Estudio comparativo de la capacidad de realizar sprints repetidos entre jugadores de balonmano y baloncesto amateurs y profesionales

José María Heredia Jiménez[a,b], Ignacio Jesús Chirosa Ríos[a], José Ángel Roldán Casas[c] y Luis Javier Chirosa Ríos[a]

[a]Universidad de Granada. Departamento de Educación Física y Deportiva. Granada. España.
[b]Universidad de Granada. Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Granada. España.
[c]Universidad de Córdoba. Departamento de Estadística, Econometría, Investigación Operativa y Organización de Empresas. Córdoba. España.

RESUMEN

Introducción y objetivos: Los deportes de equipo requieren jugadores que puedan realizar un número elevado de sprints cortos, intercalados con períodos de recuperación o de intensidad, y a este tipo de esfuerzos se le ha denominado capacidad de realizar sprints repetidos (RSA). Aunque la importancia de estos esfuerzos está constatada en deportes de equipo, la diferencia entre deportistas de distintas disciplinas debe ser estudiada debido a la variabilidad de esfuerzos en los numerosos deportes colectivos. La presente investigación va encaminada a determinar las diferencias y analogías en test RSA entre deportistas amateurs y profesionales de deportes colectivos distintos como son el baloncesto y balonmano.

Método: Se evaluaron 4 equipos, 2 de baloncesto y 2 de balonmano (divididos en amateurs y profesionales). El test RSA realizado fue 8 × 30 m con 25 s de recuperación, en pista con células fotoeléctricas.

Resultados: Los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas en las variables cinéticas entre los diferentes grupos. Sí se encontraron diferencias entre baloncesto profesional y balonmano profesional ($p < 0,05$) en las variables mejor sprint y aceleración 0-10 m. Se observó un descenso en la potencia (entre el 20,51 y el 23,37%) entre el sprint 1 y 8 en los 4 grupos, pero no hubo diferencias entre ellos.

Conclusiones: El tipo de esfuerzos realizados por deportistas de deportes de cooperación y oposición de disciplinas semejantes (como baloncesto y balonmano) es similar en el test RSA, debido a que los esfuerzos realizados en competición se asemejan mucho entre deportes y con los esfuerzos realizados en el protocolo utilizado.

PALABRAS CLAVE: Ejercicio intermitente de alta intensidad. Deportes colectivos. Baloncesto. Balonmano. Test de campo.

ABSTRACT

Introduction and aims: Team sports require players that can carry out a high number of short sprints, interspersed with periods of recovery or periods of low to moderate intensity. This type of exercise, is called Repeated Sprint Ability (RSA). Although the importance of these exercises is constant in team sports, the difference in the test of RSA among athletes of different sports or disciplines should be studied due the variety of physical efforts required in different team sports. In line with this thinking, present investigation's aim is to determine the differences and analogies of RSA tests between amateur and professional athletes of different team sports such as basketball and handball.

Method: Four teams were evaluated, 2 basketball and 2 handball that were divided into amateurs and professionals. The RSA test was carried out by running 8 times 30 m with 25 s of recovery, on tracks with photoelectric cells.

Results: The results obtained do not show significant differences in the kinetic variables among the different groups. Differences between professional basketball and professional handball were found of ($p < 0,05$) in the best sprint and acceleration 0-10 m. A decline in power was observed (between 20,51% and 23,37%) between the 1st and 8th sprint in the 4 groups, but there was not difference among them.

Conclusion: The type of efforts carried out by athletes in cooperation sports and similar disciplines (such as basketball and handball) are similar in the RSA test, due to the efforts carried out in competition resemble a lot between different sports and in the exercise carried out in the protocol utilized. Thus it is appropriate to emphasize that no differences between amateur and professional levels were found.

KEY WORDS: High-intensity intermittent training. Team sport. Basket ball. Handball. Field test.

Recibido el 6 de noviembre de 2008 / Aceptado el 15 de junio de 2009.

Correspondencia: José María Heredia Jiménez (herediaj@ugr.es).

Introducción

Los deportes de equipo, como el hockey, el baloncesto y el balonmano, entre otros, requieren jugadores que puedan realizar un número elevado de sprints cortos, intercalados con períodos de recuperación o períodos de intensidad. Algunos de estos sprints están separados por espacios de tiempo lo suficientemente largos (> 1 min) como para permitir recuperaciones completas o casi completas y, consecuentemente, que el rendimiento en el sprint no se vea mermado[1]. Sin embargo, recientes análisis del juego han mostrado que algunos de estos sprints están separados por cortos períodos de recuperación (< 30 s)[2], y esto hace que la capacidad de sprint se vea afectada de forma negativa[3].

Por lo tanto, la habilidad de producir un ratio de potencia elevada y realizar sprints a alta velocidad es esencial en el rendimiento en deportes colectivos de cooperación-oposición[4] como son el baloncesto y el balonmano. A pesar de la importancia de este tipo de esfuerzos, poco se sabe sobre qué factores limitan el ejercicio intermitente de alta intensidad (EIAI) y cómo se puede mejorar[5,6].

Por lo tanto, uno de los requerimientos en los jugadores de deportes colectivos es la habilidad de desarrollar sprints de corta duración (< 10 s) con cortos períodos de recuperación (< 30 s) de forma repetida, y esto se ha definido como capacidad de realizar sprints repetidos (RSA, *repeated sprint ability*)[7]. El término RSA fue introducido por primera vez por Fitzsimons et al en 1993[8] y hace referencia a la habilidad de reproducir sprints máximos de forma regular[9].

La capacidad de realizar sprints repetidos ha sido el argumento de recientes estudios tanto de laboratorio[1,6,9,10-21] como de campo[3,8,22]. Sin embargo, son escasos los estudios que investigan la capacidad de realizar sprints repetidos en competición en deportes de equipo[23,24] (tabla I).

Esta indeterminación en cuanto a tiempos y recuperaciones en todas las pruebas de RSA viene en parte justificada por la gran variabilidad de esfuerzos que se pueden encontrar en los distintos deportes de equipo, donde el tiempo total de juego y las pausas pueden variar considerablemente (90 min de juego en fútbol, frente a 40 min en fútbol sala), al igual que la distancia o duración de los sprints, la intensidad de éstos y el tiempo de recuperación entre ellos, lo cual hace variar el ratio esfuerzo/descanso entre los diferentes deportes de equipo.

