

apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



TREBALL ORIGINAL

Greix corporal en els àrbitres i àrbitres assistents espanyols de futbol d'elit: estudi de seguiment durant un any

José Antonio Casajús^{a,b,*}, Ángel Matute-Llorente^{b,c}, Helena Herrero^a, Germán Vicente-Rodríguez^{b,c}, Alejandro González-Agüero^d

^a Serveis Mèdics, Real Federación Española de Fútbol, Madrid, Espanya

^b GENUD (Growth, Exercise, NUtrition and Development) Grupo de Investigación, Universidad de Zaragoza, Saragossa, Espanya

^c Facultad de Ciencias de la Salud y el Deporte, Departamento de Fisiología y Enfermería, Universidad de Zaragoza, Osca, Espanya

^d Aberystwyth University, Ceredigion, Wales, Regne Unit

Rebut el 27 de març de 2015; acceptat el 15 de juny de 2015

PARAULES CLAU

Adipositat;
Greix corporal;
Impedància elèctrica;
Futbol i arbitratge de futbol

Resum

Introducció: La literatura actual relativa a la composició corporal dels àrbitres de futbol d'elit és escassa i pràcticament inexistent. Per aquest motiu, l'objectiu d'aquest estudi fou avaluar i fer un seguiment del percentatge de greix corporal (%GC) dels àrbitres de futbol d'elit espanyols, i dels àrbitres auxiliars, durant tota una temporada.

Material i mètodes: Participaren a l'estudi 228 àrbitres i àrbitres assistents (mitjana d'edat $32,5 \pm 5,1$), que arbitren a la primera divisió d'Espanya (*La Liga*), la segona divisió i la segona divisió B. S'utilitzà un analitzador d'impedància bioelèctrica (TANITA BC 418-MA) per avaluar el %GC. Durant la sessió s'acompliren 4 mesuraments als àrbitres de primera divisió, i 3 als de la resta de grups.

Resultats: Feta l'anàlisi per categoria i funció, els assistents de primera divisió reflectiren un %GC major a totes les valoracions ($p < 0,05$). Pel que fa al %GC, s'observaren petites variacions (del voltant de l'1%) dins els grups al llarg de la temporada de competició.

Conclusió: El %GC del àrbitres espanyols d'elit roman constant, després d'haver analitzat la categoria, funció i edat, al llarg de la temporada de competició. Quant a greix corporal, tots els grups inclosos a l'estudi reportaren uns valors saludables, compresos entre el 8 i el 14%, cosa que podria contribuir directament a aconseguir els alts estàndards requerits per arbitrar, i a millorar el nivell d'arbitratge de les lligues espanyoles.

© 2015 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicat per Elsevier España, S.L.U. Tots els drets reservats.

* Autor per a correspondència.

Correu electrònic: 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 ± 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.

Introducció

S'han dut a terme recerques importants sobre els àrbitres de futbol des de la primera publicació el 1994¹ fins a la darrera revisió publicada el 2012². Els aspectes fisiològics de l'arbitratge del futbol, com el consum màxim d'oxigen o els nivells de lactat a la sang, han estat àmpliament revisats³. De fet, una revisió descriptiva sobre la ciència i la medicina aplicada a l'arbitratge del futbol se centrà en aquests aspectes². Tanmateix, tot i el paper crucial dels àrbitres en un partit de futbol, gairebé cap recerca ha tingut per objectiu avaluar-ne la composició corporal, la qual cosa pot afectar-los el rendiment.

En aquest sentit, un excés de greix corporal representa una càrrega inerta, associada a un augment de la despesa metabòlica i també estretament associada a l'aptitud física en adults⁴. Per tant, l'avaluació dels nivells de greix corporal dels àrbitres d'elit és un aspecte important per aconseguir l'alt nivell requerit per arbitrar. És especialment rellevant en els anys en què té lloc la Copa Mundial o el Campionat Europeu de Futbol i el calendari esdevé més curt que els altres anys.

