

Revisión sistemática de fuerza explosiva en miembros inferiores de futbolistas masculinos prepúber

Systematic review of explosive force in lower limbs of prepubescent male soccer players

Amir Chávez Argote¹

Resumen

Objetivo: Realizar una revisión sistemática de estudios que examinan efectos y parámetros del entrenamiento pliométrico en la fuerza explosiva del tren inferior en futbolistas prepúberes entre el periodo 2015 – 2020. **Métodos:** la revisión se limitó a cinco criterios: periodo de publicación, edad límite de intervención, tipo de estudios, tipo de programas de entrenamiento, mediciones de fuerza explosiva en miembros inferiores. La información fue recogida de las bases de datos Pubmed, Spordiscus, Scince Direct y Dialnet. Para la búsqueda se utilizó las palabras clave inglesas plyometric training, jump, youth soccer, prepuberal, explosive strength. De un total de 465 estudios fueron analizados 21 artículos que cumplieron con criterios de elegibilidad. Los estudios se clasificaron en dos niveles de evidencia y dos de fuerza de recomendación. **Resultados:** los estudios indican que el entrenamiento pliométrico incrementa la fuerza explosiva del tren inferior en jugadores de fútbol prepúber medida en rangos de pequeño a moderado para pruebas de salto, sprint, pateo y agilidad. Se encontró parámetros de intervención como: duración (6-8 semanas), frecuencia semanal (2 veces), tipo de sesión (integrada), pausa entre sesión (48-72 horas), volumen por sesión (40-120 contactos), intensidad del ejercicio (máxima), series (1-3), repeticiones (6-15), pausa entre series (90 segundos), progresión de carga (creciente), volumen total (400-900 contactos). **Conclusión:** la información de esta revisión destaca el papel del entrenamiento pliométrico en el incremento de la fuerza explosiva en miembros inferiores de jugadores de fútbol prepúberes atendiendo a parámetros de diseño e intervención cuidadosamente seleccionados.

Palabras clave: Entrenamiento pliométrico, fuerza explosiva, fútbol, prepúber.

Recibido: 03 de marzo de 2021 Aceptado: 31 de julio de 2021

Received: 03 March 2021 Accepted: 31 July 2021

Abstract

Objective: To carry out a systematic review of studies that examine the effects and parameters of plyometric training on the explosive strength of the lower body in prepubertal soccer players between the period 2015-2020. **Methods:** the review was limited to five criteria: publication period, age limit of intervention, type of studies, type of training

¹Maestrante. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja- Boyacá; Email: amirchavez10@gmail.com

programs, measurements of explosive strength in lower limbs. The information was collected from the Pubmed, Spordiscus, Scince Direct and Dialnet databases. For the search, the English keywords plyometric training, jump, youth soccer, prepubertal, explosive strength were used. Out of a total of 465 studies, 21 articles that met the eligibility criteria were analyzed. The studies were classified into two levels of evidence and two of strength of recommendation. **Results:** studies indicate that plyometric training increases the explosive strength of the lower body in prepubescent soccer players measured in ranges from small to moderate for jumping, sprinting, kicking and agility tests. Intervention parameters were found such as: duration (6-8 weeks), weekly frequency (2 times), type of session (integrated), pause between sessions (48-72 hours), volume per session (40-120 contacts), intensity of exercise (maximum), series (1-3), repetitions (6-15), pause between series (90 seconds), load progression (increasing), total volume (400-900 contacts). **Conclusion:** the information from this review highlights the role of plyometric training in increasing explosive strength in the lower limbs of prepubertal soccer players according to carefully selected design and intervention parameters.

Keywords: Plyometric training, explosive strength, soccer, prepúber.

Introducción

Sobre investigaciones de fútbol se ha considerado que acciones determinantes en la competición como los regates, disparos, desmarques, rechazos, paradas, saltos, giros, etc., dependen principalmente de movimientos de rápida producción de fuerza (Bangsbo et al. 2006; Campos Vázquez, 2012; Sohnlein et al. 2014; Negra et al. 2016). Estas acciones inciden en el rendimiento óptimo, no solo en adultos, sino también en los niños. (Castagna et al. 2003; Meylan & Malatesta. 2009; Rosas et al. 2016; Ramírez-Campillo et al. 2020).

La fuerza implicada en dichos esfuerzos se ha denominado fuerza explosiva o capacidad neuromuscular de generar gran cantidad de fuerza a la mayor velocidad posible (Sáez de Villarreal et al., 2012). Dietrich et al (2004) la definen como “un componente de la fuerza rápida y resulta de un aumento de los valores de una curva de fuerza-tiempo” (p.111)

Con la masificación del fútbol infantil y la mayor exigencia competitiva en estas edades el método de entrenamiento para el incremento de la fuerza explosiva del tren inferior de futbolistas en edades tempranas ha sido tema de interés de investigadores (Ramírez-Campillo et al. 2015; Ferrete, C. 2015; Asadi et al. 2018; Michailidis et al. 2019) y de gran importancia para entrenadores, clubes deportivos, acudientes y deportistas.

Si bien en los años 70 y 80 el entrenamiento de fuerza y potencia en edades tempranas era considerada inconveniente y poco recomendada por razones de tipo hormonal, insuficiente desarrollo músculo-esquelético, que podrían provocar riesgos de lesiones y trastornos de crecimiento (Vrijens. 1978; American Academy of Pediatrics 1983; Docherty et al. 1987), en la actualidad dichos argumentos han sido reevaluados incluso por organizaciones de salud, acondicionamiento o fisiología (Behm et al. 2008; Lloyd et al. 2011; Faigenbaum et al. 2009; Sociedad Argentina de Pediatría 2018; Peitz et al. 2018).

Las investigaciones recientes disipan cada vez más los efectos negativos del entrenamiento de fuerza en sujetos en edad de crecimiento (Ingle et al. 2006) e incluso, se ha considerado que ningún estudio de investigación prospectivo sobre el entrenamiento de la fuerza en niños, que haya sido completamente supervisado y bien diseñado ha reportado lesiones en las placas óseas de crecimiento. Interesantemente, algunos clínicos creen que el riesgo de lesión en las placas óseas de crecimiento en niños prepúberes es en realidad menor que el riesgo que pueden tener los niños de mayor edad (Faigenbaum, 2006; Bedoya et al. 2015).

Uno de los métodos estudiados para mejorar los niveles de fuerza explosiva en estas poblaciones es el entrenamiento pliométrico (Faigenbaum et al. 2007; Sáenz de Villareal et al. 2009; Ramírez-Campillo et al. 2015; Mckinlay et al. 2018; Reina et al. 2019). Comúnmente se asocia a saltos, rebotes y brincos que por naturaleza son acciones propias de los animales y el ser humano; juegos infantiles como la rayuela y salto de lazo están ligados a la pliometría.

El método fue consolidado y definido por Verkhoshansky (1966) como “una forma específica de preparación de la fuerza dirigida al desarrollo de la fuerza explosiva muscular y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular” (p.37).

No obstante, la evidencia encontrada aún persiste la controversia entre los niveles de maduración biológica, el género y el nivel de entrenamiento de la población juvenil que condicionan el rendimiento frente al entrenamiento pliométrico (Moran et al. 2017).

Con relación a la metodología de aplicación del método pliométrico también

se han incrementado las investigaciones: la implementación de programas 8 a 10 semanas, frecuencias de 2 veces por semana, con un volumen de 5-120 saltos por sesión y complementario al entrenamiento regular del fútbol son algunos de los parámetros y prescripciones encontradas (Bedoya et al., 2015; Michailidis, Y. 2015).

Otras variables analizadas en anteriores estudios son la efectividad del entrenamiento pliométrico en combinación o no con otro tipo de tratamiento (Alfaro et al. 2018; Sáenz de Villareal et al. 2009.) y la intensidad, generalmente máxima en la ejecución de los ejercicios pliométricos. Sin embargo, la mayoría de estos resultados metodológicos fueron encontrados con población de futbolistas adultos y jóvenes.

