los futbolistas rela-

cionados con diversas demandas fisiológicas, con el fin de mejorar el rendimiento de los jugadores en competición (Clemente, Suárez-Arrones, y Gil, 2019).

El entrenamiento de fuerza en edades de crecimiento ha sido objeto de estudio de numerosas investigaciones en las últimas décadas (Badillo y Ribas, 2002; Behm, Faigenbaum, Falk, y Klentrou, 2008; Peña-González et al., 2019), debido al cambio de paradigma en los efectos que genera en los pre-adolescentes o adolescentes. De hecho, recientemente se han realizado varias revisiones para analizar los efectos del entrenamiento de fuerza sobre la salud (Pena-González et al., 2019) o el rendimiento (Asadi, Ramirez-Campillo, Arazi, & Sáez de Villarreal, 2018; Sáez de Villarreal, Requena, & John, 2006) en estas edades. Fruto de estas investigaciones se ha comprendido que el trabajo de fuerza en estas etapas, además de no ser perjudicial, produce beneficios en variables relacionadas con la salud del deportista, como puede ser el aumento la densidad mineral ósea o la disminución de la probabilidad de aparición de dinapenia pediátrica (Chulvi-Medrano, Faigenbaum, Cortell-Toromo, & Alcalá, 2018); así como efectos en variables relacionadas con el rendimiento en el ámbito deportivo como consecuencia de las adaptaciones que genera so-

bre diferentes sistemas del organismo, tales como el aumento de la capacidad de salto vertical, cambios de dirección, aceleración, velocidad, potencia de golpeo o fuerza explosiva (Kobal et al., 2017; Otero-Esquina, de Hoyo Lora, Gonzalo-Skok, Domínguez-Cobo, & Sánchez, 2017).

La edad concreta para el inicio del entrenamiento de fuerza no parece estar consensuada (Behm et al., 2008; Malina, Eisenmann, Cumming, Ribeiro, y Aroso, 2004), pero la mayoría de autores establecen el pico máximo de crecimiento (PHV), como medida de madurez del sistema musculo esquelético, diferenciando así entre pre-PHV, entendiéndose que se encuentran en este grupo los pre-adolescentes varones con edades biológicas entre 10 y 12,9 años, caracterizándose este grupo porque todavía no se ha alcanzado el PHV; mid-PHV, compuesto por adolescentes entre 13 y 16 años y que se encuentran en este momento de PHV; y post-PHV, compuesto por adolescentes con edades entre 16,1 y 18,5 años, que ya han pasado el PHV (Bailey, 1997; Lloyd, Radnor, De Ste Croix, Cronin, & Oliver, 2016; Mirwald, Baxter-Jones, Bailey, & Beunen, 2002).

Se ha encontrado que durante la etapa de pre-adolescencia el entrenamiento de fuerza genera principalmente adaptaciones a nivel neuromuscular (Faigenbaum et al., 2014; Kobal et al., 2017; Peña-González et al., 2019). Estas están caracterizadas por el aumento de la activación de los músculos agonistas, la modificación en los patrones de activación de los músculos antagonistas o la co-activación de musculatura sinergista (Kobal et al., 2017). Estas adaptaciones aparecen en las primeras semanas de entrenamiento y generan mejoras en la capacidad de generar fuerza dinámica y máxima de los pre-adolescentes (Hammami, Negra, Shephard, & Chelly, 2017).

Sin embargo, las adaptaciones estructurales están influidas por la edad biológica del deportista, debido a su influencia directa sobre el sistema metabólico, el cual se relaciona con la cantidad de hormonas androgénicas circundantes, caracterizándose éstas por tener un rol determinante en los procesos de hipertrofia o síntesis de glucógeno muscular (Muscella, Vetrugno, Spedicato, Stefano, & Marsigliante, 2019; Reyes et al., 2018). Así, en la etapa de adolescencia además de las adaptaciones a nivel neuromuscular también se dan adaptaciones a nivel estructural, entre las que destaca el aumento del tejido magro o el aumento del área muscular transversal (Suarez-Arrones et al., 2019). Este conjunto de adaptaciones genera, globalmente, una mejora en la condición física de los deportistas, sobre todo de las capacida-

des de fuerza, y sus diferentes expresiones como la potencia, velocidad, resistencia o coordinación (McKinlay et al., 2018; Michailidis, Tabouris, & Metaxas, 2019; Otero-Esquina et al., 2017).

Debido a los grandes beneficios que un entrenamiento planificado de fuerza podría acarrear en el rendimiento, numerosas investigaciones han analizado el efecto de programas de fuerza sobre el rendimiento en pre-adolescentes y adolescentes futbolistas (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Beato, Bianchi, Coratella, Merlini, & Drust, 2018). Sin embargo, existen diferencias entre ellos en las adaptaciones que encuentra como consecuencia de la inclusión de diferentes poblaciones y programas. Por tanto, el objetivo de este estudio fue realizar una revisión sistemática para analizar los efectos de los programas de fuerza realizados en futbolistas varones pre-adolescentes y adolescentes.

## Método

### *Criterios de elegibilidad*

Los criterios de inclusión para la presente revisión fueron: 1) estudios originales que analizaran los efectos de un programa de fuerza en futbolistas; 2) que se detallaran las características del programa de fuerza realizado y sus efectos; 3) llevados a cabo con una población de entre 10 y 18 años, debido a que se estima que la pubertad se produce en esta franja, con el aumento de hormonas endógenas en el organismo que esta conlleva (Muscella et al., 2019); 4) que contaran exclusivamente con varones como muestra, debido a las diferencias metabólicas que se encuentran entre ambos sexos resultado de los diferentes procesos madurativos que se producen en esta etapa (Reyes et al., 2018); 5) publicados en revistas científicas; y 6) que estuvieran escritos en inglés o español. No se establecieron criterios de exclusión en relación a la tipología del programa de entrenamiento, del nivel competitivo, ni el año de publicación del documento.

### *Fuentes de información y estrategias de búsqueda bibliográfica*

La búsqueda bibliográfica se llevó a cabo en tres bases de datos: Pubmed, SportDiscus e ISI Web of Knowledge. Las palabras utilizadas para la búsqueda fueron «strength training», «resistance training», «external load», «adaptations», «neuromuscular», «child», «children», «pre-adolescent», «pre-teen», «adolescent», «teen», «football» y «soccer», combinados con los conectores «and» and «or» («Strength training» OR

«resistance training» OR «external load» OR «adaptations» OR «neuromuscular») AND («chid» OR «children» OR «pre-adolescent» OR «pre-teen» OR «adolescent» OR «teen») AND («football» OR «soccer»)). Además, paralelamente se realizó una búsqueda manual entre las referencias recogidas en los diferentes artículos seleccionados para encontrar otros artículos sobre la temática. La fecha de finalización de la búsqueda fue el 30 de abril de 2020.

### Selección de estudios y extracción de datos

Para la realización del presente artículo se siguieron las recomendaciones recogidas en el modelo PRISMA. Se encontraron un total de 403 artículos, los cuales fueron examinados por dos evaluadores, incluyéndose tras este proceso 25 artículos en la presente revisión (Figura 1). Se calculó el índice de Kappa de Cohen para la determinación de la confiabilidad entre los dos autores que hicieron este proceso de manera independiente, encontrando un nivel de acuerdo muy fuerte ( $Kappa = 0.978$ ). La calidad metodológica de los artículos fue evaluada a través de la escala PEDro (Liberati et al., 2009).

Se diseñó un documento en Microsoft Office Excel® 2010 (Microsoft, Estados Unidos) para desglosar los datos relevantes de los diferentes artículos, en diferentes categorías como el número de sujetos en la muestra del grupo experimental y grupo control, edad, años de familiarización en el fútbol, características del programa de fuerza (volumen, intensidad, frecuencia, duración), capacidad valorada, test utilizado para la valoración, protocolo de valoración y resultados encontrados.

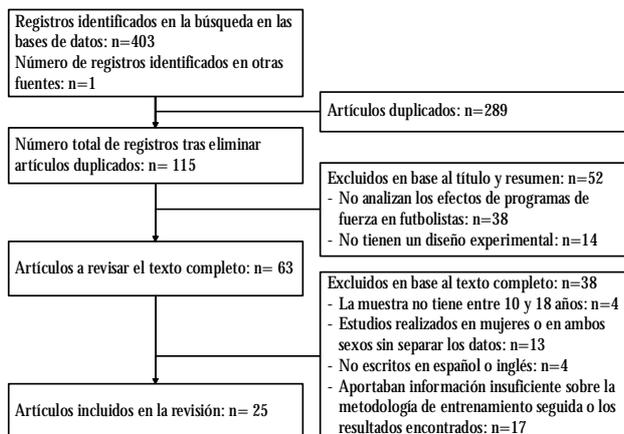


Figura 1. Diagrama de flow de los artículos incluidos en la revisión.

