

RELACIÓN ENTRE LA CAPACIDAD CARDIOVASCULAR Y LA CAPACIDAD DE ESPRINTS REPETIDOS EN ÁRBITROS DE FÚTBOL DE ALTO NIVEL

RELATIONSHIP BETWEEN THE CARDIOVASCULAR CAPACITY AND REPEATED SPRINTS ABILITY IN HIGH-STANDARD SOCCER REFEREES

Rebolé, M.¹, Castillo, D.¹, C, Cámara, J.¹ y Yanci, J.¹

¹ Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Vitoria-Gasteiz, España. mrebole001@ikasle.ehu.eus; daniel.castillo@ehu.es; jesus.camara@ehu.es; javier.yanci@ehu.es

Este proyecto ha sido financiado por el Gobierno Vasco mediante el Programa de Formación de Personal Investigador no doctor del Departamento de Educación, Política Lingüística y Cultura. Asimismo, agradecemos la participación de los árbitros pertenecientes los Comités Navarro y Alavés de Árbitros de Fútbol que han mostrado su interés por este estudio.

Código UNESCO: 2411 Fisiología Humana

Clasificación del Consejo de Europa: 6. Fisiología del ejercicio

Recibido el 11 de septiembre de 2016

Aceptado el 8 de noviembre de 2016

Correspondencia:

D. Daniel Castillo Alvira

Facultad de Educación y Deporte, Universidad del País Vasco, UPV/EHU, Lasarte s/n, 01007 Vitoria-Gasteiz, España
daniel.castillo@ehu.es

RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron por un lado, describir el rendimiento en una prueba de rendimiento cardiovascular realizada en laboratorio y en otra de sprints repetidos (RSA) en árbitros de fútbol de alto nivel, y por otro lado, analizar la asociación entre los resultados obtenidos en ambas pruebas. Doce árbitros de fútbol de alto nivel (Divisiones 1^a, 2^a y 2^a B, 28,8±5,1 años, 73,2±6,6 kg, 1,8±0,1 m 22,82±1,38 kg·m⁻²) participaron en el estudio. Los árbitros obtuvieron un consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}) de 59,50±4,56ml·kg⁻¹·min⁻¹.

El tiempo medio de los esprints repetidos (RSA_{Media}) en 15 y 30 m fue de $2,54 \pm 0,09$ s y $4,43 \pm 0,14$ s, respectivamente, tardando $15,26 \pm 0,53$ s y $26,60 \pm 0,82$ s en completar los seis esprints (RSA_{Total}). Los índices de fatiga en 15 y 30 m fueron de $2,25 \pm 1,05\%$ y $3,33 \pm 1,59\%$ (RSA_{Sdec}) y de $3,45 \pm 2,92\%$ y $6,31 \pm 4,63\%$ (RSA_{Cambio}). Se obtuvieron asociaciones positivas entre distintas variables cardiovasculares y de tiempo en RSA. Por el contrario, el consumo de oxígeno en las intensidades de umbral ventilatorio 1 (VT1) y umbral ventilatorio 2 (VT2) correlacionó negativamente con el índice de fatiga RSA_{Sdec} . Una mayor capacidad cardiovascular en árbitros de fútbol, a pesar de poder producir un efecto negativo sobre el tiempo empleado en el RSA, puede minimizar la fatiga durante los esprints repetidos.

PALABRAS CLAVE: colegiados, asociación, resistencia, aceleración, fatiga.

ABSTRACT

The aims of this study were on the one hand, to describe the performance in a laboratory cardiovascular test and in a repeated sprint ability (RSA) test, and on the other, to analyze the association between the results obtained in both test. Twelve high-standard soccer referees (1st, 2nd y 2nd B Divisions, $28,8 \pm 5,1$ years, $73,2 \pm 6,6$ kg, $1,8 \pm 0,1$ m and $22,82 \pm 1,38$ $kg \cdot m^{-2}$) participated in this study. Soccer referees obtained $59,50 \pm 4,56$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ of maximum oxygen consumption (VO_{2max}). Mean time (RSA_{Media}) spent to perform the repeated sprints in 15 and 30 m distances was $2,54 \pm 0,09$ s and $4,43 \pm 0,14$ s, and total time (RSA_{Total}) was $15,26 \pm 0,53$ s and $26,60 \pm 0,82$ s, respectively. Fatigue indexes (RSA_{Sdec} and RSA_{Cambio}) in 15 and 30 m distances were $2,25 \pm 1,05\%$ and $3,33 \pm 1,59\%$, and $3,45 \pm 2,92\%$ y $6,31 \pm 4,63\%$, respectively. Positive associations were found between cardiovascular variables and RSA time variables. On the other side, oxygen consumption at ventilatory threshold 1 (VT1) and ventilatory threshold 1 (VT2) and fatigue index (RSA_{Sdec}) correlated negatively. Despite a higher cardiovascular capacity in soccer referees may generate a negative effect on the time spent in RSA, it also minimize the fatigue during repeated sprints.

