



Influencia del estado de maduración biológica en el desempeño físico de futbolistas entre 11 y 15 años

Influence of biological maturation status on the physical performance of soccer players aged 11 to 15 years

Autores

Marvyn Moya Ortega ¹
Angie Yetzery Moya Ortega ²
Ángel Martínez del Águila ³

¹ Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (Colombia)

² Universidad de Valencia (España)

³ Universidad de Antioquia (Colombia)

Autor de correspondencia:
Marvyn Moya Ortega
Marvin_moya80103@elpoli.edu.co

Recibido: 28-07-25
Aceptado: 14-10-25

Cómo citar en APA

Moya Ortega, M., Moya Ortega, A. Y., & Martínez del Águila, Ángel. (2026). Influencia del estado de maduración biológica en el desempeño físico de futbolistas entre 11 y 15 años. *Retos*, 74, 197-206. <https://doi.org/10.47197/retos.v74.117265>

Resumen

Introducción: En la etapa de la adolescencia ocurren cambios en el crecimiento y la composición corporal, por lo que resulta fundamental reconocer las diferencias individuales en el proceso de maduración. En el caso de los futbolistas, estos cambios podrían repercutir en el desempeño físico.

Objetivo: Comparar el desempeño físico de futbolistas jóvenes según su nivel de maduración biológica, asociado al pico de velocidad de crecimiento (PHV).

Metodología: no experimental de estrategia asociativa con diseño de grupos naturales. Participaron 36 jugadores sub-11 y sub-15, clasificados en tres grupos: pre-PHV (< -1; n = 17), med-PHV (entre -1 y +1; n = 13) y post-PHV (> +1; n = 6). Las variables de desempeño físico se agruparon en a) altura de salto CMJ b) distancia en salto horizontal c) fuerza isométrica máxima en tirón de medio muslo d) distancia en lanzamiento de balón medicinal e) tiempo sprint 20 metros.

Resultados: se evidenció diferencias significativas en las variables de desempeño físico entre los grupos pre-PHV y med-PHV, así como entre pre-PHV y post-PHV ($p < .001$). No se observaron diferencias significativas entre los grupos med-PHV y post-PHV ($p > .05$).

Discusión: el estado madurativo se relaciona con el desempeño físico, sin embargo, no siempre es un predictor consistente, especialmente en categorías tempranas, y en su lugar, factores como la masa corporal y el tipo de entrenamiento también pueden jugar un papel determinante. **Conclusiones:** Los resultados han evidenciado que los futbolistas en etapa de maduración med-PHV y post-PHV presentaron un mejor desempeño físico que sus pares pre-PHV.

Palabras clave

Edad biológica; jóvenes futbolistas; maduración biológica; pico de crecimiento; rendimiento físico.

Abstract

Introduction: During adolescence, changes occur in growth and body composition, making it essential to recognize individual differences in the maturation process. In the case of football players, these differences may be reflected in better physical performance. **Objective:** The study compared the physical performance of young football players according to their level of biological maturation, associated with the peak height velocity (PHV).

Methodology: A non-experimental study with an associative strategy and a natural group design was used. A total of 36 male players from U-11 and U-15 categories participated, classified into three groups: pre-PHV (< -1; n = 17), mid-PHV (between -1 and +1; n = 13), and post-PHV (> +1; n = 6). The physical performance variables were grouped as follows: a) CMJ jump height, b) horizontal jump distance, c) maximal isometric strength in the isometric mid-thigh pull, d) distance in the medicine ball throw, and e) 20-meter sprint time.

Results: Significant differences were found in the various physical performance variables between the pre-PHV and mid-PHV groups, as well as between pre-PHV and post-PHV groups ($p < .001$). No significant differences were observed between the mid-PHV and post-PHV groups ($p > .05$).

Discussion: Maturation status is related to physical performance; however, it is not always a consistent predictor, especially in early age categories. Other factors, such as body mass and type of training, may also play a decisive role.

Conclusions: The results showed that players in the mid-PHV and post-PHV stages performed better physically than their pre-PHV peers.

Keywords

Biological age; biological maturation; peak height velocity; physical performance; young football players.

Introducción

La aptitud física se define como la capacidad de una persona para realizar las actividades diarias de manera eficiente, sin experimentar fatiga excesiva o prematura (Heyward & Gibson, 2014). Esta capacidad se compone de cuatro elementos fundamentales: resistencia cardiorrespiratoria, fuerza muscular, flexibilidad y composición corporal (Ortega et al., 2008). Un indicador relevante de la aptitud física es el desempeño físico, el cual puede analizarse tanto desde una perspectiva de salud como del rendimiento deportivo (Alvear-Vásquez et al., 2023; Lloyd et al., 2014).

