

15 DE JUNIO DE 2021

**Valoración funcional de deportistas en edad
de maduración: Efecto del entrenamiento
pliométrico sobre la capacidad de sprint y el
perfil fuerza- velocidad**



UNIVERSITAS
Miguel Hernández



Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández

Máster universitario en rendimiento
deportivo y salud

Curso académico 2020-2021

Alumno: Samuel Testón Laguna

Tutor académico: Iván Peña González

1. RESUMEN

El entrenamiento de fuerza es fundamental para el desarrollo a largo plazo de los jóvenes futbolistas y estas adaptaciones están influenciadas por la edad madurativa de los jugadores. El objetivo de este trabajo fue analizar los cambios producidos en jugadores de diferente edad madurativa en el sprint y en el perfil fuerza- velocidad mediante un entrenamiento pliométrico, previo a su entrenamiento táctico, de 6 semanas (con una duración aproximada de 20 minutos), realizado 2 veces por semana. Los jugadores se dividieron en tres grupos según su edad madurativa acorde con los años hasta/desde su PVC: Pre-, Mid- y Post-PVC.

2. PALABRAS CLAVE

Entrenamiento de fuerza, maduración, PVC, sprint, perfil fuerza- velocidad.

3. CONTEXTUALIZACIÓN

En el fútbol, uno de los principales determinantes del rendimiento físico es la capacidad de producir fuerza en periodos cortos de tiempo (Samozino et al., 2016). Esta producción de fuerza con altas demandas de velocidad se refleja en acciones cruciales para el rendimiento como son los saltos, las aceleraciones o los sprints (entre otras) (Cronin et al., 2005). Estas acciones determinantes en el juego repercuten en principios básicos del juego como son ganar o mantener la posesión del balón, avanzar hacia portería rival o evitar que avancen hacia la propia y/o anotar o evitar un gol (Sohnlein et al., 2014; Faude et al., 2012).

Investigaciones anteriores informan sobre una correlación positiva entre el rendimiento en el sprint (10 y 30 m) y el rendimiento en acciones determinantes del juego (aceleraciones, saltos, sprints). Mostrando que esta habilidad puede discriminar jugadores de distinto nivel competitivo (Haugen et al., 2013), por lo que el rendimiento en el sprint se utiliza comúnmente como una variable para la identificación de talentos a edades tempranas en fútbol, con el objetivo de discriminar entre jóvenes jugadores de fútbol con el potencial para llegar a la élite (Arazi et al., 2012; Meylan et al., 2009; Stolen et al., 2005). Sin embargo, este rendimiento en las acciones de sprint se ve influenciado por el estado madurativo de los jóvenes jugadores de fútbol (Sáez de Villarreal et al., 2012). La maduración es el proceso mediante el cual un joven progresa hacia su estado adulto, mientras que el estado madurativo es el punto en el que se encuentra la maduración de un joven en un momento determinado (Lloyd et al., 2015). El pico de velocidad de crecimiento (PVC) es el indicador más comúnmente utilizado para medir el estado madurativo en jóvenes deportistas ya que proporciona un punto de referencia preciso del crecimiento máximo durante la adolescencia, mostrando los años que faltan o restan desde el PVC (Mirdwald et al., 2002). Estudios anteriores informan que este estado madurativo juega un papel importante en las adaptaciones de fuerza y velocidad conseguidas con el entrenamiento, (Ramírez-Campillo et al., 2014; Morin et al., 2016; Peña-González et al., 2019).

El rendimiento en las acciones de sprint (definido como el tiempo en recorrer una distancia determinada), depende principalmente de la capacidad de los sistemas neuromuscular y osteoarticular de generar altos niveles de fuerza horizontal (Morin & Samozino, 2016). Por lo tanto, la fuerza y la velocidad están relacionadas en la producción de potencia mecánica en los movimientos deportivos como el sprint (Cormie et al., 2012). Esta relación entre fuerza y velocidad se ha descrito mediante el perfil fuerza- velocidad (Samozino et al., 2016) con el que podremos identificar las capacidades mecánicas máximas de los músculos implicados para generar altos niveles de fuerza, fuerza a una elevada velocidad o para producir la potencia máxima (Samozino et al., 2014). Pese a que este perfil fuerza-velocidad se ha utilizado principalmente en acciones con producción de fuerza vertical (principalmente en el

CMJ), actualmente se ha mostrado cómo evaluar de forma sencilla el perfil fuerza-velocidad en tareas de producción de fuerza horizontal (perfil fuerza-velocidad horizontal), como en el sprint (Samozino et al., 2016), así como se ha mostrado la relación de este perfil con el rendimiento en deportes como el fútbol (Jiménez-Reyes et al., 2020).

