



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

## Grasa corporal en los árbitros y árbitros asistentes españoles de fútbol de élite: estudio de seguimiento durante un año

José Antonio Casajús<sup>a,b,\*</sup>, Ángel Matute-Llorente<sup>b,c</sup>, Helena Herrero<sup>a</sup>, Germán Vicente-Rodríguez<sup>b,c</sup>, Alejandro González-Agüero<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Servicios Médicos, Real Federación Española de Fútbol, Madrid, España

<sup>b</sup> GENUD (Growth, Exercise, NUtrition and Development) Research Group, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España

<sup>c</sup> Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte. Departamento de Fisiología y Enfermería, Universidad de Zaragoza, Huesca, España

<sup>d</sup> Aberystwyth University, Ceredigion, Wales, Reino Unido

Recibido el 27 de marzo de 2015; aceptado el 15 de junio de 2015

### PALABRAS CLAVE

Adiposidad;  
Grasa corporal;  
Impedancia eléctrica;  
Fútbol y arbitraje de fútbol

### Resumen

**Introducción:** La literatura actual relativa a la composición corporal de los árbitros de fútbol de élite es escasa y prácticamente inexistente. Por tanto, los objetivos de este estudio fueron evaluar y realizar un seguimiento del porcentaje de grasa corporal (%GC) de los árbitros de fútbol de élite españoles, y de los árbitros asistentes, a lo largo de toda la temporada.

**Material y métodos:** En este estudio participaron 228 árbitros y árbitros auxiliares (edad media  $32,5 \pm 5,1$  años) que arbitran en la primera división de España (La Liga), la segunda división y la segunda división B. Se utilizó un analizador de impedancia bioeléctrica (TANITA BC 418-MA) para evaluar el %GC. Durante la temporada se realizaron un total de 4 mediciones a los árbitros de primera división, y 3 al resto de grupos.

**Resultados:** Realizando un análisis por categoría y función, los auxiliares de primera división tuvieron un mayor %GC en todas las evaluaciones ( $p < 0,05$ ). Se observaron pequeñas variaciones (de alrededor del 1%) en cuanto al %GC dentro de los distintos grupos a lo largo de la temporada de competición.

**Conclusión:** El %GC en los árbitros españoles de élite permanece constante, tras analizar la categoría, función y edad, a lo largo de la temporada de competición. Todos los grupos incluidos en el estudio reportaron unos valores saludables en cuanto al %GC, comprendidos entre el 8 y el 14%, lo que podría contribuir directamente a conseguir los elevados estándares requeridos para el arbitraje, y a la mejora del nivel de arbitraje de las ligas españolas.

© 2015 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: joseant@unizar.es (J.A. Casajús).

**KEYWORDS**

Adiposity;  
Fat body;  
Electric impedance;  
Football and football  
refereeing

**Body fat in elite Spanish football referees and assistants: A 1-year follow-up study****Abstract**

**Introduction:** The current literature about the body composition of elite football referees is scarce and almost non-existent. Therefore, the aim of this study was to assess and track the percentage of body fat (%BF) of elite Spanish football referees and assistant referees across an entire season.

**Material and methods:** Two hundred and twenty-eight referees and assistant referees (mean age  $32.5 \pm 5.1$  years), refereeing in Spanish First category (La Liga), Second category, and Second-B category, took part in this study. A bioelectrical impedance analyser (TANITA BC 418-MA) was used to evaluate %BF. A total of four-time-points for 1st category referees and three for all other groups were performed throughout the season. **Results:** Analysing by category and role, 1st category assistants had the highest %BF in all assessments ( $P < .05$ ). Small variations (around 1%) in %BF within groups were observed across the competitive season.

**Conclusion:** The %BF in elite Spanish referees remains constant, analysing by category, role and age, throughout a competitive season. All groups in this study reported healthy %BF values, between 8 and 14%, which might directly help to achieve the high standards required when refereeing and to improve the level of refereeing in the Spanish leagues. © 2015 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

**Introducción**

Se han llevado a cabo importantes investigaciones sobre los árbitros de fútbol desde la primera publicación en 1994<sup>1</sup> hasta la última revisión publicada en 2012<sup>2</sup>. Los aspectos fisiológicos del arbitraje de fútbol, como el consumo máximo de oxígeno o los niveles de lactato en sangre de los árbitros, han sido ampliamente revisados<sup>3</sup>. De hecho, una revisión descriptiva sobre la ciencia y la medicina aplicada al arbitraje de fútbol se centró en estos aspectos<sup>2</sup>. Sin embargo, a pesar del papel crucial de los árbitros en un partido de fútbol, apenas alguna investigación ha tenido como objetivo evaluar su composición corporal, que puede afectar a su rendimiento.

