

TRABAJO FINAL DE GRADO



UNIVERSITAS
Miguel Hernández



Diferencias por Estado Madurativo en Pruebas de Campo y Fuerza en Jóvenes Jugadores de Fútbol

Alumno: Carlos Marín Chacón

Tutor Académico: Iván Peña González

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

Curso Académico: 2025-2026

INTRODUCCIÓN

El fútbol es un deporte intermitente en el que se alternan acciones de alta intensidad, como sprints, cambios de dirección y saltos, con periodos de recuperación de distinta duración. Estas exigencias hacen que, en la formación de jóvenes futbolistas, resulte relevante valorar capacidades como la velocidad lineal, la aceleración, el cambio de dirección, la fuerza máxima, la potencia del tren inferior y el rendimiento en salto (Cossio-Bolaños et al., 2021; Fernández-Javega et al., 2024). En este contexto, el rendimiento físico debe entenderse como una respuesta multifactorial en la que intervienen factores técnicos, tácticos, fisiológicos y neuromusculares (Fernández-Javega et al., 2024).

Entre las pruebas más utilizadas para valorar estas capacidades destaca el salto con contramovimiento (CMJ), ya que permite estimar la potencia del tren inferior y ofrece información útil sobre la capacidad de producir fuerza rápida en tareas explosivas. En fútbol base, esta prueba se utiliza con frecuencia junto con otras como el sprint lineal y el cambio de dirección para analizar la transferencia del trabajo físico al juego (Fernández-Javega et al., 2024).

No obstante, el estudio del rendimiento físico en fútbol base requiere considerar no solo la edad cronológica, sino también el estado madurativo, ya que dentro de una misma categoría competitiva pueden existir diferencias interindividuales notables en el ritmo y el momento del desarrollo biológico. Esto implica que jugadores de la misma edad pueden encontrarse en fases biológicas distintas, lo que condiciona su tamaño corporal, su fuerza, su velocidad y su capacidad de salto. En consecuencia, parte de las diferencias observadas en el rendimiento físico no responde necesariamente a un mayor talento deportivo, sino a un proceso madurativo más avanzado en determinados jugadores (Mirwald et al., 2002; Radnor et al., 2018; Peña-González et al., 2022).

En este contexto, el pico de velocidad de crecimiento, entendido como el momento de máxima aceleración del crecimiento en altura durante la adolescencia, se utiliza como uno de los principales indicadores para estimar el estado madurativo. A partir de la estimación de los años desde o hasta el PHV, los jóvenes futbolistas pueden clasificarse habitualmente como pre-PHV, mid-PHV o post-PHV, lo que permite contextualizar mejor las diferencias de rendimiento observadas entre jugadores. Este enfoque es especialmente útil porque la literatura ha mostrado que el estado madurativo se asocia con el rendimiento físico de forma más clara que la edad relativa, especialmente en pruebas de fuerza, potencia, sprint y salto (Mirwald et al., 2002; Radnor et al., 2018; Peña-González et al., 2022).

La evidencia científica ha mostrado que el estado madurativo presenta una mayor asociación con el rendimiento físico que la edad relativa, especialmente en pruebas de fuerza, potencia, sprint y salto (Peña-González et al., 2022). En concreto, los jugadores que han superado el PHV (post-PHV) suelen presentar mejores valores de fuerza máxima, potencia, sprint lineal y capacidad de salto que sus compañeros pre-PHV, mientras que los jugadores alrededor del pico (mid-PHV) tienden a mostrar valores intermedios (Peña-González et al., 2022; Fernández-Javega et al., 2024). Estas diferencias pueden explicarse por adaptaciones estructurales y neuromusculares asociadas al proceso de maduración, como el aumento de la masa muscular, la mejora del reclutamiento de unidades motoras, el incremento de la rigidez músculo-tendinosa, los cambios en la arquitectura muscular y una mayor eficiencia del SSC (Radnor et al., 2018).

