

# TRABAJO FINAL DE GRADO



Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte



## Efecto del estado madurativo sobre el perfil Fuerza-Velocidad Horizontal

Alumno: Mohammed Khattabi Douhal

Tutor académico: Iván Peña González

Curso académico: 2023 -2024

# ÍNDICE

|                       |   |
|-----------------------|---|
| 1. INTRODUCCIÓN ..... | 3 |
| 2. METODOLOGÍA.....   | 4 |
| 3. RESULTADOS .....   | 5 |
| 4. DISCUSIÓN .....    | 6 |
| 5. CONCLUSIONES ..... | 7 |
| 6. BIBLIOGRAFÍA.....  | 7 |



## 1. INTRODUCCIÓN

El fútbol es un deporte de equipo, de carácter intermitente, con altos requerimientos de acciones a máxima intensidad, alternadas con acciones de recuperación a baja intensidad (Yanci et al., 2016). El rendimiento en fútbol lo determinan las acciones cortas de alta intensidad, como los sprints lineales, los saltos o los cambios de dirección, entre otras, que son las acciones decisivas en un partido (Faude et al., 2012). Por tanto, es común encontrar tanto en el ámbito profesional como en el investigador, que son este tipo de acciones las que más comúnmente se evalúan para conocer el rendimiento físico de los jugadores de fútbol.

La aceleración y la velocidad de sprint, los cuales, son dos de los factores más estudiados, han sido tradicionalmente evaluados mediante la valoración del tiempo empleado en realizar un sprint lineal, encontrando distintas distancias para hacerlo (5-10-15 metros para la aceleración y 20-25-30 metros para la velocidad) (Fernández-Galván et al., 2022). Sin embargo, en los últimos años, ha aparecido el concepto de Perfil Fuerza-Velocidad Horizontal (PFVH) para valorar la aceleración y la velocidad lineal de los deportistas.

El PFVH está basado en la relación lineal e inversa que existe entre la capacidad de producir fuerza y velocidad (Samozino et al., 2016). La evaluación del PFVH proporciona información sobre variables específicas del sprint de los deportistas que determinan el rendimiento en el mismo (fuerza teórica máxima ( $F_0$ ), velocidad ( $V_0$ ), potencia máxima asociada ( $P_{max}$ ), pendiente de la relación FV ( $FV_{slope}$ ), efectividad teórica máxima de aplicación de fuerza horizontal ( $RF_{max}$ ), capacidad de los deportistas para mantener la inevitable pérdida de aplicación de fuerza horizontal cuando aumenta la velocidad ( $D_{RF}$ ), velocidad óptima del sprint ( $V_{opt}$ ) y velocidad máxima alcanzada ( $V_{max}$ ) (Morin y Samozino, 2016)). El conocimiento de estas variables puede ser de gran importancia para los entrenadores, ya que, permite individualizar el entrenamiento y mejorar aquellas variables del sprint que sean deficientes, mejorando así el rendimiento en el deportista (Morin y Samozino, 2016). El PFVH se ha descrito y caracterizado en jugadores de fútbol regular en varios estudios (Jiménez-Reyes et al., 2020; Marcote-Pequeño et al., 2019; Mendiguchia et al., 2014). Sin embargo, no existe gran evidencia científica en la que se muestre los valores del PFVH en jugadores de fútbol jóvenes.

El fútbol a edades tempranas se caracteriza por una agrupación de los jóvenes en categorías basadas en la edad cronológica (EC). En grupos basados en fechas límite específicas con la intención de crear niveles competitivos “justos”. Suponiendo que a través de este modelo de agrupación habrá un cierto grado de igualdad antropométrica y física entre los participantes del mismo grupo, lo que les dará las mismas oportunidades de éxito dentro del grupo (Cobley et al., 2009). Los deportistas que nacieron en los primeros meses de sus grupos de edad están sobrerrepresentados en los deportes, específicamente en el fútbol. Este efecto se conoce como efecto de la edad relativa (RAE), y los jugadores nacidos en los primeros meses de su grupo de edad tienen más probabilidades de ser seleccionados para equipos de élite y programas de desarrollo de talentos que los nacidos más adelante en el año (Auguste & Lames, 2011; Bliss y Brickley, 2011).

