



Máster Universitario en Rendimiento Deportivo y Salud

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2021-2022

**VARIABLES DE CARGA
EXTERNA EN COMPETICIÓN EN
FUNCIÓN DEL ESTADO
MADURATIVO EN JÓVENES
JUGADORES DE FÚTBOL**

Presentado por el estudiante:

Yeray Valencia Peña

Tutor académico:

Iván Peña González

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
MATERIAL Y MÉTODO	7
Participantes.....	7
Procedimiento de medición	7
<i>PVC y estimación de la edad adulta (Age at Peak Height Velocity)</i>	7
<i>Test de rendimiento físico</i>	8
<i>Variables analizadas</i>	11
Análisis estadístico.....	12
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13



Introducción

En numerosos contextos sociales la población es clasificada tradicionalmente de forma cronológica. Un ejemplo de este tipo de clasificación es la que se da en el ámbito deportivo, especialmente en atletas jóvenes, donde los deportistas son frecuentemente clasificados por rangos de un año de edad con el objetivo de promover una competición justa (Cobley et al., 2009). En el ámbito futbolístico, la Federación Internacional de Fútbol Asociación (FIFA) estableció en 1997 el corte cronológico en 12 meses a partir del 1 de enero (Yagüe et al., 2018). Sin embargo, existen diferencias cronológicas entre deportistas de una misma anualidad en función del mes de nacimiento, dando lugar al término de edad relativa (ER) (Helsen et al., 2012). Así, la diferencia de ER entre un deportista nacido en enero y un deportista nacido en junio dentro del mismo año es de 6 meses aproximadamente. Las diferencias en la ER pueden generar un sesgo en la participación de los deportistas pues se ha observado que aquellos nacidos en los primeros meses del año tienen mayor probabilidad de ser proyectados y, por tanto, estar sobrerrepresentados en su deporte, fenómeno conocido como efectos de edad relativa (EER) (Del Campo et al., 2011).

En los últimos años, se ha propuesto el estado madurativo como uno de los factores desencadenantes de estos EER. El estado madurativo se entiende como el progreso hacia el estado maduro en el que se producen cambios físicos y fisiológicos en el organismo hasta alcanzar la edad adulta (Beunen & Malina, 2008). El tempo de maduración difiere entre individuos (Lloyd et al., 2014; Cumming et al., 2017) y se ha demostrado que los deportistas jóvenes que maduran antes que sus compañeros muestran en general mayor altura, peso y masa magra lo que les ofrece ventajas físicas en parámetros de rendimiento como la potencia aeróbica, fuerza muscular, resistencia y velocidad (Malina et al., 2004, citado en Cumming et al., 2017), especialmente durante la pubertad donde estas diferencias son mayores (Cobley et al., 2009). En el ámbito del fútbol los autores Palucci Vieira et al., (2019) recogen en su revisión sistemática que los futbolistas con mayor madurez suelen alcanzar mayores velocidades y completar mayores acciones de alta intensidad que los jugadores menos

maduros de una misma categoría de edad. En consecuencia, los jugadores que maduran antes, por sus ventajas físicas y de rendimiento comentadas con anterioridad, son seleccionados antes que los de maduración más tardía (Musch & Grondin, 2001; Cogley et al., 2009) lo que conlleva a que estos últimos, a pesar de tener buenos niveles de habilidad, tengan menos oportunidades para progresar y jugar o incluso terminen abandonando la práctica deportiva debido a una falta de competencia percibida (Delorme & Raspaud, 2009).

Asimismo, se ha observado que los jóvenes más maduros tienden a especializarse antes en su deporte (Lloyd et al., 2014) o incluso en posiciones de juego específicas. Así, en varios estudios como los publicados por Salinero et al., (2013); Salinero et al. (2014); Padrón-Cabo et al., (2016); Yagüe et al., (2018) se ha observado que los defensas y centrocampistas son las dos posiciones de juego más afectadas por los EER pues son posiciones que al ser ocupadas por jugadores con características antropométricas y físicas avanzadas proporcionan mayores ventajas competitivas. Sin embargo, una especialización temprana puede conllevar desventajas en los deportistas que implican un mayor volumen de entrenamiento específico del deporte y un mayor riesgo de sufrir lesiones (Lloyd et al., 2014). Además de estos factores físicos y de rendimiento, el estado madurativo de los deportistas también puede tener efectos psicosociales como son mayores percepciones de competencia y autoconfianza en los jugadores que maduran antes (Cogley et al., 2009; Cumming et al., 2017).

