

**Máster universitario en rendimiento deportivo y salud**

**Curso académico 2020-2021**



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

**Valoración funcional de deportistas en edad de  
maduración: efecto del entrenamiento pliométrico en la  
capacidad de salto, aceleración y velocidad.**

**Alumno: Mauro Agustin Molaes Bartaburu**

**Tutor académico: Iván Peña González**

**Junio de 2021**

## Introducción

En los deportes de equipo, y específicamente en fútbol, los esfuerzos físicos intermitentes son una característica propia de ellos. De los esfuerzos físicos, aquellos que requieren de una acción muscular máxima o de alta intensidad, como los saltos, los cambios de dirección, los sprints, etc., son los que están relacionados con los momentos más cruciales del juego, tales como ganar la posesión del balón, asistir, convertir un gol o evitarlo (Asadi et al., 2018).

La capacidad individual de utilizar de manera eficiente el ciclo de estiramiento-acortamiento en este tipo de movimientos, es un buen indicador de rendimiento, y el entrenamiento pliométrico ha demostrado ser efectivo en la mejora de esta capacidad (Moran et al., 2017). Así, el entrenamiento de la fuerza se ha convertido en un factor muy importante en la preparación física del futbolista, tanto en niveles de élite como en la formación del mismo, para su desarrollo a largo plazo y su evaluación se puede utilizar como un indicador de desempeño físico (Peña et al., 2019). En este sentido, múltiples estudios (Peña et al., 2019; Asadi et al., 2018; Moran et al., 2017) han reportado que los métodos de entrenamiento pliométrico son efectivos a la hora de mejorar la fuerza de las acciones relacionadas con el fútbol, específicamente a través de adaptaciones neuromusculares, tanto en edades tempranas como avanzadas del proceso madurativo.

En etapas formativas del deporte, los grupos de jugadores suelen crearse por períodos de un año de edad con la intención de garantizar una competencia justa. Sin embargo, las diferencias que surgen debido a su estado madurativo pueden influir en su rendimiento, y las diferencias en cuanto a la producción de fuerza y las adaptaciones específicas al entrenamiento de fuerza se hacen evidentes (Peña et al., 2019). En este sentido, investigaciones anteriores, han demostrado que las adaptaciones a los entrenamientos de fuerza basados en métodos pliométricos entre jóvenes, suelen diferir dependiendo de su estado madurativo (Moran et al., 2017). El estado madurativo, es el punto en el que se encuentra un joven en un momento determinado de su proceso de maduración (Lloyd et al., 2015). El indicador más utilizado para calcular el estado madurativo en jóvenes deportistas, es el pico de velocidad de crecimiento (PVC) ya que indica de manera precisa los años que faltan o restan para el momento de mayor crecimiento durante la adolescencia (Mirwald et al., 2002) Por ello, una planificación adecuada del entrenamiento de la fuerza parece ser un elemento fundamental para el desarrollo a largo plazo de los futbolistas.

Como bien es sabido, el desarrollo de la fuerza es multifacético y resulta de la combinación de factores musculares, neuronales y mecánicos (Lloyd & Oliver, 2012). Por eso, se sugiere como “ventana de oportunidad” para el desarrollo de la fuerza, el período entre 12-18 meses desde su PVC, debido a la ganancia de la masa muscular, producto del incremento en las concentraciones de andrógenos (I. Peña et al. 2019; R. Lloyd y J. Oliver, 2012). Sin embargo, el modelo de desarrollo de atletas a largo plazo, apoya el entrenamiento de la fuerza en edades prepuberales, donde la plasticidad neuronal asociada en este período acelera naturalmente el desarrollo del sistema neuromuscular (Lloyd & Oliver, 2012).

El propósito de esta investigación, fue desarrollar un programa de entrenamiento pliométrico en futbolistas púberes y prepúberes, con el objetivo de (1) analizar el rendimiento en el salto, aceleración y sprint de los futbolistas con diferentes estados madurativos y (2) reportar las adaptaciones al entrenamiento pliométrico de los jugadores dependiendo de su estado madurativo.