En los últimos años se ha dado un gran interés en como la maduración biológica de jóvenes jugadores, puede producir diferencias interindividuales en los datos antropométricos y en el rendimiento físico dentro de un mismo grupo de edad (Peña-González et al., 2021).

La maduración un proceso de transición individual y variable en el cuál, un niño/a pasa a ser adulto. Este proceso implica cambios tanto a nivel estructural como funcional, durante el crecimiento en el organismo. Algunos ejemplos sobre como la maduración afecta al rendimiento relacionado con la fuerza y la velocidad en jóvenes jugadores de fútbol son; el aumento del tamaño muscular o cambios en los fascículos y tendones (Radnor et al., 2018).

Esta es la razón por la cual, los jugadores con un estado madurativo avanzado suelen ser más altos, pesados y con valores de rendimiento físico mayores (Asadi et al., 2018; Meylan et al., 2014; Peña-González et al., 2019; Radnor et al., 2017). Conocer el estado madurativo de los jugadores permite a los entrenadores y preparadores diferenciarlos cuando la superioridad de rendimiento físico de un jugador pueda considerarse talento o simplemente una “ventaja temporal”, la cual, se produce debido a un estado madurativo avanzado (Beunen y Malina, 2008).

Para valorar el estado madurativo, el indicador más utilizado a nivel somático es el desfase de maduración (Mirwald et al., 2005). Este indicador estima los años desde/hasta el Pico de Velocidad de crecimiento (PVC), el cual, proporciona un punto de referencia de la velocidad máxima de crecimiento en altura durante la adolescencia (Mirwald et al., 2002; Sherar et al., 2005). El PVC suele darse a los 12 años de edad en chicas y a los 14 años de edad en chicos. En estos últimos, la estimación de los años desde/hasta el PVC, es especialmente precisa entre los 12 y 16 años de edad (Malina y Koziel, 2014).

Se ha comprobado que el estado madurativo influye en el rendimiento físico de jóvenes jugadores de fútbol. Sin embargo, existe un vacío en la literatura científica acerca de la valoración del PFVH en los jóvenes futbolistas y por ello el objetivo de este trabajo fue comprobar el posible efecto del estado madurativo sobre el rendimiento de jóvenes jugadores de fútbol, mediante el uso de las variables específicas del PFVH.

## **2. METODOLOGÍA**

### *PARTICIPANTES*

Participaron treinta y ocho jóvenes jugadores de fútbol masculino (edad: 13-14 años; altura:  $165.18 \pm 7.95$  cm; peso corporal:  $57.79 \pm 12.37$  kg). Todos los jugadores pertenecían al mismo club y pertenecían a las categorías infantil y cadete. Todos los jugadores estaban en perfectas condiciones y libres de lesiones durante las mediciones. Los jugadores formaron parte de la intervención voluntariamente y tanto padres, como entrenadores, fueron informados de los procedimientos que se llevaron a cabo. El protocolo de este estudio fue aprobado por las guías éticas de la institución anfitriona (Número de referencia DPS.EC.01.17).

### *PROCEDIMIENTOS*

Se tomaron valoraciones antropométricas (el peso, la altura y el índice de masa corporal (IMC)). Se utilizó el PVC para dividir a los participantes en dos grupos madurativos según los años desde/hasta el PVC, utilizando  $PVC = 0.0$  como punto de separación entre grupos. Estos grupos son: GM1 ( $n=17$ ,  $<0.1$  años hasta el PVC), GM2 ( $n=21$ ,  $>0.0$  años desde el PVC).

Previamente a realizar las mediciones, los jugadores llevaron a cabo un calentamiento específico, que consistía en realizar carrera a baja intensidad, estiramientos dinámicos y acciones de alta intensidad (p.e. saltar y esprintar). Las instrucciones que seguir para el sprint de

30-m fueron: (1º) Empezar el sprint con una posición de parado, 30 cm detrás de la primera fotocélula. (2º) Esprintar al máximo hasta pasar la última fotocélula. Todos los jugadores recibieron estímulos positivos verbales al realizar el sprint. El mejor tiempo final de 2 intentos fue utilizado para los análisis.