Por lo tanto, el objetivo de nuestro estudio es determinar las diferencias y semejanzas existentes en los resultados obtenidos de un test de RSA (8 × 30 m, con 25 s de recuperación) entre deportistas de deportes colectivos de cooperación-oposición de diferentes disciplinas (baloncesto y balonmano) y de diferentes niveles (amateur y profesionales). Dadas las semejanzas encontradas por otros autores en deportes con esfuerzos más dispares al del presente estudio, nuestra hipótesis de trabajo es que no hay diferencias significativas en cuanto a los niveles de rendimiento en las variables analizadas en el test RSA entre jugadores amateurs y profesionales, ni entre los grupos de baloncesto y de balonmano.

Método

Sujetos

En el presente estudio participaron 30 hombres (peso: 86,4 ± 11,7; talla: 1,88 ± 0,09; edad: 22,6 ± 3,71) de deportes colectivos divididos en 4 grupos:

- Ocho sujetos pertenecientes a la categoría baloncesto profesional (BCp), pertenecientes al club Melilla Baloncesto, que militan en Liga LEB (segunda estatal) (edad [años]: 25,62 ± 3,70; peso [kg]: 90,92 ± 15,71; talla [m]: 1,97 ± 0,09).
- Ocho sujetos pertenecientes a la categoría baloncesto amateur (BCa), pertenecientes al equipo senior de La Zubia (edad [años]: 22,75 ± 3,73; peso [kg]: 78,25 ± 7,88; talla [m]: 1,85 ± 0,05) y que compiten en Liga Nacional (Cuarta estatal).
- Seis sujetos pertenecientes a la categoría balonmano profesional (BMp), pertenecientes al CD Universidad de Granada, que participan en la División de Honor B (segunda estatal) (edad [años]: 20,16 ± 1,72; peso [kg]: 90,1 ± 8,15; talla [m]: 1,90 ± 0,07).
- Ocho sujetos pertenecientes al grupo balonmano amateur (BMa), del CD Universidad de Granada, que compiten en Segunda División (cuarta estatal) (edad [años]: 21,25 ± 3,10; peso [kg]: 87,35 ± 10,48; talla [m]: 1,80 ± 0,06) (tabla II).

Procedimiento y materiales

El protocolo consiste en efectuar un sprint máximo de 30 m entre la salida (A) y la llegada (B) y luego realizar un trote suave de recuperación hasta el inicio en 25 s. Este proceso se repite en 8 ocasiones, y se registra el tiempo en cada una de ellas. Las células fotoeléctricas están situadas a 0, 10, 20 y 30 m (fig. 1).

El sujeto se sitúa a 0,30 m del haz de luz de la primera fotocélula, con un pie adelantado y el tronco en posición vertical. La primera barrera de fotocélulas se coloca a 0,50 m del suelo para evitar que el sujeto la corte con el tronco antes de salir, y

Tabla I Cuadro-resumen de los diferentes estudios de RSA categorizados según lugar, duración y material utilizado

	Test de laboratorio		Test campo	Competición
	Cicloergómetro	**Tapiz con o sin motor**	**Fotocélulas**	
RSA corto (< 2 min)	Balsom et al, 1995 5 × 6 s; 30 s rec. Billaut et al, 2006 10 × 6 s; 30 s rec. Bishop et al, 2001, 2003, 2006 Bishop y Spencer, 2004 Bishop y Edge, 2005, 2006 5 × 6 s; 30 s rec. Dawson et al, 1995, 1997 6 × 6 s; 30 s rec. Edge et al, 2005, 2006 5 × 6 s; 30 s rec. Giacomoni et al, 2006 10 × 6 s; 30 s rec. Middleton y Wenger, 2006 10 × 6 s; 30 s rec. Racinais et al, 2005 5 × 6 s; 24 s rec. Signorile et al, 1993 8 × 6 s; 30 s rec.	Gaitanos et al, 1991, 1993 10 × 6 s; 30 s rec. Ratel et al, 2006 10 × 10 s; 15 s de rec. o 180 s de rec. pasiva	Aziz et al, 2000 8 × 40 m; 30 s rec. Balsom et al, 1992a 15 × 40 m; con rec. de 30 s o 60 s o 120 s Balsom et al, 1992b 40 × 15 m o 20 × 30 m o 15 × 40 m; 30 s rec. Barbero et al, 2005a, 2005b 8 × 30 ; 25 s rec. Dawson et al, 1998 6 × 40 m ; 24 s Glaister et al, 2006 15 × 30 m ; 35 s rec. Spencer et al, 2006 6 × 30 m; 25 s rec. Wadley y Le Rossignol, 1998 12 × 20 m; 20 s rec.	Spencer et al, 2004 Spencer et al, 2005
RSA prolongado (>40 min)	Bishop y Claudius, 2005 2 × 36 min (4 s; 100 s rec. activa y 20 s rec.) Drust et al, 2005 40 min (15 s; 15 s rec.) + 5 × 15 s Duffield et al, 2003 80 min total (4 × 15 min) 5 s; 55 s rec. Preen et al, 2001, 2002 80 min total (6 s; de 24 a 84 s rec.) Schneiker et al, 2006 2 × 36 min (18 × 4 s; 2 min rec. activa)	Drust et al, 2000 90 min (2 × 45 min; 15 min rec.)	Psotta et al, 2005 2 × 20 min	
Otros	Balsom et al, 1999 6 s; 30 s rec. En 2 pruebas: a) <10 min y b) >30 min	Gregson et al, 2005 30 s 90% del VO_2 máx; 30 s rec. hasta la extenuación		

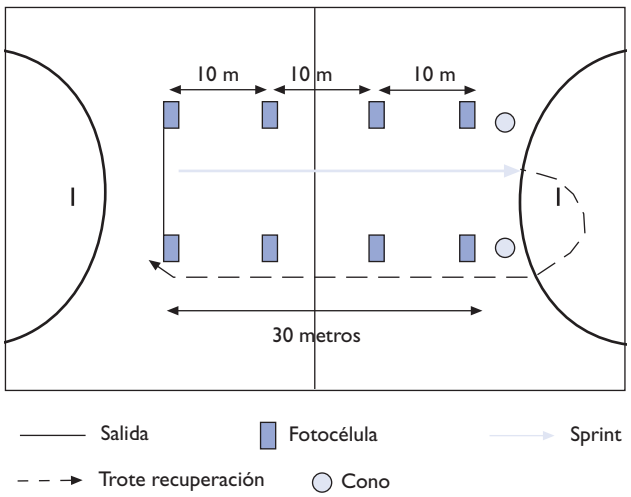
rec.: recuperación.

las demás barreras se sitúan a 1,60 m. El cronómetro que controla las fotocélulas se pone en marcha cuando el sujeto corta la barrera inicial y se para cuando éste atraviesa la última barrera de células fotoeléctricas. Para evitar que los sujetos disminuyan la velocidad, al final de la prueba se colocaron dos conos a 1,5 m de distancia de la última barrera, instruyendo a todos los sujetos para que corrieran a la máxima velocidad hasta ese punto.