Por otra parte, el entrenamiento pliométrico se ha visto como un método de entrenamiento efectivo para la mejora del rendimiento en el sprint en fútbol ya que ahorra tiempo y es fácil de implementar en los entrenamientos (Sáez de Villarreal et al, 2015). Esta eficacia y eficiencia del entrenamiento pliométrico para la mejora del sprint se puede atribuir principalmente a adaptaciones neuromusculares en mayor medida que otro tipo de adaptaciones al entrenamiento de fuerza como adaptaciones estructurales o metabólicas (Chaouachi et al., 2014). Si bien la literatura previa muestra cómo un programa de entrenamiento pliométrico puede afectar de forma distinta en la mejora del sprint entre jóvenes jugadores de fútbol con distinto estado madurativo (Peña-González et al., 2019), hasta la fecha no existe ningún trabajo que examine las diferencias en el perfil fuerza-velocidad horizontal entre jóvenes futbolistas con distinto estado madurativo, así como las posibles diferencias en las adaptaciones a un programa de entrenamiento basado en ejercicios pliométricos. Por tanto, los objetivos de este trabajo fueron: (1) analizar el rendimiento en sprint y el perfil fuerza-velocidad horizontal en jóvenes futbolistas con diferentes estados madurativos y (2) analizar los cambios en el sprint y en el perfil fuerza-velocidad horizontal tras un programa de entrenamiento basado en ejercicios pliométricos.

4. MATERIAL Y MÉTODO

Participantes

Cuarenta y un jugadores jóvenes de fútbol del club S.C.D Intangco de Elche, comprendidos entre los 13 y 15 años, participaron en el estudio. Las medidas iniciales de la muestra se muestran en la tabla 1. Para la inclusión en el estudio, los participantes debieron realizar un mínimo del 80% de las sesiones del programa de intervención. Todos los participantes participaron de forma voluntaria en el estudio y sus padres/tutores legales firmaron un consentimiento informado previo al inicio de la intervención.

Tabla 1. Medidas iniciales de los jugadores según el grupo madurativo.

	Pre-PVC (n = 7)	Mid-PVC (n = 18)	Post-PVC (n = 16)
E.C (años)	13,86 ± 0,25	13,92 ± 0,32	14,72 ± 0,42
Altura (cm)	157,43 ± 6,46	162,68 ± 5,99	170,80 ± 3,57
Peso (kg)	49,29 ± 5,84	55,31 ± 10,01	63,14 ± 9,00
CMJ (cm)	30,34 ± 4,08	31,51 ± 6,09	33,61 ± 4,02
Sprint 30m (s)	4,66 ± 0,16	4,84 ± 0,37	4,73 ± 0,36

E.C: edad cronológica; CMJ: counter movement jump (salto con contra movimiento).

Proceso

Se realizó un diseño de test pre y post periodo de intervención para evaluar el rendimiento en sprint de 30 metros y el perfil fuerza- velocidad mediante 5 intervalos en el sprint (intervalos a los 5,10,15,20 y 30m) y poder comparar los cambios producidos tras el periodo de intervención en los jugadores, divididos en grupos según su estado madurativa respecto al PVC. La intervención se realizó durante 6 semanas mediante un programa de fuerza pliométrico (tabla 2). Como resultado a la intervención, los resultados en el rendimiento de

sprint en los participantes entre los valores pre y post intervención fueron evaluados, así como los resultados entre grupos madurativos. Todos los participantes estaban familiarizados con los test realizados y tenían experiencia en el entrenamiento de fuerza. Cada sesión de evaluación e intervención estaba separada de los entrenamientos previos y siguientes un mínimo de 48 horas. Durante la intervención (6 semanas), los jugadores realizaron dos sesiones normales de entrenamiento (entrenamiento de fútbol en campo) además de dos sesiones de entrenamiento pliométrico previo al entrenamiento en campo ambos días. Los entrenamientos en campo consistían en tareas técnico- tácticas diseñadas por el entrenador y las tareas de fuerza no estaban permitidas en estas sesiones.