Physical trainers should focus the training of soccer referees on the cardiovascular capacity and they should implement acceleration specific training.

KEY WORDS: match officials, association, resistance, acceleration, fatigue.

INTRODUCCIÓN

Los árbitros de fútbol, para poder controlar la conducta de los jugadores y garantizar la aplicación de las reglas de juego correctamente durante un partido, deben seguir el juego de cerca¹. Así mismo, los árbitros están sometidos a altas demandas físicas y fisiológicas durante los partidos, lo que requiere de un buen estado de condición física¹⁻³. En este sentido, los árbitros recorren una media de 11.059±935 m por partido, a distintas intensidades, siendo la frecuencia cardiaca media (FC_{media}) de 157±4 ppm, lo que corresponde a un 83% de su FC máxima (FC_{max})⁴. Además, los árbitros realizan unos 1200-1300 cambios de ritmo (2), corren a alta intensidad ($>18\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$) durante un 4,1% del tiempo total del partido⁵, y recorren un total de 608±366 m a velocidad de sprint ($>24\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)⁶. Por lo tanto, la actividad de arbitrar combina un esfuerzo de carácter aeróbico y otro anaeróbico, siendo, desde el punto de vista metabólico, una actividad intermitente que implica principalmente el sistema aeróbico pero con múltiples acciones de alta intensidad y corta duración⁶.

Dada la importancia que la capacidad cardiovascular tiene en el arbitraje, esta capacidad ha sido analizada en multitud de estudios, tanto en condiciones de campo⁷⁻¹⁰ como de laboratorio^{5,11}. Concretamente, Casajus y col.¹¹ analizaron el rendimiento cardiovascular mediante una prueba incremental de laboratorio con árbitros de la 1ª y 2ª división de la Liga de Fútbol Profesional (LFP) de España y Castagna y col. (12) con árbitros de la Serie A de Italia. De la misma forma, Krusturp y col. (5) realizaron un test incremental en tapiz rodante en laboratorio con árbitros de la Superliga danesa, para determinar la FC_{max} , el consumo de oxígeno máximo (VO_{2max}) y la relación

entre la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno (FC-VO₂). Sin embargo, la mayoría de los estudios que se han realizado en laboratorio con árbitros de fútbol, describen principalmente los valores máximos alcanzados en pruebas incrementales y son pocos los que analizan estas variables a intensidades submáximas^{11,12}. Conocer los resultados obtenidos por árbitros de fútbol de alto nivel a intensidades de umbral ventilatorio 1 (VT1) y de umbral ventilatorio 2 (VT2) podría resultar interesante para comprender el comportamiento de los parámetros fisiológicos de estos deportistas y poder así planificar de forma adecuada estrategias de entrenamiento en distintas zonas de intensidad.

Además de la capacidad cardiovascular, la capacidad de repetir sprints (RSA), es otra de las cualidades importantes para el arbitraje, ya que en los partidos, los árbitros deben realizar multitud de cambios de ritmo y aceleraciones con breves intervalos de recuperación¹³. Dada su importancia y especificidad, el RSA es una prueba exigida por el Comité Técnico de Árbitros (CTA) y también por organismos internacionales como la Union of European Football Associations (UEFA) y la Fédération Internationale de Football Association (FIFA) dentro de las baterías de test para el control de la condición física de los árbitros. Desde el punto de vista científico, el RSA ha sido ampliamente estudiado en futbolistas¹⁴⁻¹⁶. Sin embargo, los estudios que analizan el RSA en árbitros lo hacen con recuperaciones de 90 segundos¹⁷, y no hemos encontrado estudios que lo hagan con un descanso menor de 30 segundos. Conocer el rendimiento de árbitros de fútbol en el RSA podría aportar datos interesantes sobre la tolerancia a la fatiga que se produce al realizar sprints repetidos con periodos cortos de recuperación en este colectivo.

Por otro lado, la asociación entre el rendimiento en pruebas de rendimiento cardiovascular y en el RSA ha sido estudiada en varios deportes de equipo¹⁸⁻²⁰. Estos estudios analizan la relación entre el VO_{2max} y el rendimiento de sprints repetidos obteniendo resultados muy diferentes. Por ejemplo, Jones y col.¹⁸ encontraron correlaciones negativas y moderadas en futbolistas profesionales entre el VO_{2max} obtenido en una prueba de laboratorio

y el rendimiento obtenido en un test RSA de 6 x 40 m. En cambio, Aziz y col.¹⁹, en un estudio con futbolistas jóvenes de élite, no obtuvieron correlaciones significativas entre los resultados de la prueba cardiovascular de laboratorio con el rendimiento en el RSA de 6 x 20 m. En el caso de árbitros de fútbol se desconoce si el rendimiento en RSA podría estar influenciado por variables cardiovasculares. Así mismo, podría resultar interesante conocer si esta asociación es distinta con los valores obtenidos a diferentes intensidades (VT1, VT2 y máximo).

Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron por un lado, describir el rendimiento en una prueba de rendimiento cardiovascular realizada en laboratorio y en una de esprints repetidos en árbitros de fútbol de alto nivel, y por otro lado, analizar la asociación existente entre los resultados obtenidos en ambas pruebas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

Doce árbitros de fútbol de alto nivel ($28,8 \pm 5,1$ años, $73,2 \pm 6,6$ kg, $1,8 \pm 0,1$ m $22,82 \pm 1,38$ kg.m⁻²) que arbitraban en la 1ª división, 2ª división o 2ª división B del fútbol español y pertenecientes al Comité Navarro (CNAF) o al Comité Alavés (CAAF) de árbitros de fútbol participaron en el presente estudio. Los participantes no estaban lesionados, tenían una experiencia superior a 10 años en el arbitraje, entrenaban 3-4 días a la semana y arbitraban partidos oficiales 1-2 veces por semana durante el periodo competitivo. Todos los árbitros firmaron el consentimiento informado antes de realizar esta investigación. La investigación cumplió con los requerimientos establecidos en la Declaración de Helsinki (2013), la Ley Orgánica de Protección de Datos (LOPD) y fue aprobado por el Comité de Ética para la Investigación con Seres Humanos (CEISH) de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU).

Procedimiento

Las pruebas fueron realizadas durante el periodo competitivo, en el mes de abril. Los test se llevaron a cabo en una única sesión y todos los participantes realizaron los dos test en el mismo orden y bajo similares condiciones ambientales. A los participantes se les dieron instrucciones de no entrenar en las 48 horas previas a realizar las pruebas para evitar los efectos de la fatiga en los resultados de los test. Antes de realizar los test, los árbitros realizaron un calentamiento genérico que consistía en 5-7 minutos de carrera continua moderada seguida de ejercicios de movilidad articular y 3-4 aceleraciones progresivas. Tras el calentamiento se realizaron, en este orden, la prueba de esprints repetidos (RSA) y la prueba de rendimiento cardiovascular en laboratorio con una recuperación entre ambas de 10 minutos.

Repeated Sprint Ability (RSA): La prueba de RSA se llevó a cabo según el protocolo establecido por Spencer y col.²¹. Los participantes debían realizar 6 esprints de 30 m a una intensidad máxima, y con 30 segundos de recuperación entre esprints para volver a la posición inicial y realizar el siguiente esprint. Se midió el tiempo que cada árbitro tardó en recorrer en cada esprint las distancias de 15 y 30 metros mediante tres fotocélulas (Microgate® Polifemo Radio Light, Bolzano, Italia) que se situaban en los puntos 0 m, 15 m y 30 m. Las variables utilizadas para el análisis estadístico fueron el mejor registro de los seis esprints (RSA_{Mejor}), el tiempo total o la suma de los seis esprints (RSA_{Total}) y la media de los seis esprints (RSA_{Media}). Por otra parte, también se calcularon dos indicadores de fatiga. El RSA_{Sdec} , mediante la ecuación propuesta por Spencer y col.²²: $RSA_{Sdec} = [RSA_{Total}/(RSA_{Mejor} \times 6) \times 100] - 100$ y el RSA_{Cambio} según a la fórmula propuesta por Pyne y col.²³: $RSA_{Cambio} = [(RSA_{Ultimo} - RSA_{Primero})/(RSA_{Primero})] \times 100$.

Prueba de rendimiento cardiovascular de laboratorio: El test de laboratorio consistió en un test incremental hasta el agotamiento utilizado

anteriormente con árbitros de fútbol¹¹ y se realizó en un tapiz rodante (ERGelek[®] EG2, Vitoria, Spain). La frecuencia cardíaca (FC) se monitorizó cada segundo mediante un pulsómetro Polar (Polar[®] Electro Oy, Kempele, Finlandia). Por otro lado, se registraron durante toda la prueba el intercambio de gases (Medisoft[®] Ergocard, Medisoft Group, Sorinnes, Bélgica) y la velocidad de carrera. Finalmente, para obtener el valor de la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE), los participantes declaraban la dureza de la prueba de esfuerzo mediante la escala 0-10 de percepción del esfuerzo tras superar cada estadio²⁴. Mediante esta prueba se calcularon diferentes zonas de intensidad correspondientes al umbral ventilatorio 1 (VT1), el umbral ventilatorio 2 (VT2)²⁵, y el final de la prueba (Max)¹¹. La prueba debía cumplir al menos dos de las siguientes condiciones¹¹ para considerarla como máxima: meseta en el VO_2 a pesar de un incremento en la intensidad del ejercicio, una FC mayor que el 90% de la estimación del valor máximo respecto a la edad (220-edad) y un RER (Respiratory Exchange Ratio) mayor a 1,15. Las variables de velocidad (Vel.), frecuencia cardíaca (FC), consumo de oxígeno absoluto ($VO_{2\text{absoluto}}$), consumo de oxígeno relativo a la masa corporal ($VO_{2\text{relativo}}$) o relativo al consumo de oxígeno máximo ($\%VO_{2\text{max}}$) y la percepción del esfuerzo (RPE) fueron calculados en cada zona de intensidad (VT1, VT2 y Max).