El desempeño físico constituye un componente esencial en el desarrollo del rendimiento deportivo, especialmente durante las etapas formativas de los jóvenes atletas (Faigenbaum et al., 2016; Granacher et al., 2016; Giraldo-García, 2022). No obstante, diversas investigaciones han mostrado que, incluso entre individuos de la misma edad cronológica, existen diferencias notables en variables como la estatura, el peso, la fuerza, la velocidad o la resistencia, influenciadas por factores como el grado de maduración biológica y la composición corporal (Giraldo-García et al., 2022; Malina et al., 2015).

Estas variaciones se relacionan estrechamente con los cambios hormonales, morfológicos y funcionales que ocurren durante la pubertad, entre los que destacan el aumento de la masa muscular, la mayor mineralización ósea y el incremento de la talla, factores determinantes en la mejora del rendimiento físico (Alvear-Vásquez et al., 2023; Beunen & Malina, 2008; Lloyd et al., 2014; Moran et al., 2018; Zapata et al., 2025). Este proceso se identifica comúnmente como el pico de velocidad de crecimiento (PHV, por sus siglas en inglés).

En este contexto, la maduración biológica representa un factor clave para comprender el desempeño físico durante la infancia y la adolescencia, ya que ofrece una medida más precisa del progreso hacia la adultez que la edad cronológica (Malina et al., 2015). Estas diferencias pueden influir de manera significativa en los procesos de selección y planificación del entrenamiento deportivo, pues basar las decisiones únicamente en los resultados de rendimiento tiende a favorecer a los jóvenes más avanzados en su desarrollo y a desfavorecer a aquellos con maduración más tardía (Cumming et al., 2017; Romann & Born, 2020). Investigaciones recientes cuestionan la idea de que la maduración temprana garantiza el éxito deportivo a largo plazo, sugiriendo que los jugadores tardíos pueden desarrollar mayores habilidades técnicas, cognitivas y psicológicas que compensen la desventaja física inicial (Aixa-Requena et al., 2025). En este sentido, el efecto de la maduración puede derivar en errores en la identificación del talento y en un mayor riesgo de abandono prematuro de la práctica deportiva (Malina et al., 2015).

En consecuencia, se hace indispensable aplicar métodos válidos y prácticos que permitan estimar el estado de madurez biológica en contextos deportivos juveniles. Herramientas como la predicción del PHV, la evaluación del estado somático o el análisis de la edad ósea facilitan una interpretación más contextualizada del rendimiento y posibilitan ajustar las cargas de entrenamiento de manera individualizada (Kozieł & Malina, 2018; Mirwald et al., 2002). Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo comparar el desempeño físico entre futbolistas jóvenes categorizados en fases de maduración pre-PHV, med-PHV y post-PHV, con el propósito de promover una evaluación más equitativa y acorde con la etapa de desarrollo de los deportistas. Se hipotetiza que los jugadores en etapas med-PHV y post-PHV presentarán mejores niveles de desempeño físico que los jugadores pre-PHV.

Método

Tipo de estudio y diseño

Se empleó un estudio no experimental de estrategia asociativa con diseño de grupos naturales (Ato et al., 2013), para analizar el efecto de tres variables independientes vinculadas al nivel de maduración biológica basado en el PHV, (pre-PHV, med-PHV, post-PHV), sobre variables dependientes de desempeño físico agrupadas en a) altura de salto en contra movimiento (CMJ) b) distancia en salto horizontal c) fuerza isométrica máxima en tirón de medio muslo d) distancia en lanzamiento de balón medicinal e) tiempo sprint 20 metros.

Participantes

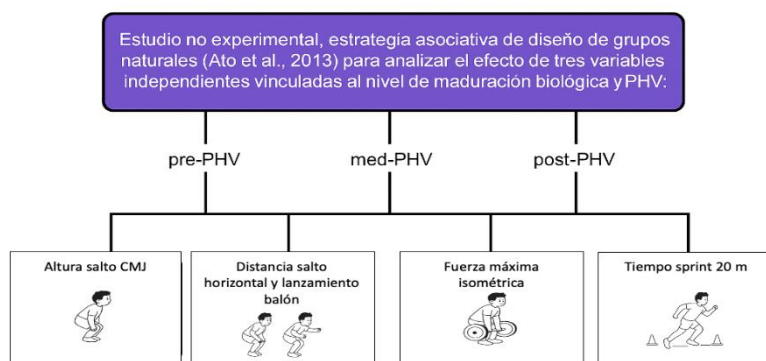
Treinta y seis futbolistas masculinos categoría sub 11 y 15 participaron de manera voluntaria en la presente investigación, los cuales pertenecían a una escuela de iniciación y formación deportiva en la ciudad de Medellín (Colombia), la selección fue de tipo no probabilística por conveniencia. Se calculó el PHV y clasifiqué en tres grupos a los futbolistas: pre-PHV (< -1 ; $n = 17$), med-PHV (entre -1 y $+1$; $n = 13$) y post-PHV ($> +1$; $n = 6$). Dentro de los criterios de inclusión se estableció que los participantes debían estar inscritos en la categoría sub-11 o sub-15, contar con la firma del consentimiento informado de los padres y el asentimiento, no haber presentado algún tipo de lesión que limite el desarrollo de las pruebas físicas, todos los participantes cumplieron los criterios de inclusión. Por otro lado, se contemplaron criterios de exclusión a jugadores menores de 11 años y mayores de 15 años, y quienes los padres no diligenciarán y registrarán el consentimiento informado. El proyecto fue aprobado por el Comité de Ética del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid (Acta 14 del 19 de octubre de 2023; Código: 202301006894), siguiendo a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki, garantizando en todo momento la privacidad y los derechos de los participantes.