## **Material y métodos**

### **Participantes**

Treinta y nueve futbolistas de entre trece y catorce años del club S. C. D. Intangco de Elche participaron del estudio de manera voluntaria, donde sus tutores firmaron un consentimiento informado. Los participantes deben haber asistido al 80% de las sesiones del programa de entrenamiento para ser incluidos en el estudio.

### **Procedimiento**

El diseño de intervención, consta de un programa de entrenamiento pliométrico de fuerza de 6 semanas entre sesiones pre-test y post-test, con el objetivo de evaluar los cambios en el rendimiento físico de los futbolistas entre las sesiones pre-test y post-test. Para el análisis, se agruparon a los jóvenes futbolistas según su grupo de madurez (pre-PVC, mid-PVC y post-PVC), para comparar los cambios entre grupos y sus adaptaciones al programa de entrenamiento, dependiendo de su estado madurativo. Durante la intervención (6 semanas), los jóvenes futbolistas realizaron sus dos sesiones de entrenamientos normales y específicos de fútbol en campo, más dos sesiones de entrenamiento pliométrico por semana, previos a los entrenamientos de fútbol.

Para comenzar, se evaluaron los parámetros antropométricos de los futbolistas como el peso (Kg) (báscula Tanita Bc 601 Ltd., India  $\pm$  0.1 kg), la altura (cm) y la altura sentado (cm) (tallímetro SECA Ltd., Germany  $\pm$  0.1 cm). Luego, realizaron un calentamiento estandarizado el cual consistió en: (1) movilidad articular de tren superior, zona media y tren inferior en desplazamientos de 20 metros con cambio de dirección de 180° durante 3 minutos, (2) estiramiento dinámico y (3) diez CMJ submáximos, o (4) dos sprints de 10 metros y dos sprints de 20 metros. Esto último varía según el test a realizar, los cuales son (1) Counter Movement Jump (CMJ) y (2) sprint de 20 metros (con parciales de 5, 10 y 15m).

Para evaluar la altura del CMJ, se utilizó una plataforma de contacto (Globus Ergotester®, Italy). Los participantes, realizaron 3 saltos separados cada uno de ellos por un breve descanso de 60 segundos. Para el análisis de los datos se utilizó el mejor de los saltos. Para calcular la aceleración en 10m y el tiempo que demoran en realizar el sprint de 20 metros, se utilizaron células fotoeléctricas (Witty System, Microgate, Bolzano, Italy). Los participantes, comenzaron el test desde una posición de parado a 30 cm por detrás de la primera fotocélula y empezaron su intento en el momento que ellos lo decidieron. Realizaron dos intentos, de los cuales el mejor de ellos fue utilizado para su posterior análisis.

### **Programa de entrenamiento de fuerza**

Durante la intervención, los jóvenes futbolistas realizaron sus dos sesiones semanales específicas de fútbol en campo, más dos sesiones adicionales de entrenamiento pliométrico, las cuales consistieron en seis ejercicios (ver tabla 1), que se llevaron a cabo antes del entrenamiento de fútbol. Teniendo en cuenta la edad de los participantes, la carga externa fue pequeña pero la velocidad de movimiento requerida fue máxima en cada ejecución. El entrenamiento pliométrico se dividió en dos bloques de dos semanas el primero y cuatro semanas el segundo, donde en el primer bloque se realizaba una sola serie de diez repeticiones y en el segundo dos series de diez repeticiones. Esto fue así con el propósito de lograr una correcta ejecución técnica por parte de los participantes para luego aumentar la carga.