## Resultados

### Calidad de los artículos

Atendiendo a la Escala PEDro (Liberati et al., 2009)

la gran mayoría de obras han obtenido una media de siete u ocho puntos como consecuencia de la dificultad de cegar tanto a los sujetos, como a los evaluadores de las diferentes variables medidas. Sin embargo, los artículos cumplen con la mayoría del resto de ítems de esta escala (Tabla 1).

Tabla 1. Puntuación en los ítems y valor final de la escala PEDro de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Puntuación final
Abade et al. (2019)	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6
Asadi et al. (2018)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6
Beato et al. (2018)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7
Bianchi et al. (2019)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7
Borges et al. (2016)	Sí	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6
Di Gimniani y Visca (2017)	Sí	No	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	5
Fiorilli et al. (2020)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7
Hammami et al. (2017)	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	6
Kobal et al. (2017)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6
Lloyd et al. (2016)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7
Loturco et al. (2019)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7
Makhlouf et al. (2018)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7
McKinlay et al. (2018)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6
Michailidis et al. (2019)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7
Otero-Esquina et al. (2017)	Sí	No	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	5
Panagoulis et al. (2020)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7
Peña-González et al. (2019)	Sí	No	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	5
Ramírez-Campillo et al. (2014)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	7
Ramírez-Campillo et al. (2014b)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7
Ramírez-Campillo et al. (2015)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7
Ramírez-Campillo et al. (2018)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	6
Ramírez-Campillo et al. (2019)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7
Rodríguez-Rosell et al. (2017)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7
Sánchez-Sánchez et al. (2015)	Sí	No	No	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	5
Zouita et al. (2010)	Sí	Sí	Sí	No	No	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	7

### Características de la muestra

Las características de la muestra se encuentran en la tabla 2. Cerca de la mitad de estudios analizados han incluido en total entre 20 y 40 jugadores ( $n=12$ ; 48%) (Abade et al., 2019; Beato et al., 2018; Bianchi et al., 2019; Borges et al., 2016; Florilli et al., 2020; Kobal et al., 2017; Loturco et al., 2019; Michailidis et al., 2019; Otero-Esquina et al., 2017; Panagoulis et al., 2020; Ramírez-Campillo et al., 2018, 2019) mientras que la otra mitad han incluido más de 40 ( $n=13$ ; 52%) (Asadi et al., 2018; Di Gimniani y Visca 2017; Hammami et al., 2017; Lloyd et al., 2016; Makhlouf et al., 2018; Mckinlay et al., 2018; Peña-González et al., 2019; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2015; Rodríguez-Rosell et al., 2017; Sánchez-Sánchez et al., 2015; Zouita et al., 2010), siendo la edad mínima 11 años y la máxima 18,9 años, aunque casi la mitad de las investigaciones los participantes se encontraban entre 12 y 15 años ( $n=11$ ; 44%) (Di Gimniani y Visca 2017; Fiorillilli et al., 2020; McKinlay et al., 2018; Michailidis et al., 2019; Panagoulis et al., 2020; Peña-González et al., 2019; Ramírez-Campillo et al., 2014b, 2015, 2019; Sánchez-Sánchez et al., 2015; Zouita et al., 2010). En algunas investigaciones se incluyó el grado de maduración biológica de los sujetos evaluando el PHV ( $n=4$ ; 16%) (Asadi

Tabla 2.

Características de la muestra y del entrenamiento planteado en los diferentes artículos, test analizados y resultados encontrados.

Estudio	M (n)	Edad (años)	Características de la muestra	Tipo de entrenamiento	Duración (semanas) x Frecuencia (día/sem) (series x repeticiones: intensidad/Descanso)	Test Evaluación, instrumentos de medición y marca	Adaptaciones
<b>ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO</b>							
Ramírez-Campillo et al. (2014)	G30:13; G60:12; G120:12; GC:15	G30:10,4±2,0; G60:10,4±2,3; G120:10,3±2,3; GC:10,1±2,0	Jugadores de una academia semiprofesional	EP	G30: 7x2(2x10:EX/30") G60: 7x2(2x10:EX/60") G120: 7x2(2x10:EX/120")	CMJ, RSI20, RSI40: plataforma de contacto (globus) Sprint de 20 m (20 m): fotocélulas (globus) Test L-run: cronómetro Distancia de golpeo (MKD): cinta métrica	Diferencias significativas en: Test de salto (CMJ, RSI20, RSI40) CoDs (test L-Run) Distancia de golpeo (MKD) No diferencias significativas: Velocidad (sprint 20 m)
Ramírez-Campillo et al. (2014b)	GE:38; GC:38	GE:13,2±1,8; GC:13,2±1,8	Jugadores de una academia semiprofesional, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	EP	7x2(2x10:EX/15-90")	CMJ, RSI20, RSI40: plataforma de contacto (globus) Test multiple 5 bounds: cinta métrica Sprint de 20 m: fotocélulas (globus) Test Illinois: cronómetro Test 2,4 km: cronómetro Distancia de golpeo (MKD): cinta métrica	Diferencias significativas en: Test de salto (CMJ, RSI20, RSI40, Test multiple 5 bounds) Agilidad (Test Illinois) Distancia de golpeo (MKD) Test de carrera (test 2,4 km) No diferencias significativas: Velocidad (sprint 20 m)
Ramírez-Campillo et al. (2015)	EP24:54; EP48:57; GC:55	EP24:14,2±2,2; EP48:14,1±2,2; GC:14,0±2,3	Jugadores de una academia semiprofesional, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	EP	6x3(2x10:EX/120")	SJ, CMJ, RSI20: plataforma de contacto (globus) Salto horizontal: cinta métrica Test 20m: Fotocélulas (globus) Test 10x5m: cronómetro Test Course-Navette ( <i>twenty meter multistage shuttle run test</i> ) Test Sit-and-reach (cajón. No se reporta marca y modelo)	Diferencias significativas en: Test de salto (SJ, CMJ, RSI20, RSI40, salto horizontal) Velocidad (sprint 20 m) Agilidad (test 10x5 m) Resistencia (test Course-Navette) Flexibilidad (Test Sit-and-reach)
Ramírez-Campillo et al. (2019)	GE:19; GC:20	GE:13,2±1,8; GC:13,5±1,9	Jugadores de una academia semiprofesional, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	EP	7x2(3x10:EX/15-90")	CMJ, DJ20, DJ40: plataforma de contacto (globus) Test multiple 5 bounds: cinta métrica Test de 5RM Test 20m: fotocélulas (globus) Test Illinois: cronómetro Distancia de golpeo (MKD): cinta métrica Test 2,4 km: cronómetro	Diferencias significativas en: Test de salto (CMJ, DJ20, DJ40, Test multiple 5 bounds) Fuerza (Test de 5RM) Agilidad (Test Illinois) Distancia de golpeo (MKD) Test de carrera (test 2,4 km) No diferencias significativas: Velocidad (sprint 20 m)
Asadi et al. (2018)	GE:60; GC:60	PRE:11,5 ± 0,8; MID:14±0,7; POST:16±0,6	Jugadores de una academia semiprofesional, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	EP	6x2(2x10:EX/7-90")	CMJ: plataforma de contacto (muscleLab) Salto horizontal (cinta métrica) Velocidad (test 20 m y test de 20 m con balón): fotocélulas (JBL System)	Diferencias significativas en: Test de salto (CMJ, salto horizontal) Velocidad (test 20 m y test de 20 m con balón)
Ramírez-Campillo et al. (2018)	BilateralT:9; UnilateralT:9 BT:17,3±1,1	UT:17,6±0,5; BT:17,3±1,1	Jugadores de una academia semiprofesional, con experiencia previa en entrenamiento de fuerza	EP	8x3(3x10:EX/-)	CMJ y SJ (uni y bil): plataforma contacto (GlobusErgo) Test H3Id, H3Ind, Test horizontal CMJ: plataforma contacto (GlobusErgo) Test "T": fotocélulas (DSD Laser) 1RM_KE, 1RM_KF: máquina Reebok	Diferencias significativas en: Test salto (CMJ, SJ, Test H3Id, H3Ind, Test horizontal CMJ) Fuerza (1RM_KE, 1RM_KF) Agilidad (Test "T")
Loturco et al. (2019)	Bajo EP:12; Alta EP:11	18,3±0,7	Jugadores de una academia profesional	EP	4x3(3x6:EX/-)	CMJ, SJ: plataforma de contacto (EliteJump), máquina Smith, encoder lineal (T-Force) Test 5-10-20m: fotocélulas (SmartSpeed) Circuito propio: fotocélulas (SmartSpeed)	Diferencias significativas en: Test salto (CMJ, SJ) Velocidad (Test 5-10-20m) Agilidad (Circuito propio)
<b>ENTRENAMIENTO TRADICIONAL</b>							
Panagoulis et al. (2020)	GE:14; GC:14	GE:12,2±0,5; GC:12,4±0,6	Práctica deportiva de 3 años o más, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	RT	8x3(3x16-24;AL/60-120")	1RM SJ, DJ, CMJ : plataforma contacto (NewTest Ltd) Lanzamiento de balón : radar (stalker Pro) Arrowhead Test: infrarrojos (NewTest Ltd.) Test 10-20m: infrarrojos (NewTest Ltd.)	Diferencias significativas en: Fuerza (1RM) Test de salto (SJ,DJ,CMJ) Lanzamiento de balón CoDs (Arrowhead Test) Velocidad (Test 10-20m)
Zouita et al. (2010)	GE:26; GC:26	13-14	Jugadores que compiten a RT nivel regional	RT	F1: 12x2-3(1x15-20;30-50%RM/-) F2: 12x2-3(1x15-20;70%RM/-) F3: 12x2-3(1x15-20;F3:80%RM/-)	CMJ, SJ y DJ: plataforma de contacto (Optolump) Test 10-20-30m : infrarrojos (Cell Kit Speed Brower) Yo-Yo Test: cronómetro T-Test : cronómetro	Diferencias significativas en: Test salto (CMJ, SJ) Velocidad (Test 10-20m) Resistencia (Yo-Yo Test) Agilidad (T-Test) Diferencias no significativas en: Test salto (DJ) Velocidad (30 m)
Peña-González et al. (2019)	GE:110; GC:20	GE: PRE-PHV:12,8±0,4; MID-PHV:13,8±0,6; POST-PHV:14,6±0,5; GC:13,2 ±1,1	Jugadores que compiten a RT nivel regional, con experiencia previa en entrenamiento de fuerza	RT	8x2(Máx 30";EX/60")	1RM, Pico Potencia: máquina Smith, encoder lineal (T-Force System) T-Test: fotocélulas (DatalogicS6) Test 30 m: fotocélulas (DatalogicS6)	Diferencias significativas en: Fuerza (1RM, Pico Potencia) Agilidad (T-Test) Diferencias no significativas en: Velocidad (Test 30m)
Sánchez-Sánchez et al. (2015)	GE:38; GC:20	GE:14,8±0,4; GC:14±0,3	Jugadores que compiten a RT nivel provincial, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	RT	10x2(3-5x6-12;60-75%RM/180")	1RM: máquina Reebok Test 10 - 20m: fotocélulas (Global System)	Diferencias significativas en: Fuerza (1RM) Diferencias no significativas en: Velocidad (Test 10-20m)
<b>ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO VS OTROS TIPOS DE ENTRENAMIENTO</b>							
McKinlay et al. (2018)	EP:13; RT:14; GC:14	EP:12,6±0,7; RT:12,5±0,7; GC:12,5±0,3	Jugadores con 4 años de entrenamiento en fútbol, sin experiencia en entrenamiento de fuerza	EP;RT	RT: 8X3(3x:8-12;MED/180") EP: 8X3(3x10-12;EX/180")	CMJ, SJ, Pico de Torque: dinamómetro (Biodex) Test Fuerza Isométrica: electromiografía, estadiómetro (DelsysInc)	Diferencias significativas en: Test salto (CMJ, SJ) Fuerza (Test Fuerza Isométrica)
Lloyd et al. (2016)	PRE-PHV:30; POST-PHV:30; GC:20	PRE-PHV: 12,7±0,3; POST-PHV:16,3±0,3	Jugadores sin competición, ni experiencia previa en entrenamiento de fuerza	RT;EP;EC	RT: 6x2(3x10;10RM/60-120") EP: 6x2(3-5x3-10:EX/60-120") EC: 6x2(3-5x3-10;10RM/60-120")	Test multiple 5 bounds, SJ: plataforma de contacto (SmartJump) Test 30 m: fotocélulas (SmartSpeed)	Diferencias significativas en: Test salto (Test multiple 5 bounds, SJ) Diferencias no significativas en: Velocidad (Test 30 m)
Di Gimniani y Visca (2017)	GE:19	13,2±0,3	Jugadores compiten a nivel regional/local, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	ET+RT	Baja: 8x4(2x10:EX/180") Media: 8x4(3x6:EX/180") Alta: 8x4(4x5:EX/180")	CMJ, SJ, Test Hopping, CCMJ: plataforma resistencia (Ergotest), electrogoniómetro (MuscleLab) Test Leger: pulsómetro (Polar) Test 30 m : fotocélulas (Ergotest)	Diferencias significativas en: Test salto (CMJ, SJ, Test Hopping, CCMJ) Resistencia (Test Leger) Velocidad (Test 30m)