Tabla II Media (χ) y desviaciones estándar (DE) de los participantes del estudio

Equipo	Sujetos (n)	Peso (kg) (χ ± DE)	Talla (m) (χ ± DE)	Edad (años) (χ ± DE)
Baloncesto profesional	8	90,92 ± 15,71	1,97 ± 0,09	25,62 ± 3,70
Balonmano profesional	6	90,1 ± 8,15	1,90 ± 0,07	20,16 ± 1,72
Baloncesto amateur	8	78,25 ± 7,88	1,85 ± 0,05	22,75 ± 3,73
Balonmano amateur	8	87,35 ± 10,48	1,80 ± 0,06	21,25 ± 3,10
Total	30	86,4 ± 11,7	1,88 ± 0,09	22,6 ± 3,71

Figura 1 Diagrama del test RSA 8 × 30 m, con 25 s de recuperación.



Asimismo, para controlar el tiempo de recuperación se pone en marcha el cronómetro una vez cortada la última fotocélula, lo que permite dar un *feedback* a los participantes informándoles del tiempo que les resta para llegar a la línea de salida y comenzar el siguiente sprint.

Para calcular el índice de fatiga de los sujetos hemos empleado el propuesto por Fitzsimons et al[8], denominado índice de fatiga de Fitzsimons (IFF), calculado mediante la siguiente fórmula:

$$\mathrm{IFF} = \left(\frac{\sum 8\,tiempo}{t_{mejor} \times 8} \times 100\right) - 100$$

Antes de la prueba, todos los participantes de la investigación realizaron un calentamiento de 15 min de duración que consistió en ejercicios generales con desplazamientos, estiramientos, aceleraciones y progresiones.

Para realizar el test, el material utilizado fue: 4 barreras de fotocélulas, situadas en 0, 10, 20 y 30 m; un flexómetro de 30 m, para medir la distancia; dos conos, y un cronómetro para calcular el tiempo de recuperación.

El diseño experimental utilizado en esta investigación se encuadra dentro de los diseños entre-grupos, concretándose en un diseño multigrupo. La variable independiente es la categoría y deporte practicado, con 4 niveles: BMa, BMp, BCa y BCp. Las variables dependientes son: el tiempo total (0-30 m) y los tiempos parciales (0-10, 10-20, 20-30) y la media, el mejor y peor tiempo de sprint, la velocidad total, las velocidades parciales y la media, el índice de fatiga de Fitzsimons (IFF) total, parciales y medios, la sumatoria de tiempos, la aceleración de 0 a 10 m, la potencia absoluta total y la potencia relativa total y parciales.

Análisis estadístico

Se realizó una estadística descriptiva de todas las variables dependientes totales y parciales. El análisis inferencial se aplicó sólo a los datos totales (0-30 m). Para comparar los 4 grupos en el ámbito del RSA se aplicó la técnica del análisis de la varianza con un factor (Anova I) que en este caso es el grupo y tiene efecto fijo. Para la aplicación de esta técnica es necesario que se cumplan los supuestos de independencia, aleatoriedad, normalidad y homocedasticidad (varianzas iguales). En este sentido, es evidente que cada uno de los 4 grupos es independiente de los demás. Por otro lado, la aleatoriedad queda confirmada por el test de rachas, mientras que mediante el test de Kolmogorov-Smirnov se establece la normalidad de las variables en cada uno de los grupos. Finalmente, se aplicó el test de Levene para igualdad de varianzas. De ello se concluye que las variables ve-

locidad media, suma de tiempos, aceleración 0-10 media y potencia relativa media no tienen varianzas homogéneas. Por tanto, para estas variables el estadístico en el que se basa el Anova I será sometido a la corrección de Brown-Forsythe. También se aplicó la prueba de Spearman para establecer correlaciones entre las variables. En cuanto al índice de fatiga, se realizaron técnicas de análisis de la varianza con medidas repetidas de un factor (Anova-MR).

Resultados

En cuanto a los datos temporales totales (0-30 m) obtenidos en cada sprint y la media de los mismos, cabe destacar que el grupo más rápido fue el de BMp (4,57 ± 0,11), seguido por el de BCa (4,61 ± 0,24); los dos grupos más lentos fueron los de los jugadores BMa (4,77 ± 0,46) y, finalmente, los de BCp (4,84 ± 0,31) (tabla III).

En referencia a la sumatoria de tiempos, calculada como la suma del tiempo invertido en los 8 sprints, el grupo que menor sumatoria obtuvo tanto para valores totales (0-30 m) como acumulados (0-10, 0-20) fue el de BMp (0-30 m: 36,52 ± 0,57 s) seguido por el BCa (0-30 m: 36,56 ± 0,96 s), después BMa (37,32 ± 1,89 s) y por último el de BCp (38,73 ± 2,38) (fig. 2).

Aunque no hubo diferencias significativas entre los 4 grupos en los parámetros temporales, cabe destacar que sí se encontró una correlación negativa entre la sumatoria de los tiempos de los 8 sprints y la velocidad media y potencia relativa media en los 4 grupos. Esto es, cuanto mayor es la suma de tiempos, menores son la velocidad y la potencia relativa medias en los individuos de los 4 grupos.

Por otro lado, la suma de tiempos está correlacionada positivamente con el índice de fatiga en los grupos de BMa y BCp, es decir, en estos dos grupos, a mayor suma de tiempos mayor es el índice de fatiga. En estos dos grupos el índice de fatiga está correlacionado positivamente con la potencia relativa media y con la velocidad media en el de BCp.

En cuanto a las velocidades totales (fig. 3) y parciales, cabe destacar que tanto en el total de la prueba (0-30 m) como en el primer parcial (0-10 m) el grupo con velocidad media mayor fue el BMp, seguido del grupo BCa, después el BMa y finalmente el BCp.