**Tabla 1. Ejercicios y progresión durante las 6 semanas del programa de entrenamiento.**

Ejercicio	Bloque 1 (semana 1-2)	Bloque 2 (semana 3-6)
CMJ	1 serie de 10 repeticiones	2 series de 10 repeticiones
Long Jump	1 serie de 10 repeticiones	2 series de 10 repeticiones
Hip thrust unipodal	1 serie de 10 repeticiones (5 rep. con cada pierna)	2 series de 10 repeticiones (5 rep. con cada pierna)
Zancada horizontal	1 serie de 10 repeticiones (5 rep. con cada pierna)	2 series de 10 repeticiones (5 rep. con cada pierna)
Salto vertical unipodal	1 serie de 10 repeticiones (5 rep. con cada pierna)	2 series de 10 repeticiones (5 rep. con cada pierna)
Triple hop	1 serie 5 repeticiones con cada pierna	2 series 5 repeticiones con cada pierna

**Estado de madurez**

Para establecer el estado madurativo de los jóvenes futbolistas, se utilizó como referencia el pico de velocidad de crecimiento (PVC), el cual es indicador más utilizado para calcular el estado madurativo en el campo deportivo (Kozziel et al. 2018). El mismo suele presentarse a los 14 años en hombres y a los 12 años en mujeres (Malina et al. 2004). Los jóvenes futbolistas fueron clasificados en tres grupos, dependiendo de su estado madurativo, para el análisis de los datos. Quedando conformados los grupos de la siguiente manera: pre-PVC (menos de 0,5 años para el PVC), mid-PVC (desde 0,5 años para el PVC y hasta 0,5 años desde el PVC) y post-PVC (más de 0,5 años desde el PVC).

**Tabla 2. Estado inicial de los jóvenes jugadores al inicio de la intervención.**

	Pre-PVC (n = 6)	Mid-PVC (n = 17)	Post-PVC (n = 16)
Edad (años)	13,88 ± 0,27	13,96 ± 0,32	14,76 ± 0,39
Altura (cm)	153,65 ± 3,05	163,27 ± 5,88	171,68 ± 4,23
Peso (kg)	46,17 ± 3,28	54,96 ± 9,49	65,48 ± 12,72
CMJ (cm)	29,17 ± 2,19	32,64 ± 6,13	33,27 ± 4,11
Sprint 20m (s)	3,41 ± 0,11	3,54 ± 0,41	3,35 ± 0,21
Aceleración 5m (m/s <sup>2</sup> )	2,58 ± 0,21	2,62 ± 0,45	2,74 ± 0,31

Cm: centímetros. Kg: kilogramos. S: segundos. m/s<sup>2</sup>: metros por segundo al cuadrado.

## Referencias

- Abbas Asadi, Rodrigo Ramirez-Campillo, Hamid Arazi & Eduardo Sáez de Villarreal (2018): The effects of maturation on jumping ability and sprint adaptations to plyometric training in youth soccer players. *Journal of Sports Sciences*, DOI:10.1080/02640414.2018.1459151
- Kozieł SM, Malina RM. (2018) Modified Maturity Offset Prediction Equations: Validation in Independent Longitudinal Samples of Boys and Girls. *Sport Med.* 2018; 48(1):221–36.
- Lloyd RS, Oliver JL. (2012) The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength Cond J.* 2012; 34(3):61–72
- Lloyd RS, Oliver JL, Radnor JM, Rhodes BC, Faigenbaum AD, & Myer GD. (2015). Relationships between functional movement screen scores, maturation and physical performance in young soccer players. *Journal of sports sciences*, 33(1), 11-19.
- Malina RM, Bouchard C, Bar-Or O, (2004): Growth, maturation, and physical activity. *Human Kinetics*; 2004 p.712.
- Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey D a, Beunen GP. (2002) An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34(4):689–94. PMID: 11932580
- Moran J, Sandercock GRH, Ramirez-Campillo R, Todd O, Collison J, Parry DA. (2017) Maturation-Related Effect of Low-Dose Plyometric Training on Performance in Youth Hockey Players. *Pediatr Exerc Sci.* 2017; 29(2):194–202. <https://doi.org/10.1123/pes.2016-0151> PMID: 27834619
- Peña-Gonzalez I, Fernandez-Fernandez J, Cervello E, Moya-Ramon M. (2019): Effect of biological maturation on strength-related adaptations in young soccer players. *PLoS ONE* 14 (7): e0219355. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219355>