Rodríguez-Rosell et al. (2017)	GESub13:15; GESub15:14; GESub17:14; GCSub13:15; GCSub15:14; GCSub17:14	GC13:12,6±0,5; GE13:12,6±0,5; GC15:14,6±0,5; GE15:12,6±0,5; GC17:16,4±0,5; GE17:16,4±0,5	Jugadores de una academia semiprofesional, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	EP;RT	6x2(1x8-12;45-60%RM/180°)	CMJ; plataforma de contacto (OptoJump) Test isoinercial: máquina Smith Test 20m: fotocélulas ()	Diferencias significativas en: Test salto (CMJ) Fuerza (Test isoinercial) Velocidad (Test 20m)
Borges et al. (2016)	EP:11; RS:9	16,6±0,6	Jugadores de una academia profesional, con experiencia previa en entrenamiento de fuerza	EP o RS	RS:7x2(2-7x1;EX/120°) EP: 7x2(2-7x10;EX/120°)	Test 30m: fotocélulas Test 6 x 40 m: (Fotocélulas)	Diferencias significativas en: Velocidad (Test 30m, 6x40m)
Otero-Esquina et al. (2017)	2 s/s:12; 1 s/s:12; GC:12	17,0±1,0	Jugadores de una academia profesional, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	EP;RT;EI;EV	EP: 7x-(1x3-6;EX/60°) RT: 7x-(2-3x4-6;40-55%RM/180°) EI: 7x-(2-3x4-6; -/120°) EV: 7x-(1x3-5;AL/120°)	TestYoYo leg curl: encoder (SmartCoach) Test sentadilla completa: máquina Smith (Multipower), encoder (SmartCoach), dinamómetro isoinercial (ErgoTech) CMJ: plataforma de fuerza (ForceDeck) Test "V-Cut": fotocélulas (Microgate) Test 10-20 m : fotocélulas (Microgate)	Diferencias significativas en: Fuerza (Test Yo-Yo, test sentadilla completa) Test salto (CMJ) CoDs (Test "V-Cut") Velocidad (Test 10-20m)
Kobal et al. (2017)	CP:12;TD:13; CT:13	18,9±0,6	Jugadores de una academia profesional, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	RT;EP;EC	8x3(3x-;AL/180°)	CMJ; plataforma de contacto (SmartJump) 1RM: máquina Smith (Technogym) Test 10-20 m: fotocélulas (SmartSpeed) Test 505: fotocélulas (SmartSpeed)	Diferencias significativas en: Test salto (CMJ) Fuerza (1RM) Diferencias no significativas en: Velocidad (Test 10-20m) CoDs (Test 505)