Fins ara, només s'ha publicat un article de recerca centrat en la composició corporal dels àrbitres de futbol i demostrà que, a la pretemporada, els àrbitres de primera i segona divisió B tenien un percentatge total de greix corporal (%GC) més baix que els àrbitres assistents de primera i segona divisió (9,6 i 9,8% vs. 12,8 i 12,0%)⁵. No ens consta que cap estudi hagi valorat el %GC durant una temporada de competició sencera amb una gran mostra d'àrbitres de futbol masculí d'elit i auxiliars de diferents categories i grups d'edat. La composició corporal és un dels factors més importants que contribueixen al rendiment òptim de l'exercici si considerem que pot afectar la força, l'agilitat i l'aspecte de l'esportista⁶. Per aquesta raó, els canvis de la

composició corporal poden afectar el rendiment dels àrbitres. Tanmateix, la valoració del %GC pot resultar fàcil durant la temporada, per exemple, l'anàlisi d'impedància bioelèctrica (AIB) és un mètode senzill, ràpid i barat per avaluar els canvis de composició corporal de grans grups de persones⁷.

Per tant, l'objectiu d'aquest estudi fou avaluar i fer el seguiment dels canvis del %GC dels àrbitres de futbol d'elit i assistents que van dirigir els tornejos professionals espanyols durant la temporada 2012-2013. Aquesta informació pot ser útil com a referència del %GC dels àrbitres de futbol a través d'una temporada. La hipòtesi és que el %GC dels àrbitres de futbol assistents es manté sense canvis durant tota la temporada.

Material i mètodes

Aquest estudi longitudinal fou realitzat d'acord amb les directrius ètiques de la Declaració d'Hèlsinki de 1975 (revisades a Fortaleza, 2013).

Participaren a l'estudi un total de 20 àrbitres de primera divisió, 22 de segona, 120 de segona B i 40 àrbitres auxiliars de primera divisió i 44 de segona. Tots els àrbitres i auxiliars eren de raça caucàsica i estaven aparentment sans. Havien participat en un programa d'entrenament físic implementat per la Real Federació Espanyola de Fútbol (RFEF).

Alguns dels participants estigueren absents en alguna avaluació per raons diverses, com ara per lesions o per dirigir partits internacionals. S'incloueren a l'anàlisi estadística un total de 152 àrbitres (16 àrbitres de primera divisió, 21 de segona i 115 de segona B) i 76 àrbitres auxiliars (34 àrbitres assistents de primera divisió i 42 àrbitres assistents de segona). Les avaluacions foren realitzades durant la temporada 2012-2013, com a part de l'avaluació que el Co-

mité Técnico de Árbitros (CTA) va dur a terme en nom de l'RFEF. El mateix metge especialista en Medicina de l'esport (Expert Nivell 3, ISAK) realitzà les valoracions del àrbitres i auxiliars en 4 dates concretes de la temporada de primera divisió: juliol de 2012, novembre de 2012, febrer de 2013 i abril de 2013. La resta d'àrbitres i àrbitres auxiliars (divisions segona i segona B) només participaren a les 3 primeres avaluacions. Aquests dates concretes són moments clau per valorar i supervisar la salut i la composició corporal dels àrbitres i àrbitres auxiliars durant la temporada competitiva. Seguint els criteris establerts per les organitzacions *Union des Associations Européennes de Football* (UEFA) i *Fédération Internationale de Football Association* (FIFA), el CTA avalua el rendiment físic de cada àrbitre i àrbitre auxiliar amb diferents proves i n'avalua la capacitat aeròbica, agilitat i velocitat. No es permet l'arbitratge als àrbitres que no aconseguen el nivell mínim requerit.

Es mesurà l'alçada dels participants, descalços i amb el mínim de roba, amb un estadiòmetre d'una precisió de 0,1 cm (SECA 225, SECA, Hamburg, Alemanya). Per mesurar el pes i l'estimació del %GC s'utilitzà un analitzador portàtil BIA TANITA BC 418-MA (Tanita Corp., Tokio, Japó) d'una capacitat màxima de 200 kg i 0,1 kg de precisió. Abans de la prova, tots els participants foren informats per tal de seguir les directrius del pretest AIB (no beure alcohol o fer exercici vigorós un mínim de 12 h abans de les proves, ni menjar i beure com a mínim 3 h abans, no fer excessos de menjar i beure el dia anterior a la prova i orinar immediatament abans de prendre les mesures), i es prengueren les mesures després de la primera micció del matí (entre 8 i 9). Totes les mesures van ser preses per un metge especialista en Medicina de l'esport. Els participants duïen roba interior i el dispositiu AIB proporcionà les mesures d'impedància i estimació del %GC (precisió 0,1%), massa grassa i massa magra (precisió 0,1 kg). Les mateixes condicions estàndard (temperatura de l'ambient, lloc, dispositiu) es mantingueren a tots els participants en cada amidament i en cada data concreta.