El crecimiento y la maduración favorecen una mejora no lineal del rendimiento en tareas de salto y sprint, debido a cambios en el sistema neuromuscular y en la unidad músculo-tendinosa (Radnor et al. 2018). De forma específica, Fernández-Javega et al. (2024) observaron que los futbolistas post-PHV obtenían valores significativamente superiores en SJ, CMJ y AJ respecto a los jugadores pre-PHV, confirmando que la maduración influye de forma clara en el rendimiento del salto vertical. En la misma línea, Peña-González et al. (2022) concluyeron que el estado madurativo, pero no la edad relativa, predice el rendimiento físico en

pruebas de 1RM, potencia pico de salida, sprint de 30 metros y t-test en jóvenes futbolistas. Todo ello sugiere que una parte importante de las diferencias observadas en el rendimiento físico durante la adolescencia puede responder a ventajas temporales debidas al estado madurativo y no necesariamente a diferencias estables en el talento deportivo (Peña-González et al., 2022; Fernández-Javega et al., 2024).

Desde una perspectiva aplicada, esta cuestión adquiere especial relevancia en los procesos de evaluación, entrenamiento y selección del talento en fútbol base, ya que los jugadores avanzados madurativamente pueden presentar un rendimiento superior a corto plazo, favoreciendo su elección frente a compañeros menos desarrollados biológicamente en ese momento (Fernández-Javega et al., 2024). Por ello, el análisis de variables como el rendimiento en campo, el CMJ y la fuerza debe interpretarse en función del estado madurativo del jugador, especialmente cuando se comparan futbolistas de la misma categoría de edad (Peña-González et al., 2022). En consecuencia, profundizar en las diferencias entre jugadores pre-PHV, mid-PHV y post-PHV puede aportar información de gran utilidad para una evaluación más individualizada y contextualizada del rendimiento físico en etapas de formación (Radnor et al., 2018; Fernández-Javega et al., 2024).

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue analizar las diferencias en el rendimiento físico (pruebas de campo, CMJ y fuerza) en función del estado madurativo (pre-PHV, mid-PHV y post-PHV) en jóvenes futbolistas.

2. Método

2.1. Participantes

La muestra estuvo formada por jugadores jóvenes de fútbol pertenecientes a un mismo contexto de entrenamiento y competición, con experiencia previa en la práctica sistemática de este deporte. Se incluyeron aquellos futbolistas que entrenaron y compitieron con regularidad, que se encontraron aptos para la práctica deportiva en el momento de la evaluación y que completaron tanto las sesiones de medición como el periodo de intervención. En el caso de los menores de edad, se obtuvo el consentimiento informado de sus tutores legales, de acuerdo con los criterios éticos habituales en investigaciones con población joven deportista, tal como se había realizado en estudios previos con futbolistas jóvenes (Sander et al., 2013; González-Badillo et al., 2015).

Se excluyeron aquellos jugadores que presentaron lesión o limitación funcional durante el periodo de estudio, que no completaron alguna de las evaluaciones, que faltaron a un número relevante de sesiones del programa o que realizaron de forma paralela un entrenamiento complementario de fuerza ajeno al protocolo establecido. Estos criterios resultaron coherentes con los procedimientos empleados en estudios de intervención en jóvenes futbolistas, donde se trató de controlar factores que pudieran modificar la respuesta al entrenamiento (Oliver et al., 2024).

2.2. Diseño

Se utilizó un diseño cuasi-experimental longitudinal con medidas repetidas pretest-posttest. La muestra se distribuyó en tres grupos: un grupo experimental de cargas bajas, un grupo experimental de cargas altas y un grupo control que continuó con su entrenamiento habitual. Los participantes fueron asignados a los grupos de forma aleatoria, manteniendo en todo momento su equipo de fútbol de procedencia, con el fin de preservar la organización habitual del entrenamiento y minimizar alteraciones en la dinámica deportiva del contexto de estudio. Este tipo de planteamiento fue coherente con diseños aplicados en entornos de

entrenamiento reales, en los que se trató de mantener la estructura natural del equipo sin renunciar al control metodológico (González-Badillo et al., 2015; Oliver et al., 2024).

La duración total de la intervención fue de 9 semanas. La estructura pretest-posttest permitió valorar la evolución de las variables físicas y neuromusculares antes y después del periodo de entrenamiento, mientras que la inclusión del grupo control facilitó la diferenciación entre los cambios derivados de la intervención y aquellos asociados al entrenamiento habitual (Oliver et al., 2024; Rodríguez-Rosell et al., 2024).