Análisis estadístico de los datos

Los resultados se presentan como media \pm desviación típica (DT). Todas las variables mostraron una distribución normal según el test de Shapiro-Wilk. Las asociaciones entre las variables del RSA y la prueba de rendimiento cardiovascular se calcularon mediante la correlación de Pearson (r). Para la interpretación de las magnitudes de las correlaciones se utilizó la siguiente escala: menor que 0,1, trivial; de 0,1 a 0,3, baja; de 0,3 a 0,5, moderada; de 0,5 hasta 0,7, alta; 0,7-0,9, muy alta; mayor que 0,9, casi perfecta (26). Además se calculó el límite de confianza (\pm LC) al 90% y las probabilidades de ser ciertas las asociaciones (26). El análisis estadístico se realizó con el programa

Statistical Package for Social Sciences (SPSS Inc, versión 20,0 Chicago, IL, EE.UU.) y el nivel de significación estadística fue establecido en $p < 0,05$.

RESULTADOS

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos de la Vel, FC, VO_2 (tanto en valores absolutos como relativos) y RPE, en cada una de las zonas de intensidad establecidas (VT1, VT2 y Max) en la prueba de rendimiento cardiovascular realizada en laboratorio.

Tabla 1. Resultados en la prueba de rendimiento cardiovascular a las intensidades de umbral ventilatorio 1 (VT1), umbral ventilatorio 2 (VT2) y máximo (Max).

Variable	VT1	VT2	Max
Vel ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	11,40 \pm 0,64	15,68 \pm 0,66	18,48 \pm 1,05
FC (ppm)	153,08 \pm 9,81	175,50 \pm 8,74	187,33 \pm 7,56
$VO_{2\text{absoluto}}$ ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$)	2,96 \pm 0,38	4,05 \pm 0,38	4,40 \pm 0,52
$VO_{2\text{relativo}}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	40,42 \pm 4,08	54,25 \pm 3,55	59,50 \pm 4,56
VO_2 ($\%VO_{2\text{max}}$)	68,07 \pm 6,54	91,35 \pm 4,70	100,00 \pm 0,00
RPE	3,17 \pm 1,11	7,00 \pm 0,85	9,75 \pm 0,40

Vel = Velocidad; FC = Frecuencia cardiaca; VO_2 = Consumo de oxígeno; RPE = Percepción subjetiva del esfuerzo.

En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos tanto en distancia de 15 m como de 30 m en la prueba de esprints repetidos (RSA), tales como el tiempo del registro de las seis repeticiones (RSA_{Mejor}), el tiempo medio (RSA_{Media}) y el tiempo total (RSA_{Total}). Por otro lado, también se muestran los valores de RSA_{Sdec} y del RSA_{Cambio} como indicadores de la fatiga acumulada a lo largo de la prueba de RSA.

Tabla 2. Resultados de la prueba de esprints repetidos (RSA) en las distancias de 15 y 30 m

Variable	RSA _{15m}	RSA _{30m}
RSA _{Mejor} (s)	2,49±0,08	4,29±0,15
RSA _{Media} (s)	2,54±0,09	4,43±0,14
RSA _{Total} (s)	15,26±0,53	26,60±0,82
RSA _{Sdec} (%)	2,25±1,05	3,33±1,59
RSA _{Cambio} (%)	3,45±2,92	6,31±4,63

Sdec = Índice de fatiga

Atendiendo a la asociación entre la velocidad a las distintas intensidades (VT1,VT2 y Max.) de la prueba de rendimiento cardiovascular y el rendimiento en RSA en la distancia de 15 m, se obtuvo una correlación moderada entre la velocidad a VT1 y el RSA_{Mejor} 15 m ($r = 0,61; \pm 0,35$ LC, 96,4/2,8/0,8, “very likely”). En la intensidad de VT2 se encontraron correlaciones moderadas entre la velocidad y el RSA_{Media} 15 m ($r = 0,64; \pm 0,33$ LC, 97,5/2/0,5, “very likely”) o el RSA_{Total} 15 m ($r = 0,64; \pm 0,33$ LC, 97,5/2/0,5, “very likely”). De forma similar, se obtuvo una correlación moderada entre la velocidad máxima en la prueba de rendimiento cardiovascular y el RSA_{Mejor} 15 m ($r = 0,6; \pm 0,35$ LC, 96,2/3/0,9, “very likely”).