Los parámetros antropométricos de cada jugador fueron evaluados al inicio (peso, altura de pie y altura sentado) mediante un monitor digital de composición corporal (Tanita Bc 601 Ltd., India ± 0.1 kg) y un tallímetro (SECA Ltd., Germany ± 0.1 cm). Después de la evaluación antropométrica los jugadores realizaron un calentamiento estandarizado que consistía en: (1) carrera a baja intensidad con cambio de dirección 180° cada 20m durante 3 minutos, (2) estiramientos dinámicos y (3) 10 CMJ sub- máximos. Tras este calentamiento se evaluó el CMJ realizando un total de 3 saltos con un descanso de 15 segundos entre ellos, utilizando una plataforma de contacto (Globus Ergotester®, Italia). Se utilizó el mejor de los 3 saltos para el posterior tratamiento de los datos. Tras esto, se realizó la evaluación del sprint de 30m (con intervalos de tiempo en los 5, 10, 15, 20 y 30m). El tiempo durante el sprint fue medido utilizando un sistema de fotocélulas (Witty System, Microgate, Bolzano, Italy). Los participantes iniciaban el sprint de pie tras la primera fotocélula al inicio de los 30m. Los jugadores realizaron 2 intentos con un descanso de 2 minutos entre ambos intentos y el mejor tiempo de los dos fue utilizado para el posterior análisis.

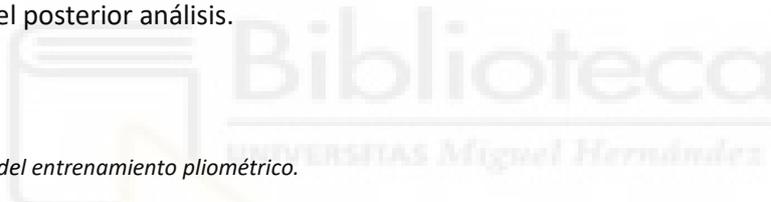


Tabla 2. Ejercicios del entrenamiento pliométrico.

	Bloque 1 (semanas 1 y 2)	Bloque 2 (semanas 3-6)
CMJ	1 serie de 10 repeticiones (en caso de ejercicio unipodal, 5 repeticiones con cada pierna)	2 serie de 10 repeticiones (en caso de ejercicio unipodal, 5 repeticiones con cada pierna)
SALTO VERTICAL UNIPODAL		
LONG JUMP		
ZANCADA HORIZONTAL		
HIP THRUST UNIPODAL		
TRIPLE HOP		

Estado madurativo

A pesar de tener algunas limitaciones y aunque han aparecido nuevas ecuaciones de predicción del estado madurativo en los últimos años, la evaluación de los años desde/hasta el pico de velocidad de crecimiento (PVC) es el indicador más utilizado para calcular el estado madurativo en el campo deportivo (Koziel et al., 2018). El PVC se produce, en promedio, alrededor de los 14 años en los hombres y 12 años en las mujeres (Malina et al., 2004).

Para el análisis de este trabajo los jugadores fueron agrupados en tres grupos madurativos según su edad. Estos grupos se definieron al igual que en otros trabajos: Pre- PVC (n= 7; <0,5 años para el PVC), Mid- PVC (n= 18; desde <0,5 años hasta >0,5 años desde el PVC) y Post- PVC (n= 16; >0,5 años desde el PVC).