El PFVH se halló mediante el registro de los tiempos en 5-m, 10-m, 15-m, 20-m y 30-m, durante un sprint de 30-m. Para ello se utilizó un sistema de fotocélulas (sistema: Microgate, Bolzano, Italia). A los datos obtenidos durante la prueba de 30-m, se les aplicó un factor corrector de +0.3 segundos en los tiempos de sprint y en todas las distancias, para corregir el error asociado a la medida mediante el uso de fotocélulas (Jullien et al., 2008). Mediante el uso de una Hoja de Cálculo diseñada por Samozino et al., 2016 y a partir de los datos obtenidos de los tiempos de sprint (aplicando el factor corrector (+0.3s)), se llevó a cabo la obtención de todas las variables del perfil FV Horizontal ( $F_0$ ,  $V_0$ ,  $P_{max}$ ,  $FV_{Slope}$ ,  $RF_{max}$ ,  $D_{RF}$ ,  $V_{opt}$ ,  $V_{max}$ ).

### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para la comparación entre grupos madurativos, se tomó cada variable del PFVH y se comparó el GM1 con respecto al GM2. Se realizó una prueba de normalidad (Shapiro-Wilk), para comprobar si los datos obtenidos seguían una distribución normal. Esta prueba de normalidad permitió la realización de otra prueba, en este caso paramétrica: Prueba t-test. Se hizo una Prueba t-test de dos muestras independientes suponiendo varianzas iguales, mediante una hoja Excel (Microsoft Excel) con el objetivo de comprobar las diferencias en cada variable, entre los grupos con distinto Estado Madurativo (GM1 vs GM2). Para ver la magnitud de las diferencias entre GM1 y GM2 se utilizó el Tamaño del Efecto (TE) 95% IC en unidades estandarizadas de Cohen  $d$ . El TE fue interpretado como trivial (<0.24), pequeño (0.25 – 0.49), moderado (0.50 - 0.99) y grande (>1.00). La prueba de normalidad Shapiro-Wilk se realizó utilizando el programa JASP (Just Another Statistical Program) y la prueba t mediante una hoja Microsoft Excel (Microsoft, Seattle, EE. UU.). Se realizó la fijación de  $p < .05$ , como nivel de significación estadística, para rechazar las hipótesis nulas.

### 3. RESULTADOS

La prueba de normalidad (Shapiro – Wilk) mostró que todas las variables siguieron una distribución normal, lo cual permitió realizar la prueba t-test. Para la mayoría de las variables del PFVH se encontraron diferencias significativas de tamaño moderado a grande, según el TE. Se pueden comprobar estas diferencias para cada una de las variables en la tabla 1.

**TABLA 1**

*Comparación entre las variables del perfil FV Horizontal en función del Estado Madurativo*

| VARIABLES           | GM1          | GM2          | t     | p      | TE   |
|---------------------|--------------|--------------|-------|--------|------|
| F <sub>0</sub>      | 6.80 ± 0.83  | 7.40 ± 0.74  | -2.30 | *      | 0.35 |
| V <sub>0</sub>      | 7.41 ± 0.73  | 8.03 ± 0.64  | -2.78 | *      | 0.36 |
| P <sub>max</sub>    | 12.60 ± 1.92 | 14.63 ± 2.07 | -3.10 | *      | 0.37 |
| FV <sub>slope</sub> | -0.93 ± 0.14 | -0.91 ± 0.13 | -0.31 | 0,76   | 0.33 |
| RF <sub>max</sub>   | 0.39 ± 0.03  | 0.42 ± 0.03  | -2.88 | *      | 0.36 |
| D <sub>RF</sub>     | -0.09 ± 0.01 | -0.09 ± 0.01 | -2.79 | 0.54   | 0.39 |
| V <sub>opt</sub>    | 3.71 ± 0.37  | 4.01 ± 0.32  | -2.78 | *      | 0.36 |
| V <sub>max</sub>    | 7.03 ± 0.58  | 7.60 ± 0.49  | -3.25 | *      | 0.37 |
| Tiempo 30-m         | 5.28 ± 0.30  | 4.96 ± 0.24  | 3.64  | < .001 | 0.38 |

\*p < 0.05

#### 4. DISCUSIÓN

Los principales resultados de este estudio muestran mejores valores del PFVH, para el GM2 o deportistas post-PVC y en la mayoría de las variables se encontraron diferencias significativas entre los grupos madurativos (F<sub>0</sub>, V<sub>0</sub>, P<sub>max</sub>, RF<sub>max</sub>, V<sub>opt</sub>, V<sub>max</sub> y Tiempo 30-m).