En los parciales 10-20 m y 20-30 m el grupo con mayor velocidad media fue el BCa y el que obtuvo peor velocidad media fue el BCp, mientras que en 10-20 m el segundo mejor resultado fue para el BMa, seguido del BMp; estos dos grupos alternaron las posiciones en el último parcial (20-30 m).

En 0-30 m se cumple en todos los grupos que, a mejor resultado de velocidad media, mayor es el decremento entre la velocidad entre el primer y el último sprint (velocidad media y decremento entre S1 y S8 para BMp: 6,58 y 0,59; para BMa: 6,36 y 0,52; para BCp: 6,22 y 0,32; para BCa: 6,53 y 0,57), Esta relación no se cumplió en las velocidades parciales.

Se observa el descenso de velocidad en todos los grupos entre el primer sprint (S1) y el último (S8), tanto en la velocidad total como en las parciales (tabla IV).

En cuanto a los datos referentes a la aceleración obtenida en los 10 primeros metros, cabe destacar que hay un descenso de

Tabla III Tiempos medios (en segundos) y desviaciones estándar (DE) de cada uno de los sprints por grupos

	Balonmano amateur				Baloncesto amateur				Balonmano profesional				Baloncesto profesional			
	Media	DE	Mejor	Peor	Media	DE	Mejor	Peor	Media	DE	Mejor	Peor	Media	SD	Mejor	Peor
Sprint 1	4,41	0,15	4,18	4,65	4,33	0,15	4,12	4,52	4,30	0,12	4,18	4,46	4,56	0,19	4,31	4,94
Sprint 2	4,49	0,23	4,18	4,93	4,80	0,82	4,30	6,80	4,43	0,14	4,21	4,58	4,66	0,26	4,42	5,19
Sprint 3	4,60	0,27	4,28	5,13	4,50	0,13	4,31	4,68	4,60	0,06	4,50	4,68	4,79	0,31	4,50	5,33
Sprint 4	5,05	1,10	4,37	7,71	4,57	0,11	4,37	4,68	4,51	0,06	4,46	4,60	4,87	0,28	4,56	5,34
Sprint 5	4,84	0,28	4,46	5,24	4,60	0,18	4,34	4,78	4,61	0,09	4,50	4,72	4,90	0,32	4,53	5,55
Sprint 6	4,73	0,27	4,43	5,09	4,69	0,15	4,50	5,00	4,65	0,11	4,52	4,78	4,98	0,32	4,66	5,47
Sprint 7	5,22	1,06	4,46	7,76	4,68	0,16	4,46	5,00	4,73	0,17	4,43	4,93	4,97	0,36	4,64	5,61
Sprint 8	4,80	0,34	4,28	5,18	4,72	0,19	4,47	5,05	4,71	0,17	4,50	5,00	5,01	0,44	4,48	5,77
Media	4,77	0,46	4,33	5,71	4,61	0,24	4,36	5,06	4,57	0,11	4,41	4,72	4,84	0,31	4,51	5,40

Figura 2 Valores medios de la sumatoria de tiempos en 0-10 m, 0-20 m y 0-30 m.

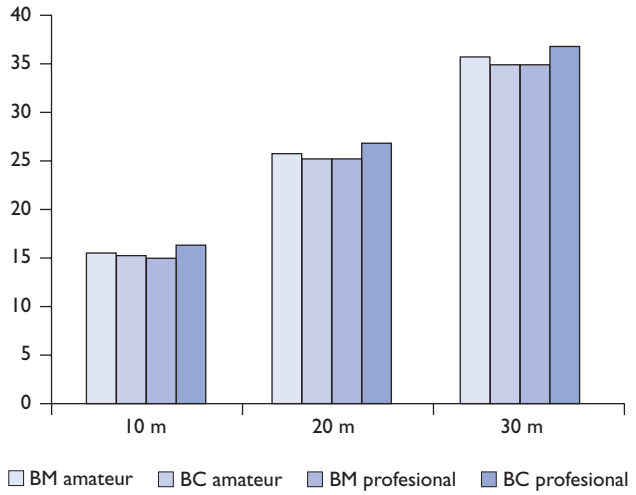
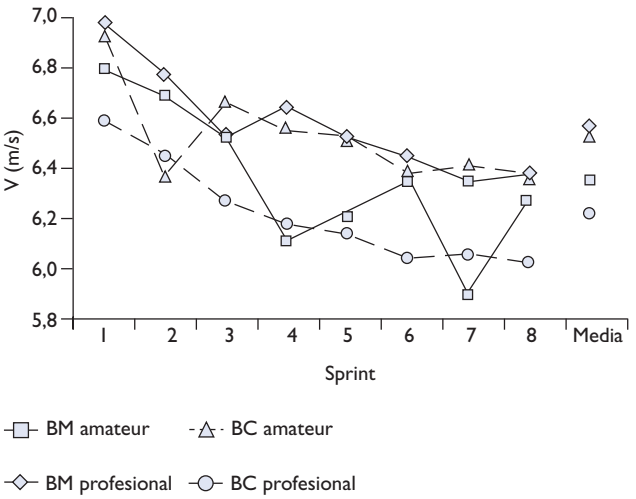


Figura 3 Velocidad total (0-30 m) y media de los 8 sprints entre los cuatro grupos.



ella en todos los grupos entre el primer y el último sprint; el mejor resultado lo obtuvo el grupo BMp (2,79 ± 0,20), seguido de BCa (2,69 ± 0,24), BMa(2,56 ± 0,23) y, por último, BCp (2,19 ± 0,18) (fig. 4).

Sí se encontró entre la aceleración 0-10 media y la potencia relativa media una correlación positiva en los grupos BMa y BCp ($p < 0,05$). Además, el grupo BMa presenta correlación positiva con la potencia absoluta media ($p < 0,05$).

En referencia al IFF, hay un incremento de la fatiga conforme aumenta el número de sprints realizados tanto en la distancia total como parciales para los 4 grupos. En 0-30 m el grupo que presenta menor IFF es BCa (–5,62 ± 3,66), seguido de BMa (–5,86 ± 4,15), luego de BMp (–6,17 ± 3,69) y, por último, de BCp (–6,62 ± 3,94) (fig. 5).