Procedimiento

Las evaluaciones se realizaron en una única jornada y en el mismo lugar de entrenamiento, con una duración aproximada de 30 minutos por jugador, entre las 8:00 y las 10:00 horas de la mañana. Previamente, se indicó a los participantes evitar la práctica de actividad física intensa durante las 24 horas previas, no ingerir comidas copiosas al menos dos horas antes de la prueba y mantener una adecuada hidratación previa.

Las pruebas siguieron siempre la misma secuencia de aplicación, con un intervalo de tres minutos de descanso entre cada una. Durante su ejecución no se permitió la ingesta de líquidos ni el consumo de ayudas ergogénicas (Figura 1). A su llegada, los jugadores recibieron una explicación detallada de los procedimientos y se registraron sus medidas antropométricas. Posteriormente, se efectuó un calentamiento dinámico estandarizado de 10 minutos, diseñado por los investigadores, que incluyó ejercicios de movilidad específica: dos series de 5 metros de skipping, dos series de 5 metros de talones al glúteo, dos series de 10 metros de segundo paso de triple y un sprint de 5 metros. La recuperación entre repeticiones se realizó caminando la distancia recorrida. Finalmente, se procedió a la aplicación de los diferentes test.

Figura 1. Representación esquemática del protocolo.



Instrumento

Evaluación antropométrica

Inicialmente se registró la fecha de nacimiento y las mediciones antropométricas básicas, incluyendo estatura de pie, estatura sentado y peso corporal, las cuales se realizaron sin calzado. La estatura de pie y sentado se midieron con un estadiómetro portátil (Seca Gmgh & Co, KG, Hamburgo, Alemania) con precisión de 0.1 mm. mientras que el peso corporal se obtuvo utilizando una báscula electrónica (Tanita, Reino unido) con una escala de 0 – 150 kg con precisión de 100 g. La edad cronológica fue determinada

a partir de la fecha de nacimiento y la fecha de evaluación. Todas las evaluaciones antropométricas fueron realizadas por un mismo evaluador capacitado previamente con un nivel ISAK I, siguiendo los protocolos establecidos por Lohman et al. (1988), con el fin de garantizar la fiabilidad de los datos.

Estimación de la madurez biológica (PHV)

La madurez biológica fue estimada mediante el protocolo de predicción del PHV propuesto por Mirwald et al. (2002), el cual permite calcular el desfase en años con respecto al momento del PHV a partir de una ecuación específica para varones. La fórmula utilizada fue la siguiente: $PHV \text{ (años)} = -9.236 + (0.0002708 \times Talla \times Estatura \text{ sentado}) - (0.001663 \times Edad \times Longitud \text{ de piernas}) + (0.007216 \times Edad \times Estatura \text{ sentado}) + (0.02292 \times Talla / \text{Peso})$, donde la talla y la estatura sentado se expresan en centímetros, el peso en kilogramos, la longitud de piernas se calcula como la diferencia entre la talla y la estatura sentado, y la edad se expresa en años decimales.

Una vez obtenido el valor de desfase respecto al PHV, los participantes fueron clasificados según los criterios propuestos por Malina y Kozieł (2014), quienes agrupan a los sujetos en función de su distancia biológica respecto al pico de crecimiento. De este modo, se definieron tres categorías: Pre-PHV (valores menores a -1.0 años), correspondientes a una etapa anterior al pico de crecimiento; Med-PHV (valores entre -1.0 y +1.0 años), que indica un estado cercano o durante el PHV; y Post-PHV (valores mayores a +1.0 años), que representa una fase posterior al pico de velocidad de crecimiento.