Con respecto a la asociación entre los valores de VO₂ y el rendimiento en RSA en la distancia de 30 m, el VO₂relativo en la intensidad de VT2 correlacionó de forma moderada con el RSA_{Media} 30 m ($r = 0,65; \pm 0,32$ LC, 97,9/1,7/0,4, “very likely”), con el RSA_{Total} 30 m ($r = 0,65; \pm 0,32$ LC, 97,9/1,7/0,4, “very likely”) y con el RSA_{Mejor} 30 m ($r = 0,7; \pm 0,29$ LC, 98,9/0,9/0,2, “very likely”). Así mismo, se obtuvo una correlación moderada entre VO₂absoluto y el RSA_{Mejor} 30 m ($r = 0,62; \pm 0,34$ LC, 96,9/2,5/0,7, “very likely”). A intensidad máxima, se encontraron correlaciones altas entre el VO₂max relativo y las variables de RSA_{Media} 30 m ($r = 0,71; \pm 0,28$ LC, 99,1/0,7/0,1, “very likely”), de RSA_{Total} 30 m ($r = 0,71; \pm 0,28$ LC, 99,1/0,7/0,1, “very likely”) y de RSA_{Mejor} 30 m ($r = 0,78; \pm 0,23$ LC, 99,7/0,2/0, “most likely”).

Por último, respecto a las variables de la prueba de rendimiento cardiovascular y el índice de fatiga en el RSA, se obtuvieron correlaciones negativas y moderadas ente el $VO_{2\text{absoluto}}$ o $VO_{2\text{relativo}}$ a intensidad de VT1 y el $RSA_{\text{Sdec 30 m}}$ ($r = -0,61; \pm 0,35$ LC, $0,8/2,7/96,5$, “very likely”) (Figura 1A) y entre el $VO_{2\text{absoluto}}$ a intensidad de VT2 y el $RSA_{\text{Sdec 15 m}}$ ($r = -0,59; \pm 0,36$ LC, $1/3,2/95,8$, “very likely”) (Figura 1B).

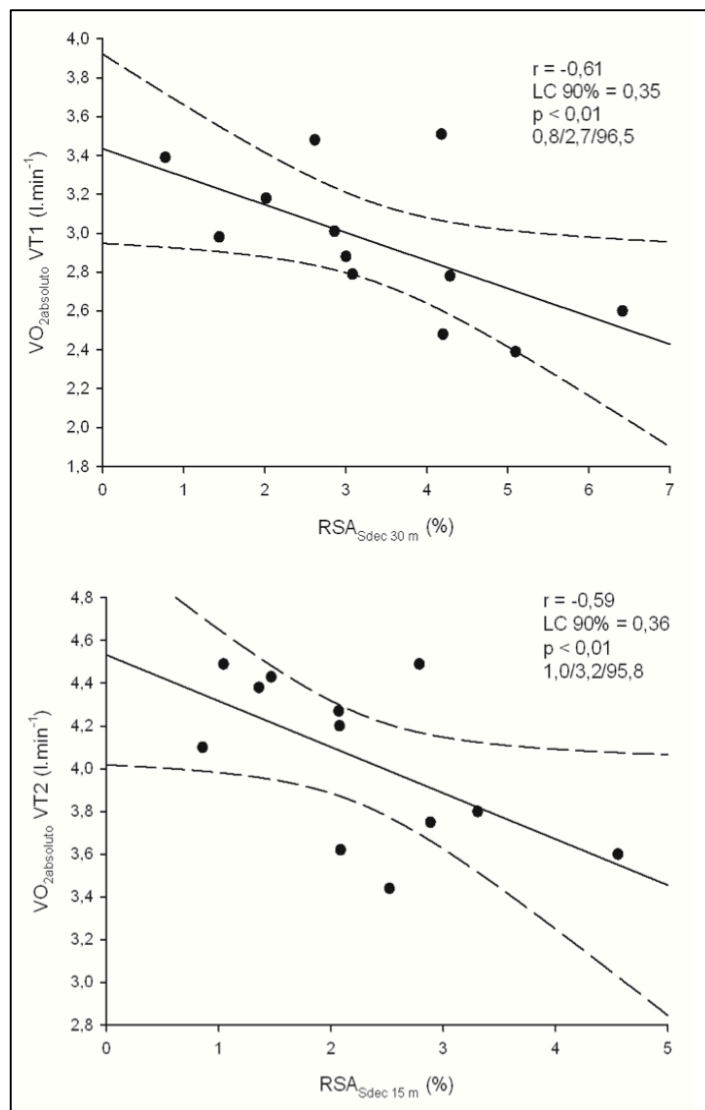


Figura 1. Asociación entre el $VO_{2\text{absoluto}}$ a intensidad VT1 y el $RSA_{\text{Sdec 30 m}}$ (1A) y entre el $VO_{2\text{absoluto}}$ a intensidad VT2 y el $RSA_{\text{Sdec 15 m}}$ (1B).