Por tanto, es importante reconocer que aún son reducidas las investigaciones publicadas en las bases de datos tendientes a compilar la información sobre efectos y parámetros o prescripciones de entrenamiento pliométrico en población infantil practicante del fútbol; específicamente sobre fuerza explosiva en miembros inferiores en futbolistas prepúberes.

Esta revisión buscó contribuir descriptivamente a la teoría sobre el entrenamiento pliométrico como método de formación y fortalecimiento de la fuerza explosiva en el tren inferior en este tipo de población, por ello fijó como objetivo 1) Realizar una revisión sistemática de los estudios que examinan los efectos y parámetros del entrenamiento pliométrico en la fuerza explosiva del tren inferior en futbolistas prepúberes entre el periodo 2015 – 2020.

Metodología

La presente investigación de tipo revisión sistemática se soportó en el enfoque cualitativo en tanto buscó presentar las evidencias de estudios cuantitativos y experimentales con un alcance descriptivo.

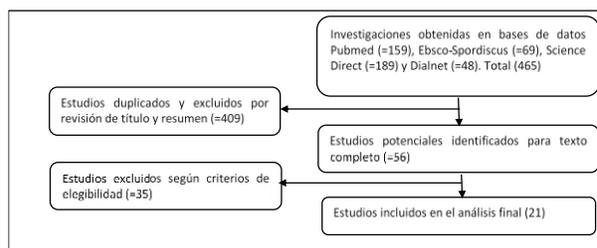
Fue limitada a todos aquellos estudios centrados en los efectos y parámetros del entrenamiento pliométrico sobre la fuerza explosiva del tren inferior en futbolistas prepúberes entre el periodo 2015 – 2020. Es así como, la búsqueda se concentró en investigaciones con reporte de los efectos del entrenamiento pliométrico y la medición de fuerza explosiva del tren inferior en algunas pruebas de campo.

Se determinaron como criterios de elegibilidad de los estudios a) publicaciones de revistas científicas indexadas en el lapso 2015-2020; b) investigaciones en futbolistas menores o igual a 13 años, con experiencia o no en el entrenamiento con pliometría c) estudios experimentales, longitudinales tipo pretest postest que hubiesen comparado los efectos entre grupos control y grupos experimentales al igual que revisiones sistemáticas o metaanálisis; d) programas de entrenamiento pliométrico que fuesen aplicados específicamente o en combinación con otro método de entrenamiento; e) presencia principal de mediciones en saltos (test de Bosco y otros) y adicionalmente mediciones en velocidad corta o agilidad o potencia de pateo.

Se acudió a las bases de datos electrónicas Pubmed, Spordiscus, Science Direct y Dialnet. En la estrategia de búsqueda se utilizó palabras clave, principalmente en el idioma inglés, tales como: plyometric, training, jump, youth Soccer, prepuber, explosive, strength y las combinaciones de dos o más de ellas. De 465 títulos

obtenidos se excluyeron por duplicado y criterios de elegibilidad 444 de dichos estudios. Figura 1.

Figura 1. Metodología de búsqueda de documentación y selección.



Fuente: elaboración propia.

Se excluyeron de la presente revisión estudios de tipo transversal o descriptivos, investigaciones de entrenamiento en que no estuvieran los saltos o método pliométrico claramente definidos en los programas de intervención, estudios aplicados en deportes diferentes al fútbol o que no tuviesen información relevante a la revisión, estudios con sujetos mayores a 13 años. La información seleccionada fue clasificada acorde a los criterios del Centro para la Revisión y la Difusión (Nhr centre for reviews and dissemination. 2001) en los dos primeros niveles de evidencia (1++ y 1+) y los dos primeros de fuerza de las recomendaciones A y B (Tablas 1 y 2).

Como categorías de análisis de los estudios se definieron: los efectos sobre las capacidades de salto, sprint, pateo y agilidad, efectos neuromusculares y efectos adversos; a la vez que, los parámetros de entrenamiento tales como duración del programa, frecuencia, tipo de sesión, tiempo de sesión, densidad, intensidad del ejercicio, progresión del ejercicio, volumen por sesión, series, repeticiones, volumen total del programa, de tal modo que permitieran identificar aspectos claves en el diseño de un programa de entrenamiento pliométrico y

su repercusión en la fuerza explosiva del tren inferior en futbolistas prepúberes.

Tabla 1 Niveles de Evidencia

Nivel de evidencia	
1++	Meta-análisis de alta calidad, revisiones sistemáticas de ensayos controlados y aleatorizados con riesgo de sesgo muy bajo.
1+	Meta-análisis de alta calidad, revisiones sistemáticas de ensayos controlados y aleatorizados con riesgo de sesgo bajo.
1-	Meta-análisis, revisiones sistemáticas de ensayos controlados y aleatorizados con riesgo de sesgo alto.
2++	Revisiones sistemáticas de alta calidad de estudios de cohortes o casos controles. Estudios de cohorte y casos controles con riesgo de sesgos muy bajo y alta probabilidad de que la relación sea causal.
2+	Estudios de cohorte y casos de controles bien realizados, con riesgo de sesgos bajo y probabilidad moderada de que la relación sea causal.
2-	Estudios de cohorte y casos controles con riesgo de sesgos muy alto y riesgo significativo de que la relación no sea causal.
3	Estudios no analíticos (ejemplos: series de casos).
4	Opinión de expertos

Fuente: Nhr centre for reviews and dissemination. 2001.

Tabla 2 Fuerza de las Recomendaciones

Fuerza de las recomendaciones	
A	Al menos un meta-análisis, revisión sistemática de ensayos controlados y aleatorizados, directamente aplicables a la población diana o evidencia suficiente derivada de estudios de nivel 1+,

directamente aplicable a la población diana y que demuestren consistencia global en los resultados

B Evidencia suficiente derivada de estudios de nivel 2++, directamente aplicable a la población diana y que demuestran consistencia global con los resultados. Evidencia extrapolada de estudios de nivel 1++ ó 1+.

C Evidencia suficiente derivada de estudios de nivel 2+, directamente aplicable a la población diana y que demuestran consistencia global con los resultados. Evidencia extrapolada de estudios de nivel 2++.

D Evidencia de nivel 3 ó 4. Evidencia extrapolada de estudios de nivel 2+.

Fuente: Nhr centre for reviews and dissemination. 2001.

Resultados y discusiones

Del total de cuatrocientos sesenta y cinco (465) publicaciones identificadas dentro del periodo 2015 a 2020 se seleccionaron veintiún (21) artículos que cumplieron con los criterios de selección para el análisis, de los cuales dos (2) corresponden a metaanálisis, dos (2) a revisiones sistemáticas y diecisiete (17) a estudios experimentales controlados y aleatorizados (tabla 3). Si bien los cuatro artículos de metaanálisis y revisiones sistemáticas incluídas estudiaron poblaciones más amplias (incluídas la población objeto de este estudio) (tabla 4), contienen información relevante, y fueron tenidos en cuenta pues no se encontró evidencia de revisiones sistemáticas y metaanálisis en el tema y población específicas.

Ello permitió contrastar dicha información con la contenida en los experimentos aleatorizados de cara a enriquecer el presente estudio y descubrir posibles efectos distintos, nuevas orientaciones

para el entrenamiento pliométrico o variables distintas de entrenamiento en la población de jugadores de fútbol prepúberes. Se buscó identificar información particular de los estudios tendientes a relacionar los efectos y parámetros de entrenamiento comunes entre los estudios, al igual que especificaciones nuevas en el entrenamiento pliométrico para futbolistas menores a 13 años.