En este sentido, un exceso de grasa corporal representa una carga inerte, asociada a un aumento del gasto metabólico, y también está fuertemente asociada con bajos niveles de aptitud física en adultos<sup>4</sup>. Por lo tanto, la evaluación de los niveles de grasa corporal en los árbitros de élite es un tema importante para lograr los altos estándares requeridos para arbitrar. Especialmente es relevante en años en que hay la Copa del Mundo o el Campeonato Europeo de Fútbol y el calendario de fútbol es más corto que otros años.

Hasta la fecha, solo se ha publicado un artículo de investigación que se centra en la composición corporal de los árbitros de fútbol, y se demostró que, en la pretemporada, los árbitros de primera y segunda división B tuvieron menor porcentaje de grasa corporal total (%GC) que los árbitros asistentes de primera y segunda división ( $9,6$  y  $9,8\%$  vs  $12,8$  y  $12,0\%$ )<sup>5</sup>. No nos consta que ningún estudio haya evaluado el %GC a lo largo de una temporada de competición entera con una amplia muestra de árbitros de fútbol masculino de élite y asistentes de diferentes categorías y grupos de edad. La composición corporal es uno de los factores más impor-

tantes que contribuyen al rendimiento óptimo del esfuerzo, teniendo en cuenta que puede afectar a la fuerza, la agilidad y al aspecto del deportista<sup>6</sup>. Por esta razón, los cambios en la composición corporal pueden afectar el rendimiento de los árbitros. Sin embargo, la evaluación de la evolución del %GC durante la temporada puede ser fácil; por ejemplo, el análisis de impedancia bioeléctrica (AIB) es un método sencillo, rápido y barato para evaluar los cambios en la composición corporal de grandes grupos de personas<sup>7</sup>.

Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar y realizar un seguimiento de los cambios en %GC de árbitros de fútbol de élite y asistentes que dirigieron torneos profesionales españoles durante la temporada 2012-2013. Esta información servirá como referencia para el %GC a lo largo de una temporada en los árbitros de fútbol. La hipótesis es que el %GC en árbitros de fútbol profesionales y asistentes se mantendrá sin cambios a lo largo de toda la temporada.

**Material y métodos**

Este estudio longitudinal fue realizado de acuerdo con las directrices éticas de la Declaración de Helsinki de 1975 (revisadas en Fortaleza, 2013).

Participaron en este estudio un total de 20 árbitros de primera división, 22 de segunda, 120 de segunda B y 40 árbitros asistentes de primera división y 44 de segunda. Todos los árbitros y asistentes eran de raza caucásica y aparentemente sanos. Habían participado en un programa de entrenamiento físico implementado por la Real Federación Española de Fútbol (RFEF).

Algunos participantes no estuvieron presentes en todas las evaluaciones por distintas razones, como a causa de lesiones o por dirigir partidos internacionales. Se incluyeron en el análisis estadístico un total de 152 árbitros (16 árbi-

tros de primera división, 21 de segunda y 115 de segunda B) y 76 árbitros asistentes (34 árbitros asistentes de primera división y 42 árbitros asistentes de segunda). Las evaluaciones fueron realizadas a lo largo de la temporada 2012-2013, como parte de la evaluación que el Comité Técnico de Árbitros (CTA) lleva a cabo en nombre de la RFEF. El mismo médico especialista en Medicina del deporte (Experto Nivel 3, ISAK) realizó las valoraciones de árbitros y asistentes en 4 fechas determinadas de la temporada en la primera división: julio de 2012, noviembre de 2012, febrero de 2013 y abril de 2013. El resto de árbitros y árbitros asistentes (divisiones segunda y segunda B) solamente participaron en las 3 primeras evaluaciones. Estas fechas concretas son momentos clave para valorar y supervisar la salud y la composición corporal de los árbitros y árbitros asistentes a lo largo de la temporada competitiva. Siguiendo los criterios establecidos por la Unión de Asociaciones Europeas de Fútbol (UEFA) y la *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA), el CTA evalúa el rendimiento físico de cada árbitro y árbitro asistente realizando distintos tests y evaluando su capacidad aeróbica, su agilidad y su velocidad. No se permite el arbitraje a los árbitros que no alcanzan los niveles mínimos requeridos.