El IFF parcial de 0-10 m va a favor de los equipos profesionales, BCp (–6,09 ± 4,41) y BMp (–6,67 ± 3,91), por ese orden, seguidos de los equipo amateur BMa (–7,28 ± 5,04) y BCa (–7,34 ± 4,95).

En cuanto a los resultados del IFF en 10-20 m, el mejor grupo fue BCa (–5,75 ± 4,88), seguido de BMa (–6,32 ± 4,14), igual que el resultado de 0-30 m, pero en las últimas posiciones se alternan los puestos, y el siguiente grupo es BCp (–6,32 ± 3,56) y, por último, BMp (–7,09 ± 4,65).

En el último tramo (20-30 m) los resultados obtenidos fueron: en primer lugar el grupo BCa (–6,51 ± 5,14), en segunda posición el BMp (–7,18 ± 5,09), seguido de BCp (–8,87 ± 4,85) y, por último, BMa (–9,40 ± 5,58).

Las relaciones significativas (al 5%) que se establecieron para el IFF en este estudio fueron (fig. 6):

- BMa: IFF 2 < IFF 3 = IFF 4 < IFF 5 = IFF 6 = IFF 7 = IFF 8 (5%)
- BCa: IFF 2 = IFF 3 < IFF 4 = IFF 5 < IFF 6 = IFF 7 = IFF 8 (5%)

Tabla IV Decremento (dec) de la velocidad (m/s) entre el primer (S1) y último sprint (S8) en la distancia total (0-30 m) y parcial (0-10 m, 10-20 m y 20-30 m) de la prueba para los grupos evaluados

	0-30 m			0-10 m			10-20 m			20-30 m		
	S1	S8	Dec	S1	S8	Dec	S1	S8	Dec	S1	S8	Dec
BMa	6,80	6,28	0,52	5,24	4,96	0,28	7,74	7,23	0,51	8,29	7,28	1,01
BCa	6,93	6,36	0,57	5,48	5,04	0,44	7,85	7,13	0,72	8,15	7,55	0,6
BMp	6,97	6,38	0,59	5,55	5,15	0,40	7,78	7,19	0,59	8,25	7,31	0,94
BCp	4,97	4,65	0,32	4,97	4,65	0.32	7,17	6,50	0,67	8,05	7,15	0,9

BMa: balonmano amateur; BCa: baloncesto amateur; BMp: balonmano profesional; BCp: baloncesto profesional.

Figura 4 Valores medios de la aceleración ($m \cdot s^{-1}$) en la distancia comprendida entre 0 y 10 m.

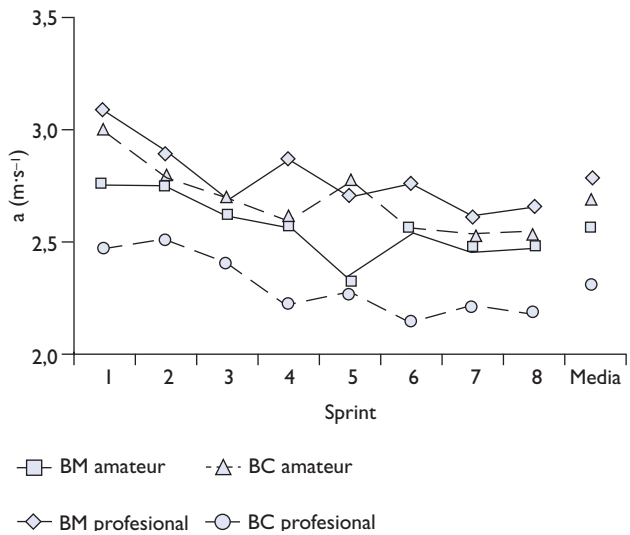


Figura 5 Índice de fatiga de Fitzsimons (IFF) de 0 a 30 m entre los 4 grupos.

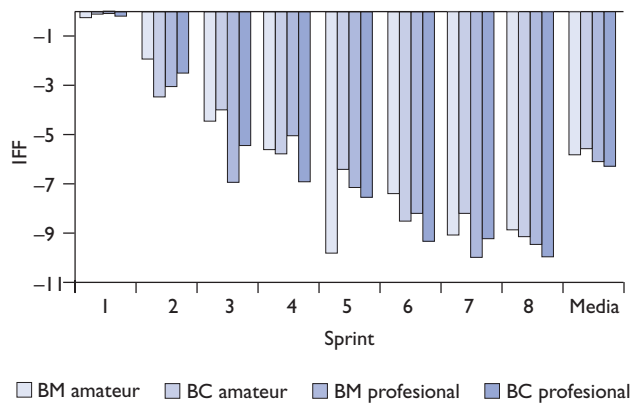
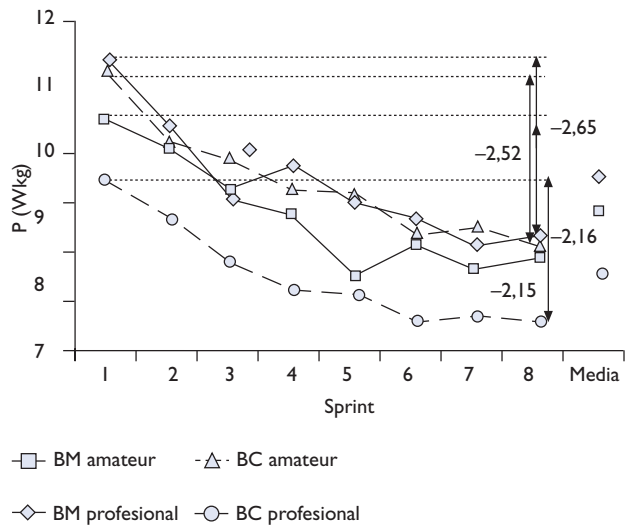


Figura 6 Potencia relativa (W/kg) de la distancia total 0 a 30 m entre los 4 grupos.