Efectos encontrados

Los 21 estudios (Tablas 3 y 4) incluidos en esta revisión mostraron efectividad del entrenamiento pliométrico sobre la fuerza explosiva del tren inferior en jugadores de fútbol prepúberes en comparación con grupos control. Se ha identificado principalmente en mediciones pretest-postest de las pruebas de Salto: Countermovement Jump (CMJ), Squat Jump (SJ), Drop Jump (DJ), Long Jump (LJ) (Bosco, C. 1998), velocidad lineal en 10-20 metros, potencia de pateo y agilidad (Tabla 5).

Los valores de rendimiento promedio encontrados han sido catalogados como significativos y valorados con tamaños de efecto de pequeño a grande en la escala de valoración Cohen. (Cohen, J. 1960), la cual determina predominantemente incrementos significativos en rendimiento valorados entre trivial (<20), pequeño (20-49), moderado (50-79) y grande (≥ 80), aunque los tamaños y valoraciones quedan a criterio de cada investigador. Los valores de pequeño a grande sugieren que un mejor desempeño en fuerza explosiva del tren inferior se ve favorecido luego de la aplicación de un programa de entrenamiento pliométrico en esta población. Los hallazgos se describen con más detalle en adelante.

Efectos sobre Saltos

Sobre fuerza explosiva medida en test de saltos se encontró que los 21 estudios de esta revisión, reportaron incrementos significativos valorados entre pequeño, moderado y grande (Tabla 5), con una prevalencia de valoraciones de moderado a grande en jugadores de fútbol prepúberes, lo cual está en concordancia con hallazgos previos en jóvenes y adultos (Sáenz de Villarreal et al., 2009; Moran et al. 2016; Alfaro et al. 2018; Peitz et al. 2018;) e incluso en futbolistas jóvenes (Bedoya et al. 2015; Ramírez-Campillo et al. 2020).

Algunas particularidades encontradas muestran una menor respuesta en saltos de jugadores prepúber en comparación con jóvenes (Asadi et al. 2018;), sin embargo, se encontraron respuestas mayores en la prueba de salto DJ de jugadores prepúberes frente a jugadores en etapa posterior de máxima velocidad de crecimiento. Esta particular respuesta pudo verse ocasionada por el pico de crecimiento máximo en que pudo haberse encontrado un grupo de sujetos del estudio que normalmente se ven afectados por desajustes en coordinación y equilibrio (Vera-Assaoka et al. 2019).

Por otro lado, se encontró un rendimiento similar frente a una o dos sesiones de entrenamiento semanal con igual volumen de saltos; de modo que, la mayor frecuencia no produciría un beneficio adicional; ello favorecería la eficiencia temporal de los entrenamientos y la disminución de riesgo de lesiones al optar solo por 1 o 2 sesiones (Bougezzi et al. 2018). Este hallazgo está en correspondencia con investigaciones previas en población adulta (Sáenz de Villarreal et al. 2008).

Tabla 3 Características de Estudios Experimentales

Autor (es), Año	Gr	N.	Muestra	Edad	Nro Sem	Ses x Sem	Tip ses	Desc x Ses	Min x ses	Cont x ses	Vol tot	Prog carg
Asadi et al. 2018	GE	10	Al	11,5	6	2	Ad	96	30-40	60	720	Const
	GC	10	Al	11,7	6	2	Conv					
Bougezzi et al 2018	GE1	15	Al	11,3	8	1	Integr		20-25		680	Crec
	GE2	15	Al	12,3	8	2	Integr	72	20-25		680	Crec
Chaabene y Negra. 2017	GE1	13	Al	12,7	8	2	Integr	72		60-120	600 - 680	Crec
	GE2	12	Al	12,7	8	2	Integr	72		110-220	1190- 1310	Crec
Hammani et al. 2016	GE1	12	Al	12,7	8	2	Ad		45	40-75	440	Ond
	GE2	12	Al	12,5	8	2	Ad		45	40-75	440	Ond
McKinlay et al. 2018	GE1	13	Cv	12,6	8	3	Integr		30	144-180	1386	Crec
	GE2	14	Cv	12,5	8	3	Integr		30	144-180	1368 flex	Crec
	GC	14	Cv	12,5	8	3	Conv		30			
Michailidis 2015	GE	11	Al	11,4	10	2	Integr	96		60-120	830	Crec
	GC	10	Al	11,3	10	2	Conv	96				
Michailidis et al 2019	GE	17	Al	11,8	6		Integr	72	15-20		900	Crec
	GC	14	Al	12,2	6		Conv					
Negra et al. 2016	GE1	12	Al	12,8	12	2	Integr	72	35-40	40-50		Crec
	GE2	11	Al	12,7	12	2	Integr	72	35-40			
	GC	11	Al	12,8	12		Conv					
Negra et al. 2017	GE1	17	Al	12,2	8	2	Integr	72	25-30	50-120	680	
	GE2	16	Al	12,3	8	2	Integr	72	25-30	50-120	680	
Negra et al. 2018	GE	13	Al	12,8	8	2	Integr	72	25-35	50-120		Crec
	GC	11	Al	12,8	8		Conv					
Ramírez Campillo et al. 2015	GE1	10	Al	11,6	6	2	Integr	48		45-90	540-1080	Crec
	GE2	10	Al	11,4	6	2	Integr	48		45-90	540-1081	Crec
	GE3	10	Al	11,2	6	2	Integr	48		40-80	480-960	Crec
	GC	10	Al	11,4	6	2	Conv	48				
Ramírez Campillo et al. 2018	GE	38	Al	12,9	7	2	Integr	48	21	60	840	Const
	GC	38	Al	10 a 17	7	2	Conv					
Ramírez Campillo et al. 2019	GE1	7	Al	10,9	6	2	Integr	48	10_30	56 a 112	504	
	GE2	7	Al	11,2	6	2	Integr	48	10_30	57 a 112	504	
Reina et al. 2019	GE	6	Al	11,8	10	3	Integr			200	6000	
	GC	6	Al	11,8			Conv					
Rodríguez et al. 2016	GE	15	Al	12,7	6	2	Ad	72	35	15	212	Const
	GC	15	Al	12,8	6	2	Conv					
Rosas et al. 2016	GE1	21	Al	12,3	6	2	Integr	48		96 - 192	864	Crec
	GE2	21	Al	12,3	6	2	Integr	48		96 - 192	864	Crec
	GC	21	Al	12	6		Conv					
Vera-Assaoka et al. 2020	GE	16	Al	11,2	7	2	Integr	48	21	60		Const
	GC	16	Al	11,5	7	2	Conv	48				

Fuente: elaboración propia

Convenciones: Ad: adicional; Al: aleatoria; Baj: baja; Const: constante; Cont x ses: contactos por sesión;
 Conv: convencional; Cv: a conveniencia; Crec: creciente; Desc x ser: descanso por serie; Desc x ses:
 descanso por sesión; GC: grupo control; GE: grupo experimental; Gr: grupo; Int: intensidad; Integr: integrada;
 Máx: máxima; Min x ses: minutos por sesión; Mod: moderada; N: número de sujetos; Nro sem: número de
 semanas; Ond: ondulatoria; Prog carg: progresión de la carga; Ser y rep: series y repeticiones; Ses x sem:
 sesiones por semana; Tip ses: tipo de sesión; Vol tot: volumen total.

Tabla 4 Metaanálisis y Revisiones Sistemáticas Incluidas

Autor (es), año	Tipo	Total de estudios	Estudios en fútbol	Estudios otros deportes	Estudios en fútbol prepúber
Alfaro <i>et al.</i> 2018	M	31	20	11	8
Bedoya <i>et al.</i> 2015	RS	7	7	0	4
Morán <i>et al.</i> 2016	M	21	15	6	6
Ramírez-Campillo <i>et al.</i> 2020	M y RS	33	33	0	13

Fuente: elaboración propia

Convenciones: **M:** metaanálisis, **RS:** revisión sistemática, **M y RS:** metaanálisis y revisión sistemática

Igualmente se encuentran ganancias similares en pruebas de salto luego de protocolos de pliometría con descansos entre series de 30 o 120 segundos, lo cual es diferente a lo mostrado con jugadores de mayor edad en la que se muestra mejor desempeño con pausas de 120 segundos (Ramírez-Campillo *et al.* 2019); ello indicaría una recuperación más rápida en jugadores prepúberes luego de ejercicios de alta intensidad (Marginson *et al.* 2005; Ratel *et al.* 2006) pero hacen falta investigaciones que ofrezcan mayor claridad.