En consecuencia, debido a la interferencia que genera el proceso de maduración sobre el rendimiento de los deportistas jóvenes, identificar el talento a edades tempranas puede resultar un reto pues se debe discernir si los resultados de los atletas jóvenes son principalmente debidos a un estado madurativo más avanzado o al plan de entrenamiento, la preparación física realizada y la aptitud (Lloyd et al., 2014). Es por ello que, evaluar el estado madurativo parece ser una práctica necesaria para comprender las diferencias en el desarrollo físico y en el rendimiento que existen entre los jugadores.

En este sentido, se han descrito numerosos métodos de evaluación de la madurez biológica siendo la evaluación somática uno de los más utilizados por los investigadores debido a su enfoque menos invasivo y más relista (Mirwald et al., 2002). Entre las evaluaciones somáticas más comunes se destaca la predicción del pico de velocidad de crecimiento (PVC) que indica la edad a la que se alcanza la máxima tasa de crecimiento en la adolescencia. El valor del PVC para un individuo se obtiene a través de variables antropométricas como el peso corporal, la altura total, la altura sentado y la longitud de la pierna integradas en ecuaciones tal y como se describe en Mirwald et al., (2002). De esta manera, clasificar los deportistas en función de su edad biológica o madurativa en vez de su edad cronológica mediante el valor de PVC podría ser de utilidad para equilibrar de forma más precisa las competiciones y mejorar las probabilidades de éxito en el deporte, permitiendo, además, adaptar el plan de entrenamiento y optimizar el rendimiento deportivo del atleta joven, especialmente en los parámetros de carga externa (Cumming et al., 2017).

Dentro del rendimiento deportivo, la carga externa es la categoría que incluye las medidas de trabajo objetivas realizadas durante los entrenamientos y partidos por los deportistas. Son parámetros de carga externa las distancias recorridas, las velocidades alcanzadas o el número total de aceleraciones o deceleraciones realizadas (Bourdon et al., 2017). Para la monitorización de estos parámetros de carga externa los dispositivos portátiles como los sistemas de posicionamiento global (GPS) constituyen una herramienta de validez y fiabilidad científica que ha ganado importancia en el ámbito futbolístico en los últimos años (Scott et al., 2016; Aughey, 2011; Pons et al., 2019; Reche-Soto et al., 2019). Los avances tecnológicos han posibilitado la integración de GPS con acelerómetros permitiendo conocer tanto la frecuencia como la intensidad del movimiento (Krasnoff et al., 2008) y proporcionando una mayor sensibilidad al detectar cambios de posición mínimos, permitiendo además, medir variables técnicas y de contacto en deportes colectivos (Boyd et al., 2011).

Los valores de la carga externa en competición futbolística dependen de distintos aspectos como es la edad de los jugadores, ya que las demandas físicas pueden ser diferentes en cada etapa.