- BMp: IFF 2 < IFF 3 = IFF 4 = IFF 5 = IFF 6 = IFF 7 = IFF 8 (5%)
- BCp: IFF 2 < IFF 3 < IFF 4 < IFF 5 = IFF 6 = IFF 7 = IFF 8 (5%)

No hubo diferencias significativas entre los grupos en 0-30 m, pero sí se encontró una correlación significativa entre la potencia relativa media y la velocidad media ($p < 0,05$). También se observó que cuanto mayor es la sumatoria de tiempo menores son las potencias relativas medias en los 4 grupos ($p < 0,05$), y en el grupo de BMA y BCp hubo una correlación negativa entre el IFF y la potencia media ($p = 0,028$ y $p = 0,015$, respectivamente). Es decir, conforme disminuye la potencia relativa media en ambos grupos, hay un incremento de los IFF. Además, se observa un decremento entre la potencia obtenida entre el S1 y el S8 en los 4 grupos (tabla V): los grupos con mayor descenso de la potencia relativa media son el equipo de BMp (2,65%), seguido por el de BCa (2,52%), y los dos equipos con menor disminución son el de BMa (2,16%) y BCp (2,15 %).

Se parte del supuesto de que los jugadores más rápidos y que consiguen mantener esa velocidad, sin disminuirla, a lo largo de los sprints repetidos son los que mejor RSA obtienen. O lo que es lo mismo: los sujetos con altos valores de velocidad (o bajos valores de tiempo) e IFF bajos son los que mejor RSA obtienen, ya que con este último parámetro se indica la disminución del sprint más rápido a lo largo de las series.

Así, los jugadores con alta velocidad y menor IFF serían los que realizan un mejor RSA y, por lo tanto, los que podrían tener un mayor rendimiento físico en deportes colectivos. Es por ello que en el presente estudio se ha establecido el ratio:

$$\text{Ratio RSA} = \frac{\text{Velocidad media (0-30)}}{\text{IFF medio (0-30)}}$$

ya que toma valores cada vez mayores a medida que los sujetos realizan un mejor RSA.

Tabla V Decremento (dec) y porcentaje de descenso (%dec) de la potencia relativa (W/kg) entre el primer (S1) y último sprint (S8) de la prueba total (0-30 m) y parciales (0-10 m, 10-20 m y 20-30 m) en los grupos evaluados

	0-30 m				0-10 m				10-20 m				20-30 m			
	S1	S8	dec	%dec	S1	S8	Dec	%dec	S1	S8	dec	%dec	S1	S8	dec	%dec
BMa	10,53	8,37	2,16	20,51	14,51	12,55	1,96	13,51	46,79	38,24	8,55	18,27	57,50	39,06	18,44	32,07
BCa	11,15	8,63	2,52	22,60	16,53	12,96	3,57	21,60	48,66	36,49	12,17	25,01	54,58	43,52	11,06	20,26
BMp	11,34	8,69	2,65	23,37	17,18	13,79	3,39	19,73	47,27	37,61	9,66	20,44	56,30	39,29	17,01	30,21
BCp	9,59	7,44	2,15	22,42	12,33	10,42	1,91	15,49	46,29	35,63	10,66	23,03	52,53	36,95	15,58	29,66

BMa: balonmano amateur; BCa: baloncesto amateur; BMp: balonmano profesional; BCp: baloncesto profesional.

Discusión

Cabe destacar que no se encontraron diferencias estadísticas entre los grupos en lo referente al ratio hallado en el presente estudio; por lo tanto, no hay evidencias de que un grupo realice mejor el RSA que otro. Esto es debido a la gran similitud entre los esfuerzos y pausas realizados en las diferentes disciplinas deportivas analizadas. Otros autores[25] compararon deportes de equipo con mayor diferencia, como hockey y fútbol, sin encontrar diferencias significativas en los parámetros obtenidos en el RSA entre dichos deportes. Así, Bishop y Spencer[11] compararon atletas de resistencia y sujetos de deportes colectivos en un test RSA y no encontraron diferencias significativas entre ambos grupos. Hallazgos similares fueron encontrados por Aziz et al[25] al comparar jugadores de fútbol y hockey, aunque son escasos los estudios que comparen disciplinas similares y establezcan diferencias entre deportistas amateur y de alto nivel.

A la vista de los resultados, se observa un descenso en todos los grupos entre la velocidad del primer sprint y del último, lo que se da también en las velocidades parciales (que oscilan entre un descenso de 0,59 m/s en BMp a 0,32 m/s en BCp), aunque no hay diferencias significativas entre los grupos ($p > 0,05$). Hallazgos similares en relación con el descenso entre sprints se han encontrado también en todos los estudios previos realizados sobre RSA[1,16,26]. Este descenso del rendimiento se ve muy influido tanto por la distancia cubierta en el test como por el tiempo de recuperación.

Así, Balsom et al[3,27] realizaron en un estudio cambios en la distancia cubierta durante el test (15, 30 o 40 m, con 30 s de recuperación), y en otro estudio efectuaron cambios en el tiempo de recuperación (30, 60 o 120 s recorriendo una distancia de 40 m); como resultados más relevantes, el incremento en la distancia aumentó la diferencia significativa entre el primer y el último sprints, sin que se encontraran diferencias en sprints cortos (15 m). Con recuperaciones de 30 s también se ha observado, en el segundo estudio, que el tiempo de recuperación influye en el descenso del rendimiento. Estos cambios al modificar los parámetros de distancia y tiempo de recuperación se deben al agotamiento de los recursos energéticos de las vías requeridas en las pruebas de RSA, así como de los recursos metabólicos utilizados para reponer dichas vías y movilizar los catabolitos generados.

En cuanto a los parámetros temporales de nuestro estudio, cabe mencionar que no hubo diferencias significativas ($p > 0,05$) en cuanto al tiempo medio entre los 4 grupos, pero sí se encontraron diferencias estadísticas en los parámetros de mejor sprint y aceleración en 0-10 m entre BCp y BMp ($p = 0,013$). Así, podemos afirmar al 5% que el grupo de BMp presentó una mayor aceleración en los 10 primeros metros y un mejor sprint que los jugadores de BCp. Cabe destacar que hubo una correlación alta ($r^2 = 0,78$) en el grupo de baloncesto entre la talla y el tiempo medio de sprint. Estas evidencias nos hacen suponer que la gran diferencia entre los parámetros temporales del grupo de BCp respecto a los sujetos de BMp se debe, en parte, a los malos resultados obtenidos en el RSA por los jugadores de mayor altura. Debido a la especificidad en el juego de estos sujetos (pivots), son varios los estudios[28] que apoyan que los jugadores más altos (en baloncesto) recorren una distancia menor en los partidos (bases: 6.100 m; aleros: 5.632 m; pivots: 5.552 m[28]; bases: 5.913 m; aleros: 5.655 m; pivots: 5.567 m[28]) y además recorren menos metros a alta velocidad que los jugadores de los otros puestos específicos (a 5-6 m/s, pivots: 191 m, bases: 227 m; a 7-8 m/s: pivots: 8 m, bases: 13 m). Con todo, cabe destacar que las distancias recorridas por los jugadores de baloncesto son dispares de unas investigaciones a otras, y estas diferencias son producto de los estilos de juego donde se tomaron los datos o del nivel de pericia de los jugadores[33]. No obs-

tante, la mayoría de los estudios coinciden que el base y el alero recorren más metros que el pivot[28].