Per valorar les variacions de l'edat relacionada amb el %GC durant la temporada, seguint la classificació proposada per Castagna et al.⁸ la mostra es dividí en 3 categories per edats: menors de 33 anys (grup més jove), entre 33 i 38 anys (grup mitjà) i majors de 38 anys (grup sènior). Les dades es presenten com a mitjana i desviació estàndard, si no es diu el contrari. Els resultats de la prova de Kolmogorov-Smirnov mostraren distribució normal en totes les variables. S'utilitzà l'anàlisi de variància (ANOVA) d'una via amb el test *post hoc* GT2 de Hochberg per determinar les diferències entre categoria i funció, així com entre els grups d'edat en el %GC. Es realitzà un ANOVA per a mesures repetides amb el test *post hoc* de Bonferroni per el %GC per avaluar les possibles variacions dins la temporada en cada grup per categoria, funció i per grup d'edat. Es fixà el nivell de significació en 5% ($p < 0,05$). Per a l'anàlisi de les dades estadístiques s'utilitzà el paquet estadístic de Ciències Socials (SPSS) versió 19.0 de Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

Resultats

La taula 1 presenta les característiques descriptives de la mostra dividides per categoria i funció i per grup d'edat.

Taula 1 Característiques antropomètriques de tots els grups (n = 228); categories per grups i edat

Variables	Total (n = 228)	Categoria i funció dels grups					Edat dels grups		
		Àrbitres de 1a (n = 16)	Àrbitres de 2a (n = 21)	Assistents de 1a (n = 34)	Assistents de 2a (n = 42)	Àrbitres de 2a B (n = 115)	J (< 33 anys) (n = 130)	M (33-39 anys) (n = 71)	S (> 39 anys) (n = 27)
Edat (anys)	32,5 ± 5,1	38,2 ± 4,5	31,7 ^A ± 4,0	37,2 ^{B,C,D} ± 3,9	33,1 ^{A,C} ± 5,4	30,2 ^A ± 3,9	28,8 ± 2,7	35,9 ^{A,M} ± 1,7	41,5 ^{I,M} ± 1,9
Pes (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	72,1 ± 5,9	73,0 ± 6,9	74,9 ± 6,7
Alçada (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	179,6 ± 6,1	177,8 ± 6,2	178,6 ± 5,9
IMC (kg/m ²)	22,6 ± 1,4	22,3 ± 1,1	22,4 ± 1,3	23,5 ^{A,B,C} ± 1,5	22,9 ± 1,6	22,4 ± 1,3	22,3 ± 1,3	23,0 ^I ± 1,4	23,4 ^I ± 1,6
Greix (%)	11,5 ± 2,9	9,9 ± 2,1	9,8 ± 3,1	13,4 ^{A,B,C} ± 2,8	12,6 ^{A,B,C} ± 2,8	11,0 ± 2,6	11,0 ± 2,8	11,9 ± 2,9	12,8 ^I ± 3,1

IMC: índex de massa corporal; J: grup de joves; M: grup d'edat mitjana; S: grup sènior.

^A Significativament diferent dels àrbitres de 1a $p < 0,05$.

^B Significativament diferent dels àrbitres de 2a $p < 0,05$.

^C Significativament diferent dels àrbitres de 2a B $p < 0,05$.

^D Significativament diferent dels àrbitres assistents de 2a B $p < 0,05$.

^I Significativament diferent del grup més jove $p < 0,05$.

^M Significativament diferent del grup d'edat mitjana $p < 0,05$.