#### ENTRENAMIENTO PLIOMÉTRICO/TRADICIONAL MAS OTROS COMPONENTES

Makhlouf al. (2018)	BTP:21; ATP:20; GC:16	BTP:11,0±0,7; ATP:11,2±0,8; GC:10,9±0,8	Jugadores de una academia profesional	EP; sensoriomotor; agilidad	8x3(1-3x8-12;EX/20°)	CMJ, RSI: plataforma de contacto (ErgoJump); Test máxima contracción voluntaria isométrica (MVIC): metrónomo electrónico; dinamómetro de mano y tobillo (Microfet-Takei) Triple Hop Test: plataforma de contacto (ErgoJump) Test "Y Balance", Test Stork: cronómetro Test Illinois, con y sin balón, Test 4-m x9-m shuttle run: fotocélulas (Microgate) Test 10-30 m: fotocélulas (Brower Timing)	Diferencias significativas en: Test salto (CMJ, MVIC) Agilidad (Test Illinois sin balón, Test 4mx9m) Velocidad (Test 10-30m) Equilibrio (Test Stork y Test "Y Balance") Diferencias no significativas en: Test salto (RSI, Triple Hop Test) Agilidad (Test Illinois con balón)
Michailidis et al. (2019)	GE:17; GC:14	12,0±0,8	Jugadores que compiten a nivel local, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	EP + CoDs	6x3(4x5-10;EX/-)	CMJ, SJ: myotest (Myotest) Salto horizontal, Test multiple 5 bounds (5MB): cinta métrica Test 10 - 30m: infrarrojos (Microgate) Test "T": fotocélulas (Microgate)	Diferencias significativas en: Test salto (SJ, Salto horizontal) Velocidad (Test10 m) CoDs (Test "T") Diferencias no significativas en: Test salto (CMJ, 5MB) Velocidad (Test 30 m)
Hammami et al. (2017)	RT:16; CST:16; GC:12	RT:16,2±0,6; CST:16±0,5; GC:16,8±0,2	Jugadores de una academia semiprofesional	RT; RT+CMJ(CST)	G70%RM: 8x2(3x8;70%/ -) G80%RM: 8x2(5x8; 80% /-) G85%RM: 8x2(4x3;85%/ -) G90%RM: 8x2(3x3;90%/ -)	1RM: máquina Smith SJ, CMJ: plataforma de fuerza (Quattro Jump) Test 40 m: fotocélulas (Microgate) Test Sprint 4 x 5 m: cronómetro RSSA: fotocélulas (Microgate) Test S180: cronómetro RCOD: fotocélulas (Microgate)	Diferencias significativas en: Test salto (CMJ, SJ) Fuerza (1RM) Velocidad (Test 40m) Agilidad (RCOD, Test S180, 4x 5m) Diferencias no significativas en: Velocidad (RSSA)
Abade et al. (2019)	VG:8; HG:8; GC:8	16,6±0,7	Jugadores de una academia semiprofesional sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	EP;VG;HG	20x2(3x6-10; RM /90°)	SJ, CMJ: plataforma de contacto (OptoJump) Salto horizontal: cinta métrica Test 10-20m: infrarrojos (Globus Ergo)	Diferencias significativas en: Test salto (CMJ, SJ, salto horizontal) Velocidad (Test 10-20m)
Beato et al. (2018)	GE:11; GC:10	17,0±0,5	Jugadores de una academia semiprofesional sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	EP; CoD	EP: 6x2(4-3x3-5;AL/-)	Salto horizontal: cinta métrica Test triple salto: cinta métrica Test 10-30-40 m: infrarrojos (Microgate) Test 505: infrarrojos (Microgate)	Diferencias significativas en: Test salto (salto horizontal) Diferencias no significativas en: Test salto (test triple hop) Velocidad (Test 10-30-40m) CoDs: (Test 505)
Bianchi et al. (2019)	Baja EP:9; Alta EP:10	17,0±0,8	Jugadores de una academia profesional, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	Baja EP (1s/s) o Alta EP (2s/s) + Sprint y CoD	BajaEP:8x1(4x3;EX/-) AltaEP: 8x2 (5x3;EX/-)	Salto horizontal: cinta métrica Test triple salto: cinta métrica Test 10-30-40 m: infrarrojos (Microgate) Test 505: infrarrojos (Microgate)	Diferencias significativas en: Test salto (salto horizontal, test triple salto) Velocidad (Test 10-30-40m) Diferencias no significativas en: CoDs: (Test 505)

#### ENTRENAMIENTO INERCIAL

Fiorilli et al. (2020)	GE:18; GC:16	GE:13,2±1,2; GC:13,3±0,8	Jugadores de una academia semiprofesional, sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza	EI; EP	6x2(3-4x7-10;AL/120-180°)	SJ, DJ: plataforma de contacto (Optomjump) Test 7R-HOP: cinta métrica Test "Y" Test Illinois: células foto-eléctricas (Race-Time) Test 60 m: fotocélulas (Microgate) Test Loughborough	Diferencias significativas en: Test salto (SJ, DJ, 7R-HOP) Agilidad (Test "Y Balance, test Illinois) Precisión golpeo (Test Loughborough) Diferencias no significativas en: Velocidad (Test 60m)
------------------------	--------------	--------------------------	--	--------	---------------------------	---	---

M: Muestra; Int: Intensidad; s/s: sesiones por semana; GE: Grupo Experimental; GC: Grupo Control; VG: Grupo con ejercicios de fuerza vertical; HG: Grupo con ejercicios de fuerza horizontal; G3: Grupo Madurativo 3 en Tanner; G4: Grupo madurativo 4 en Tanner; RT: Entrenamiento fuerza-resistencia; CST: Entrenamiento fuerza-resistencia más tres CMJ; CP: Entrenamiento fuerza-resistencia antes que entrenamiento pliométrico; TD: Entrenamiento pliométrico antes que entrenamiento fuerza-resistencia; CT: Intercambiando cada serie; OPL: Carga Óptima; LOPL: -20% de OPL; HPL: +20% de OPL; BTP: Entrenamiento pliométrico más entrenamiento de sensoriomotriz; ATP: Entrenamiento pliométrico más entrenamiento de agilidad; RM: Repetición Máxima; AL: Alta; EX: Explosiva; Máx: Máximo; EP: Entrenamiento pliométrico; CoDs: Cambios de dirección; EI: Entrenamiento isoinercial; EV: Entrenamiento velocidad; C30: Grupo con recuperación de 30"; G60: Grupo con recuperación de 60"; G120: Grupo con recuperación de 120"; F1: Fase 1; F2: Fase; F3: Fase 3. SJ: Squat Jump; CMJ: Counter Movement Jump; HJ: Horizontal Jump; CCMI: Continuous Counter-Movement-Jumps; DJ: Drop Jump; RM: Repetición máxima; MKD: Máxima distancia golpeo; 1RM\_KE: Repetición máxima extensor rodilla; 1RM\_KF: Repetición máxima flexor rodilla; RSI20: Salto con caída desde 20 cm; RSI40: Salto con caída desde 40 cm; DJ20: Drop jump desde 20 cm; DJ40: Drop jump desde 40 cm.

et al., 2018; Peña-González et al., 2019; Lloyd et al., 2016; Rodríguez-Rosell et al., 2017) o, con menos frecuencia, la escala Tanner (n=3; 12%) (Borges et al., 2016; Panagoulis et al., 2020; Ramirez-Campillo et al., 2018). Por lo general los estudios incluyen a jugadores con un

bagaje mínimo de 3 años en competiciones federadas (n=21; 84%) (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Beato et al., 2018; Bianchi et al., 2019; Di Giminiani y Visca 2017; Hammami et al., 2017; Kobal et al., 2017; Loturco et al., 2019; Makhlouf et al., 2018; Mckinlay et

al., 2018; Michailidis et al., 2019; Otero-Esquina et al., 2017; Panagoulis et al., 2020; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2015, 2018, 2019; Rodríguez-Rossell et al., 2017; Sánchez-Sánchez et al., 2015; Zouita et al., 2010). Por otro lado, en cuanto a la experiencia previa en el entrenamiento de fuerza, en un bajo número de investigaciones los futbolistas contaban con experiencia previa (n=3; 12%) (Borges et al., 2016; Peña-González et al., 2019; Ramírez-Campillo et al., 2018) (Tabla 2).

### ***Tipología y volumen de entrenamiento***

En cuanto a la tipología y volumen de entrenamiento, existe un amplio número de autores que aplican el entrenamiento pliométrico por medio de multi-saltos con diferentes alturas (20-80 cm) de obstáculos, con un volumen de entrenamiento de 1-3 series, y 6-12 repeticiones con una intensidad alta y velocidad explosiva, proponiendo un descanso entre series de 15 a 180" pasivo (n=7; 28%) (Asadi et al., 2018; Loturco et al., 2019; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2015, 2018, 2019). Por otro lado, existen investigaciones que combinan el entrenamiento pliométrico con diferentes aspectos o cualidades físicas relacionadas con el fútbol, como puede ser el componente de sensoriomotriz (n=1; 4%) (Makhlouf et al. (2018) o los cambios de dirección (n=1; 4%) (Michailidis et al., 2019). No obstante, existen diferentes investigaciones que desarrollan entrenamientos tradicionales, caracterizados por ejercicios multi-articulares con levantamiento de cargas externas, con un volumen de entrenamiento de 1-3 series, 6-24 repeticiones a una intensidad del 60-75% de 1 RM, con descansos de 1-5' y una velocidad de ejecución media-baja (n=4; 16%) (Panagoulis et al., 2020; Peña-González et al., 2019; Sánchez-Sánchez et al., 2015; Zouita et al., 2010). Además, también se encuentran autores que comparan el entrenamiento pliométrico con el entrenamiento tradicional (n=2; 8%) (McKinlay et al., 2018; Rodríguez Rossell., 2017). Otra tendencia es realizar entrenamientos isoinerciales, con un volumen de entrenamiento de 3-4 series, con 7-10 repeticiones, y 3' de descanso entre cada serie, realizando cada serie a una velocidad e intensidad elevada (n=1; 4%) (Fiorilli et al., 2020).

Respecto al volumen de entrenamiento de los programas, la mayoría de los artículos incluyen entrenamientos de fuerza de 6 a 10 semanas de duración, con una frecuencia de entrenamiento de 1-3 días en días alternos (n=20; 80%) (Asadi et al., 2018; Beato et al., 2018; Bianchi et al., 2019; Borges et al., 2016; Fiorilli et al., 2020; Hammami et al., 2017; Kobal et al., 2017;

Lloyd et al., 2016; Makhlouf et al., 2018; Mckinlay et al., 2018; Michailidis et al., 2019; Panagoulis et al., 2020; Peña-González et al., 2019; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2015, 2018, 2019; Rodríguez-Rossell et al., 2017; Sánchez-Sánchez et al., 2015). Las sesiones de fuerza suelen integrarse en la programación general de entrenamientos semanales, ocupando la parte de la sesión posterior al calentamiento, con una duración de unos 30-35 minutos (n=25; 100%) (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Beato et al., 2018; Bianchi et al., 2019; Borges et al., 2016; Di Giminiani y Visca 2017; Fiorilli et al., 2020; Hammami et al., 2017; Kobal et al., 2017; Lloyd et al., 2016; Loturco et al., 2019; Makhlouf et al., 2018; Mckinlay et al., 2018; Michailidis et al., 2019; Otero-Esquina et al., 2017; Panagoulis et al., 2020; Peña-González et al., 2019; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2015, 2018, 2019; Rodríguez-Rossell et al., 2017; Sánchez-Sánchez et al., 2015; Zouita et al., 2010).