Se midió la estatura de los participantes, sin zapatos y con el mínimo de ropa, con un estadiómetro con una precisión de 0,1 cm (SECA 225, SECA, Hamburgo, Alemania). Para medir el peso y la estimación del %GC se utilizó el analizador portátil BIA TANITA BC 418-MA (Tanita Corp., Tokio, Japón) con una capacidad máxima de 200 kg y 0,1 kg de precisión. Antes de la prueba, todos los participantes fueron instruidos para seguir la directrices del pretest AIB (no tomar alcohol o hacer ejercicio vigoroso al menos 12 h antes de la medición ni tomar alimentos y bebidas al menos 3 h antes, no cometer excesos de comida y bebida el día anterior a la medición y orinar inmediatamente antes de la medición), y las mediciones fueron tomadas después de la primera micción por la mañana (entre las 8 y las 9). Todas las medidas fueron tomadas por un médico especialista en Medicina del deporte. Los participantes llevaban ropa interior, y el dispositivo AIB proporcionó las mediciones de impedancia y estimación del %GC (precisión del 0,1%), masa grasa y masa magra (precisión de 0,1 kg). Las mismas condiciones estándar (temperatura ambiente, lugar y dispositivo) se mantuvieron en todos los participantes en cada medición y en cada fecha concreta.

Para valorar las variaciones de la edad relacionada con %GC a lo largo de la temporada, siguiendo la clasificación propuesta por Castagna et al.<sup>8</sup>, la muestra se dividió en 3 categorías por edades: menores de 33 años (grupo más joven), entre 33 y 38 años (grupo medio) y mayores de 38 años (grupo sénior). Los datos se presentan como media y desviación estándar, a menos que se indique lo contrario. Los resultados de la prueba de Kolmogorov-Smirnov mostraron la distribución normal en todas las variables. Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) de una vía con el test post hoc GT2 de Hochberg para determinar las diferencias entre categoría y función, así como entre los grupos de edad en el %GC en la primera evaluación. Se realizó un ANOVA para medidas repetidas con el test post hoc de Bonferroni para %GC para evaluar las posibles variaciones dentro de la temporada en cada grupo por categoría, función y por grupo de edad. El

Tabla 1 Características antropométricas de todos los grupos (n = 228); categorías por grupos y edad

Variables	Total (n = 228)	Edad de los grupos				
		Categoría y función de los grupos		J (< 33 años) (n = 130)	M (33-39 años) (n = 71)	S (> 39 años) (n = 27)
		Árbitros de 1. <sup>a</sup> (n = 16)	Árbitros de 2. <sup>a</sup> (n = 21)	Asistentes de 1. <sup>a</sup> (n = 34)	Asistentes de 2. <sup>a</sup> (n = 42)	Árbitros de 2. <sup>a</sup> (n = 115)
Edad (a)	32,5 ± 5,1	38,2 ± 4,5	31,7 <sup>A</sup> ± 4,0	37,2 <sup>B,C,D</sup> ± 3,9	33,1 <sup>A,C</sup> ± 5,4	30,2 <sup>A</sup> ± 3,9
Peso (kg)	72,7 ± 6,3	72,6 ± 4,2	74,5 ± 5,3	74,5 ± 6,9	72,3 ± 6,5	72,0 ± 6,4
Estatura (cm)	178,9 ± 6,1	180,1 ± 3,3	182,1 ± 4,8	177,7 ± 6,7	177,6 ± 6,5	179,0 ± 6,2
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22,6 ± 1,4	22,3 ± 1,1	22,4 ± 1,3	23,5 <sup>A,B,C</sup> ± 1,5	22,9 ± 1,6	22,4 ± 1,3
Grasa (%)	11,5 ± 2,9	9,9 ± 2,1	9,8 ± 3,1	13,4 <sup>A,B,C</sup> ± 2,8	12,6 <sup>A,B,C</sup> ± 2,8	11,0 ± 2,6
						35,9 <sup>J,M</sup> ± 1,7
						73,0 ± 6,9
						177,8 ± 6,2
						23,0 <sup>I</sup> ± 1,4
						11,9 ± 2,9
						41,5 <sup>J,M</sup> ± 1,9
						74,9 ± 6,7
						178,6 ± 5,9
						23,4 <sup>I</sup> ± 1,6
						12,8 <sup>J</sup> ± 3,1