Programa de entrenamiento pliométrico

Durante la intervención todos los jugadores realizaron dos entrenamientos a la semana. Cada entrenamiento constaba de una primera parte de entrenamiento pliométrico (tabla 2) de unos 20 minutos de duración y un entrenamiento normal en campo de 90 minutos. En el entrenamiento pliométrico la carga externa era baja, pero se pedía máxima velocidad de movimiento a los jugadores para realizar un ciclo pliométrico correcto y para conseguir adaptaciones neuromusculares por delante de adaptaciones estructurales. El entrenamiento pliométrico se dividió en dos bloques. Un primer bloque de 2 semanas y un segundo bloque de 4 semanas. El primer bloque consistía en una sola serie de 10 repeticiones por ejercicio mientras que el segundo bloque era de 2 series de 10 repeticiones por ejercicio con el objetivo de afianzar la técnica primero y aumentar la carga después. Durante todo la intervención, en el caso de los ejercicios unipodales, se realizaban 5 repeticiones por pierna para conseguir las 10 repeticiones totales. Se les pedía a todos los jugadores que realizaran cada una de las repeticiones de todos los ejercicios a la máxima velocidad.

Previo al inicio del circuito de ejercicios pliométricos se realizaba un calentamiento estandarizado que consistía en (1) carrera a ritmo suave durante 3 minutos con cambios de dirección 180º cada 20m y (2) estiramientos dinámicos.

5. BIBLIOGRAFÍA

Appleby, B., Newton, R. U., & Cormie, P. (2012). Changes in strength over a 2-year period in professional rugby union players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(9), 2538-2546.

Arazi, H., Coetzee, B., & Asadi, A. (2012). Comparative effect of land-and aquatic-based plyometric training on jumping ability and agility of young basketball players. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 34(2), 1-14.

Chaouachi, A., Chtara, M., Hammami, R., Chtara, H., Turki, O., & Castagna, C. (2014). Multidirectional sprints and small-sided games training effect on agility and change of direction abilities in youth soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(11), 3121-3127.

Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). *Strength and power predictors of sports speed. J Strength Cond Res*, 19(2), 349-357.

de Villarreal, E. S., Requena, B., & Cronin, J. B. (2012). The effects of plyometric training on sprint performance: A meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 575-584.

de Villarreal, E. S., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G. G., & Ferrete, C. (2015). Effects of plyometric and sprint training on physical and technical skill performance in adolescent soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1894-1903.

Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of sports sciences*, 30(7), 625-631.

Haugen, T. A., Tønnessen, E., & Seiler, S. (2013). Anaerobic performance testing of professional soccer players 1995–2010. *International journal of sports physiology and performance*, 8(2), 148-156.

Jiménez-Reyes, P., García-Ramos, A., Párraga-Montilla, J. A., Morcillo-Losa, J. A., Cuadrado-Peñafiel, V., Castaño-Zambudio, A., ... & Morin, J. B. (2020). Seasonal changes in the sprint acceleration force-velocity profile of elite male soccer players. *J. Strength Cond. Res*, 10.

Kozieł SM, Malina RM. Modified Maturity Offset Prediction Equations: Validation in Independent Longitudinal Samples of Boys and Girls. *Sport Med*. 2018; 48(1):221–36.

Kozieł, S. M., & Malina, R. M. (2018). Modified maturity offset prediction equations: validation in independent longitudinal samples of boys and girls. *Sports Medicine*, 48(1), 221-236.

Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Radnor, J. M., Rhodes, B. C., Faigenbaum, A. D., & Myer, G. D. (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. Growth, maturation, and physical activity. *Human Kinetics*; 2004. 712 p.

Malina, R. M., Eisenmann, J. C., Cumming, S. P., Ribeiro, B., & Aroso, J. (2004). Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13–15 years. *European journal of applied physiology*, 91(5), 555-562.

Meylan, C., & Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2605-2613.

Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., 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.

Morin, J. B., & Samozino, P. (2016). Interpreting power-force-velocity profiles for individualized and specific training. *International journal of sports physiology and performance*, 11(2), 267-272.

Peña-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), e0219355.

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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1335-1342.

Samozino, P., Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Gimenez, P., & Morin, J. B. (2014). Force-velocity profile: imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *International journal of sports medicine*, 35(06), 505-510.

Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E., & Morin, J. B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(6), 648-658.

Söhnlein, Q., Müller, E., & Stöggl, T. L. (2014). The effect of 16-week plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(8), 2105-2114.

Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports medicine*, 35(6), 501-536.