### ***Evaluación del programa de entrenamiento***

A la hora de evaluar las adaptaciones generadas tras el programa de fuerza (Tabla 2), los artículos analizados evalúan las ganancias de fuerza por medio de acciones que dependen directamente de ella, como el salto vertical (n=20; 80%) (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Di Giminiani y Visca, 2017; Fiorilli et al., 2020; Hammami et al., 2017; Kobal et al., 2017; Lloyd et al., 2016; Loturco et al., 2019; Makhlouf et al., 2018; Mckinlay et al., 2018; Michailidis et al., 2019; Otero-Esquina et al., 2017; Panagoulis et al., 2020; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2015, 2018, 2019; Rodríguez-Rossell et al., 2017; Zouita et al., 2010), los cambios de dirección (n=16; 64%) (Beato et al., 2018; Bianchi et al., 2019; Fiorilli et al., 2020; Hammami et al., 2017; Kobal et al., 2017; Loturco et al., 2019; Makhlouf et al., 2018; Michailidis et al., 2019; Otero-Esquina et al., 2017; Panagoulis et al., 2020; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2015, 2018, 2019; Zouita et al., 2010) y la velocidad, analizando la aceleración y/o velocidad máxima (n=20; 80%) (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Bianchi et al., 2019; Borges et al., 2016; Di Giminiani y Visca, 2017; Hammami et al., 2017; Fiorilli et al., 2020; Kobal et al., 2017; Lloyd et al., 2016; Loturco et al., 2019; Makhlouf et al., 2018; Michailidis et al., 2019; Otero-Esquina et al., 2017; Peña-González et al., 2019; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2019; Rodríguez-Rossell et al., 2017; Sánchez-Sánchez et al., 2015; Zouita et al., 2010).

La variable más comúnmente valorada es el salto

mediante el test counter movement jump (CMJ) (n=17; 68%) (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Hammami et al., 2017; Kobal et al., 2017; Loturco et al., 2019; Makhoul et al., 2018; Mckinlay et al., 2018; Michailidis et al., 2019; Otero-Esquina et al., 2017; Panagoulis et al., 2020; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2015, 2018, 2019; Rodríguez-Rossell et al., 2017; Zouita et al., 2010), seguido de otros tipos de saltos verticales como el drop jump (DJ) (n=3; 12%) (Fiorilli et al., 2019; Ramírez-Campillo et al., 2019; Zouita et al., 2010) o el squat jump (SJ) (n=10; 40%) (Abade et al., 2019; Di Giminiani y Visca, 2017; Fiorilli et al., 2020; Hammami et al., 2017; Lloyd et al., 2016; Loturco et al., 2019; Mckinlay et al., 2018; Michailidis et al., 2019; Ramírez-Campillo et al., 2018; Zouita et al., 2010) o de saltos horizontales utilizando diferentes test como el salto de longitud (n=5; 20%) (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Beato et al., 2018; Bianchi et al., 2019; Michailidis et al., 2019). La instrumentación que emplean para ello son, mayormente, plataformas de contacto o de fuerza (n=16; 64%) (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Di Giminiani y Visca, 2017; Fiorilli et al., 2020; Kobal et al., 2017; Lloyd et al., 2016; Loturco et al., 2019; Makhoul et al., 2018; Otero-Esquina et al., 2017; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2015, 2018, 2019; Rodríguez-Rossell et al., 2017; Zouita et al., 2010).

Otras variables comúnmente medidas son los cambios de dirección utilizando normalmente para ellos el test de Illinois (n=4; 16%) (Fiorilli et al., 2020; Makhoul et al., 2018; Ramírez-Campillo et al., 2015, 2019), si bien otras investigaciones optan por el «T» Test o el Test 505 (n=3; 12%) (Bianchi et al., 2019; Kobal et al., 2017; Zouita et al., 2010), utilizando para evaluar el tiempo en la mayoría de los estudios fotocélulas (n=13; 52%) (Asadi et al., 2018; Borges et al., 2016; Di Giminiani y Visca, 2017; Fiorilli et al., 2020; Kobal et al., 2017; Lloyd et al., 2016; Loturco et al., 2019; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2018, 2019; Rodríguez-Rossell et al., 2017; Sánchez-Sánchez et al., 2015).

En cuanto a la velocidad, parece existir mayor controversia, ya que hay investigaciones que utilizan el test de 30 metros, evaluando a los 10 metros para conocer la aceleración, y a los 30 metros para la velocidad punta (n=5; 20%) (Borges et al., 2016; Kobal et al., 2017; Lloyd et al., 2016; Michailidis et al., 2019; Peña-González et al., 2019) mientras que, por otro lado, hay investigaciones que optan por test de 20 metros evaluando a los 5 metros la aceleración (n=2, 8%) (Loturco et al., 2019; Michailidis et al., 2019). Sin embargo, otros autores

emplean el test de 10-20 metros para medir la velocidad (n=8; 25%) (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Otero-Esquina et al., 2017; Ramírez-Campillo et al., 2015, 2019; Rodríguez-Rossell et al., 2017; Sánchez-Sánchez et al., 2015; Zouita et al., 2010). En este tipo de test, el instrumento que se emplea con mayor frecuencia, son los infrarrojos o fotocélulas (n=16; 64%) (Asadi et al., 2018; Beato et al., 2018; Bianchi et al., 2019; Borges et al., 2016; Di Giminiani y Visca, 2017; Fiorilli et al., 2020; Kobal et al., 2017; Lloyd et al., 2016; Loturco et al., 2019; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2018, 2019; Rodríguez-Rossell et al., 2017; Sánchez-Sánchez et al., 2015; Zouita et al., 2010).

Además, algunas investigaciones miden las adaptaciones en la resistencia (capacidad aeróbica) mediante el Yo-Yo Test (Yo-Yo Test IRT1), utilizando para su valoración fotocélulas o cronómetros (n=3; 12%) (Michailidis et al., 2019; Otero-Esquina et al., 2017; Zouita et al., 2010) o en acciones específicas del deporte como la precisión, utilizando diferentes objetivos y marcas en la portería (n=1; 4%) (Ramírez-Campillo et al., 2019); o distancia de golpeo del balón, utilizando para su valoración cintas métricas (n=1; 4%) (Ramírez-Campillo et al., 2019).

### ***Adaptaciones generadas por el programa de fuerza***

De manera general, el entrenamiento fuerza produce mejoras en el salto vertical y horizontal y la agilidad en los cambios de dirección (n=23; 92%) (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Beato et al., 2018; Bianchi et al., 2019; Di Giminiani, y Visca 2017; Hammami et al., 2017; Kobal et al., 2017; Lloyd et al. 2016; Loturco et al., 2019; Makhoul et al., 2018; Mckinlay et al., 2018; Michailidis et al., 2019; Otero-Esquina et al., 2017; Panagoulis et al., 2020; Ramírez-Campillo et al., 2014, 2014b, 2015, 2018, 2019; Rodríguez-Rossell et al., 2017; Zouita et al., 2010). Existe consenso con respecto a las adaptaciones sobre la velocidad, debido a que la mayoría de los estudios muestran ganancias en velocidad punta, velocidad máxima, capacidad de aceleración o mejora de la velocidad en los cambios de dirección (n=13; 52%) (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Bianchi et al., 2019; Hammami et al. 2017; Kobal et al. 2017; Lloyd et al., 2016; Loturco et al., 2019; Makhoul et al., 2018; Otero-Esquina et al., 2017; Panagoulis et al., 2020; Ramírez-Campillo et al., 2014; Rodríguez-Rossell et al., 2017; Zouita et al., 2010) (Tabla 2). Además, el entrenamiento combinado de pliometría y equilibrio o agilidad provoca mejoras más significativas en la fuerza

máxima dinámica, o el aumento de la capacidad de salto vertical respecto al entrenamiento exclusivo de pliometría (n=11; 44%) (Bianchi et al. 2019; Borges et al. 2016; Di Giminiani, y Visca 2017; Hammami et al. 2017; Kobal et al. 2017; Lloyd et al. 2016; Makhoul et al. 2018; McKinlay et al. 2018; Michailidis et al. 2019; Otero-Esquina et al. 2017; Rodríguez-Rosell et al. 2017). Otro factor es el grado de experiencia previa que tengan los futbolistas adolescentes, siendo determinante en las adaptaciones de las capacidades de rendimiento como la potencia máxima, el aumento en la capacidad de salto, o la disminución de la masa grasa tras los programas de fuerza (n=3;12%) (Asadi et al., 2018; Beato et al., 2018; Bianchi et al., 2016).