2.3. Procedimiento

El estudio se desarrolló en tres fases: pretest, intervención y posttest. En el pretest se registraron las variables antropométricas necesarias para estimar el estado madurativo y se administró la batería de pruebas físicas. Posteriormente, los grupos experimentales desarrollaron el programa de entrenamiento durante 9 semanas, mientras que el grupo control mantuvo su rutina habitual. Una vez finalizada la intervención, en el posttest se repitió la misma batería de pruebas en condiciones equivalentes a las del pretest, tal como se había realizado en investigaciones previas sobre entrenamiento de fuerza en jóvenes futbolistas (González-Badillo et al., 2015).

Para estimar el estado madurativo se registraron la edad cronológica, la talla, la talla sentado y la masa corporal. A partir de estas variables se calculó la longitud de la pierna como la diferencia entre la talla y la talla sentado, y posteriormente se estimó el *maturity offset* mediante la ecuación propuesta por Mirwald et al. (2002). La edad en el pico de velocidad de crecimiento se obtuvo mediante la fórmula $\text{Edad en PHV} = \text{edad cronológica} - \text{maturity offset}$. Aunque este procedimiento se utilizó ampliamente por su carácter no invasivo y su facilidad de aplicación, su interpretación se realizó con prudencia, tal como señalaron Mirwald et al. (2002) y trabajos posteriores sobre maduración en futbolistas jóvenes.

La batería de pruebas incluyó un sprint lanzado, el T-test, el countermovement jump (CMJ), el isometric mid-thigh pull (IMTP) y la estimación del 1RM en sentadilla mediante la relación carga-velocidad. Esta selección permitió obtener una valoración global del perfil físico del futbolista y fue coherente con estudios previos realizados en jóvenes jugadores, especialmente los de González-Badillo et al. (2015), Wang et al. (2016) y Oliver et al. (2024).

La intervención se desarrolló durante 9 semanas. Antes de cada sesión, los participantes de los grupos experimentales realizaron una serie medida al 60% del 1RM como referencia preentrenamiento. El grupo de cargas bajas realizó 3 series de aproximadamente 14 repeticiones con una pérdida de velocidad del 10%, progresando del 20% al 40% del 1RM a lo largo del periodo de intervención. El grupo de cargas altas trabajó igualmente con una pérdida de velocidad del 10%, progresando del 70% al 85% del 1RM, con 5, 4 y 3 repeticiones por serie en cada bloque de tres semanas, respectivamente. Por su parte, el grupo control continuó con su entrenamiento habitual de fútbol sin realizar el programa específico de sentadilla. Esta organización se ajustó a la lógica del entrenamiento basado en la velocidad descrita en jóvenes futbolistas por González-Badillo et al. (2015) y a los trabajos más recientes sobre pérdida de velocidad y rendimiento específico en fútbol base (Rodríguez-Rosell et al., 2024).

2.4. Variables e instrumentos de medida

La velocidad lineal se evaluó mediante un sprint lanzado de 30 m, registrándose también el tiempo parcial de los primeros 5 m con el fin de valorar la aceleración inicial. El tiempo se registró mediante un sistema electrónico de cronometraje, y la velocidad media pudo calcularse mediante la relación entre la distancia recorrida y el tiempo empleado ($v=d/t$). La utilización de parciales cortos junto con la distancia total

permitió diferenciar la aceleración de la velocidad lineal, tal como se había señalado en estudios sobre sprint en jóvenes futbolistas.

La capacidad de cambio de dirección se evaluó mediante el T-test, registrándose el tiempo total invertido en completar el recorrido. Esta prueba había sido descrita por Pauole et al. (2000) como válida y fiable para la valoración de la agilidad y del desplazamiento multidireccional.

La potencia del tren inferior se valoró mediante el CMJ. La altura de salto se obtuvo a partir del tiempo de vuelo mediante la ecuación $h=g \cdot t^2/8$, procedimiento ampliamente utilizado en pruebas de salto vertical y habitual en estudios de rendimiento neuromuscular.