Así, en la revisión sistemática de los autores Palucci Vieira et al. (2019) se recoge que en los futbolistas jóvenes de mayor edad los valores de carga externa son superiores que los obtenidos en jugadores de menor edad. Asimismo, en jugadores jóvenes los parámetros de carga externa también difieren de los respectivos en jugadores de edad adulta. En concreto, la distancia total promedio recorrida en partido en jugadores entre 12 y 16 años es de aproximadamente 6000 m (Palucci Vieira et al., 2019) mientras que en jugadores adultos la distancia total promedio gira entorno a los 11000 m en partido (Chmura et al., 2015; Vigh-Larsen et al., 2018). En cuanto a la distancia recorrida a velocidad de alta intensidad, la distancia recorrida a una velocidad comprendida entre 19.8 y 25.2 km/h es de 668 ± 28 m para jugadores adultos según el estudio de Vigh-Larsen et al. (2018) mientras que la distancia recorrida a una velocidad comprendida entre 16.1 y 19 km/h es de 323 ± 87 m (en jugadores con edad por debajo de 13 años o U13), 446 ± 162 m (U14), 477 ± 156 m (U15) y 479 ± 180 m (U16) según Buchheit et al. (2010). Estos resultados sugieren que los jugadores senior son capaces de recorrer mayores distancias a mayores velocidades con respecto a los jugadores jóvenes y además, entre U13 y U16 las distancias recorridas aumentan, siendo la categoría U16 la que mayor distancia recorre. De hecho, la distancia media recorrida en futbolistas jóvenes a una velocidad mayor de 19.1 km/h es de 186 ± 92 m (U13), 318 ± 183 m (U14), 410 ± 204 m (U15) y 384 ± 163 m (U16) (Buchheit et al., 2010). Adicionalmente, se ha propuesto el número de aceleraciones y deceleraciones durante los partidos como factor discriminante entre futbolistas jóvenes y senior (Mohr et al., 2003). Sin embargo, es necesario seguir analizando los valores de carga externa, especialmente durante la adolescencia y explorar las posibles influencias en la variabilidad de estos valores.

Tal y como se ha descrito, uno de los factores influyentes en los parámetros de carga externa en jugadores jóvenes podría ser el estado madurativo pues este interviene en el nivel físico y fisiológico del jugador. Es por ello que el objetivo de este trabajo es determinar el posible impacto de la maduración en las variables de carga externa o en el rendimiento físico en partido en jugadores jóvenes de categorías U12, U14 y U16.

Material y método

Participantes

La muestra de este trabajo está compuesta por cuarenta jugadores de cuatro equipos de las categorías inferiores de un club de fútbol semi-profesional español. En concreto, se seleccionaron dos equipos de cadetes y dos equipos de categoría infantil en la temporada 2021/2022. El primer equipo de cadetes formó parte de la liga autonómica de primera categoría nacional y el segundo formó parte de la liga preferente de la segunda categoría nacional. En cuanto a los equipos infantiles, un equipo formó parte de la liga autonómica de primera categoría y el equipo restante formó parte de la liga de primera regional de tercera categoría. Las edades comprendidas de los jugadores fueron entre los 15 y 16 años para los cadetes y los 13 y 14 años para los infantiles. Se escogieron estas categorías al tratarse de jugadores con una edad cronológica cercana al PVC (14 años). Los valores antropométricos de la muestra referentes a la altura y al peso fueron de 165.08 ± 9.05 cm y 55.53 ± 10.45 kg.

Procedimiento de medición

PVC y estimación de la edad adulta (Age at Peak Height Velocity)

Para estimar el estado madurativo (o “*maturity offset*”) de los futbolistas se utilizó el método somático propuesto por Mirwald et al., (2002) basado en medidas antropométricas y que permite la estimación en años al PVC., es decir, los años que faltan o que han pasado desde que el jugador alcanzó su PVC. Este valor se obtuvo a través del peso corporal (kg) (báscula Tanita BC-601; Tanita, Andheri, India; $\pm 0,1$ kg), y los parámetros antropométricos de la altura total (cm), la altura sentado (cm) (desde el extremo superior de la cabeza hasta el plano de sustentación) y la longitud de las piernas (restando a la altura total la altura sentado, en cm) (tallímetro Seca, Hamburgo, Alemania; $\pm 0,1$ cm). Una vez realizadas las mediciones se aplicó la siguiente fórmula descrita en Mirwald et al., (2002):

$Maturity\ Offset = -9.236 + 0.0002708 \times (\text{longitud de las piernas} \times \text{altura sentado}) - 0.001663 \times (\text{edad} \times \text{longitud de las piernas}) + 0.007216 \times (\text{edad} \times \text{altura sentado}) + 0.02292 \times (\text{Peso} / \text{altura total} \times 100).$

A continuación, obtuvimos el valor del PVC de cada uno de los jugadores restando su valor del “*maturity offset*” a su edad cronológica.

Este procedimiento nos permite conocer la madurez biológica de los jugadores teniendo como punto de referencia el PVC, es decir, la edad a la que se alcanza la tasa máxima de crecimiento en la adolescencia, y en consecuencia, la aparición de cambios físicos y fisiológicos.