De los artículos revisados en este trabajo (Tabla 2), se extrae que un programa de entrenamiento de fuerza en niños futbolistas en edad prepuberal genera adaptaciones a nivel neuromuscular (n=1; 4%) (Asadi et al., 2018); siendo las adaptaciones mayores en capacidades como el salto vertical o la agilidad en los cambios de dirección cuando se combina el entrenamiento pliométrico con el sensoriomotriz (n=1; 4%) (Makhoul et al., 2018). En cambio, al realizar este tipo de programas con adolescentes, se encuentra que se comienzan a generarse ganancias a nivel estructural bajo un entrenamiento de fuerza-resistencia y tras ocho semanas de duración, con un volumen de entrenamiento de tres series y de ocho a doce repeticiones (n=1; 4%) (McKinlay et al., 2018). Por otro lado, añadir componentes multifactoriales como ejercicios con vectores de fuerza vertical u horizontal o ejercicios de cambios de dirección generan adaptaciones más significativas que sólo el entrenamiento pliométrico en esta etapa (n=3;12%) (Abade et al., 2019; Kobal et al., 2017; Michailidis et al., 2019).

## Discusión

El objetivo del presente estudio fue analizar los efectos de los programas de fuerza realizados en futbolistas varones pre-adolescentes y adolescentes. A raíz de esto, también se buscó conocer la metodología de aplicación de estos programas, y exponer la evaluación y efectos de dichas intervenciones. El entrenamiento pliométrico es el programa de fuerza más utilizado por los diferentes autores (Asadi et al., 2018; Beato et al., 2018; Ramírez-Campillo et al., 2015). Esto puede ser debido a que no requiere de una larga duración de aplicación del protocolo, ya que se han observado adaptaciones neuromusculares a las 4-6 semanas (Asadi et al., 2018;

Michailidis et al., 2019), además de que su planteamiento, no requiere de material costoso, lo que permite plantearlo en múltiples escenarios contextuales (Ramírez-Campillo et al., 2019).

En cuanto al procedimiento del entrenamiento pliométrico, las investigaciones proponen una frecuencia de entre 2-3 días por semana, posterior al calentamiento, debido a que resulta preferible realizar el trabajo de fuerza en estas edades sin fatiga, para minimizar la inestabilidad en los diferentes patrones de movimiento y no alterar la técnica del ejercicio realizado (Abade et al., 2019; Fiorilli et al., 2020; Gavanda, Geisler, Quittmann, & Schiffer, 2019). Hay divergencias en la progresión respecto a series y repeticiones, ya que hay investigaciones que plantean un incremento dentro del mismo protocolo tanto de las series, como de las repeticiones (Gavanda et al., 2019), y otros los mantienen durante la intervención (Asadi et al., 2018). Desde el punto de vista de los principios del entrenamiento sería conveniente realizar una progresión de la carga para seguir consiguiendo adaptaciones (Asadi et al., 2018; Pena-González et al., 2019), aunque al ser las intervenciones planteadas en estos estudios cortas en el tiempo, es posible que no se haya llegado al estancamiento que provocaría la no progresión en este sentido (Arregui-Martin et al., 2020; Sánchez-Sánchez, Pérez, Yagüe, Royo, & Martín, 2015). En cuanto al volumen de entrenamiento, si bien existen autores que plantean dos series, con 10 repeticiones y 90" de descanso en futbolistas sin experiencia previa en entrenamiento de fuerza (Asadi et al., 2018), otros autores han planteado un aumento en la carga, realizando tres series, con 12 repeticiones y 180" de descanso en futbolistas con experiencia en entrenamiento de fuerza (McKinlay et al., 2018). Sí que existe consenso en la planificación de la intensidad y velocidad de ejecución de los ejercicios (Kobal et al., 2017; McKinlay et al., 2018; Sánchez-Sánchez et al., 2015), optándose por una recuperación total para trabajar sin exceso de fatiga, y permitir que los ejercicios se realicen de manera explosiva, obteniendo mayores ganancias de fuerza tras el ciclo de estiramiento-acortamiento (Ramírez-Campillo et al., 2018). Esto es importante puesto que las acciones con predominancia explosiva, sumado a la contracción excéntrica, resultan uno de los mecanismos de lesión más frecuentes tanto en pretemporada, como en el periodo competitivo en la mayoría de futbolistas jóvenes (Olmedilla, Andreu, Ortín, & Blas, 2008). En cuanto a la intensidad y a la velocidad, debido al carácter explosivo y veloz del ciclo de estiramiento-acortamiento, los autores optan por una

intensidad explosiva, y una velocidad elevada a la hora de realizar los ejercicios pliométricos (Asadi et al., 2018; Beato et al., 2018; Lloyd, Oliver, Myer, De Ste Croix, & Read, 2020; Loturco et al., 2020; McKinlay et al., 2018; Ramirez-Campillo et al., 2019).

Por otra parte, en el fútbol es muy común que se tengan que realizar numerosos cambios de dirección, relacionados con la fuerza horizontal, y esta se relaciona a su vez, tanto con los primeros metros de la carrera, como con la fuerza dinámica máxima (Bianchi, Coratella, Dello Iacono, & Beato, 2019; Michailidis et al., 2019). Por ello, algunas investigaciones han demostrado que la combinación de entrenamiento pliométrico con acciones específicas del fútbol, como pueden ser los cambios de dirección, provocan mayores ganancias en la capacidad de salto y la velocidad que la realización exclusiva de entrenamiento pliométrico (Beato et al., 2018; Hammami et al., 2017).

En otras investigaciones se han analizado los efectos de la combinación del entrenamiento pliométrico con ejercicios de fuerza tradicionales en la misma sesión, variando el orden de los ejercicios (Kobal et al., 2017). Sin embargo, no se encontraron resultados significativos inter-grupales independientemente del orden de realización de los entrenamientos (Kobal et al., 2017). Estos resultados pueden deberse a que los sujetos no estaban familiarizados, ni habían realizado entrenamiento específico de fuerza de manera previa a la intervención, por lo que el entrenamiento generaba adaptaciones a nivel neural, pudiendo ser necesario más tiempo para poder obtener estímulos a nivel estructural, si bien esto podría estar modulado por el estado madurativo de los participantes (Lloyd et al., 2016; Zouita et al., 2010). En línea con esto, existen investigaciones que demuestran que tras un programa de seis semanas de entrenamiento pliométrico en futbolistas no entrenados de diferentes grupos madurativos (Pre-PHV, Mid-PHV y Post-PHV), el grupo que mayor ganancias obtiene tras el protocolo es el grupo de mayor edad (Asadi et al., 2018). Sin embargo, en sujetos entrenados, tras un protocolo de entrenamiento pliométrico de ocho semanas incluyendo población de los mismos grupos madurativos, los grupos que mayor ganancias obtenían eran los Pre-PHV y Mid-PHV (Pena-González et al., 2019). Esto podría deberse a que el grupo Post-PHV, al presentar unas características fisiológicas y metabólicas diferentes a los futbolistas de los otros grupos, podría tener al principio adaptaciones con el entrenamiento pliométrico, pero luego requeriría de estímulos diferentes (Lloyd et al., 2020), o de otra tipología de entre-

namiento como el de fuerza-resistencia (Abade et al., 2019) para seguir mejorando.

Otro hallazgo importante de la presente investigación fue que los futbolistas mostraron ganancias con el entrenamiento tradicional de fuerza-resistencia, independientemente de la programación del entrenamiento realizada (Abade et al., 2019; Hammami et al., 2017). Existe cierta heterogeneidad entre los estudios proponiéndose entre dos y cuatro días de entrenamiento por semana (Di Giminiani & Visca, 2017; Hammami et al., 2017), con un volumen de una serie y 16-24 repeticiones, con 60 a 120" de descanso a una intensidad de 50%RM (Panagoulis et al., 2020), orientando este programa a sujetos con baja experiencia en entrenamiento de fuerza; o tres a cinco series, realizando entre 6-12 repeticiones a una intensidad del 75-80% RM (Lloyd et al., 2020; Otero-Esquina et al., 2017; Sánchez-Sánchez et al., 2015) y otras que establecen trabajar por tiempo, realizando el mayor número de repeticiones en 30", con una recuperación de 1:1', planteándose estas dos opciones para sujetos con cierta experiencia en trabajo de fuerza resistencia (Pena-González et al., 2019). Estas diferencias en la metodología, pueden resultar de diferentes motivos, fundamentalmente, debido a que la mayoría de sujetos, no tenían experiencia previa con protocolos específicos de fuerza, por lo que, un estímulo de ese nivel, a pesar de su especificidad o carga, genera adaptaciones en éstos (Asadi et al., 2018; Pena-González et al., 2019). También se pueden encontrar diferencias metodológicas en función del objetivo de la intervención, habiendo diferencias en la planificación del entrenamiento según el tipo de ganancia específica de fuerza que se busca, o si el objetivo es la prevención de lesiones o la mejora de la funcionalidad del deportista (Gavanda et al., 2019; Ramirez-Campillo et al., 2019). En línea con esto, existen ciertos autores que muestran que el entrenamiento de fuerza-resistencia, a pesar de generar ganancias significativas en sujetos Pre-PHV y Mid-PHV, no resultan ser tan elevadas como las que obtienen los deportistas Post-PHV (Rodríguez-Rossel et al., 2017).