La fuerza isométrica máxima se evaluó mediante el IMTP, registrándose el pico de fuerza expresado en newtons. Asimismo, la fuerza dinámica máxima se estimó a partir de la relación carga-velocidad en el ejercicio de sentadilla, utilizando varias cargas submáximas crecientes y construyendo una recta de regresión individual para estimar el 1RM teórico. Este procedimiento resultó útil para evitar intentos máximos directos en población joven y había sido empleado en trabajos previos sobre control del entrenamiento de fuerza (González-Badillo et al., 2015; Banyard et al., 2017).

2.5. Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante estadística descriptiva, calculándose la media y la desviación estándar de todas las variables. Posteriormente, se realizaron análisis inferenciales para estudiar los cambios producidos entre el pretest y el posttest, tanto dentro de cada grupo como entre los tres grupos del estudio.

Para ello, se utilizó un ANOVA de medidas repetidas con un factor intra-sujeto (tiempo: pretest-posttest) y un factor inter-sujeto (grupo: cargas bajas-cargas altas-control). Además, se calculó el tamaño del efecto con el fin de interpretar la magnitud práctica de los cambios observados, tal como fue habitual en estudios de intervención con jóvenes futbolistas (González-Badillo et al., 2015; Oliver et al., 2024).

3. Bibliografía

Cossio-Bolaños, M., Vidal-Espinoza, R., Urrea Albornoz, C., Leite Portella, D., Vega-Novoa, S., Méndez-Cornejo, J., Fuentes López, J., & Gómez-Campos, R. (2021). A systematic review of intervention programs that produced changes in speed and explosive strength in youth footballers. *European Journal of Translational Myology*, 31(3), 9692. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2021.9692>

Fernández-Javega, G., Moya-Ramón, M., & Peña-González, I. (2024). Contextual factors in understanding the jumping performance of young football goalkeepers. *Apunts Sports Medicine*, 59, 100436. <https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2024.100436>

Peña-González, I., Javaloyes, A., Cervelló, E., & Moya-Ramón, M. (2022). The maturity status but not the relative age influences elite young football players' physical performance. *Science and Medicine in Football*, 6(3), 309–316. <https://doi.org/10.1080/24733938.2022.2053338>

Radnor, J. M., Oliver, J. L., Waugh, C. M., Myer, G. D., Moore, I. S., & Lloyd, R. S. (2018). The influence of growth and maturation on stretch-shortening cycle function in youth. *Sports Medicine*, 48(1), 57–71. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0785-0>

Banyard, H. G., Nosaka, K., & Haff, G. G. (2017). Reliability and validity of the load-velocity relationship to predict the 1RM back squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*.

González-Badillo, J. J., Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Abad-Herencia, J. L., del Ojo-López, J. J., & Sánchez-Medina, L. (2015). Effects of velocity-based resistance training on young soccer players of different

ages. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1329-1338.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000764>

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>

Oliver, J. L., Ramachandran, A. K., Singh, U., Ramirez-Campillo, R., & Lloyd, R. S. (2024). The effects of strength, plyometric and combined training on strength, power and speed characteristics in high-level, highly trained male youth soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*.

Pauole, K., Madole, K., Garhammer, J., Lacourse, M., & Rozenek, R. (2000). Reliability and validity of the T-test as a measure of agility, leg power, and leg speed in college-aged men and women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 443-450.

Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Serrano-Cañadillas, C., Franco-Márquez, F., Mora-Custodio, R., & González-Badillo, J. J. (2024). Comparison of 10% vs. 30% velocity loss during squat training with low loads on strength and sport-specific performance in young soccer players. *Sports*, 12(2), Article 56.

Sander, A., Keiner, M., Wirth, K., & Schmidtbleicher, D. (2013). Influence of a 2-year strength training programme on power performance in elite youth soccer players. *European Journal of Sport Science*, 13(5), 445-451. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.742572>

Wang, R., Hoffman, J. R., Tanigawa, S., Miramonti, A. A., La Monica, M. B., Beyer, K. S., Church, D. D., Fukuda, D. H., & Stout, J. R. (2016). Isometric mid-thigh pull correlates with strength, sprint, and agility performance in collegiate rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3051-3056.