DISCUSIÓN

Los objetivos de este estudio fueron, por un lado, describir el rendimiento en una prueba cardiovascular realizada en laboratorio y en otra de sprints repetidos en árbitros de fútbol de alto nivel, y por otro lado, analizar la asociación existente entre los resultados obtenidos en ambas pruebas. Los resultados de este estudio muestran una capacidad cardiovascular similar a la obtenida en otros estudios por árbitros de alto nivel de ligas europeas. En cuanto al RSA, los árbitros obtuvieron resultados similares a futbolistas jóvenes

de alto nivel (17-18 años). Con respecto a la relación entre la capacidad cardiovascular y el RSA se obtuvieron asociaciones entre el VT1, VT2 y Max. y los resultados de RSA en variables de tiempo. Por otro lado, las variables cardiovasculares y el índice de fatiga de la prueba de RSA mostraron asociaciones negativas tanto en VT1 como en VT2.

Los árbitros deben tener una buena capacidad cardiovascular para poder afrontar las exigencias del partido², ya que, durante los encuentros deben recorrer una distancia aproximada de 11 km por partido⁴. Por esta razón, muchos estudios han analizado esta capacidad, principalmente en condiciones de laboratorio^{11,12,27}. Los resultados obtenidos en el presente del VO_{2max} ($59,5 \pm 4,56 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) muestran que los árbitros participantes en el mismo obtuvieron valores similares a los árbitros de élite pertenecientes al Comité Técnico de Árbitros (CTA) de la Real Federación Española de Fútbol (RFEF) ($VO_{2max} = 54,9 \pm 3,9 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$)¹¹. Estos resultados se asemejan también a los obtenidos por árbitros italianos de alto nivel (31-35 años)¹² y a los obtenidos por árbitros de la liga de mayor categoría Iraní²⁸ que obtuvieron un VO_{2max} de $52,1 \pm 7,4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ y de $59,9 \pm 7,1 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ respectivamente. Sin embargo, tanto árbitros veteranos (< 35 años)¹², así como los participantes de un estudio llevado a cabo con árbitros turcos de nivel nacional, regional y provincial²⁹, mostraron valores de VO_{2max} inferiores ($42,5 \pm 4,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ y $47,5 \pm 3,5 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, respectivamente). Estas diferencias podrían ser debidas a la influencia de la edad y del nivel competitivo sobre el VO_{2max} , siendo los árbitros más jóvenes y los de mayor nivel competitivo los que presentan una mejor capacidad cardiovascular. Por otro lado, atendiendo a la velocidad de carrera durante el test incremental, tanto al final la prueba como en VT2, los resultados obtenidos en el presente estudio se asemejan a los obtenidos por Casajus y Castagna col.¹¹ (VT2 = $15,7 \pm 0,67 \text{ Km} \cdot \text{h}^{-1}$ vs. $15,1 \pm 1,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ y Velocidad máxima = $18,5 \pm 1,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ vs. $17,9 \pm 0,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$), y son superiores a los valores obtenidos por Castagna y col.¹² (VT2 = $12,8 \pm 1,1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ y Velocidad máxima = $16,5 \pm 1,9 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$). Probablemente la razón de estas diferencias referentes a la velocidad radique en la utilización de distintos protocolos a la

hora de realizar la prueba de rendimiento cardiovascular y/o a la metodología utilizada para estimar los umbrales de intensidad (VT1 o VT2, vs. OBLA u OPLA).

A pesar de la importancia del RSA en el arbitraje, no hemos encontrado estudios que analicen esta capacidad con intervalos de recuperación menores a 30 segundos. Los resultados obtenidos en este estudio son similares en todas las variables si los comparamos con los resultados obtenidos por futbolistas de categoría juvenil. Concretamente, futbolistas sub-18 altamente entrenados³⁰ obtuvieron valores similares a los árbitros de este estudio en RSA_{total} ($26,2 \pm 0,8$ s vs. $26,6 \pm 0,82$ s). De la misma forma, si comparamos los resultados del presente estudios con los obtenidos por futbolistas de categoría juvenil (31) en las variables de RSA_{media} ($4,43 \pm 0,14$ s vs. $4,24 \pm 2,1$ s), RSA_{mejor} ($4,29 \pm 0,15$ s vs $4,16 \pm 0,20$ s) y RSA_{Sdec} ($3,33 \pm 1,59\%$ vs $2,47 \pm 1,84\%$) también se observa que los futbolistas juveniles tienen un rendimiento similar. Posiblemente, el similar rendimiento de los árbitros de fútbol de alto nivel en el RSA en comparación con futbolistas, a pesar de ser de categorías inferiores, pueda ser debido a que las exigencias del juego son parecidas (28). Algunos estudios han expuesto que las demandas físicas y fisiológicas de los árbitros durante un partido están directamente relacionadas con las de los futbolistas y el estilo de juego³²⁻³⁴. Debido a estas similares exigencias en competición, posiblemente tanto jugadores como árbitros entrenen capacidades similares, aspecto que podría ser la razón de obtener valores parecidos en el RSA.