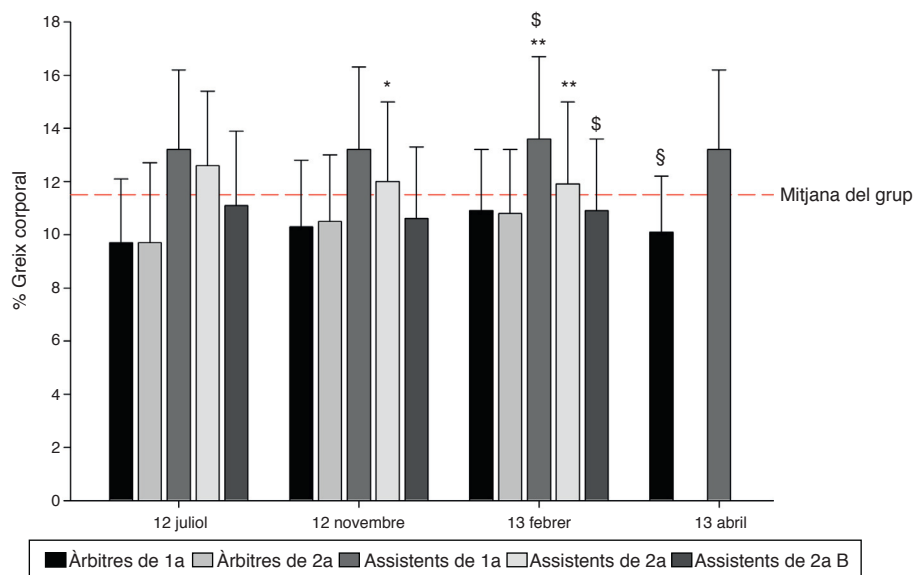


Figura 1 Greix corporal total durant una temporada per divisió i funció. * Diferència entre el 12 de juliol i el 12 de novembre, $p < 0,05$; ** diferència entre el 12 de juliol i el 13 de febrer, $p < 0,05$; § diferència entre el 12 de novembre i el 13 de febrer $p < 0,05$; § diferència entre el 13 de febrer y el 13 d'abril, $p < 0,05$.

Per categoria i funció, els àrbitres de primera divisió foren els més grans ($38,2 \pm 4,5$ a) i els de segona B els més joves ($30,2 \pm 3,9$ a) (total $p < 0,05$).

L'IMC fou més baixa a primera divisió ($22,3 \pm 1,1\%$), segona ($22,4 \pm 1,3\%$) i segona B ($22,9 \pm 1,6\%$) que en els àrbitres auxiliars de primera divisió ($23,5 \pm 1,5\%$) (total $p < 0,05$). El %GC fou menor en els àrbitres de primera, segona i segona divisió B, que en els auxiliars de primera i segona (total $p < 0,05$).

Per grups d'edat s'observà un IMC menor en el grup més jove ($22,3 \pm 1,3\%$) que en el mitjà ($23,0 \pm 1,4\%$) i el sènior ($23,4 \pm 1,6\%$, ambdós $p < 0,05$). També es trobà un %GC més baix en el grup més jove ($11,0 \pm 2,8$ vs $12,8 \pm 3,1\%$, $p < 0,05$) que en el grup sènior.

El %GC durant tota la temporada es presenta per funció i categoria (fig. 1).

A la primera valoració els àrbitres de primera ($9,9 \pm 2,1\%$), de segona ($9,8 \pm 3,1\%$) i de segona B ($11,0 \pm 2,6\%$) tingueren menor %GC que els àrbitres auxiliars de primera ($13,4 \pm 2,8\%$) i segona ($12,6 \pm 2,8\%$) (total $p > 0,05$).

Es trobà una disminució del %GC entre la primera i la segona avaluació i entre la primera i la tercera a la segona categoria d'àrbitres auxiliars (0,6 i 0,7%, respectivament, i ambdós $p < 0,05$).

Es trobà un increment del %GC en els àrbitres auxiliars de primera categoria i àrbitres de segona B entre les avaluacions segona i tercera (0,4 i 0,3%, respectivament, ambdós $p < 0,05$).

Es trobà una disminució del %GC en els àrbitres de primera categoria entre les avaluacions tercera i quarta (0,8%, $p < 0,05$).