Un aspecto importante para el control del entrenamiento de fuerza-resistencia es la carga a la que se somete el jugador en cada repetición, siendo un tema de debate en población adolescente (Vrijens, 1978). En los estudios analizados se utilizó una carga entre el 55% y 80% del 1RM, quedando esto dentro del rango marcado por los estudios previos (50% a 80% de 1RM) realizados en población en crecimiento (Otero-Esquina et al., 2017; Ramirez-Campillo et al., 2018; Rodríguez-

Rosell, Franco-Márquez, Mora-Custodio, & González-Badillo, 2017).

En otros protocolos se ha propuesto el trabajo de fuerza isoinercial (Fiorilli et al., 2020). En este tiempo de entrenamiento se utiliza un volante inercial que almacena la energía cinética aplicada en el movimiento concéntrico del movimiento y se le devuelve en igual proporción al sujeto en la fase excéntrica (Fiorilli et al., 2020). A pesar de que no hay un elevado número de bibliografía aún sobre este método de entrenamiento, la frecuencia de entrenamiento parece coincidir con los métodos anteriores, realizando dos sesiones semanales, con series de 3 a 4, compuestas de 7 a 10 repeticiones (Fiorilli et al., 2020; Suarez-Arrones et al., 2019). El motivo por el que no existe una replicabilidad muy elevada de este tipo de entrenamiento, puede ser entre otros, debido a que se trata de una maquinaria con un coste elevado, por lo que la transferencia a la realidad de los clubes deportivos es poco probable. Sin embargo, las investigaciones avalan el entrenamiento isoinercial como un método muy efectivo para los procesos de readaptación deportiva, ya que permite un control de la carga externa muy específico, y con ello ajustar los ejercicios y contenidos en cada momento (Fiorilli et al., 2020).

Por otro lado, existe cierto consenso entre las investigaciones para compensar el bajo nivel de técnica en este tipo de protocolos, y se trata de la realización de dos semanas de familiarización, con frecuencia de dos o tres sesiones por cada semana, para familiarizarse tanto con los test y como con las técnicas de los ejercicios (Gavanda et al., 2019; Hammami et al., 2017; Kobal et al., 2017; Panagoulis et al., 2020).

Por otro lado, las evaluaciones planteadas para medir las adaptaciones generadas por los protocolos realizados en la bibliografía referida muestran que el test más utilizado para evaluar el salto es el CMJ (Kobal et al., 2017; Loturco et al., 2020; McKinlay et al., 2018; Otero-Esquina et al., 2017). Se trata de un test que tiene una transferencia muy elevada al fútbol (Vélez Blasco, 1992), y de hecho es un movimiento que se realiza un gran número de veces en la competición (Rodríguez, 2010). Sin embargo, algunos autores plantean evaluaciones complementarias con test como el SJ y DJ, los cuales cuentan también con una alta transferencia con el fútbol (Abade et al., 2019; Di Giminiani & Visca, 2017; Michailidis et al., 2019). En línea con esta transferencia, para evaluar las ganancias en cambios de dirección, diversos autores optan por realizar el Test Illinois (Fiorilli et al., 2020; Makhoul et al., 2018;

Ramirez-Campillo et al., 2019), otros por el Test 505 (Beato et al., 2018), e incluso otros con circuitos propios con y sin balón (Loturco et al., 2020). La elección de este tipo de test, está motivada en gran medida, por la validez, y facilidad de replicabilidad de estos (Hachana et al., 2013; Negra et al., 2017). Por último, uno de los test más utilizados para evaluar las adaptaciones en cuanto a la velocidad, se trata del Test de 30 metros (Bianchi et al., 2019; Di Giminiani & Visca, 2017; Ramirez-Campillo et al., 2018), seguido de variaciones que permiten la polarización en la aceleración, y la velocidad máxima, en distancias de 10, 20 y/o 30 metros (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Kobal et al., 2017). Este tipo de test, suele facilitar la familiarización en su realización ya que se trata de un único sprint, además de que, la velocidad máxima y la aceleración, se tratan de variables de rendimiento en el fútbol (Loturco et al., 2020).

En relación con los instrumentos de toma de datos, la plataforma de contacto, las fotocélulas y los infrarrojos, parecen ser las herramientas más utilizadas por la bibliografía para obtener los datos de los test aplicados (Abade et al., 2019; Asadi et al., 2018; Beato et al., 2018; Bianchi et al., 2019). Sin embargo, parece existir poca bibliografía que recoja de una manera directa, las ganancias en fuerza dinámica máxima con instrumentos que obtengan de manera directa estas adaptaciones como, por ejemplo, con máquinas isocinéticas.

En cuanto a las limitaciones más frecuentes de los estudios analizados, cabe destacar la baja experiencia de los sujetos en programas orientados a la mejora de la fuerza, por lo que las adaptaciones generadas por algunas variables, como pueden ser la carga, la frecuencia de entrenamiento o la metodología de trabajo, podrían provocar unas adaptaciones diferentes o no ser efectivas en sujetos entrenados. Respecto a las limitaciones de la presente revisión sistemática se encuentra la dificultad de generalizar los datos como consecuencia de la gran heterogeneidad en las características de las muestras incluidas, los programas de fuerza realizados, las capacidades evaluadas y los test e instrumentos realizados para ello. Por tanto, como futuras líneas de investigación cabe destacar la necesidad de plantear protocolos de fuerza a muestras que partan del mismo nivel de técnica, estado de crecimiento y bagaje motriz, además de investigaciones que analicen el tiempo que tardan en perderse los cambios obtenidos con este tipo de programas, o seguir indagando en los efectos de los diferentes tipos de programas planteados.

## Conclusiones

Tras la revisión sistemática de las publicaciones que realizan programas de fuerza en jóvenes futbolistas, resulta destacable mencionar que el tipo de entrenamiento que más se utiliza, debido entre otros beneficios, a la posibilidad de trabajar con el propio peso corporal, la baja tecnicidad que requiere su realización, y la gran accesibilidad de la mayoría de profesionales del deporte, es el entrenamiento pliométrico, destacando por encima de propuestas como los programas fuerza resistencia, o los ejercicios isoinerciales. A esto se debe sumar, que las adaptaciones que genera en los futbolísticas pre-adolescentes y adolescentes, producen respuestas significativas en capacidades de rendimiento en el fútbol como son, mejoras en el salto vertical y horizontal, la agilidad en los cambios de dirección, o la velocidad y aceleración. Sin embargo, la bibliografía parece demostrar que, si bien el entrenamiento pliométrico puede servir para generar adaptaciones neuromusculares en futbolistas no entrenados, es necesario tras el programa pliométrico realizar ajustes en la carga o en el tipo de entrenamiento realizado, utilizando otros tipos de entrenamientos de fuerza para que siga habiendo adaptaciones, sobre todo en jóvenes con una maduración superior al Post-PHV.

Los resultados expuestos en el presente documento pueden ser útiles para los preparadores físicos, entrenadores y profesionales del deporte que tengan como objetivo, no sólo mejorar las capacidades funcionales de los sujetos con los que trabajan, sino que, adaptando los resultados expuestos en la presente obra, quieran obtener beneficios transferibles al deporte, con el entrenamiento de la fuerza.

## Referencias

Abade, E., Silva, N., Ferreira, R., Baptista, J., Gonçalves, B., Osório, S., & Viana, J. (2019). Effects of Adding Vertical or Horizontal Force-Vector Exercises to In-season General Strength Training on Jumping and Sprinting Performance of Youth Football Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, (30), 1. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000003221>

Arregui-Martin, M. A., Garcia-Tabar, I., & Gorostiaga, E. M. (2020). Half Soccer Season Induced Physical Conditioning Adaptations in Elite Youth Players. *International Journal of Sports Medicine*, 41(2), 106–112. <https://doi.org/10.1055/a-1014-2809>

Asadi, A., Ramirez-Campillo, R., Arazi, H., & Sáez de

Villarreal, E. (2018). The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 36(21), 2405–2411. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1459151>

Bailey, D. A. (1997). The Saskatchewan pediatric bone mineral accrual study: Bone mineral acquisition during the growing years. *International Journal of Sports Medicine*, 18(Suppl. 3). <https://doi.org/10.1055/s-2007-972713>

Beato, M., Bianchi, M., Coratella, G., Merlini, M., & Drust, B. (2018). Effects of plyometric and directional training on speed and jump performance in elite youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(2), 289–296. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002371>

Bianchi, M., Coratella, G., Dello Iacono, A., & Beato, M. (2019). Comparative effects of single vs. double weekly plyometric training sessions on jump, sprint and change of directions abilities of elite youth football players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(6), 910–915. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08804-7>

Borges, J. H., Conceição, M. S., Vechin, F. C., Pascoal, E. H. F., Silva, R. P., & Borin, J. P. (2016). Comparaison des effets d'un entraînement de sprint avec traction vs entraînement pliométrique sur la performance en sprint et de la capacité à répéter des sprints durant la fin de saison chez de jeunes joueurs de football. *Science and Sports*, 31(4), e101–e105. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2015.10.004>

Chulvi-Medrano, I., Faigenbaum, A. D., Cortell-Tor-mo, J. M., & Alcalá, D. H. (2018). Can resistance training to prevent and control pediatric dynapenia? | ¿Puede el entrenamiento de fuerza prevenir y controlar la dinapenia pediátrica? *Retos*, (33), 298–307.