Conocer si existe una asociación entre la capacidad cardiovascular y el RSA podría ser de ayuda para mejorar los procesos de entrenamiento. Sin embargo, se desconoce si en árbitros el rendimiento en RSA puede estar condicionado por las distintas variables de capacidad cardiovascular. En este estudio se obtuvieron asociaciones moderadas y positivas entre las variables de capacidad cardiovascular y las variables de tiempo en el RSA, lo que indica que a mejor capacidad cardiovascular se han obtenido peores resultados en las variables de tiempo en la prueba de RSA. Sin embargo, las correlaciones negativas obtenidas entre las variables de capacidad cardiovascular y el índice

de fatiga en RSA sugieren la influencia de la capacidad cardiovascular para disminuir la fatiga en esta prueba. Por lo tanto, a pesar de que tener una buena capacidad cardiovascular influye negativamente en el rendimiento de las variables de tiempo en RSA (tiempo), los árbitros con mejor capacidad cardiovascular muestran una menor fatiga en la realización de la prueba de esprints repetidos. Se ha observado que la fatiga puede ser un factor limitante del rendimiento en los partidos. De esta forma, aunque no se observaron diferencias en la distancia recorrida por árbitros de fútbol a altas intensidades entre las dos mitades de los partidos^{3,5}, los árbitros durante el segundo tiempo permanecían más tiempo parados y disminuían las distancias recorridas esprintando y en carrera de espaldas¹. Por lo tanto, una buena capacidad cardiovascular podría minimizar los efectos de la fatiga, y en consecuencia, mejorar el rendimiento en el arbitraje durante el partido. Debido a que los árbitros no alcanzan velocidades máximas en partidos oficiales³⁴ pero realizan multitud de acciones de alta intensidad con cortos periodos de recuperación¹³ donde puede producirse una importante fatiga, los entrenadores deberían considerar aplicar programas de entrenamiento para la mejora de la capacidad cardiovascular en árbitros de fútbol con el fin de reducir la fatiga producida entre esprints repetidos. No obstante, no se debe olvidar la importancia de los requerimientos de aceleración para el arbitraje, por lo que se debería complementar este trabajo físico con entrenamientos específicos que busquen una mejora en ambas capacidades.

La principal limitación de este estudio es la baja muestra, ya que se contó únicamente con 12 árbitros de alto nivel para realizar el estudio. Por otro lado, la comparación de los resultados obtenidos en el presente estudio con los determinados en otros estudios resulta complicada debido a las diferencias en los protocolos de medida empleados y a los distintos métodos de determinación de umbrales. Sería conveniente realizar más estudios que analicen el rendimiento en RSA en árbitros de fútbol de distintas categorías y poder así complementar los resultados del presente estudio. Por último, también resultaría interesante en futuras investigaciones, al igual que se ha

hecho en otros deportes de equipo^{19,20}, analizar la asociación de las variables cardiovasculares no solo con el RSA, sino también con otras capacidades físicas como pueden ser la capacidad de salto, la capacidad de aceleración o la capacidad de cambio de dirección.

CONCLUSIONES

El presente estudio muestra que la capacidad cardiovascular de árbitros de fútbol de alto nivel es similar a los resultados obtenidos por otros árbitros de ligas de alto nivel en Europa y mejor que los resultados de árbitros de mayor edad o menor nivel competitivo. Por lo tanto, se debe tener en cuenta la influencia de estos dos factores sobre el rendimiento cardiovascular. Además, se pone de manifiesto que una mayor capacidad cardiovascular, a pesar de poder producir un efecto negativo sobre el tiempo empleado en el RSA, puede minimizar la fatiga durante los sprints repetidos. Por esta razón, los entrenadores deberían considerar incidir en la mejora de la capacidad cardiovascular de los árbitros y complementar estos contenidos con trabajos específicos de aceleración para que esta capacidad no se vea afectada.

REFERENCIAS

1. Mallo J. Análisis del rendimiento físico de los árbitros y árbitros asistentes durante la competición en el fútbol. 2006. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
2. Krustup P, Bangsbo J. Physiological demands of top-class soccer refereeing in relation to physical capacity: effect of intense intermittent exercise training. *J Sports Sci.* 2001;19(11):881–91.
3. Krustup P, Helsen W, Randers MB, Christensen JF, MacDonald C, Rebelo AN, et al. Activity profile and physical demands of football referees and assistant referees in international games. *J Sports Sci.* 2009;27(11):1167–76.
4. Mallo J, García-Aranda JM, Navarro E. Evaluación del rendimiento físico de los árbitros y árbitros asistentes durante la competición en el fútbol. *Arch Med del Deport.* 2007;24(118):91–102.
5. Krustup P, Mohr M, Bangsbo J. Activity profile and physiological demands of top-class soccer assistant refereeing in relation to training status. *J Sports Sci.* 2002;20:861–71.
6. D'Ottavio S, Castagna C. Physiological load imposed on elite soccer referees during actual match play. *J Sports Med Phys Fitness.* 2001;41(1):27–32.
7. Castagna C, Abt G, D'Ottavio S. The relationship between selected blood