El %GC durant tota la temporada es presenta per grups d'edat (fig. 2).

S'observà una tendència a augmentar el %GC entre les avaluacions segona i tercera en el grup sènior (0,5%, $p = 0,07$).

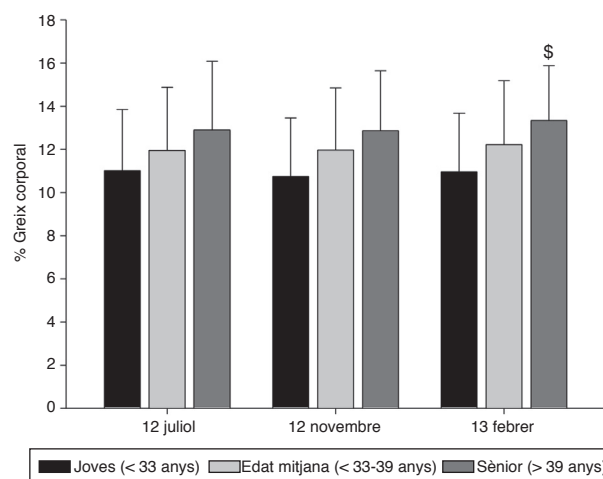


Figura 2 Greix corporal total per grups d'edat. § Diferència entre el 12 de novembre i el 13 de febrer, $p = 0,07$.

Discussió

La principal troballa d'aquest estudi és que el %GC dels àrbitres de futbol d'elit continua essent força similar durant la temporada, analitzats per categoria, rol i edat. La tendència observada en aquest estudi fou aconseguir un petit augment del %GC durant els 3 primers controls. Llevat de la segona divisió, els auxiliars reduïren el %GC durant tota la temporada ($p < 0,05$). Els àrbitres auxiliars de primera categoria tingueren un %GC major al llarg de tota la temporada en comparació amb altres grups entre les funcions i categories estudiades, tanmateix tots els grups reportaren valors de %GC saludable, per damunt del 8% i per sota del 14%.

Com era d'esperar, els àrbitres més joves presenten un %GC menor que els altres, i els grups de totes les edats presentaren un %GC similar a les 3 avaluacions; només el grup sènior mostrà una tendència lleu a augmentar el %GC de novembre de 2012 a febrer de 2013.

Aquest és l'únic estudi que aporta una àrea relativament inexplorada de l'elit de l'arbitratge de futbol: la composició corporal mesurada amb AIB durant una temporada competitiva.

L'arbitratge es veu afectat per les exigències físiques del joc del futbol d'elit^{2,3}. En aquest sentit, Weston et al.⁹ informaren d'una correlació positiva entre els jugadors de futbol d'elit i els àrbitres durant el desenvolupament del partit. Tanmateix, tot i que tenen unes exigències físiques similars a les dels jugadors, els àrbitres són una mitjana de 10 a 15 anys més grans¹⁰, i això és un desavantatge important que cal tenir en compte. Per tant, els àrbitres d'elit han de tenir un nivell alt de condició física per dirigir un partit.

És notori que el joc actual és més ràpid que el de fa uns anys¹¹, i es requereix als àrbitres d'elit un nivell de condició física més elevat que abans per respondre a les exigències físiques. De fet, s'han incorporat proves de camp, com a part dels criteris de selecció dels àrbitres del partit per part de corporacions nacionals i internacionals d'arbitratge³.

Pietrobelli et al.¹² mostraren que hi havia bona correlació entre el %GC de tot el cos mesurat amb 8 elèctrodes AIB i l'absorciometria dual de raigs X ($r = 0,87$, $p < 0,001$).

Per aquesta raó, l'AIB és una eina adequada per ser utilitzada en l'avaluació del %GC en un grup gran de persones.