La edad del PVC individual se puede comparar con la edad media a la que se alcanza el PVC (12 años para las chicas y 14 años para los chicos según Baxter-Jones, Eisenmann & Sherar, 2005) para determinar el tipo de perfil madurativo que tiene el sujeto. Para nuestro análisis posterior los jugadores fueron agrupados en tres grupos madurativos en función de sus años desde/hasta el PVC. Los tres grupos madurativos utilizados se definieron como Pre-PVC (<0.5 años hasta PVC), Mid-PVC (>0.5 hasta y <0.5 años desde PVC) y Post-PVC (>0.5 años desde PVC).

Test de rendimiento físico

Previamente a la toma de medidas, los futbolistas realizaron un calentamiento general basado en 3 minutos de movilidad articular de tren superior, zona media y tren inferior en desplazamientos de 20 m junto con estiramientos dinámicos. Tras el calentamiento general se realizó un calentamiento específico que consistió en 3 sprint de 20 m y 5 CMJ submáximos.

Los test realizados a los jugadores fueron el salto contra movimiento (CMJ) (Bosco et al., 1983), sprint de 30 m, T-Test modificado (Arcos, Aramendi, Emparanza, Castagna, Yanci, Lezáun & Martínez-Santos (2020) y el test 30/15 (Buchheit, 2008). De los tres primeros test se registraron dos intentos válidos y el de mejor resultado fue utilizado para su posterior análisis. En el test 30-15 se registró un intento válido.

En el CMJ los jugadores partían desde una posición erecta y las manos cogidas de la cintura (durante todo el salto), a continuación realizaban un descenso hasta un ángulo de flexión de rodillas voluntario de cada sujeto y seguidamente ejecutaban un salto con la indicación de que fuera máximo y vertical. Las mediciones del salto se llevaron a cabo mediante una plataforma de contacto (Globus Ergo Tester, Codognè, Italy).

Las mediciones del sprint de 30 m se realizaron con células fotoeléctricas (Witty System; Microgate, Bolzano, Italy) colocadas en el inicio y en las distancias de los 5, 10, 15, 20 y 30 m. Los jugadores se colocaron 30 cm detrás de la primera fotocélula y empezaron su intento en el momento que ellos lo decidieron. Se tomaron los tiempos de los tramos de 5, 10, 15, 20 y 30 m.

Para la evaluación del cambio de dirección se utilizó la prueba T-Test desarrollada por los autores Sassi, Dardouri, Yahmed, Gmada, Mahfoudhi & Gharbi (2009) pero modificada siguiendo la propuesta de Yanci, Los Arcos, Mendiguchia & Brughelli (2014) citado en Los Arcos et al., Santos (2020), de manera que los jugadores podían completar la prueba con cambios de dirección hacia delante y sin tener que realizar desplazamientos laterales y hacia atrás por ser éstos menos habituales durante la competición. Otra de las modificaciones fue la eliminación de la norma de “tocar el cono” para que el jugador se centrara en el cambio de dirección y no fuese un impedimento para los jugadores a la hora de realizar el test. Se colocó un cono adicional paralelo al cono B y C, y el jugador lo que debía de hacer era traspasar la línea imaginaria que unía los dos conos B y los dos conos C. Para la realización correcta de la prueba, los jugadores comenzaron en posición de pie detrás de la línea de salida. En el primer desplazamiento, los jugadores esprintaron de A hacia los conos B o C (a libre elección del jugador), rodeando el cono central. A continuación, tras pisar la línea imaginaria que une los dos conos de B o C, los jugadores debían cambiar de dirección y esprintar linealmente hacia los otros dos conos del otro extremo pisando la línea imaginaria que une los dos conos correspondientes. Para finalizar el test, los jugadores tenían que cambiar de dirección y volver al punto

A rodeando de nuevo el cono central (Figura 1A). El tiempo durante la prueba se registró mediante el sistema de fotocélulas (Witty System; Microgate).

La fiabilidad de esta propuesta modificada ha sido demostrada en anteriores estudios como el desarrollado por los autores Peña-González, Sarabia, Roldan, Manresa-Rocamora & Moya-Ramón (2021) obteniendo buenos valores de fiabilidad absoluta y relativa (ICC = 0,92; SEM = 0,36).