De otro lado se evidencia en esta población el principio de la especificidad de los saltos verticales, horizontales utilizados en los protocolos frente a los efectos

explosivos en pruebas de plano horizontal y vertical; es decir, para lograr mejores resultados en pruebas de salto vertical que implica acciones motrices como los saltos a cabecear es más efectivo un programa de entrenamiento con predominancia de saltos verticales; no obstante, los mejores resultados en diversas pruebas se encontraron utilizando los saltos combinados (Ramírez-Campillo *et al.* 2015).

Por último, se encuentran efectivos los programas que combinan los saltos de pliometría con ejercicios de fuerza, de velocidad (Alfaro *et al.* 2018; Rodríguez-Rosell *et al.* 2016; Rosas *et al.* 2016) o de equilibrio (Negra *et al.* 2017).

Tabla 5. Valoración de efectos en pruebas de campo de las investigaciones incorporadas

No	Identificación	Magnitud o tamaño de efecto en diferentes pruebas de campo (escala de valoración Cohen, porcentajes y descripciones)							
		Autor (es), año	Grupo	Golpeo de pelota	Contra movimiento (CMJ)	Squat Jump (SJ)	Drop Jump (DJ)	Long Jump (LJ)	Agilidad (T, Illinois, Shuttle run)
1	Asadi Abbas et al. 2018	GE		0,48 pequeño			0,62 moderado		20 m (-0,12) trivial
2	Bouguezzi R. et al. 2018	GE1	1,83 grande	1,04 grande	1,20 grande		1,09 grande	(-1,28) grande	5m (-0,53) moderado
		GE2	1,83 grande	1,04 grande	1,20 grande		1,09 grande	(-1,28) grande	5m (-0,53) moderado
3	Chaabene y Negra. 2017	GE1		0,73 moderado	0,81 grande		0,83 grande	(-0,79) grande	5m (-0,86) grande
		GE2		0,73 moderado	0,81 grande		0,95 grande	(-0,96) grande	5m (-0,86) grande
4	Hammani R. et al. 2016	GE1		1,7 grande				(-1,00) grande	10 m (-1,8) grande
		GE2		1,7 grande				(-1,00) grande	10 m (-1,8) grande
5	McKinlay et al. 2018	GE1		trivial	bajo				
		GE2		decrece	trivial				
		GC		trivial	decrece				
6	Michailidis Y. 2015	GE					5,63%		30 m (-7,2%)
		GC					no mejora		no mejora
7	Michailidis Y. et al. 2019	GE		2,10%	15,20%		10%	(-3,1%)	(-2%)
		GC			3,2% decrece		2,40%	(-2,3%)	(-6,3%)
8	Negra et al. 2016	GE1		9% (1,03 grande)	19,6% (1,15 grande)		7% (0,84 grande)	(-3,8%) (-0,66 moderado)	20m (-4,3%) (-1 grande)
		GE2		16% (0,96 grande)	16,6% (0,84 grande)		9,3% (1,03 grande)	(-2,1%) (-0,54 moderado)	20m (-4%) (-0,50 moderado)
9	Negra et al. 2017	GE1		7,10%			5,40%	(-2%)	20m (-1,6%)
		GE2		8,40%			25,30%	(-2%)	20m (-2,9%)
10	Negra et al. 2018	GE					39,50%	(-12%)	20m (-9,6%)
11	Ramírez-Campillo et al. 2015	GE1	0,47 bajo	0,75 moderado		0,90 moderado	0,94 moderado	(-0,43) bajo	15 m (-0,49) bajo

		GE2	0,36 bajo	0,24 bajo		0,41 bajo	0,96 moderado	(-0,21) bajo	15 m (-0,55) bajo
		GE3	0,67 moderado	0,51 bajo		0,62 moderado	0,68 moderado	(-0, 70) moderado	15 m (-0,99) moderado
12	Ramírez-Campillo et al. 2018	GC	0,18 bajo	0,13 bajo		0,12 trivial	0,11 trivial	(-0, 09) trivial	15 m (-0,15) trivial
		GE	0,53 pequeño	0,21 pequeño		0,58 pequeño		(-0,27) pequeño	(-0,04) trivial
13	Ramírez-Campillo et al. 2019	GE1	0,24 pequeño	0,28 pequeño		0,25 pequeño	0,24 pequeño		
		GE2	0,35 pequeño	0,22 pequeño		0,45 pequeño	0,36 pequeño		
14	Reina Monroy et al. 2019	GE		Índice de elasticidad moderado					
15	Rodríguez Rosell et al. 2016	GE		0,71 moderado					10m (-0,78) moderado
		GC		(-0,20) decrece					10m (-0,29) bajo
16	Rosas F. et al. 2016	GE1	0,27 pequeño	0,26 pequeño		0,20 pequeño	0,28 pequeño		
		GE2	0,34 pequeño	0,26 pequeño		0,37 pequeño	0,45 pequeño		
		GC	0,15 trivial	0,08 trivial		0,06 trivial	0,16 trivial		
17	Vera-Assaoka et al. 2020	GE	0,95 grande	0,39 pequeño		1,58 grande		(-0,90) grande	20 m (-0,08) trivial
		GC	(-0,12) decrece	0,28 pequeño		(-0,03) decrece		(0,46) decrece	20 m (0,37) decrece
18	Alfaro et al. 2018 *	GE		0,98 moderado	0,98 moderado	0,98 moderado			
		GC		(-0,04) decrece	(-0,04) decrece	(-0,04) decrece			
19	Bedoya et al. 2015*	GE	Un estudio incremento significativo	Todos los estudios incremento significativo	La mayoría de estudios incremento significativo	Todos los estudios incremento significativo		Todos los estudios incremento significativo	Algunos estudios con incremento significativo

20	Moran et al 2016*	GE	0,91 moderado		
21	Ramírez-Campillo et al 2020 *	GE	0,79 moderado	0,73 moderado	5 m (-0,98) moderado

Fuente: elaboración propia

Convenciones: * Revisiones sistemáticas y metaanálisis, GC: grupo control, GE: grupo experimental, GE1: grupo experimental 1, GE2: grupo experimental 2, No: número de estudio

Estas evidencias amplían y refuerzan la literatura existente al mostrar que los jugadores de fútbol masculinos prepúberes pueden mejorar su rendimiento en saltos luego de la aplicación de un programa de entrenamiento pliométrico. En este sentido la integración del entrenamiento pliométrico a las sesiones regulares de fútbol pueden ser un método efectivo para mejorar los niveles de competencia (Ramírez-Campillo et al. 2018)

Algunas posibles razones sobre el mejoramiento del salto posterior a entrenamiento pliométrico mencionadas fueron: un aumento del impulso neuronal, mejoras en el reflejo de estiramiento, posible fortalecimiento de la activación muscular con aumento en el reclutamiento de unidades motoras, una mayor eficiencia en el CEA y en general una mayor coordinación inter e intramuscular (Markovic y Mikulic, 2010; Stojanovic et al. 2017). Dichos argumentos han sido estudiados en población adulta, no obstante, los nuevos estudios indican respuestas similares en jóvenes (Radnor et al. 2017)

Efectos en Sprint

En pruebas de velocidad lineal se encontraron mediciones de 5 a 30 metros en 15 de los 21 estudios de esta revisión, los cuales registran incrementos valorados entre trivial a grande; sin embargo, se encuentra predominancia en pruebas de 10 a 20 metros con incrementos significativos

entre pequeño a moderado (Tabla 5). Estos resultados se muestran en línea con estudios anteriores que valoraron los ejercicios pliométricos sobre el rendimiento de sprint (Sáenz de Villarreal et al. 2012; Singh y Singh, 2013; Chaouachi et al. 2014) y en futbolistas jóvenes (Meylan y malatesta, 2009; Michailidis et al. 2013; Ramírez-Campillo et al. 2015; Chaabene y Negra 2017).