IMC: índice de masa corporal; J: grupo de jóvenes; M: grupo de edad mediana; S: grupo sénior.

<sup>A</sup> Significativamente diferente de los árbitros de 1.<sup>a</sup> p < 0,05.

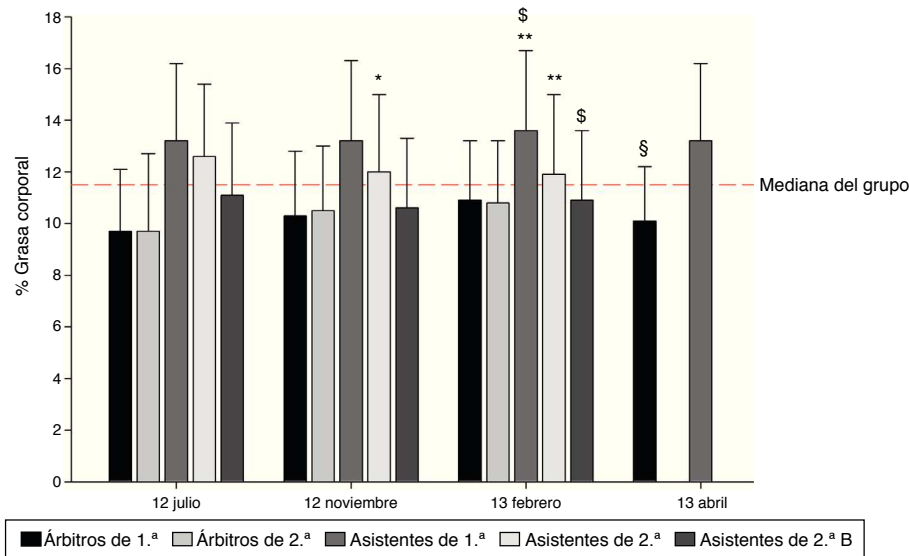
<sup>B</sup> Significativamente diferente de los árbitros de 2.<sup>a</sup> p < 0,05.

<sup>C</sup> Significativamente diferente de los árbitros de 2.<sup>a</sup> B p < 0,05.

<sup>D</sup> Significativamente diferente de los árbitros asistentes de 2.<sup>a</sup> B p < 0,05.

<sup>E</sup> Significativamente diferente del grupo más joven p < 0,05.

<sup>F</sup> Significativamente diferente del grupo de media edad p < 0,05.



**Figura 1** Grasa corporal total a lo largo de una temporada por división y función. \* Diferencias entre el 12 de julio y el 12 de noviembre de  $p < 0,05$ ; \*\* diferencias entre 12 de julio y 13 de febrero de  $p < 0,05$ ;  $^{\$}$  diferencias entre el 12 de noviembre y el 13 de febrero de  $p < 0,05$ ;  $^{\$}$  diferencias entre el 13 de febrero y el 13 de abril de  $p < 0,05$ .

nivel de significación se fijó en 5% ( $p < 0,05$ ). Para el análisis de los datos estadísticos se utilizó el paquete estadístico de Ciencias Sociales (SPSS) versión 19.0 de Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EE. UU.).

## Resultados

En la tabla 1 se presentan las características descriptivas de la muestra divididas por categoría y función y por grupo de edad.

Por categoría y función, los árbitros de primera división fueron los mayores ( $38,2 \pm 4,5$  años) y los de segunda división B los más jóvenes ( $30,2 \pm 3,9$  años) (total,  $p < 0,05$ ).