Test de salto en contra movimiento (CMJ)

El test de salto consistió en realizar tres repeticiones de salto CMJ en bipodal, registrando la mejor altura, con 60 segundos de descanso entre cada salto (Pain, 2014). Para el registro, se utilizó la plataforma de contacto Chronojump y el software Boscosystem versión 1.6.2 (Barcelona, España) (Pueo et al., 2020). Durante el CMJ, se orientó a los jugadores a "estar erguidos, mirar hacia adelante y colocar las manos en las caderas" para garantizar que el movimiento de los brazos no contribuyera al rendimiento del salto. Posteriormente realizaron una flexión rápida de cadera y rodilla hasta una posición autoseleccionada antes de saltar, manteniendo la extensión completa de la parte inferior del cuerpo durante la fase de vuelo del salto (Moya, et al., 2025).

Test de salto horizontal

Cada jugador realizó tres repeticiones de salto, con 60 segundos de descanso, registrando la mejor distancia alcanzada, desde una posición estática, con los pies paralelos y detrás de una línea de partida, buscando alcanzar la máxima distancia posible. Durante los intentos, se permitió el uso del movimiento de brazos, pero no se permitió perder el equilibrio o caer hacia atrás al aterrizar. Este test ha demostrado ser un indicador confiable y válido del rendimiento en gestos explosivos horizontales, y guarda una alta correlación con otras manifestaciones de fuerza-potencia en el tren inferior (Markovic et al., 2004; Maulder & Cronin, 2005).

Test tirón de medio muslo

Durante la prueba, se le solicitó a los jugadores adoptar una postura con las rodillas flexionadas aproximadamente entre 125° y 145°, y las caderas entre 140° y 150°, sujetando una barra fija conectada a una célula de carga de fuerza del sistema Chronojump, para su posterior análisis el software Boscosystem versión 1.6.2 (Barcelona, España). La cual es una herramienta válida y confiable para el seguimiento y evaluación de la fuerza en diferentes poblaciones (Camacho et al., 2018). Desde esa posición, se le indicaba al jugador que aplicará la máxima fuerza posible contra la barra de forma explosiva, sin generar movimiento. La duración del esfuerzo fue de 5 segundos, en el cual se realizaron tres intentos, con 30 segundos de descanso, escogiendo el mejor resultado para el análisis.

Test de lanzamiento de balón medicinal

Para la realización de la prueba de lanzamiento se utilizó un balón de 3 Kg y una lienza de 5 metros, se realizaron tres lanzamientos de los cuales se eligió el mejor resultado, para la ejecución del test el deportista se ubicó detrás de una línea previamente marcada con los pies separados ligeramente al ancho de sus hombros y el balón se sujetó con ambas manos, a la orden el deportista debía llevar el balón por detrás de la cabeza e inmediatamente lanzarlo lo más lejos posible de la ubicación inicial, durante la ejecución de la prueba el deportista no debía pisar, sobrepasar o saltar sobre la línea. (Fukuda, 2020).

Test 20 metros sprint

Cada jugador debía comenzar la prueba de pie, con la pierna dominante en posición retrasada y adoptando una salida alta. A la señal, se le indicaba acelerar a máxima velocidad hasta una línea ubicada a 20 metros. El tiempo de desplazamiento fue registrado mediante fotoceldas electrónicas Brower (Brower Timing Systems, Draper, UT, EE. UU.). Cada participante realizó dos intentos, con un periodo de recuperación pasiva de tres minutos entre ellos. Para el análisis, se consideró el mejor tiempo, registrado en segundos.

Análisis de datos

El análisis estadístico se realizó con el software Jamovi (v2.3.17). Los datos se presentaron como media \pm desviación estándar. Se evaluó la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas con Levene, los cuales tuvieron una distribución normal y varianzas iguales. Por lo tanto, se utilizó ANOVA con corrección de Tukey para comparar los grupos de maduración (pre-, med- y post-PHV). El nivel de significancia fue ($p < .05$). Los tamaños del efecto de Cohen para determinar la importancia de las diferencias fueron clasificados según Hopkins et al. (2009) de la siguiente manera: < 0.2 = trivial, $0.2-0.6$ = pequeño, $0.6-1.2$ = moderado, $1.2-2.0$ = grande, $2.0-4.0$ = muy grande, y > 4.0 = extremadamente grande, se calcularon los intervalos de confianza del 95%.

Resultados

La Tabla 1 presenta los valores descriptivos de las variables antropométricas analizadas para cada grupo, clasificados en tres niveles de maduración biológica según el PHV. Asimismo, se muestran las diferencias significativas entre los grupos. Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < .05$) entre los periodos pre-PHV y med-PHV, así como entre pre-PHV y post-PHV, y respectivamente entre med-PHV y Post-PHV en todas las variables evaluadas.