Al igual que en saltos se muestra una menor respuesta en sprint de jugadores prepúberes en comparación con jugadores jóvenes (Asadi et al. 2018). Por el contrario, se encuentra efectividad en programas combinados de fuerza con cargas adicionales ligeras y pliometría para mejoramiento de sprint, pero se hace la salvedad en que la literatura no la recomienda a este tipo de población por cuanto podrían generar neuro fatiga muscular, requiere de mayor tiempo de entrenamiento y un beneficio muy bajo si los jugadores cuentan con suficiente edad deportiva (Rodríguez-Rossel et al. 2016). Se encuentra además que la combinación de ejercicios pliométricos en los planos vertical y horizontal favorece un mayor rendimiento en sprint frente a ejercicios en un solo plano (Ramírez- Campillo et al. 2015).

No hay diferencia significativa en rendimiento de sprint si la frecuencia es de 1 o de 2 sesiones semanales con igual volumen de saltos (Bouguezzi et al. 2018), como también en la aplicación de

programas de entrenamiento pliométrico con o sin superficies inestables (Negra et al. 2017). Pero aún se hace necesario profundizar en el mejoramiento de las fases del sprint (aceleración inicial, velocidad inicial y máxima) pues los resultados de estudios recientes son contradictorios y aún no poseen claridad (Michailidis et al. 2019).

Dentro de las razones probables mencionadas para el mejoramiento en sprint posterior a entrenamiento pliométrico se mencionan: un mayor aprovechamiento de la potencia generada en el CEA (Michailidis, Y. 2015), una activación neuromuscular superior de unidades motoras de los músculos entrenados y cambios en el reclutamiento de unidades motoras de fibras de contracción rápida; por otro lado una mayor producción de fuerza horizontal que se puede ver favorecida por la aplicación de saltos pliométricos horizontales dentro de los programas de entrenamiento (Negra et al. 2018).

Efectos sobre el Pateo

La potencia de pateo de balón como habilidad esencial en el fútbol fue investigada en siete (7) de los veintiún (21) estudios de esta revisión (Tabla 5). Los reportes indican un mejoramiento significativo en la velocidad del impacto en tamaños de efecto de pequeño a grande luego de entrenamiento pliométrico (Rosas et al. 2016; Ramírez-Campillo et al. 2019; Vera et al. 2019). En estudios anteriores se ha señalado la relación efectiva entre la pliometría y el rendimiento del pateo (García Pinillos et al. 2014; Vázquez et al. 2018).

Se encontró además que en futbolistas prepúberes se logran efectos similares de impacto luego de programas de entrenamiento con pausas de 30 o de 120

segundos (Ramírez-Campillo et al. 2019) o con programas de salto con y sin carga adicional tipo haltera (Rosas et al. 2016). Por otro lado, se encontró que la combinación de ejercicios pliométricos horizontales y verticales pueden inducir cambios mayores en el pateo frente a saltos en un solo plano de dirección (Ramírez-Campillo et al. 2015).

Las razones posibles para el mejoramiento del impacto de balón, estarían dadas en una mayor fuerza explosiva expuesta por los músculos extensores de la pierna (Lees et al. 2010) y un mejoramiento en la coordinación (Ramírez-Campillo et al. 2014). Adicionalmente se expresa que los saltos unipodales y su correspondiente entrenamiento neurocoordinativo podrían tener una mayor incidencia en virtud de la semejanza en la mecánica del pateo (Rosas et al. 2016); por ello, y a pesar que los factores neurofisiológicos entran en relación estrecha con los mejoramientos técnicos y biomecánicos del pateo, perdura la incógnita si los mejores desempeños pueden obedecer a mejoramientos en la ejecución técnica, por lo que se requiere ahondar en nuevas investigaciones sobre el pateo (Ramírez-Campillo et al. 2015; Vera- Assaoka et al. 2019).

Efectos sobre la Agilidad

Se localizan 11 de los 21 estudios de esta revisión que arrojan incrementos entre trivial y grande en pruebas de velocidad con cambio de dirección, luego de aplicación de programas de entrenamiento pliométrico, pero con predominancia de mejoramientos entre pequeño a moderado (Tabla 5). Estos resultados concuerdan con descubrimientos anteriores (Meylan y Malatesta. 2009; Ramírez-Campillo et al. 2014).

Se encontraron adicionalmente rendimientos similares en sujetos

prepúberes sometidos tanto a entrenamiento pliométrico con superficies inestables como en superficies estables (Negra et al. 2017); pero al comparar diferentes programas de entrenamiento entre saltos verticales, saltos horizontales y saltos combinados vertical - horizontal se encuentra un mayor rendimiento en pruebas de agilidad en saltos combinados (Ramírez-Campillo et al. 2015). Otro estudio encuentra similares desempeños luego de aplicación de programas con 1 o 2 sesiones semanales e igual volumen de saltos, lo que indicaría que la frecuencia de entrenamiento pliométrico no sería un parámetro que valga la pena estimular para mejorar el desempeño en la velocidad con cambios de dirección en jugadores prepúberes (Bouguezzi et al. 2018).

Algunas de las explicaciones encontradas para un mejor desempeño luego de ejercicios pliométricos, son el mayor desarrollo de la fuerza excéntrica del muslo, determinante en la fase de desaceleración rápida en acciones motrices de agilidad; un mayor aprovechamiento del ciclo CEA (Sheppard y Young. 2006) y además la reducción de los tiempos de contacto con el suelo (Granacher et al. 2015). Los resultados sugieren que la inclusión de ejercicios pliométricos a los entrenamientos regulares en jugadores prepúberes fortalecen los movimientos de agilidad, característicos de los partidos de fútbol.

Efectos Neuromusculares

Si bien los futbolistas prepúberes no disponen del desarrollo hormonal anabólico que favorezca la hipertrofia muscular (Negra et al. 2018) o el componente contráctil (Reina et al. 2019), las posibles adaptaciones de respuesta al entrenamiento pliométrico son de tipo neuromuscular, en términos de un

mejoramiento del impulso neuronal, un mayor reclutamiento de unidades motoras, una mayor coordinación inter e intramuscular y una mayor excitabilidad del reflejo de estiramiento, no obstante que los jóvenes con edades superiores reflejan mejores niveles de respuesta (Negra et al. 2017; Asadi et al. 2018; Bouguezzi et al. 2018; Ramírez Campillo et al. 2019). A respecto el estudio de (Markovic y Mikulic. 2010) desde la perspectiva neuromuscular refuerza los anteriores planteamientos. Otro argumento que refuerza la capacidad de entrenamiento pliométrico que favorece movimientos explosivos del CEA un poco más lentos como el CMJ en prepúberes es la flexibilidad del tejido musculo tendinoso que permite una mayor eficiencia en el almacenamiento y reutilización de la energía elástica de movimientos como el CMJ. (Moran et al. 2016). Por último, en los estudios de la presente revisión no se referenciaron cambios en la estructura muscular.

Efectos Adversos

En los 21 estudios no se relacionaron lesiones sufridas con las intervenciones. Solo un metaanálisis reportó dolores musculares o articulares valorados en < 3 en escala de 1 a 10 en algunos de sus estudios luego de la implementación de programas pliométricos pero que desaparecieron al final de la aplicación (Ramírez-Campillo et al. 2020). Ello demostraría la seguridad y minimización de riesgos para la salud alcanzados en el diseño, prescripción y supervisión de programas apropiados de entrenamiento pliométrico en población infantil. No obstante, en algunos estudios se hace énfasis en el conocimiento profundo de la pliometría con que debe contar el personal de instrucción, al igual que la enseñanza de la técnica apropiada que minimice al

máximo el riesgo de lesiones y que procure la efectividad del rendimiento en población infantil. (Bedoya et al. 2015; Michailidis, Y. 2015; Bouguezzi et al. 2018; Ramírez-Campillo et al. 2020).