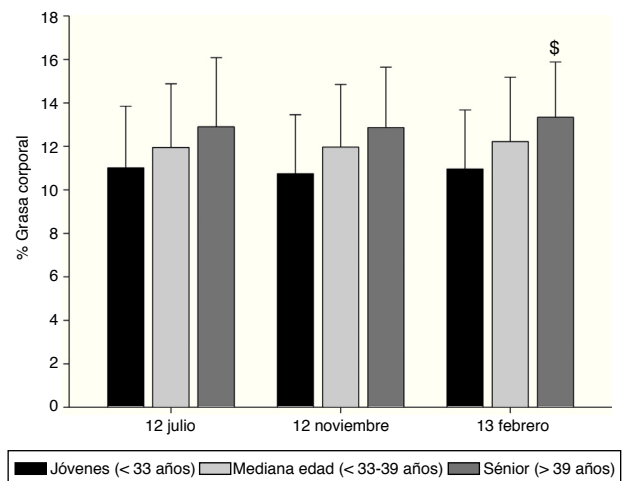
El IMC fue menor en primera división ( $22,3 \pm 1,1\%$ ), en segunda ( $22,4 \pm 1,3\%$ ) y en segunda B ( $22,9 \pm 1,6\%$ ) que en los árbitros asistentes de primera división ( $23,5 \pm 1,5\%$ ) (total  $p < 0,05$ ). El %GC fue menor en los árbitros de primera, segunda y segunda división B, que en los asistentes de primera y segunda (total  $p < 0,05$ ).

Por grupos de edad, se observó un IMC menor en el grupo más joven ( $22,3 \pm 1,3\%$ ) que en el mediano ( $23,0 \pm 1,4\%$ ) y el sénior ( $23,4 \pm 1,6\%$ ; ambos  $p < 0,05$ ). También se encontró un %GC más bajo en el grupo más joven ( $11,0 \pm 2,8$  vs  $12,8 \pm 3,1\%$ ;  $p < 0,05$ ) que en el grupo sénior.

El %GC durante toda la temporada se presenta por función y categoría (fig. 1).

En la primera valoración los árbitros de primera ( $9,9 \pm 2,1\%$ ), de segunda ( $9,8 \pm 3,1\%$ ) y de segunda B ( $11,0 \pm 2,6\%$ ) tuvieron menor %GC que en los árbitros asistentes de primera ( $13,4 \pm 2,8\%$ ) y segunda ( $12,6 \pm 2,8\%$ ) (total  $p > 0,05$ ).

Se halló una disminución del %GC entre la primera y la segunda evaluación y entre la primera y la tercera en la



**Figura 2** Grasa corporal total por grupos de edad.  $^{\$}$  Diferencias entre el 12 de noviembre y el 13 de febrero de  $p = 0,07$ .

segunda categoría de árbitros asistentes (0,6 y 0,7%, respectivamente; ambos  $p < 0,05$ ).

Se encontró un incremento del %GC en los árbitros asistentes de primera categoría y árbitros de segunda B entre las evaluaciones segunda y tercera (0,4 y 0,3%, respectivamente; ambos  $p < 0,05$ ).

Se encontró una disminución en %GC en los árbitros de primera categoría entre las evaluaciones tercera y cuarta (0,8%;  $p < 0,05$ ).

El %GC durante toda la temporada se presenta por grupos de edad (fig. 2).

Se observó una tendencia a aumentar el %GC entre las evaluaciones segunda y tercera en el grupo sénior (0,5%;  $p = 0,07$ ).

## Discusión

El principal hallazgo de este estudio es que el %GC de los árbitros de fútbol de élite sigue siendo bastante similar durante una temporada, analizados por categoría, rol y edad. La tendencia observada en este estudio fue conseguir un pequeño aumento en el %GC durante los 3 primeros controles. A excepción de la segunda división, los asistentes redujeron su %GC durante toda la temporada ( $p < 0,05$ ). Los árbitros asistentes de primera categoría tuvieron mayor %GC a lo largo de toda la temporada en comparación con otros grupos entre las funciones y categorías estudiadas; sin embargo, todos los grupos reportaron valores de %GC saludable, por encima del 8% y por debajo del 14%.