Tabla 1. Diferencias entre los grupos de maduración PHV en variables antropométricas

Variable	Pre PHV (n = 17)		Med PHV (n = 13)		Post PHV (n = 6)		p
	M	DE	M	DE	M	DE	
Peso (kg)	37.50	9.51	55.41	9.61	57.54	1.67	<.001a,c
Estatura de pie (cm)	143.45	8.42	168.55	5.19	174.12	0.58	<.001a,b,c
Estatura sentada (cm)	74.62	4.59	86.80	3.63	89.62	1.82	<.001a,b,c
Estado de maduración (años)	-2.77	0.98	0.14	0.61	1.51	0.29	<.001a,b,c
Edad cronológica	11.50	0.80	15.01	0.31	15.70	0.26	<.001a,b,c

Nota: M= media; DE= desviación estándar; a Diferencia significativa entre pre- y med-PHV; b Diferencia significativa entre med- y post-PHV; c Diferencia significativa entre pre- y post-PHV; p= Diferencias significativas se consideran con $p < 0.05$

Las variables de desempeño físico analizadas mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos de maduración biológica (pre-, med- y post-PHV), con tamaños del efecto pequeños y moderados (ϵ^2 entre 0.25 y 0.74), por lo que el grado de maduración podría no tener un impacto relevante en el rendimiento físico, sin embargo, la limitación del tamaño de la muestra puede condicionar estos resultados (Tabla 2).

La prueba post hoc de Tukey evidenció diferencias significativas en la altura del salto CMJ y en la distancia del salto horizontal entre los grupos pre-PHV y med-PHV, así como entre pre-PHV y post-PHV ($p < .001$). No se observaron diferencias entre los grupos med-PHV y post-PHV para estas variables ($p=.932$ y $p=.756$, respectivamente).

En la fuerza máxima isométrica, se registraron diferencias significativas únicamente entre pre-PHV y med-PHV ($p < .001$). La distancia de lanzamiento mostró diferencias entre pre-PHV y med-PHV, así como entre pre-PHV y post-PHV ($p < .001$). Por último, en el tiempo de sprint, se encontraron diferencias significativas entre pre-PHV y med-PHV, y entre pre-PHV y post-PHV ($p < .001$), sin diferencias entre med-PHV y post-PHV ($p=.353$).



Tabla 2. Diferencias entre los grupos de maduración PHV en variables de desempeño físico

Variable	Pre PHV (n = 17)		Med PHV (n = 13)		Post PHV (n = 6)		F (2)	p	ϵ^2
	M	DE	M	DE	M	DE			
Altura de salto CMJ (cm)	22.07	3.94	35.96	5.46	35.14	1.51	34.87	<.001a,c	0.71
Distancia salto horizontal (cm)	167.24	18.79	212.69	27.66	220.33	7.67	22.27	<.001a,c	0.60
Fuerza máxima isométrica (N)	1345.37	395.58	1742.05	295.91	1605.51	417.02	4.47	<.001a	0.25
Distancia lanzamiento de balón (cm)	268.46	93.06	421.92	72.21	433.67	73.72	16.06	<.001a,c	0.55
Tiempo sprint 20 m (s)	3.81	0.24	3.19	0.10	3.32	0.18	41.40	<.001a,c	0.74

Nota: M= media; DE= desviación estándar; a Diferencia significativa entre pre- y med-PHV; b Diferencia significativa entre med- y post-PHV; c Diferencia significativa entre pre- y post-PHV; p= Diferencias significativas se consideran con $p < 0.05$

Discusión

La maduración biológica es un proceso complejo que implica cambios fisiológicos y morfológicos, los cuales involucran fenómenos de crecimiento y diferenciación celular durante el progreso hacia la estatura biológicamente madura (Malina et al., 2015). Este proceso varía entre los sistemas esquelético, reproductivo, somático, neuromuscular, neuroendocrino y dental, entre otros (Malina et al., 2015). En este sentido, el objetivo de este estudio fue comparar el desempeño físico entre jóvenes jugadores de fútbol categorizados en tres grupos de acuerdo con su nivel de maduración biológica (pre-PHV, med-PHV y post-PHV).

Estos resultados confirman la tendencia observada en la literatura respecto al efecto positivo de la maduración sobre la fuerza y la potencia muscular, principalmente en variables como la altura del salto en el CMJ y la distancia alcanzada en el salto horizontal ($p < .001$). Estos hallazgos coinciden con estudios previos realizados en jóvenes deportistas que reportan un mejor rendimiento en la altura del salto CMJ en función del grado de maduración biológica (Gallego et al., 2016; Schulz et al., 2025; Yapici et al., 2022). De manera similar, Lesinski et al. (2020) evidenciaron mejoras significativas en los atletas pospuberales en el salto con contramovimiento, salto con caída, cambio de dirección y fuerza de agarre ($p < .001$; $1.57 \leq d \leq 8.72$), en comparación con los atletas puberales. Sin embargo, otros trabajos han reportado resultados contradictorios. Por ejemplo, en jóvenes futbolistas en formación, se observó que la maduración evaluada mediante el estado puberal no se relacionaba significativamente con la altura del salto, lo que sugiere que otros factores, como la técnica, el entrenamiento específico o la motivación, podrían desempeñar un papel más determinante (Perroni et al., 2024).