Es pertinente indicar que dentro de los estudios de revisión ninguno tuvo un protocolo de intervención de periodos largos, temporadas completas o jornada anual que permitieran identificar la carga recomendable para el rendimiento (Visnes et al. 2013) y relacionar la aplicación del método de saltos a largo plazo con la disminución de posibles lesiones (Rossler et al. 2014); hecho que se prepararía como tema de investigación.

Resultados y discusión sobre parámetros de entrenamiento

Frente a los diseños y aplicación de programas de entrenamiento pliométrico se encontraron tiempos de intervención entre las 6 y las 12 semanas, siendo las de 6 a 8 semanas las de mayor aplicación. Contrasta con la revisión sistemática de (Bedoya et al., 2015) en la que se recomiendan de 8 a 10 semanas, aunque este estudio recopiló estudios con futbolistas infantiles y jóvenes. Difieren también los datos de estudio metaanalítico en que se encontró 9 semanas como el tiempo de intervención (Alfaro et al. 2018).

Sin embargo, este estudio recopiló información tanto de población mayor como de deportes adicionales al fútbol. Con relación a la frecuencia de entrenamiento los datos oscilaron entre 1 a 3 sesiones semanales, sin embargo 2 sesiones es la frecuencia de mayor uso.

El hallazgo coincide con estudios hechos en estudiantes adultos que compararon frecuencias y volúmenes diferentes frente al rendimiento físico, no encontrando

diferencias significativas en los desempeños y recomendando entonces 2 sesiones como frecuencia adecuada (Sáenz de Villarreal et al. 2008). Coincide también con un estudio previo en futbolistas preadolescentes (Michailidis et al. 2013).

Otros parámetros encontrados en los programas de intervención son el tipo de sesión, el cual fue predominantemente integrado a la sesión regular de entrenamiento de fútbol; 15 de 17 experimentos mostraron la intervención integrada; es decir, que reemplazaron una parte de los entrenamientos regulares. El lapso de duración de las intervenciones fluctuó entre los 10 y 45 minutos, con un mayor uso de 20 a 40 minutos, según las especificidades de los ejercicios.

Por otra parte, las pausas de recuperación entre sesiones encontradas van de 48 a 96 horas; los tiempos de recuperación entre series de ejercicios de pliometría encontrados en los estudios están entre los 60 a los 180 segundos, pero con una predominancia de 90 segundos interserie mostrados en 8 de los 17 estudios experimentales. Si bien el aumento o reducción en los tiempos de pausa de recuperación entre series no pareciera incidir en mejores desempeños físicos en futbolistas prepúberes (Ramírez-Campillo et. Al. 2019), se debe tener en consideración que la densidad de carga mayor a la adecuada no solo genera fatiga muscular y metabólica, sino también de fatiga neuronal (Lloyd et al. 2011).

Adicionalmente se encontró en los estudios que la intensidad de ejecución de los ejercicios es predominantemente máxima: 14 de los 17 estudios experimentales indican ejecución de los ejercicios a esta intensidad. Aunque se ha sugerido que la intensidad para población

infantil y juvenil debe pasar de ejercicios de baja a mayor intensidad (Lloyd et al. 2011) los estudios de la presente revisión se centraron en jugadores de fútbol prepúber con experiencia deportiva y previamente a la intervención, la mayoría de estudios realizó un periodo de aprestamiento técnico.

En relación a la cantidad series, repeticiones, progresión de la carga y contactos por sesión se encontró entre 1 - 3 y de 6 -15 series y repeticiones respectivamente, con una variación de contactos por sesión entre 40 y 120 con la consecuente progresión creciente de los ejercicios de salto. Estos hallazgos difieren de las intervenciones con futbolistas prepúberes hace 2 décadas (Diallo et al. 2001), en la que se registraron mayores cargas, y de las conclusiones del metaanálisis (Alfaro et al. 2018) en el que la edad de la población de estudio fue mayor y por tanto las recomendaciones de carga fueron mayores; sin embargo, están en línea con estudios cercanos para jugadores preadolescentes (Johnson et al. 2011; Michailidis, Y. 2014; Bedoya et al. 2015).

Probablemente las nuevas intervenciones se han venido ajustando a los nuevos hallazgos científicos en el campo fisiológico, neurológico, biomecánico, las nuevas exigencias de la competencia y a las recomendaciones de salud.

Por último, se encontraron volúmenes totales de contactos de los programas de intervención oscilando entre 212 y 6000 pero con una predominancia de contactos entre 400 y 900; dicha amplitud de rango pareciera obedecer a las especificidades en los tipos de ejercicios, toda vez que se encontraron desde contactos en escalera, saltos unipodales y bipodales, saltos verticales y horizontales, saltos

combinados, saltos de cajas hasta saltos de caída, que es el más característico de la pliometría.

Algunas limitantes encontradas en los estudios que pueden afectar la generalización de los resultados encontrados en prepúberes se refieren a la baja valoración del estado de madurez fisiológica de los grupos de intervención, asociado también a la aparición del periodo de crecimiento acelerado masculino que puede afectar la coordinación motora. Por otro lado, ningún estudio contó con protocolos de larga duración, al igual que no se incluyeron prepúberes menores a 10 años y la nula participación de niñas en las investigaciones.

Conclusiones

Los resultados del presente estudio sugieren que la inclusión del método de entrenamiento pliométrico al interior de los entrenamientos de fútbol puede incrementar la fuerza explosiva en miembros inferiores de jugadores de fútbol masculinos prepúber sin ningún riesgo para la salud.

Los mejoramientos de los desempeños explosivos valorados en tamaños de efecto de pequeño a grande pueden verse reflejados en pruebas de campo como saltos, sprint cortos, pateo de balón y de agilidad, acciones motrices importantes en el desempeño óptimo del fútbol infantil. Las adaptaciones que redundan en el incremento de la fuerza explosiva en el tren inferior en jugadores prepúberes fundamentalmente serían de naturaleza neuromotora.

Los programas de intervención para esta población podrían tener efectividad siendo integrados por 20 a 40 minutos a los entrenamientos regulares del fútbol

durante un periodo de 6 a 8 semanas, con una frecuencia de 2 sesiones por semana y una pausa entre sesiones semanales de 48 a 72 horas. Se sugiere además un volumen de contactos por sesión entre 40-120, una medida de carga de 1-3 y de 6-15 series y repeticiones respectivamente, con la correspondiente progresión creciente de carga.

Tanto la intensidad, como el volumen total de contactos por programa serían máxima y de 400-900 respectivamente. Estas orientaciones serían aplicables en jugadores de fútbol prepúberes con alguna

experiencia deportiva y en todo caso, contar con personal idóneo para el diseño y supervisión cuidadosa de las intervenciones.

Infortunadamente los resultados de este estudio no pueden generalizarse al amplio espectro de la población femenina practicante del fútbol, toda vez que ningún estudio incluido en esta revisión acogió grupos experimentales o control como sujetos de estudio.