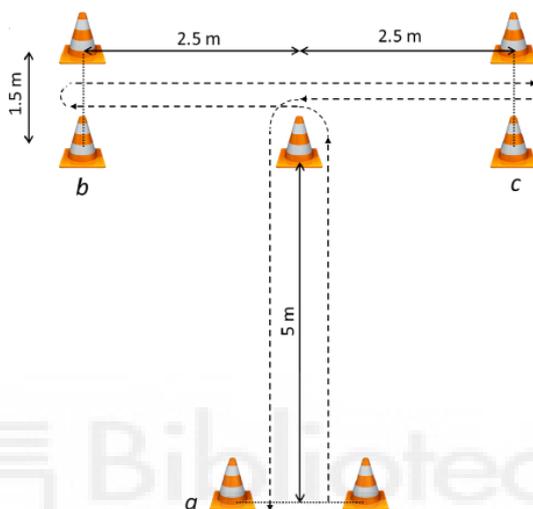


Figura 1. Representación gráfica del T-Test modificado (Peña-González et al., 2021).

El test 30-15 consistió en completar tantos tramos de carrera de 40 m en 30 s como se es capaz, aumentando la velocidad en 0,5 km/h cada tramo e intercalando entre ellos descansos activos de 15 s (desplazamiento andando hasta la siguiente línea) como se muestra en la figura 2, el test se empezó a una velocidad de 8,5 km/h (Buchheit, 2008).

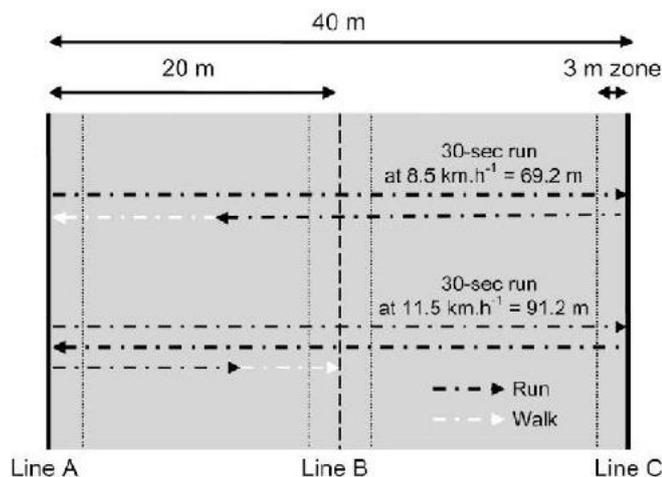


Figura 2. Representación gráfica del test 30-15. Los tramos discontinuos en negro indican el recorrido en carrera; los tramos discontinuos en blanco corresponden al recorrido andando (descanso activo). Nótese que dentro del tramo de 40 m se incluye una línea a los 20 m.

Variables analizadas

De los valores obtenidos en el test de sprint de 30 m se analizaron los perfiles fuerza-velocidad de los jugadores a través de las variables de máxima producción de fuerza horizontal (F_0), máxima capacidad de velocidad (V_0), máxima producción de potencia mecánica (P_{max}) (W/kg), el ratio de fuerza (%) y el ratio de fuerza máxima (%).

La recogida de datos y el análisis de las diferentes variables de rendimiento de carga externa se realizaron mediante el uso de dispositivos GPS durante los partidos. El modelo de GPS utilizado fue el Wimbu Pro (RealTrack Systems, Almería, Spain) con frecuencia de 10 Hz. En primer lugar, los dispositivos fueron calibrados siguiendo las recomendaciones del fabricante. Previamente al partido, los dispositivos fueron completamente cargados utilizando la "Smart Station" (RealTrack Systems, Almería, Spain). Esta fue situada en una superficie plana, lejos de cualquier dispositivo magnético. Antes del comienzo de la sesión los dispositivos encendidos, una vez el proceso de calibración estaba completado, se entregaban a los jugadores. Para portar los dispositivos, los jugadores vestían un chaleco específico, en el cual se introducía el dispositivo en un bolsillo situado en la parte superior de

su espalda, entre las escápulas y la parte inferior de la espina cervical, zona en la que estos suponen un menor riesgo para el deportista (Medina, Pons, Gomez, Guitart, Martin, Vazquez-Guerrero, Camenforte, Carles & Font, 2017). Una vez finalizado el partido, los datos fueron descargados utilizando el Software SPRO (RealTrack Systems, Almería, Spain) y exportados a una hoja Excel para su posterior visualización y análisis.