Como era de esperar, los árbitros más jóvenes presentan menor %GC que los otros, y los grupos de todas las edades presentaron un %GC similar en las 3 evaluaciones; solo el grupo sénior mostró una leve tendencia a un aumento del %GC de noviembre de 2012 a febrero de 2013.

Este es el único estudio que aborda un área relativamente inexplorada de la élite del arbitraje de fútbol: la composición corporal medida con AIB a lo largo de una temporada de competición.

El arbitraje se ve afectado por las exigencias físicas del juego de fútbol de élite<sup>2,3</sup>. En este sentido, Weston et al.<sup>9</sup> informaron de una correlación positiva entre los jugadores de fútbol de élite y los árbitros durante el desarrollo del partido. Sin embargo, a pesar de tener exigencias físicas similares a los jugadores, los árbitros son una mediana de 10 a 15 años mayores<sup>10</sup>, y esto es una desventaja importante que hay que tener en cuenta. Por lo tanto, los árbitros de élite tienen que poseer un alto nivel de aptitud física para dirigir un partido.

Es notorio que el juego actual es más rápido de lo que fue hace años<sup>11</sup> y se requieren a los árbitros de élite unos niveles de condición física más elevados que antes para responder a las exigencias físicas. De hecho, se han incorporado las pruebas de campo como parte de los criterios de selección de los árbitros del partido por parte de corporaciones de organismos nacionales e internacionales de arbitraje<sup>3</sup>.

Pietrobelli et al.<sup>12</sup> mostraron que había una buena correlación entre el %GC de todo el cuerpo, medido con 8 electrodos AIB y la absorciometría dual de rayos X ( $r = 0,87$ ,  $p < 0,001$ ).

Por esta razón, AIB es una herramienta adecuada para ser utilizada en la evaluación del %GC en un gran grupo de personas.

A nuestro juicio, solo 2 estudios anteriores han analizado la composición corporal de los árbitros de fútbol de élite: Casajús y Castagna<sup>13</sup>, que reportaron un promedio del %GC de 11,3 utilizando los pliegues cutáneos de acuerdo con la ecuación de Carter<sup>14</sup>, y Casajús et al.<sup>5</sup>, que reportaron un promedio del %GC del 10,8 utilizando AIB. En general, en el estudio de Casajús et al.<sup>5</sup> tuvieron menor %GC los árbitros de todas las categorías (primera, segunda y segunda B) que los árbitros asistentes en ambas categorías (primera y segunda), como se ha observado en el presente estudio. El %GC de los árbitros hallado en este estudio es similar al reportado sobre futbolistas profesionales<sup>15</sup>, pero hay que tener en cuenta que se utilizaron diferentes métodos de evaluación y que los jugadores y los árbitros se encuentran en diferentes momentos de edad.

Se ha demostrado que los árbitros cubren una distancia media de 11,6 km durante un partido de fútbol<sup>16</sup>, mientras que los árbitros asistentes corren una media de 6,5 km<sup>17</sup>, y cabría pensar que los asistentes pueden no precisar unas exigencias físicas tan grandes como los árbitros. Las mejoras en la composición corporal y la condición física pueden ayudar a los árbitros a promocionarse a una categoría superior. Sin embargo, es sorprendente que los asistentes de primera categoría tuvieron un %GC mayor en comparación con los asistentes de segunda; la edad avanzada de los árbitros y asistentes de primera división puede influir en ello.

Otro punto importante de este estudio es que casi todos los grupos tenían su %GC más bajo en la primera evaluación (pretemporada). El deseo de ser seleccionado tal vez pudiera generar un mayor nivel de entrenamiento en la preparación del primer período de medición, puesto que la selección se produce en agosto de cada año. Es importante tener en cuenta también que los árbitros de élite tienen 2 meses de vacaciones durante el verano, y se supone que utilizan este tiempo para entrenar específicamente para la evaluación de la pretemporada. Sin embargo, durante la temporada diferentes aspectos, tales como la importancia de la competición, los viajes, y en algunos casos la necesidad de dirigir 2 partidos por semana, podrían influir directamente en su composición corporal. Sin embargo, esto no ocurrió en nuestro estudio.