Segons ens consta, només 2 estudis anteriors han analitzat la composició corporal dels àrbitres de futbol d'elit: Casajús i Castagna¹³, que reportaren una mitjana del %GC d'11,3% emprant els plecs cutanis, d'acord amb l'equació de Carter¹⁴; i Casajús et al.⁵, que reportaren una mitjana del %GC de 10,8% utilitzant AIB. En general, a l'estudi de Casajús et al.⁵ els àrbitres de totes les categories (primera, segona i segona B) tingueren un %GC menor que els àrbitres auxiliars d'ambdues categories (primera i segona), tal com s'ha dit en aquest estudi. El %GC dels àrbitres trobat en aquest estudi preliminar és similar al reportat sobre futbolistes professionals¹⁵, però cal tenir en compte que es van utilitzar diferents mètodes d'avaluació per valorar-los i que els jugadors i els àrbitres es troben en diferents moments d'edat.

Ha estat demostrat que els àrbitres recorren una distància mitjana d'11,6 km durant un partit de futbol¹⁶, mentre que els àrbitres auxiliars en recorren una de 6,5 km¹⁷, i es podria pensar que els auxiliars potser no tenen unes exigències físiques tan grans com els àrbitres. Millorar la composició corporal i la condició física pot ajudar els àrbitres a promocionar-se a una categoria superior. Tanmateix, sorprèn que els auxiliars de primera categoria tinguessin un %GC major en comparació amb els auxiliars de segona; l'edat avançada dels àrbitres i auxiliars de primera divisió pot influir-hi.

Un altre punt important d'aquest estudi és que quasi tots els grups tingueren un %GC més baix a la primera avaluació (pretemporada). El desig de ser seleccionat tal vegada pot produir un nivell d'entrenament superior en la preparació de la primera fase de mesuraments, donat que la selecció

té lloc cada any a l'agost. És important tenir en compte també que els àrbitres d'elit tenen 2 mesos de vacances a l'estiu, i se suposa que utilitzen aquest temps per entrenar-se específicament per a l'avaluació de la pretemporada. No obstant això, durant la temporada diferents aspectes, tals com la importància de la competició, els viatges, i en alguns casos la necessitat de dirigir 2 partits per setmana, podrien influir directament en la seva composició corporal. Tanmateix, això no succeí al nostre estudi.

Els canvis del %GC dels jugadors de futbol és un tema que ha estat estudiat¹⁵, però aquest és el primer intent fet amb àrbitres de futbol d'elit. Tot i que no s'observaren canvis del %GC en els jugadors joves de futbol d'elit¹⁸ en una temporada de futbol, s'observaren variacions importants durant la temporada en jugadors professionals de futbol (entre l'inici i a meitat de temporada i a meitat de temporada i al final)¹⁵. En aquest estudi cal tenir en compte el mètode d'avaluació utilitzat i ser molt prudents amb la interpretació dels resultats obtinguts. Tot i que s'han trobat diferències significatives entre les diferents dates dels controls, l'error de la variabilitat i sistemàtica d'AIB és superior a aquestes diferències^{11,19}, cosa que fa que aquests canvis no siguin pràcticament rellevants des d'un punt de vista pràctic.

A l'estudi de Casajús y Castagna¹³ esmentat anteriorment no es trobaren diferències en el %GC entre els grups d'edat. Tanmateix, a Casajús et al.⁵ els àrbitres del grup més jove mostraren menor %GC que els grups mitjà i sènior (10,2 vs. 11,4 y 12%, respectivament). En la mateixa línia, el grup més jove d'aquest estudi mostrà un %GC menor que el dels grups mitjà i sènior a la major part de la temporada. Aquest fet podria explicar-se, si més no en part, per l'efecte d'envelliment de la composició corporal²⁰: l'augment de la massa grassa i disminució de la massa muscular^{21,22} que acompanya el procés d'envelliment. D'altra banda, l'experiència es considera un prerrequisit fonamental per dirigir partits de nivell d'elit i els àrbitres d'elit solen assolir l'«edat d'or» a nivell professional als 40 anys²³. Com s'ha indicat anteriorment, l'edat influeix en la composició corporal; per tant, cal que els organismes d'arbitratge internacional tinguin en compte els canvis de la composició corporal quan fan les proves d'aptitud física. Si l'«edat d'or» per arbitrar, pel que fa a l'experiència, és als 40 anys, cal implementar estratègies per assegurar que els àrbitres arribin a aquesta edat amb una composició corporal en forma. El test de fitnes de la FIFA² requereix un equipament i una implementació poc especialitzats, i es pot fer arreu del món, amb protocols que permeten que un gran nombre d'àrbitres i auxiliars facin les proves simultàniament. Tal com s'ha dit anteriorment, l'AIB requereix poc temps d'execució i no cal una gran inversió, per la qual cosa podria ser una eina de seguiment útil i ser inclosa dins les proves d'aptitud de la FIFA i la UEFA, i podria ser utilitzada com un altre criteri de selecció del futurs àrbitres.