Di Giminiani, R., & Visca, C. (2017). Explosive strength and endurance adaptations in young elite soccer players during two soccer seasons. *PLoS ONE*, 12(2), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171734>

Fiorilli, G., Mariano, I., Iuliano, E., Giombini, A., Ciccarelli, A., Buonsenso, A., ... 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.

Gavanda, S., Geisler, S., Quittmann, O. J., & Schiffer,

- T. (2019). The effect of block versus daily undulating periodization on strength and performance in adolescent football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(6), 814–821. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0609>
- Hachana, Y., Chaabène, H., Nabli, M. A., Attia, A., Moualhi, J., Farhat, N., & Elloumi, M. (2013). Test-Retest reliability, criterion-related validity, and minimal detectable change of The Illinois Agility Test in male tema athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2752–2759.
- Hammami, M., Negra, Y., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2017). The effect of standard strength Vs. contrast strength training on the development of sprint, agility, repeated change of direction, and jump in junior male soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 901–912.
- Kobal, R., Loturco, I., Barroso, R., Gil, S., Cuniyochi, R. R., Ugrinowitsch, C., ... Tricoli, V. (2017). Effects of different combinations of strength, power, and plyometric training on the physical performance of elite young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1468–1476. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001609>
- Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P. A., ... Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), e1–e34. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2009.06.006>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Myer, G. D., De Ste Croix, M., & Read, P. J. (2020). Seasonal variation in neuromuscular control in young male soccer players. *Physical Therapy in Sport*, 42, 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2019.12.006>
- Lloyd, R. S., Radnor, J. M., De Ste Croix, M. B. A., Cronin, J. B., & Oliver, J. L. (2016). Changes in sprint and jump performances after traditional, plyometric, and combined resistance training in male youth pre- and post-peak height velocity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1239–1247. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001216>
- Loturco, I., Pereira, L. A., Reis, V. P., Bishop, C., Zanetti, V., Alcaraz, P. E., ... Mcguigan, M. R. (2020). Power training in elite young soccer players: Effects of using loads above or below the optimum power zone. *Journal of Sports Sciences*, 38(11–12), 1416–1422. <https://doi.org/10.1080/02640414.2019.1651614>
- Makhlof, I., Chaouachi, A., Chaouachi, M., Othman, A. Ben, Granacher, U., & Behm, D. G. (2018). Combination of agility and plyometric training provides similar training benefits as combined balance and plyometric training in young soccer players. *Frontiers in Physiology*, 9, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01611>
- McKinlay, B. J., Wallace, P., Dotan, R., Long, D., Tokuno, C., Gabriel, D. A., & Falk, B. (2018). Effects of plyometric and resistance training on muscle strength, explosiveness, and neuromuscular function in young adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(11), 3039–3050. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002428>
- Michailidis, Y., Tabouris, A., & Metaxas, T. (2019). Effects of plyometric and directional training on physical fitness parameters in youth soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(3), 392–398. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0545>
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689–694. <https://doi.org/10.1249/00005768-200204000-00020>
- Muscella, A., Vetrugno, C., Spedicato, M., Stefano, E., & Marsigliante, S. (2019). The effects of training on hormonal concentrations in young soccer players. *Journal of Cellular Physiology*, 234(11), 20685–20693. <https://doi.org/10.1002/jcp.28673>
- Negra, Y., Chaabene, H., Amara, S., Jaric, S., Hammami, M., & Hachana, Y. (2017). Evaluation of the Illinois Change of Direction Test in Youth Elite Soccer Players of Different Age. *Journal of Human Kinetics*, 58(1), 215–224. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0079>
- Olmedilla, A., Andreu, M. D., Ortín, F. J., & Blas, A. (2008). Epidemiología lesional en futbolistas jóvenes. (Epidemiological Injury in Young Football Players). *Cultura Ciencia Deporte*, 3(9), 177–183. <https://doi.org/10.12800/ccd.v3i9.165>
- Otero-Esquina, C., de Hoyo Lora, M., Gonzalo-Skok, Ó., Domínguez-Cobo, S., & Sánchez, H. (2017). Is strength-training frequency a key factor to develop performance adaptations in young elite soccer players? *European Journal of Sport Science*, 17(10), 1241–1251. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1378372>
- Panagoulis, C., Chatzinikolaou, A., Avloniti, A., Leontsini, D., Deli, C. K., Draganidis, D., ...

- Fatouros, I. G. (2020). In-Season Integrative Neuromuscular Strength Training Improves Performance of Early-Adolescent Soccer Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(2), 516–526. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002938>
- Pena-González, I., Fernández-Fernández, J., Cervelló, E., & Moya-Ramón, M. (2019). Effect of biological maturation on strength-related adaptations in young soccer players. *PLoS ONE*, 14(7), 1–9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219355>
- Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., García-Pinillos, F., Gentil, P., Moran, J., Pereira, L. A., & Loturco, I. (2019). Effects of plyometric training on physical performance of young Male soccer players: Potential effects of different drop jump heights. *Pediatric Exercise Science*, 31(3), 306–313. <https://doi.org/10.1123/pes.2018-0207>
- Ramírez-Campillo, R., Meylan, C., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Cañas-Jamett, R., ... Izquierdo, M. (2014). Effects of in-season low-volume high-intensity plyometric training on explosive actions and endurance of young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1335–1342.
- Ramírez-Campillo, R., Meylan, C. M. P., Álvarez-Lepín, C., Henríquez-Olguín, C., Martínez, C., Andrade, D. C., ... Izquierdo, M. (2015). The effects of interday rest on adaptation to 6 weeks of plyometric training in young soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 972–979. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000283>
- Ramírez-Campillo, R., Sánchez-Sánchez, J., Gonzalo-Skok, O., Rodríguez-Fernández, A., Carretero, M., & Nakamura, F.Y. (2018). Specific changes in young soccer player's fitness after traditional bilateral vs. unilateral combined strength and plyometric training. *Frontiers in Physiology*, 9, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00265>
- Reyes, A. C., Chaves, R., Baxter-Jones, A. D. G., Vasconcelos, O., Tani, G., & Maia, J. (2018). A mixed-longitudinal study of children's growth, motor development and cognition. Design, methods and baseline results on sex-differences. *Annals of Human Biology*, 45(5), 376–385. <https://doi.org/10.1080/03014460.2018.1511828>
- Rodríguez-Rosell, D., Franco-Márquez, F., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2017). Effect of High-Speed Strength Training on Physical Performance in Young Soccer Players of Different Ages. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2498–2508. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001706>
- Rodríguez, D. R. (2010). *Prevención de lesiones en el deporte: Claves para un rendimiento deportivo óptimo*. Madrid: Médica Panamericana.
- Sáez de Villarreal, E., Requena, B., & John, B. C. (2006). The Effects of Plyometric Training on Sprint Performance: A Meta-Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(2), 345–353.
- Sánchez-Sánchez, J., Pérez, S., Yagüe, J. M., Royo, J. M., & Martín, J. L. (2015). Aplicación de un programa de entrenamiento de fuerza en futbolistas jóvenes / Implementation Of A Resistance Training On Young Football Players pp. 45-59. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 15(57), 45–59. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2015.57.004>
- Suarez-Arrones, L., Lara-Lopez, P., Torreno, N., Saez de Villarreal, E., Di Salvo, V., & Mendez-Villanueva, A. (2019). Effects of Strength Training on Body Composition in Young Male Professional Soccer Players. *Sports*, 7(5), 104. <https://doi.org/10.3390/sports7050104>
- Vélez Blasco, M. (1992). El entrenamiento de fuerza para la mejora del salto. *Apunts Medicina de l'Esport*, 29(112), 139–156.
- Vrijens, J. (1978). Muscle Strength Development in the Pre- and Post-Pubescent Age. *Pediatric Work Physiology*, 11, 152–158. <https://doi.org/10.1159/000401890>
- Zouita, S., Zouita, A. B. M., Kebsi, W., Dupont, G., Ben Abderrahman, A., Ben Salah, F. Z., & Zouhal, H. (2010). Strength training reduces injury rate in elite young soccer players during one season. *Strength And Conditioning*, 25(9), 396–403. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3182a7f449>