Los parámetros de carga externa analizados fueron la distancia total recorrida, la distancia relativa, la distancia total recorrida entre los 0-6 km/h, la distancia total recorrida entre los 6-12 km/h, la distancia total recorrida entre los 12-18 km/h, la distancia total recorrida entre los 18-21 km/h y la distancia total recorrida entre los 21-24 km/h, todas ellas expresadas en metros (m) así como la distancia relativa (m/min). Por último, se tuvieron en cuenta las variables referentes al número total de aceleraciones ($> 3\text{m/s}$) y deceleraciones ($< 3\text{m/s}$), la aceleración máxima (m/s^2) y la velocidad máxima (V_{max}) (m/s) alcanzada durante los partidos por cada jugador.

Análisis estadístico

Todos los resultados de los análisis realizados están expresados como media \pm y desviación estándar (DS). Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) para comparar los resultados obtenidos en las variables de carga externa medidas durante los partidos en los tres grupos madurativos, y se utilizó un análisis post-hoc (Bonferroni) para informar de las diferencias estadísticas entre los grupos. Por último, para la interpretación práctica del tamaño del efecto se analizaron como trivial ($< 0,19$), pequeño (0,20-0,49), moderado (0,50-0,79) y grande ($> 0,80$) (Cohen, 1992).

Los diferentes análisis estadísticos se llevaron a cabo mediante el programa IBM SPSS Statistics v.24 con licencia de la Universidad Miguel Hernández de Elche y el programa Microsoft Office Excel 2013, y el nivel de significación se fijó en $p < 0,05$.

Referencias

- Aughey, R. J. (2011). Applications of GPS technologies to field sports. *International journal of sports physiology and performance*, 6(3), 295-310.
- Baxter-Jones, A. D., Eisenmann, J. C., & Sherar, L. B. (2005). Controlling for maturation in pediatric exercise science. *Pediatric Exercise Science*, 17(1), 18-30.
- Beunen, G., & Malina, R. M. (2008). Growth and biologic maturation: relevance to athletic performance. *The young athlete*, 1, 3-17.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 50(2), 273-282.
- Bourdon, P. C., Cardinale, M., Murray, A., Gastin, P., Kellmann, M., Varley, M. C., Gabbett, T.J., Coutts, A.J., Burgess, D.J., Gregson, W., & Cable, N. T. (2017). Monitoring athlete training loads: consensus statement. *International journal of sports physiology and performance*, 12(s2), S2-161.
- Boyd, L. J., Ball, K., & Aughey, R. J. (2011). The reliability of MinimaxX accelerometers for measuring physical activity in Australian football. *International journal of sports physiology and performance*, 6(3), 311-321.
- Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 365-374.
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010). Match running performance and fitness in youth soccer. *International journal of sports medicine*, 31(11), 818-825.
- Chmura, P., Konefał, M., Kowalczyk, E., Andrzejewski, M., Rokita, A., & Chmura, J. (2015). Distances covered above and below the anaerobic threshold by professional football players in different competitive conditions. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 10(2), 25-31.

- Cobley, S., Baker, J., Wattie, N., & McKenna, J. (2009). Annual age-grouping and athlete development. *Sports medicine*, 39(3), 235-256.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological bulletin*, 112(1), 155.
- 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.
- Del Campo, D. G. D. (2013). Revisión y propuestas de intervención sobre el Efecto de la Edad Relativa en los ámbitos educativo y deportivo. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (23), 51-63.
- Delorme, N., & Raspaud, M. (2009). The relative age effect in young French basketball players: a study on the whole population. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(2), 235-242.
- Dixon, J., Horton, S., & Weir, P. (2011). Relative age effects: Implications for leadership development. *The International Journal of Sport and Society*, 2(2).
- Helsen, W. F., Baker, J., Michiels, S., Schorer, J., Van Winckel, J., & Williams, A. M. (2012). The relative age effect in European professional soccer: did ten years of research make any difference?. *Journal of sports sciences*, 30(15), 1665-1671.
- Krasnoff, J. B., Kohn, M. A., Choy, F. K., Doyle, J., Johansen, K., & Painter, P. L. (2008). Interunit and intraunit reliability of the RT3 triaxial accelerometer. *Journal of Physical Activity and Health*, 5(4), 527-538.
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Myer, G. D., & Croix, M. B. D. S. (2014). Chronological age vs. biological maturation: implications for exercise programming in youth. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(5), 1454-1464.