Existe la teoría de que los deportistas con un estado madurativo avanzado suelen tener ventaja en cuanto a las habilidades físicas (fuerza, velocidad, potencia), frente a los deportistas con un estado madurativo pre-PVC. Los resultados de este estudio avalan esta teoría, ya que, las valoraciones que tiene GM1 son inferiores frente a GM2, siendo estos últimos más altos y con mayor masa corporal. Debido a la relación existente entre F<sub>0</sub>, V<sub>0</sub>, P<sub>max</sub> y el rendimiento en capacidades de aceleración-sprint (Morin y Samozino), los jugadores con un estado madurativo avanzado fueron más efectivos aplicando fuerza en el vector horizontal (RF<sub>max</sub>) y pudieron producir más fuerza y potencia en este vector horizontal (F<sub>0</sub> y P<sub>max</sub>), alcanzando así mayor velocidad (V<sub>0</sub> y V<sub>max</sub>). Los resultados obtenidos nos vienen a decir que, a lo largo del proceso madurativo, las capacidades de aceleración-sprint se van incrementando, no obstante, en la capacidad de mantener el sprint o esa aplicación de fuerza en el vector horizontal (D<sub>RF</sub>), no se observaron diferencias significativas entre grupos madurativos, lo cual nos dice que no difirió a lo largo del proceso de maduración. Esto último también nos indica que la pendiente del PFVH (FV<sub>slope</sub>) es similar entre grupos con distinto estado madurativo y cómo podemos observar en la Tabla 1, no se vieron diferencias significativas en esta variable. Tomando un punto de vista práctico, estos resultados nos muestran que los jugadores con un estado madurativo pre-PVC no tienen por qué especificar en la mejora de cualquier variable del perfil FV, sin embargo, deberán enfatizar el entrenamiento en aumentar su fuerza y velocidad. Una estrategia para no

modificar la pendiente y mejorar estas capacidades (fuerza y velocidad), podría ser el entrenamiento de la  $P_{max}$  (Hicks, Schuster y Samozino).

## 5. CONCLUSIONES

Este estudio mostró diferencias entre las variables del perfil FV Horizontal del sprint entre grupos con distinto estado madurativo, obteniendo mejores resultados el grupo post-PVC (GM2), confirmando la teoría de que los deportistas con una madurez avanzada presentan una ventaja física frente a los de madurez atrasada. No obstante, no se observaron diferencias en cuanto al “perfil” ( $FV_{slope}$  y  $D_{RF}$ ), lo cual es interesante desde un punto de vista práctico, ya que, puede indicar que esa ventaja física del grupo con estado madurativo avanzado es temporal y también puede ser interesante para el desarrollo del rendimiento físico de los deportistas a largo plazo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Peña-González, I., García-Calvo, T., Cervelló, E., & Moya-Ramón, M. (2021). The coaches' efficacy expectations of youth soccer players with different maturity status and physical performance. *Journal of Human Kinetics*, 79, 289–299. <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0083>
- 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. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0219355>
- Lahti, J., Jiménez-Reyes, P., Cross, M. R., Samozino, P., Chassaing, P., Simond-Cote, B., Ahtiainen, J. P., & Morin, J.-B. (2020). Individual sprint Force-velocity profile adaptations to in-season assisted and resisted velocity-based training in professional rugby. *Sports*, 8(5), 74. <https://doi.org/10.3390/sports8050074>
- Peña-González, I., Javaloyes, A., Manuel Sarabia, J., & Moya-Ramón, M. (2022). Assessing the Sprint Force-velocity profile in international football players with cerebral palsy: Validity, reliability, and sport class' profiles. *Journal of Human Kinetics*, 82, 253–262. <https://doi.org/10.2478/hukin-2022-0065>
- (Fernández-Galván et al., 2022)  
Fernández-Galván, L. M., Jiménez-Reyes, P., Cuadrado-Peñafiguero, V., & Casado, A. (2022). Sprint performance and mechanical force-velocity profile among different maturational stages in young soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1412. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031412>
- 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. <https://doi.org/10.1111/sms.12490>

Jullien, H., Bisch, C., Largouët, N., Manouvrier, C., Carling, C. J., & Amiard, V. (2008). Does A short period of lower limb strength training improve performance in field-based tests of running and agility in young professional soccer players? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 404–411.  
<https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31816601e5>