Los cambios en el %GC de los jugadores de fútbol es un tema que ha sido estudiado<sup>15</sup>, pero este es el primer intento realizado con árbitros de fútbol de élite. Aunque no se observaron cambios en %GC en jóvenes jugadores de fútbol de élite<sup>18</sup> en una temporada de fútbol, se observaron importantes variaciones durante la temporada en jugadores profesionales de fútbol (entre el inicio y a mitad de temporada y mitad de temporada y final)<sup>15</sup>. En el presente estudio hay que tener en cuenta el método de evaluación que estamos utilizando y ser muy cautos con la interpretación de los resultados obtenidos. Aunque se han encontrado diferencias significativas entre las distintas fechas de control, el error de la variabilidad y sistemática de AIB es superior a esas diferencias<sup>12,19</sup>, lo que hace que estos cambios no sean prácticamente relevantes desde un punto de vista práctico.

En el estudio mencionado anteriormente de Casajús y Castagna<sup>13</sup> no se encontraron diferencias en el %GC entre los grupos de edad. Sin embargo, en Casajús et al.<sup>5</sup> los árbitros del grupo más joven mostraron menor %GC que los de los grupos medio y sénior (10,2 vs. 11,4 y 12%, respectivamente). En la misma línea, el grupo más joven del presente estudio mostró menor %GC que el de los grupos medio y sénior en la mayor parte de la temporada. Este hecho podría explicarse, al menos en parte, por el efecto del envejecimiento en la composición corporal<sup>20</sup>: un aumento de la masa grasa y una disminución de la masa muscular<sup>21,22</sup> que acompaña el proceso de envejecimiento. Por otro lado, la experiencia se considera como un prerrequisito fundamental para dirigir partidos a nivel de élite y los árbitros de fútbol de élite suelen alcanzar su «edad de oro» a nivel profesional a los 40 años<sup>23</sup>. Como se indicó anteriormente, la edad influye en la composición corporal; por lo tanto, es preciso que los organismos de arbitraje internacional tengan en cuenta los cambios en la composición corporal cuando realicen pruebas de aptitud física. Si la «edad de oro»

para arbitrar, en cuanto a la experiencia, son los 40 años, hay que implementar estrategias para asegurar que los árbitros alcancen esa edad con una composición corporal en forma. El test fitness de la FIFA<sup>2</sup> requiere un equipamiento y una implementación poco especializados, y se puede realizar en todo el mundo, con protocolos que permiten a un gran número de árbitros y árbitros asistentes efectuar las pruebas simultáneamente. Como se explicó anteriormente, AIB requiere poco tiempo para su ejecución, sin una inversión sustancial, por lo que podría ser una herramienta de seguimiento útil e incluirse dentro de las pruebas de aptitud de la FIFA y la UEFA y ser utilizado como otro criterio para la selección de futuros árbitros.

Este estudio no está exento de algunas limitaciones. La elección de una ecuación AIB que no está adaptada a las poblaciones estudiadas sigue siendo un factor limitante de AIB. Otra limitación es que la magnitud de los errores de medición referentes a las mediciones AIB ha sido reportada previamente<sup>19,24</sup>, y son típicamente mayores que los cambios de la grasa corporal observados en este estudio. Sin embargo, los principales puntos fuertes de este estudio son la inclusión de todos los árbitros y asistentes que están dirigiendo una de las ligas más importantes del mundo, acompañado de un diseño consistente y normalizado de evaluación.

En conclusión, los resultados de este estudio mostraron que el %GC en los árbitros de fútbol de élite se mantiene estable durante la temporada analizada por categoría, rol y edad. Todos los grupos en este estudio reportaron valores saludables del %GC entre el 8 y el 14%, lo que podría estar directamente relacionado con los altos estándares de aptitud requeridos cuando se arbitra. Además, los árbitros asistentes y los árbitros mayores presentaron valores más altos que los árbitros principales y los árbitros más jóvenes, respectivamente, en toda la temporada competitiva. Supervisar los cambios del %GC en los árbitros de fútbol de alto nivel a lo largo de una temporada puede ser una cuestión interesante para ser abordada en las pruebas de aptitud física realizadas por organismos nacionales e internacionales de arbitraje.