- Los Arcos, A., Aramendi, J. F., Emparanza, J. I., Castagna, C., Yanci, J., Lezáun, A., & Martínez-Santos, R. (2020). Assessing change of direction ability in a spanish elite soccer academy. *Journal of human kinetics*, 72(1), 229-239.
- Medina, D., Pons, E., Gomez, A., Guitart, M., Martin, A., Vazquez-Guerrero, J., Camenforte, I., Carles, B., & Font, R. (2017). Are there potential safety problems concerning the use of electronic performance-tracking systems? The experience of a multisport elite club. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(8), 1115-1118.
- 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.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, 21(7), 519-528.
- Musch, J., & Grondin, S. (2001). Unequal competition as an impediment to personal development: A review of the relative age effect in sport. *Developmental review*, 21(2), 147-167.
- Padrón-Cabo, A., Rey, E., García-Soidán, J. L., & Penedo-Jamardo, E. (2016). Large scale analysis of relative age effect on professional soccer players in FIFA designated zones. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 16(1), 332-346.
- Palucci Vieira, L. H., Carling, C., Barbieri, F. A., Aquino, R., & Santiago, P. R. P. (2019). Match running performance in young soccer players: A systematic review. *Sports Medicine*, 49(2), 289-318.
- Peña-González, I., Sarabia, J. M., Roldan, A., Manresa-Rocamora, A., & Moya-Ramón, M. (2021). Physical Performance Differences Between Spanish Selected and Nonselected Para-Footballers With Cerebral Palsy for the National Team. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(11), 1676-1683.

- Pons, E., García-Calvo, T., Resta, R., Blanco, H., López del Campo, R., Díaz García, J., & Pulido, J. J. (2019). A comparison of a GPS device and a multi-camera video technology during official soccer matches: Agreement between systems. *PLoS one*, *14*(8), e0220729.
- Reche-Soto, P., Cardona-Nieto, D., Diaz-Suarez, A., Bastida-Castillo, A., Gomez-Carmona, C., Garcia-Rubio, J., & Pino-Ortega, J. (2019). Player load and metabolic power dynamics as load quantifiers in soccer. *Journal of Human Kinetics*, *69*(1), 259-269.
- Salinero, J. J., Pérez, B., Burillo, P., & Lesma, M. L. (2013). Relative age effect in european professional football. Analysis by position. *Journal of Human Sport and Exercise*, *8*(4), 966-973.
- Salinero, J. J., Pérez, B., Burillo, P., Lesma, M. L., & Herrero, M. H. (2014). Efecto de edad relativa en el fútbol profesional español. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, *14*(56), 591-601.
- Sassi, R. H., Dardouri, W., Yahmed, M. H., Gmada, N., Mahfoudhi, M. E., & Gharbi, Z. (2009). Relative and absolute reliability of a modified agility T-test and its relationship with vertical jump and straight sprint. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(6), 1644-1651.
- Scott, M. T., Scott, T. J., & Kelly, V. G. (2016). The validity and reliability of global positioning systems in team sport: a brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *30*(5), 1470-1490.
- Vigh-Larsen, J. F., Dalgas, U., & Andersen, T. B. (2018). Position-specific acceleration and deceleration profiles in elite youth and senior soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *32*(4), 1114-1122.
- Yagüe, J. M., de la Rubia, A., Sánchez-Molina, J., Maroto-Izquierdo, S., & Molinero, O. (2018). The relative age effect in the 10 best leagues of male professional football of the Union of European Football Associations (UEFA). *Journal of sports science & medicine*, *17*(3), 409.