Referencias

- Alfaro Jiménez, D., Salicetti, A. y Jiménez, J. (2018). Efecto del entrenamiento pliométrico en la fuerza explosiva en deportes colectivos: un metaanálisis. *Pensar en movimiento: Revista de ciencias del ejercicio y la salud*, 16(1), 1-35. DOI: 10.15517/pensarmov.v16i1.27752
- Asadi, A., Ramírez-Campillo, R., Arazi, H. y Sáenz de Villarreal, E. (2018). The effects or maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *Journal of sports sciences*, 36(21). DOI: 10.1080/02640414.2018.1459151
- Bangsbo, J., Mohr, M. y 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
- Bedoya, A., Miltenberger, M. y López, R. (2015). Plyometric training effects on athletic performance in youth soccer athletes: a systematic review. *Journal of strength and conditioning research*, 29(8), 2351-2360. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000877
- Behm, D., Faigenbaum, A., Falk, B. y Klentrou, P. (2008). Position stand canadian society for exercise physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Appl. Physiol. Nutr. Metab*, 33(3), 547-561. DOI: 10.1139/H08-020.
- Bosco, C. (1998). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. España: Paidotribo.
- Bougezzi, R., Chaabene, H., Negra, Y., Ramírez-Campillo, R., Jlalía, Z., Mkaouer, B. y Hachana, Y. (2018). Effects of different plyometric training frequency on measures of athletic performance in prepuberal male soccer players. *Journal of strength and conditioning research*, 34(6), 1609-1617. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002486.

- Campos, M. (2012). Consideraciones para la mejora de la resistencia en el fútbol. *Apunts. Educación física y deportes*, 110(5), 45-51. <http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es>.
- Castagna, C., D'ottavio, S. y Abt, G. (2003). Activity profile of young soccer players during actual match play. *Journal of strenght and conditioning research*, 17(4), 775-780. DOI: 10.1519/1533-4287(2003)017<0775:apoysp>2.0.co;2.
- Chaabene, H. y Negra, Y. (2017). The effect of plyometric training volume on athletic performance in prepubertal male soccer players. *Internacional journal of sports physiology and performance*, 12, 1205-1211. DOI: 10.1123/ijsp.2016-0372.
- Chaouachi, A., Othman, A., Hammami, R., Drinkwater, E. y Behm, D.(2014).The combination of plyometric and balance training improves sprint and shuttle run performances more often than plyometric- only training with children. *Journal of strenght and conditioning research*, 28(2), 401-412. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182987059.
- Cohen, J. (1960). A coeficient of agreement for nominal scales. *Educational and psychological Measurement*, 20(1), 37-47. DOI: 10.1177%2F001316446002000104
- Diallo, O., Dore, E., Duche, P. y Van praagh, D. (2001). The effects of plyometric training followed by reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 41(3), 342-348. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11533565/>
- Dietrich, M., Nicolaus, J., Ostrowski, C. y Rost, K. (2004). *Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil*. Barcelona, España: Paidotribo.
- Docherty, D.,Wenger A, H. y Collis, M. (1987). The effects of resistance training on aerobic and anaerobic power of young boys. *Medicine and science in sports and exercise*, 19(4), 389-392. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3657487/>
- Faigenbaum, A. (2006). Plyometrics for kids: Facts and fallacies. *Performance training Journal*, (5), 13-16. https://www.researchgate.net/publication/286915019_Plyometrics_for_kids_Facts_and_fallacies
- Faigenbaum, A., Kraemer, W., Blimkie, C., Jefreys, I., Michely, L., Nikta, M. y Rowland, T. (2009). Youth resistance training: updated position statement paper from the national strenght and conditioning association. *Journal of strenght and conditioning association*, 23(supplment 5), 560-579. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31819df407.
- Faigenbaum, A., Mc farland, J., Keiper, F., Tevlin, B., Ratamess, N., Kang, J. y Hoffman, J. (2007). Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. *Journal of sports science and medicine*, (6), 519-525. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24149486/>
- Ferrete, C. (2015). *Efecto del entrenamiento de fuerza, potencia y velocidad sobre variables físicas y técnicas determinantes del rendimiento en jugadores de fútbol prepuberales*

y *adolescentes*. [Tesis doctoral, Universidad Pablo de Olavide- España].
<http://hdl.handle.net/10433/2090>

- García-Pinillos, F., Martínez, A., Hita., F., Martínez, E. y Latorre, P. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *Journal of strenght and conditioning research*, 28(9), 2452-2460. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000452
- Granacher, U., Prieske, O., Majewski, M., Büsch, D. y Muehlbauer, T. (2015). The role of instability with plyometric training in sub-elite adolescent soccer players. *International sports medicine*, 36, 386-394. DOI: 10.1055/s-0034-1395519
- Gross, S., Oehler, J. y Eckerman, C. (1983). Head growth and developmental outcome in very low-birth-weight infants. *Pediatrics*, 71(1), 70-75.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6184671/>
- Ingle, L., Sleaf, M. y Tolfrey, K. (2006). The effect of a complex training and detraining programme on selected strenght and power variables in early pubertal boys. *Journal of sporsts sciences*, 24(9), 987-997. DOI: 10.1080/02640410500457117
- Johnson, B., Salzber, C. y Stevenson, D. (2011). A systematic review: plyometric training programs for young children. *Journal or strenght an conditioning research*, 25(9), 2623-2633. DOI: 10.1519/JSC.0b013E318204caa0
- Lees, A., Andersen, T., Nunome, H. y Serzing, T. (2010). The biomechanics of kicking in soccer: a review. *Journal of sports sciences*, 28(8), 805-817. DOI: 10.1080/02640414.2010.481305
- Lloyd, R., Meyers, R. y Oliver, J. (2011). The natural development and trainability of plyometric ability during childhood. *Strenght and conditioning journal*, 33(2), 23-32. DOI: 10.1519/SSC.0b013e3182093a27
- Marginson, A., Rowlands, N. G. y Eston R. (2005). Comparison of the symptoms of exercise-induced muscle damage after an initial and repeated bout of plyometric exercise in men and boys. *Journal of applied physiology*, 99, 1174-1181. DOI: 10.1152/japplphysiol.01193.2004.
- Markovik, G., y Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower- extremity plyometric training. *Sports med. Zagreb (Croatia)*, 40(10), 859-895. DOI: 10.2165/11318370-000000000-00000. PMID: 20836583.
- Mckinlay, B., Wallace, P., Dotan, R., Long, D., Tokuno, C., David, G. y Falk, B. (2018). Effects of plyometric and resistance training on muscle strength, explosiveness and neuromuscular function in young adolescent soccer players. *Journal of strenght and conditioning research*, 32(11), 3039-3050. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002428.
- Meylan, C. y Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *Journal of strenght and conditioning research*, 23(9), 2605-2613. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181b1f330.

- Michailidis, Y. (2015). Effect of plyometric training on athletic performance in preadolescent soccer players. *Journal of human sport & exercise*, 10(1), 15-23. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/50538/1/jhse_Vol_10_N_1_15-23.pdf
- Michailidis, Y., Tabouris, A. y Metaxas, T. (2019). Effects of plyometric and directional training on physical fitness parameters in youth soccer players. *International journal of sports physiology*, 14, 392-298. DOI: 10.1123/ijsp.2018-0545.
- Michailidis, Y., Fatouros, I., Primpa, E., Michailidis, C., Avloniti, A., Chatzinikolaou, A., Barrero, J., Tsoukas, D., Douroudos, I., Draganidis, D., Leontsini, D., Margonis, K., Berberidou, F. y Kambas, A. (2013). Plyometrics' trainability in preadolescent soccer athletes. *Journal of strength and conditioning research*, 27(1), 38-49. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3182541ec6.
- Moran, C., Peccin, M., Bombig, M., Pereira, S. y Dal corso, S. (2017). Performance and reproducibility on shuttle run test between obese and non-obese children: a cross-sectional study. *Biomed central pediatrics*, 17(1). DOI: 10.1186/s12887-017-0825-9.
- Moran, J., Sandercock, G., Ramírez-Campillo, R., Todd, O., Collison, J. y Parry, D. (2016). Maturation-related effect of low-dose plyometric training on performance in youth hockey players. Melbourne. *Pediatric exercise. Human kinetics*, 29(2). DOI: 10.1123/pes.2016-0151.
- Negra, Y., Chaabene, H., Fernández, J., Sammoud, S., Bouguezzi, R., Prieske, O. y Granacher, U. (2018). Short-term plyometric jump training improves repeated-sprint ability in prepuberal male soccer players. *Journal of Strength and conditioning research*, 34(11), 1-9. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002703.
- Negra, Y., Chaabene, H., Hammami, M., Hachana, Y. y Granacher, U. (2016). Effects of high-velocity resistance training on athletic performance in prepuberal male soccer athletes. *The journal of Strength & conditioning research*, 30(12), 3290-3297. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001433.
- Negra, Y., Chaabene, H., Sammoud, S., Bouguezzi, R., Mkaouer, B., Hachana, Y. y Granacher, U. (2017). Effects of plyometric training on components of physical fitness in prepuberal male soccer athletes: the role of surface instability. *Journal of strength and conditioning research*, 31(12), 1-10. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002262.
- Nhr centre for reviews and dissemination. (2001). Undertaking systematic reviews of research on effectiveness: CRD's guidance for those carrying out or commissioning reviews. York: University of York. CRD Report Number 4. 2nd Ed. <http://www.york.ac.uk/inst/crd/report4.htm>
- Peitz, M., Behringer, M. y Granacher, U. (2018). A systematic review on the effects of resistance and plyometric training on physical fitness in youth- what do comparative studies tell us?. *Journal pone. National center of medicine and science*. Tunisia, 13(10). DOI: 10.1371/journal.pone.0205525.