Es por ello que la influencia de los hombres altos en el grupo de BCp profesional hace disminuir los datos medios del grupo, sin que se detecte tanta diferencia entre los resultados de los jugadores de menor altura del grupo de BCp profesional y los resultados obtenidos por los jugadores de los otros grupos. Por ello, se plantean futuros estudios donde se evalúe el perfil y el rendimiento en test RSA por puestos específicos en los diferentes deportes de equipo, así como la antropometría del sujeto con el rendimiento en el RSA.

En cuanto al IFF, cabe destacar que los valores medios de IFF de 0-30 m han sido similares a los encontrados por otros autores en jugadores de deportes de cooperación-oposición distintos a los del presente estudio y usando protocolos RSA algo diferentes al propuesto en esta investigación. Así, en los estudios de Dawson et al[9] y de Fitzsimons et al[8], en los que realizaron un protocolo en ambos casos de 6 × 40 m con un período de recuperación de 30 s, obtuvieron medias de IFF de 5,6 ± 2,7 y 5,3 ± 2,0, respectivamente. Aziz et al[25] realizaron también un test RSA de campo con un protocolo de 8 × 40 m, con 30 s de recuperación para evaluar a 17 jugadores de hockey y 23 de fútbol; los índices de fatiga obtenidos fueron de 6,0 ± 3,5 y 4,9 ± 1,7, y el valor medio combinando de ambos grupos fue de 5,4 ± 2,7, sin que hubiera diferencias significativas entre los grupos. En el estudio de Wadley y Le Rossignol[29] realizado con 17 jugadores de fútbol australiano que realizaron un test de 12 × 20 m con 20 s de recuperación, el IFF medio obtenido fue 5,5 ± 3,3. Los datos de IFF medios obtenidos en los diferentes grupos analizados en este estudio oscilan entre 5,62 ± 3,66 como mejor registro, obtenido por el grupo de BCa, y 6,62 ± 3,94 como peor registro, conseguido por el grupo de BCp.

La similitud entre los resultados obtenidos en los diferentes estudios de campo con los obtenidos en el presente estudio confirman la similitud en el tipo de esfuerzos realizados en los diferentes deportes colectivos, así como la implicación de vías y recursos energéticos similares. Como se ha observado, esta similitud se ha dado en protocolos diferentes donde el ratio trabajo/recuperación fue de 1:10 y 1:3, respectivamente, mientra que en el presente estudio es de 1:6 aproximadamente. En disciplinas deportivas distintas las distancias recorridas y los tiempos de recuperación durante la competición llegan a ser muy dispares, sobre todo entre disciplinas de cancha y al descubierto, por lo que es evidente la falta de significación entre los grupos del presente estudio, donde todos realizaron el mismo protocolo y, además, el tipo de esfuerzos entre las disciplinas de baloncesto y balonmano son muy similares, presentando aun más semejanza entre las categorías amateur y profesional del mismo deporte.

Wadley y Le Rossignol[29] establecieron una relación entre el mejor sprint y el IFF. Así, los sujetos que consiguen un mayor sprint son los que obtienen valores medios de índice de fatiga más alto. Según los autores, este suceso de debe a que los sujetos capaces de realizar un sprint elevado son los que consiguen deplecionar todas sus reservas de fosfocreatina (PCr) respecto a otros sujetos más lentos. Dado que la recuperación es corta entre sprints, dichos sujetos no resintetizarían la PCr e iniciarían los sprints sucesivos sin tener repletos sus almacenes de PCr y, por ello, aumentarían sus niveles de fatiga. En nuestro estudio no se encontró una correlación significativa entre el mejor sprint y el IFF, aunque sí se encontró una correlación negativa entre el IFF medio en 0-30 m y el peor sprint en el grupo de BCa ($p < 0,05$), que fue altamente significativa en el grupo de BCp ($p < 0,000$). Es decir, los sujetos que tienen un peor sprint son los que presentan un IFF menor. Partiendo de los hallazgos de Wadley y Le Rossignol[29] se podría afirmar que los sujetos más lentos (peor sprint) no agotan totalmente sus reservas de PCr y pueden realizar el siguiente sprint sin disminuir su rendimiento, ya que sus almacenes de PCr se han restaurado en gran parte en el tiempo de recuperación. Este suceso sólo se produce en los grupos de baloncesto, en el que los jugadores más altos son también los más lentos ($p < 0,002$).

En cuanto a la distribución por pares, no hay una similitud en el incremento en el IFF entre los grupos, aunque se puede observar que en los dos últimos sprints ninguno de los grupos disminuye aún más el IFF de forma significativa. Esta semejanza en referencia al último sprint se ha dado en algunos estudios previos[27,30] y se atribuye a factores motivacionales, ya que los sujetos evaluados obtienen un mayor rendimiento en el último sprint, por la motivación intrínseca que ello conlleva. En cuanto a la disminución producida en los demás sprints, no se puede establecer que siga un patrón fijo entre los grupos. También se observa una mejora entre el IFF del sprint 7 al IFF del sprint 8 en los grupos de balonmano, pero esto no sucede en los grupos de baloncesto, lo que podría deberse a que las distancias completadas por estos últimos en competición no llega a 30 m debido al tamaño reglamentario de la cancha de juego. Posiblemente, los jugadores de baloncesto no tienen sus sistemas energéticos adaptados a cubrir distancias de 30 m: agotan sus reservas de PCr y no pueden restaurarlas para afrontar el siguiente sprint[29].

En cuanto a la potencia relativa, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los grupos. Cabe destacar que los datos obtenidos son similares al de otros estudios donde también se evaluó a jugadores de equipo frente a deportistas

de resistencia[11]. En dicho estudio no se encontraron diferencias significativa entre ambos grupos, aunque los sujetos de deportes colectivos sí obtuvieron valores de potencia mayores que los de resistencia. Es por ello que si en deportes con requerimientos fisiológicos distintos como los de resistencia frente a los colectivos no hubo diferencias significativas, es difícil que en sujetos que practican modalidades deportivas de cooperación-oposición distintas, pero donde los requerimientos energéticos son similares, se encuentren diferencias estadísticas.