Por otro lado, en el presente estudio se observó un menor desempeño en la fuerza isométrica máxima únicamente en el grupo pre-PHV al comparar con el grupo med-PHV (1345.37 N vs. 1742.05 N). No obstante, los resultados no son concluyentes. Diversos estudios han demostrado una asociación positiva entre el grado de maduración biológica y el rendimiento en pruebas de fuerza isométrica en jóvenes deportistas (Emmonds et al., 2017; Lesinski et al., 2020; Morris et al., 2020). Sin embargo, algunos trabajos contradicen esta relación directa, en los cuales las medidas de fuerza muscular isométrica se correlacionaron moderadamente con la edad ($.54 < r < .68$; $p < .001$), incluso después de eliminar el efecto del tamaño corporal ($.38 < r < .42$; $p < .001$) (Nikolaidis et al., 2012; Manna et al., 2010). Estas diferencias metodológicas y contextuales sugieren que, aunque la maduración biológica influye en el desarrollo de la fuerza, su efecto no siempre es lineal ni universal y puede verse modulado por otros determinantes individuales o ambientales.

En relación con el rendimiento en el lanzamiento de balón medicinal, los resultados del estudio muestran un mejor desempeño físico en jóvenes futbolistas con estado de maduración med-PHV y post-PHV, en comparación con aquellos en etapa pre-PHV. Esto refleja un mayor desarrollo de la potencia del tren superior asociado al proceso de maduración (Parra et al., 2022; Romero-García et al., 2023).

En cuanto al desempeño físico en el sprint, los resultados presentan diferencias significativas entre futbolistas con estado de maduración med-PHV y post-PHV al comparar con aquellos en etapa pre-PHV. Esto demuestra que el grado de maduración biológica influye en el desempeño de las aceleraciones, lo cual concuerda con diferentes estudios (Fernández-Galván et al., 2022; Lehnert et al., 2024; Zapata-Bastías et al., 2025). No obstante, el estado madurativo no siempre es un predictor consistente del rendimiento en sprint, especialmente en categorías tempranas. En su lugar, factores como la masa corporal y

el tipo de entrenamiento pueden jugar un papel más determinante (Mainer-Pardos et al., 2021; Moran et al., 2018; Perroni et al., 2014).

Aplicaciones prácticas

El control del estado de maduración biológica en futbolistas jóvenes permite ajustar la evaluación y el entrenamiento físico de forma más precisa y efectiva. Los jugadores en etapa med-PHV y post-PHV muestran mejor desempeño físico que sus pares pre-PHV. Por ello, se recomienda individualizar las cargas, considerar la madurez en procesos de selección para minimizar el sesgo en la identificación de talentos deportivos y el riesgo de lesiones durante etapas críticas del crecimiento.

Limitaciones

Entre las limitaciones del estudio, se encuentra que la amplitud de la muestra principalmente en los jóvenes futbolistas en la etapa post al momento de maduración (post-PHV) no fue equivalente a los otros grupos, lo que hubiese permitido una mejor observación de la variabilidad del desempeño físico, a la vez, al tratarse de un diseño transversal no se pueden verificar relaciones causa-efecto. Por ello se podrían considerar estos elementos para futuras investigaciones, ya sea a través de un seguimiento longitudinal del desempeño físico durante la etapa de maduración.

Finalmente, la ausencia de indicadores directos de maduración, como evaluaciones radiográficas o hormonales, restringe la interpretación fisiológica del fenómeno. Si bien el método somático utilizado resulta práctico y éticamente aceptable en contextos aplicados, su precisión es inferior a la de los métodos biológicos directos, lo que sugiere la necesidad de complementar futuras investigaciones con evaluaciones multicomponentes que integren aspectos morfológicos, endocrinos y funcionales.

En conjunto, estas limitaciones metodológicas destacan que la relación entre maduración biológica y rendimiento físico no debe interpretarse de forma determinista, sino como un proceso dinámico y multifactorial, influido por variables biológicas, ambientales y de entrenamiento. Por tanto, se recomienda que futuras investigaciones adopten diseños longitudinales, incluyan muestras más amplias y controlen de manera rigurosa los factores externos, con el propósito de clarificar la verdadera magnitud del efecto de la maduración sobre el rendimiento deportivo en futbolistas en formación.