## Agradecimientos

Los autores desean dar las gracias a todos los árbitros y árbitros asistentes que participaron en el estudio por su comprensión. Un agradecimiento especial a la Real Federación Española de Fútbol por su apoyo. Los autores también muestran su agradecimiento a J. Rhys Jones, de la Universidad de Aberystwyth, por su trabajo de revisión de estilo y gramática ingleses. AML recibió una beca AP2012-2854 del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes de España.

## Bibliografía

- Johnston L, McNaughton L. The physiological requirements of Soccer refereeing. *Aust J Sci Med Sport*. 1994;26(3-4):67-72.
- Weston M, Castagna C, Impellizzeri FM, Bizzini M, Williams AM, Gregson W. Science, medicine applied to soccer refereeing: an update. *Sports Med*. 2012;42:615-31.
- Castagna C, Abt G, d'Ottavio S. Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Med*. 2007;37:625-46.
- Wang CY, Haskell WL, Farrell SW, Lamonte MJ, Blair SN, Curtin LR, et al. Cardiorespiratory fitness levels among US adults 20-49 years of age: Findings from the 1999-2004 National Health and Nutrition Examination Survey. *Am J Epidemiol*. 2010;171:426-35.
- Casajús JA, Matute-Llorente A, Herrero H, González-Agüero A. Body composition in Spanish soccer referees. *Meas Control*. 2014;47:178-84.
- Grigoryan S. Concept of optimal body composition of professional football players. *Georgian Med News*. 2011;198:23-8.
- Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference, Statement. *Am J Clin Nutr*. 1996;64 3 (Suppl.):524S-32S.
- Castagna C, Abt G, d'Ottavio S, Weston M. Age-related effects on fitness performance in elite-level soccer referees. *J Strength Cond Res*. 2005;19:785-90.
- Weston M, Castagna C, Impellizzeri FM, Rampinini E, Abt G. Analysis of physical match performance in English Premier League soccer referees with particular reference to first half and player work rates. *J Sci Med Sport*. 2007;10:390-7.
- Weston M, Castagna C, Impellizzeri FM, Rampinini E, Breivik S. Ageing and physical match performance in English Premier League soccer referees. *J Sci Med Sport*. 2010;13:96-100.
- Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: An update. *Sports Med*. 2005;35:501-36.
- Pietrobelli A, Rubiano F, St-Onge MP, Heymsfield SB. New bioimpedance analysis system: improved phenotyping with whole-body analysis. *Eur J Clin Nutr*. 2004;58:1479-84.
- Casajús JA, Castagna C. Aerobic fitness and field test performance in elite Spanish soccer referees of different ages. *J Sci Med Sport*. 2007;10:382-9.
- Carter JEL. Physical structure of Olympic athletes. Part I. The Montreal Olympic games. Anthropological project. *Br J Sports Med*. 1982;16:267.
- Carling C, Orhant E. Variation in body composition in professional soccer players: interseasonal and intraseasonal changes and the effects of exposure time and player position. *J Strength Cond Res*. 2010;24:1332-9.
- Weston M, Drust B, Atkinson G, Gregson W. Variability of soccer referees' match performances. *Int J Sports Med*. 2011;32:190-4.
- Di Salvo V, Carmont MR, Maffulli N. Football officials activities during matches: A comparison of activity of referees and linesmen in European, Premiership and Championship matches. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2012;1:106-11.
- Hammami MA, Ben Abderrahmane A, Nebigh A, et al. Effects of a soccer season on anthropometric characteristics and physical fitness in elite young soccer players. *J Sports Sci*. 2013;31:589-96.
- Kyle UG, Bosaeus I, de Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis – Part I: Review of principles and methods. *Clin Nutr*. 2004;23:1226-43.
- Zamboni M, Mazzali G, Zoico E, et al. Health consequences of obesity in the elderly: A review of four unresolved questions. *Int J Obes (Lond)*. 2005;29:1011-29.
- Forbes GB. Longitudinal changes in adult fat-free mass: influence of body weight. *Am J Clin Nutr*. 1999;70:1025-31.
- Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, Evans WJ, Singh MA. Longitudinal changes in body composition in older men and women: Role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr*. 2002;76:473-81.
- Helsen W, Bultynck JB. Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *J Sports Sci*. 2004;22:179-89.
- Kyle UG, Bosaeus I, de Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis – Part II: Utilization in clinical practice. *Clin Nutr*. 2004;23:1430-53.