- Radnor, J., Oliver, J., Waugh, C., Myer, G., Moore, I. y Lloyd, R. (2017). The influence of Growth and maturation on stretch-shortening cycle function in youth. *Sport medicine*, 48(1), 57-71. DOI: 10.1007/s40279-017-0785-0.
- Ramírez-Campillo, R., Castillo, D., Raya, J., Moran, J., Sáenz de Villareal, E. y Lloyd, R. (2020). Effects of plyometric jump training on jump and sprint performance in young male soccer players: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 50(12). DOI: 10.1007/s40279-020-01337-1.
- Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., Sánchez, J., Slimani, M; Gentil, P., Souhail, M. y Shephard, R. (2019). Effects of plyometric jump training on the physical fitness of young male soccer players: modulation or response by inter-set recovery interval and maturation status. *Journal of sports sciences*, 37(23), 2645-2652. DOI: 10.1080/02640414.2019.1626049.
- Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., Gentil, P., Morán, J., García-Pinillos, F., Alonso, A. y Izquierdo, Mikel. (2018). Inter-individual variability in responses to 7 weeks of plyometric jump training in male youth soccer players. *Frontiers in physiology*. 9. DOI: 10.3389/fphys.2018.01156.
- Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henríquez, C., Meylan, C., Martínez, C., Álvarez, C., Caniqueo, A., Cadore, E. y Izquierdo, M. (2015). Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *Journal of strength and conditioning association*, 29(7), 1784-1795. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000827.
- Ramírez-campillo, R., Meylan, C., Álvarez, C., Henríquez, C., Martínez, C., Cañas, R., Andrade, D. y 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. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000284
- Ratel, S., Duch', P. y Williams, C. (2006). Muscle fatigue during high-intensity exercise in children. *Sport medicine*, 36(12), 1031-1065. DOI: 10.2165/00007256-200636120-00004.
- Reina, J., Chaves, M., Torres, C. y Cardozo, L. (2019). Efecto del entrenamiento pliométrico sobre la fuerza explosiva de miembros inferiores en guardametas de fútbol categoría infantil. *Revista digital de educación física*. (Colombia), 57, 78-92. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6860155>
- Rodríguez, D., Franco, F., Mora, R. y González -Badillo, J. (2016). The 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. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001706
- Rodríguez, D., Franco, F., Pareja, F., Mora, R., Yañez, J., González, J. y González, J. (2016). Effects of 6 weeks resistance training combined with plyometric and speed exercises on physical performance of pre-peak-height-velocity soccer players. *International*

journal of sports physiology and performance, 11(2), 240-246. doi: 10.1123/ijssp.2015-0176.

- Rosas F., Ramírez-Campillo, R., Díaz, D., Abad, F., Martínez, C., Caniuqueo, A., Caña, R., Loturco, L., Nakamura, F., Mckenzie, C., González, J., Sánchez, J. y Izquierdo, M. (2016). Jump training in youth soccer players: effects of haltere type handheld loading. *International journal sports medicine*, 37(13), 1060-1065. DOI: 10.1055/s-0042-111046
- Rosler, R., Donath, L., Verhagen, E., Junge, A., Schweizer, T. y Faude, O. (2014). Exercise-based injury prevention in child and adolescent sport: a systematic review and meta-analysis. *Sports med*, 44(12), 1733-1748. DOI: 10.1007/s40279-014-0234-2
- Sáenz de Villarreal, E., González, Juan. y Izquierdo, M. (2008). Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. *Journal of strenght and conditioning research*, 22(3), 715-725. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318163eade
- Sáenz de Villarreal, D., Suárez, L., Requena, B., Haff, G. y Ferrete, C. (2015). Effects of plyometric and sprint training on physical and technical skill performance in adolescent soccer players. *Journal of strenght and conditioning research*, 29(7), 1894- 1903. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000838.
- Sáenz de Villarreal, E., Kellis, E., Kraemer, W. y Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance: a meta-analysis. *Journal of strenght and conditioning association*, 23(2), 495- 506. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318196b7c6.
- Sáenz de Villarreal, E., Requena, B. y Cronin, J. (2012). The effects or plyometric training on sprint performance: A meta- analysis. *Journal of strenght and conditioning research*. 26(2): 575- 584. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318220fd03
- Sheppard, J. y Young, W. (2006). Agility literature review: classifications, training an testing. *Journal of sports sciences*, 24(9), 919-932. DOI: 10.1080/02640410500457109
- Singh, D. y Singh, S. (2013). Effects of vertical and horizontal plyometric exercises on running speed. *Human movement*, 14(2), 144-147. <https://doi.org/10.2478/humo-2013-0017>
- Sociedad Argentina de Pediatría. (2018). Entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes: beneficios, riesgos y recomendaciones. *Arch argent pediatr*, 82-91. DOI: 10.5546/aap.2018.S82
- Sohnlein, Q., Muller, E. y Stoggl, T. (2014). The effect of 16-week plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players. *Journal of strenght and conditioning research*, 28(8), 2105-2114. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000387
- Stojanovic', E., Ristic', V., McMaster, D. y Milanovic, Z. (2017). Effect of plyometric training on vertical jump performance in female athletes: a systematic review and meta-analysis. *Sport medicine*, 47(5), 975-986. DOI: 10.1007/s40279-016-0634-6

- Vasquez, E., Galindo, D. y Caro, W. (2018). Efecto de un programa de fuerza explosiva sobre la velocidad del balón pateado, en jugadores de fútbol categoría sub 17 del club Patriotas Boyacá. *Revista salud historia y sanidad*. Tunja (Colombia),13(1), DOI: <http://doi.org/10.5281/>
- Vera-Assaoka, T., Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., García-Pinillos, F., Moran, J., Gentil, P. y Behm, D. (2020). Effects of maturation on physical fitness adaptations to plyometric drop jump training in male youth soccer players. *Journal of strenght and conditioning research*, 34(10), 2760-2768. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003151
- Verkhoshansky, Y. (1966). *Todo sobre el método pliométrico. Medios y métodos para el entrenamiento y la mejora de la fuerza explosiva*. España- Barcelona: Paidotribo.
- Visnes, H. y Bahr, R. (2013). Training volume and body composition as risk factors for developing jumper's knee among young elite volleyball players. *Scandinavian Journal of medicine & science in sports*. Oslo (Norway), 23(5), 607- 613. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2011.01430.x
- Vrijens, J. (1978). Muscle strength development in the pre-and post-pubescent age. *Department of physical education*.Gent (Bélgica) p. 152-158. DOI: 10.1159/000401890