Conclusiones

Los resultados de este estudio han evidenciado que los jóvenes futbolistas en etapa de maduración med-PHV y post-PHV presentaron un mejor desempeño físico en variables como altura de salto, distancia de salto horizontal, fuerza isométrica máxima, distancia de lanzamiento de balón y tiempo de sprint al comparar con los jóvenes pre-PHV. Estos resultados sugieren que los profesionales que trabajan en las categorías de formación en fútbol deben considerar el seguimiento del estado de madurez como una herramienta para categorizar a los futbolistas jóvenes cuando se evalúa y se entrena las capacidades físicas. Estos hallazgos pueden contribuir a optimizar los procesos de detección de talento y planificación del entrenamiento en etapas formativas.

Financiación

Este estudio no ha recibido financiación por parte de ninguna entidad pública ni privada.

Referencias

- Aixa-Requena, S., Gil-Galve, A., Legaz-Arrese, A., Hernández-González, V., & Reverter-Masia, J. (2025). Influence of Biological Maturation on the Career Trajectory of Football Players: Does It Predict Elite Success?. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 10(2), 153. <https://doi.org/10.3390/jfmk10020153>
- Alvear-Vásquez, F., Vidal Espinoza, R., Gómez Campos, R., Lazari, E., Guzmán Luján, J. F., Pablos, A., & Cossio Bolaños, M. (2023). Physical fitness in young Chilean soccer and non football players by chronological age and maturity stage. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 43(3), 113-119. <https://doi.org/10.12873/433alvear>



- Ato, M., López, J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059
<https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Beunen, G., & Malina, R. M. (2008). Growth and biological maturation: Relevance to athletic performance. *The Young Athlete*, 3-17.
<https://doi.org/10.1002/9780470696255.ch1>
- Camacho, J., Blasco, J., & Navarro, F. (2023). Chronojump Boscosystem: Open-source software and hardware for sport performance assessment. *SoftwareX*, 21, 101377.
<https://doi.org/10.1016/j.softx.2023.101377>
- Cumming, S. P., Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Eisenmann, J. C., Malina, R. M. (2017). Bio-banding in sport: Applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 39(2), 34-47
<https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000281>
- Emmonds, S., Morris, R., Murray, E., Robinson, C., Turner, L., & Jones, B. (2017). The influence of age and maturity status on the maximum and explosive strength characteristics of elite youth female soccer players. *Science and Medicine in Football*, 1(3), 209-215
<https://doi.org/10.1080/24733938.2017.1363908>
- Faigenbaum, A. D., Lloyd, R. S., MacDonald, J., & Myer, G. D. (2016). Citius, Altius, Fortius: beneficial effects of resistance training for young athletes: narrative review. *British Journal of Sports Medicine*, 50(1), 3-7
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094621>
- Fernández-Galván, L. M., Jiménez Reyes, P., Cuadrado Peñafiel, 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>
- Fukuda H, D. (2020). *Evaluación de la aptitud física para el rendimiento deportivo: 50 pruebas exhaustivas de la condición física para deportistas*. Madrid: Tutor.
- Gallego, F. L., Sánchez, A. J. L., Vacas, N. E., & Zagalaz, J. C. (2016). Influencia del género, la edad y el nivel de actividad física en la condición física de alumnos de educación primaria: Revisión bibliográfica. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 29, 129-134.
<https://doi.org/10.47197/retos.v0i29.34846>
- Giraldo García, J. C. (2022). Diferencias de Sexo en Ecografía Muscular en Escolares Según Tercil de Nacimiento (Sex Differences in Muscle Ultrasound in Schoolchildren According to Birth Tertile). *Retos*, 46, 1159-1166
<https://doi.org/10.47197/retos.v46.94088>
- Giraldo-García, J., Cardona, D., & Hernández-Hernández, E. (2022). Correlation between muscle eco-intensity and vertical jump in schools. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 22(86), 319-334
<https://doi.org/10.15366/rimcafd2022.86.008>
- Granacher, U., Lesinski, M., Büsch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, C., Gollhofer, A., & Behm, D. G. (2016). Effects of Resistance Training in Youth Athletes on Muscular Fitness and Athletic Performance: A Conceptual Model for Long-Term Athlete Development. *Frontiers in physiology*, 7, 164
<https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00164>
- Heyward, V. H., & Gibson, A. L. (2014). *Advanced fitness assessment and exercise prescription* (7th ed.). Human Kinetics
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3-13
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Kozieł, S. M., & Malina, R. M. (2018). Modified Maturity Offset Prediction Equations: Validation in Independent Longitudinal Samples of Boys and Girls. *Sports medicine* (Auckland, N.Z.), 48(1), 221-236
<https://doi.org/10.1007/s40279-017-0750-y>
- Lehnert, M., Holík, R., Prycl, D., Sigmund, M., Sigmundová, D., & Malý, T. (2024). Talent identification in football: Different effects of maturation on sprinting, change of direction and jumping in 13 year