Aquest estudi no està exempt d'algunes limitacions. L'elecció d'una equació AIB que no està adaptada a les poblacions estudiades continua essent un factor limitant d'AIB. Una altra limitació és que ha estat reportat prèviament^{19,24} que la magnitud dels errors de mesurament referents als amidaments AIB són típicament majors que els canvis de grassa corporal observats en aquest estudi. Tan-

mateix, els principals punts forts d'aquest estudi són la inclusió de tots els àrbitres i auxiliars que dirigeixen una de les lligues més importants del món, juntament amb un disseny consistent i normalitzat d'avaluació.

En conclusió, els resultats d'aquest estudi mostraren que el %GC del àrbitres de futbol d'elit es manté estable durant la temporada analitzada per categoria, rol i edat. Tots els grups d'aquest estudi reportaren valors saludables del %GC entre el 8 i el 14%, la qual cosa podria estar directament relacionada amb els alts estàndards d'aptitud física requerits quan s'arbitra. A més, els àrbitres auxiliars i els àrbitres més grans van presentar uns valors més alts que els àrbitres principals i els àrbitres més joves, respectivament, durant tota la temporada competitiva. Supervisar els canvis del %GC en els àrbitres de futbol d'alt nivell al llarg d'una temporada pot ser una qüestió interessant perquè sigui tractada en els tests d'aptitud física, que duen a terme els organismes nacionals i internacionals d'arbitratge.

Agraïments

Els autors agraeixen la comprensió de tots el àrbitres i àrbitres auxiliars que han participat en aquest estudi. Un agraïment especial a la Real Federación la Española de Fútbol pel seu recolzament. Els autors també agraeixen el treball de revisió d'estil i gramàtica anglesa a J. Rhys Jones, de la Universitat d'Aberystwyth. AML rebé una beca AP2012-2854 del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes d'Espanya.

Bibliografia

1. Johnston L, McNaughton L. The physiological requirements of Soccer refereeing. *Aust J Sci Med Sport*. 1994;26(3-4):67-72.
2. 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.
3. Castagna C, Abt G, d'Ottavio S. Physiological aspects of soccer refereeing performance and training. *Sports Med*. 2007;37:625-46.
4. 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.
5. Casajús JA, Matute-Llorente A, Herrero H, González-Agüero A. Body composition in Spanish soccer referees. *Meas Control*. 2014;47:178-84.
6. Grigoryan S. Concept of optimal body composition of professional football players. *Georgian Med News*. 2011;198:23-8.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: An update. *Sports Med*. 2005;35:501-36.
12. 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.
13. 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.
14. Carter JEL. Physical structure of Olympic athletes. Part I. The Montreal Olympic games. Anthropological project. *Br J Sports Med*. 1982;16:267.
15. 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.
16. Weston M, Drust B, Atkinson G, Gregson W. Variability of soccer referees' match performances. *Int J Sports Med*. 2011;32:190-4.
17. Di Salvo V, Carmont MR, Maffulli N. Football officials activities during matches: A comparison of activity of referees and line-men in European, Premiership and Championship matches. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2012;1:106-11.
18. 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.
19. 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.
20. 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.
21. Forbes GB. Longitudinal changes in adult fat-free mass: influence of body weight. *Am J Clin Nutr*. 1999;70:1025-31.
22. 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.
23. Helsen W, Bultynck JB. Physical and perceptual-cognitive demands of top-class refereeing in association football. *J Sports Sci*. 2004;22:179-89.
24. Kyle UG, Bosaeus I, de Lorenzo AD, et al. Bioelectrical impedance analysis — Part II: Utilization in clinical practice. *Clin Nutr*. 2004;23:1430-53.