- lactate thresholds and match performance in elite soccer referees. *J Strength Cond Res.* 2002;16(4):623–7.
8. Weston M. The impact of specific high-intensity training sessions on football referees' fitness levels. *Am J Sports Med.* 2004;32(1):54–61.
 9. Yanci J. Cambios en la condición física de árbitros de fútbol: un estudio longitudinal. *RICYDE Rev Int ciencias del Deport.* 2014;10(38):336–45.
 10. Yanci J, Reina R, Granados C, Salinero JJ, Los Arcos A. Valoración y relación de las características antropométricas y la condición física en árbitros de fútbol. *Rev Española Educ Física y Deport.* 2014;(406):15–27.
 11. Casajus JA, Castagna C. Aerobic fitness and field test performance in elite Spanish soccer referees of different ages. *J Sci Med Sport.* 2007;10(6):382–9.
 12. 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(4):785–90.
 13. Barbero J., Boullosa D., Nakamura F., Andrín G, Castagna C. Physical and physiological demands of field and assistant soccer referees during america's cup. *J Strength Cond Res.* 2012;26(5):1383–8.
 14. Balsalobre C, Nevado F, Del Campo J, Ganancias P. Repetición de esprints y salto vertical en jugadores jóvenes de baloncesto y fútbol de élite. *Apunt Educ Fis y Deport.* 2015;(120):52–7.
 15. Clemente JV, Muñoz VE, Melus M. Fatigue of the nervous system after performing a test of repeated sprint ability (RSA) in professional soccer players. *Arch Med del Deport.* 2011;28(143):174–80.
 16. Rodríguez A, Sanchez J, Villa JG. Efectos de 2 tipos de entrenamiento intervalico de alta intensidad en la habilidad para realizar esfuerzos maximos (RSA) durante una pretemporada de futbol. *Cult Cienc y Deport.* 2014;9(27):251–9.
 17. Weston M, Castagna C, Helsen W, Impellizzeri F. Relationships among field-test measures and physical match performance in elite-standard soccer referees. *J Sports Sci.* 2009;27(11):1177–84.
 18. Jones RM, Cook CC, Kilduff LP, Milanović Z, James N, Sporiš G, et al. Relationship between repeated sprint ability and aerobic capacity in professional soccer players. *Sci World J.* 2013;2013.
 19. Aziz AR, Mukherjee S, Chia MYH, Teh KC. Relationship between measured maximal oxygen uptake and aerobic endurance performance with running repeated sprint ability in young elite soccer players. *J Sports Med Phys Fitness.* 2007;47(4):401–7.
 20. Barbero-Alvarez JC, Barbero-Alvarez V. Capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. Relationship between the maximal oxigen uptake and repeated sprint ability in futsal players. 2002;1–23.
 21. Spencer M, Pyne D, Santisteban J, Mujika I. Fitness determinants of repeated-sprint ability in highly trained youth football players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011;6(4):497–508.
 22. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med.* 2005;35(12):1025-1044.

23. Pyne DB, Saunders PU, Montgomery PG, Hewitt AJ, Sheehan K. Relationships between repeated sprint testing, speed, and endurance. *J Strength Cond Res.* 2008;22(5):1633-7.
24. Foster C, Florhaug J a, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin L a, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J strength Cond Res.* 2001;15(1):109–15.
25. Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol.* 1986;60(6):2020–7.
26. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(1):3–12.
27. Krustup P, Mohr M, Bangsbo J. Activity profile and physiological demands of top-class soccer assistant refereeing in relation to training status. *J Sports Sci.* 2002;20:861–71.
28. Mazaheri R, Halabchi F, Seif Barghi T, Mansournia MA. Cardiorespiratory fitness and body composition of soccer referees; do these correlate with proper performance? *Asian J Sports Med.* 2016;7(1):1–5.
29. Birinci MC, Yılmaz AK, Erkin A, Sahbaz S, Aydın İ. Determination of relationship between respiratory parameters and aerobic capacity of referees. *Soc Behav Sci.* 2014;152:353–7.
30. Sánchez JS, Familiar CH, Muñoz VM, García AG, Fernández R, González MC. Efecto de un entrenamiento intermitente con y sin cambios de dirección, sobre el rendimiento físico de jóvenes futbolistas. *Retos: nuevas tendencias en educación física deporte y recreación.* 2016;70–5.
31. Weston M, Castagna C, Impellizzeri F, 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;390–7.
32. Weston M, Drust B, Gregson W. Intensities of exercise during match-play in FA Premier League referees and players. *J Sports Sci.* 2011;29:527–32.
33. Weston M, Batterham AM, Castagna C, Portas MD, Barnes C, Harley J, et al. Reduction in physical match performance at the start of the second half in elite soccer. *Int J Sports Physiol Perform.* 2011;174–82.
34. Castillo D, Camara J, Castellano J, Yanci J. Match officials do not attain maximal sprinting speed during matches. *Kinesiol.* 2016;48(2):207-12

Referencias totales citadas:34

Referencias citadas correspondientes a la Rev Ib CC Act Fis Dep: 0