- old players. *Applied Sciences*, 14(13), <https://doi.org/10.3390/app14135571>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., et al. (2014). Long-term athletic development-Part 1: A pathway for all youth. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1439-1450. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000756>
- Lohman, T. G., Roche, A. F., & Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual*. Human Kinetics.
- Mainer-Pardos, E., Gonzalo-Skok, O., Nobari, H., Lozano, D., & Pérez-Gómez, J. (2021). Age-related differences in linear sprint in adolescent female soccer players. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 13(1), 97 <https://doi.org/10.1186/s13102-021-00327-8>
- Malina, R. M., & Koziel, S. M. (2014). Validation of maturity offset in a longitudinal sample of Polish boys. *Journal of sports sciences*, 32(5), 424-437 <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.828850>
- Malina, R. M., Rogol, A. D., Cumming, S. P., Coelho e Silva, M. J., & Figueiredo, A. J. (2015). Biological maturation of youth athletes: Assessment and implications. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 852 <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094623>
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 551-555 <https://doi.org/10.1519/00124278-200408000-00028>
- Maulder, P., & Cronin, J. (2005). Horizontal and vertical jump assessment: reliability, symmetry, discriminative and predictive ability. *Physical Therapy in Sport*, 6(2), 74-82 <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2005.01.001>
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(4), 689-694. <https://doi.org/10.1097/00005768-200204000-00020>
- Moran, J., Parry, D. A., Lewis, I., Collison, J., Rumpf, M. C., & Sandercock, G. R. H. (2018). Maturation-related adaptations in running speed in response to sprint training in youth soccer players. *Journal of science and medicine in sport*, 21(5), 538-542 <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.012>
- Morris, R. O., Jones, B., Myers, T., Lake, J., Emmonds, S., Clarke, N. D., Singleton, D., Ellis, M., & Till, K. (2020). Isometric Midthigh Pull Characteristics in Elite Youth Male Soccer Players: Comparisons by Age and Maturity Offset. *Journal of strength and conditioning research*, 34(10), 2947-2955. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002673>
- Moya Ortega, M.; Aparicio Aparicio, I.; Arenas-Granada, J.; Priego-Quesada, J.I.; Encarnación-Martínez, A.; Pérez-Soriano, P. (2025). Efectos del déficit bilateral sobre el salto y sentadilla trasera en futbolistas universitarios. *Sportis Sci J*, 11 (2), 1-19 <https://doi.org/10.17979/sportis.2025.11.2.9744>
- Nikolaïdis, P. (2012). Development of isometric muscular strength in adolescent soccer players. *Facta Universitatis: Series Physical Education & Sport*, 10(3).
- Parra Tijaro, M., Parra Tijaro, K., Parra Jimenez, J., Dimate, M. A., & Celis, J. M. (2022). Comparación de la Aptitud Física entre jóvenes futbolistas colombianos. *Revista Ciencias De La Actividad Física UCM*, 23(2), 1-14 <https://doi.org/10.29035/rcaf.23.2.7>
- Pueo, B., Penichet-Tomas, A., & Jimenez-Olmedo, J. M. (2020). Reliability and validity of the Chronojump open-source jump mat system. *Biology of Sport*, 37(3), 255-259 <https://doi.org/10.5114/biolsport.2020.95636>
- Romann, M., Lüdin, D., & Born, D. P. (2020). Bio-banding in junior soccer players: A pilot study. *BMC Research Notes*, 13(1), 240 <https://doi.org/10.1186/s13104-020-05083-5>
- Romero-García, D., Vaquero-Cristóbal, R., Albaladejo-Saura, M., Esparza-Ros, F., & Martínez-Sanz, J. M. (2023). Influence of Biological Maturation Status on Kinanthropometric Characteristics, Physical Fitness and Diet in Adolescent Male Handball Players. *Applied Sciences*, 13(5), 3012. <https://doi.org/10.3390/app13053012>



- Schulz SVW, Wizani L, Matits L, Schwarz E, Wiedemann P, Bizjak DA, Jerg A, Kirsten J and Henze A-S (2025) Handgrip strength in elite youth football: potential for performance prediction and the moderating effects of age and maturation. *Front. Sports Act. Living* 7:1625015 <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1625015>
- Zapata Bastías, J., Cortés Roco, G., Salinas González, C., Aguirre Ramírez, F., Muñoz Ortiz, J., & Yañez Sepúlveda, R. (2025). Rendimiento en sprint según el estado madurativo de futbolistas sub- 13 y sub-14 de un club profesional. *Retos*, 68, 1441-1450 <https://doi.org/10.47197/retos.v68.116539>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Marvyn Moya Ortega
Angie Yetzery Moya Ortega
Ángel Martínez del Águila
Maria Hannah Ledran

marvin_moya80103@elpoli.edu.co
Anmor2@uv.es
amanuel.martinez@udea.edu.co
maria.ledran@gmail.com

Autor/a
Autor/a
Autor/a
Traductor/a