En estudios previos[31] se ha demostrado una fuerte correlación entre la recuperación de la potencia y la resíntesis de PCr, y los mecanismos responsables de la restauración de la potencia dependen del tiempo de recuperación. En estudios previos[31] se confirmó una fuerte correlación entre la recuperación de la potencia y la resíntesis de PCr, donde la duración de la recuperación fue de 1,5 a 3 min. Pero no hay estudios que demuestren una correlación entre la recuperación de la potencia y la resíntesis de la PCr en períodos de recuperación cortos (p. ej., 25 s)[11].

Se ha observado en los grupos de BMp y BCa una relación positiva significativa entre la potencia relativa en el primer sprint (BMp: 9,38 ± 1,20 W; BCa: 9,40 ± 1,38 W) y el descenso mayor de la potencia relativa entre el primer y último sprint (2,65 y 2,52%, respectivamente) ($p < 0,05$), y los sujetos de estos grupos son los que más potencia presentan en el primer sprint y a su vez los que disminuyen más dicha potencia conforme van completando el número de sprints. Esto puede explicarse porque los sujetos capaces de generar una gran potencia son los que agotan en mayor medida las reservas de PCr y no pueden restablecer completamente los almacenes de PCr en los 25 s de tiempo de recuperación, por lo que inician los sprints siguientes con valores bajos de PCr. Hallazgos similares fueron encontrados por Dawson et al[9] y Wadley y Le Rossignol[29], que establecieron una gran relación entre el mejor sprint individual y la disminución del rendimiento, demostrando que los deportistas con mejores tiempo de sprint poseían grados superiores de fatiga: estos sujetos capaces de generar altos niveles de potencia y mejores tiempos en los sprints (sobre todo en el primero) son capaces de utilizar una gran proporción de sus almacenes de PCr, pero con cortos períodos de recuperación entre sprints estos sujetos pueden comenzar el siguiente sprint con concentraciones bajas de PCr en sus almacenes y van acumulando una fatiga mayor conforme se incrementan las series de sprints repetidos.

Cabe destacar que en la potencia relativa parcial de 20-30 m en los dos primeros sprints, los grupos de baloncesto (amateur y profesional) son los que peores potencias presentan (BCa [W/kg]: S1 = 57,87; S2 = 51,2; BCp [W/kg]: S1 = 57,42; S2 = 51,20), pero no es éste el caso para el equipo de BCa en los parciales anteriores (0-10 y 10-20), y este grupo tiene los mejores resultados en todos los sprints en el parcial de 10-20 (media ± DE [W/kg]: 42,29 ± 5,37 W). Esto puede deberse a que las distancias cubiertas en sprint por los jugadores de esta disciplina en competición no llegan a 30 m, ya que las dimensiones de la cancha no lo permiten. Además, las acciones mayoritarias en baloncesto no son superiores a 20 s (22,5% de las acciones totales en un partido)[32], contabilizando como acción tanto la fase de ataque como la de defensa.

Conclusiones

Aunque hay investigaciones previas que comparan distintas disciplinas deportivas, este estudio es el primero que compara diversas disciplinas de deportes colectivos de sala (baloncesto y balonmano) junto a distintos niveles de desempeño de los jugadores (amateurs y profesionales). Cabe destacar que no se encontraron diferencias en los parámetros analizados en el test RSA entre jugadores de baloncesto y balonmano. Además, tampoco hubo diferencias significativas entre los grupos amateur y profesional de los deportes analizados. Cabe destacar que los esfuerzos realizados en baloncesto y en balonmano tienen una gran similitud, al igual que los realizados entre profesionales y amateurs, aunque el grado de desempeño de los primeros es mayor. Por ello, la aplicabilidad al entrenamiento es que se pueden realizar pruebas específicas comunes del test RSA que servirían para ambas disciplinas, ya que los esfuerzos realizados son similares, pero debe atenderse al nivel de entrenamiento de los sujetos, ya que el grado de desempeño físico de los jugadores profesionales o bien entrenados será siempre mayor.

Bibliografía

1. Bishop D, Edge J. Determinants of repeated-sprint ability in females matched for single-sprint performance. Eur J Appl Physiol. 2006;13 Abril.
2. Spencer M, Lawrence S, Rechichi C, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Time-motion analysis of elite field-hockey: special reference to repeated-sprint activity. J Sports Sci. 2004;22:843-50.

3. Balsom PD, Seger JY, Sjodin B, Ekblom B. Maximal-intensity intermittent exercise: effect of recovery duration. Int J Sports Med. 1992;13:528-33.
4. Wragg CB, Maxwell NS, Doust JH. Evaluation of the reliability and validity of soccer-specific field test of repeated sprint ability. Eur J Appl Physiol. 2000;83:77-83.
5. Bishop D, Edge J, Davis C, Goodman C. Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability. Med Sci Sports Exerc. 2004;36:807-13.
6. Bishop D, Edge J, Goodman C. Muscle buffer capacity and aerobic fitness are associated with repeated-sprint ability in women. Eur J Appl Physiol. 2004;4-5:540-7.
7. Bishop D, Edge J. The effects of a 10-day taper on repeated-sprint performance in females. J Sci Med Sport. 2005;8:200-9.
8. Fitzsimons M, Dawson B, Ward D, Wilkinson A. Cicling and Runing test of repeated sprint ability. Australian Journal of Science and Medicine in Sport. 1993;4:82-87.
9. Dawson B, Fitzsimons M, Ward D. The relationship of repeated sprint ability to aerobic power and performance measures of anaerobic work capacity and power. Australian Journal of Science and Medicine in Sport. 1993;4:88-93.
10. Bishop D, Spencer M, Lawrence S. Predictors of repeated-sprint ability in elite female hockey players. J Sci Med Sport. 2003;6:199-209.
11. Bishop D, Spencer M. Determinants of repeated-sprint ability in well-trained team-sport athletes and endurance-trained athletes. J Sports Med Phys Fitness. 2004;44:1-7.
12. Bishop D, Claudius B. Effects of induced metabolic alkalosis on prolonged intermittent-sprint performance. Med Sci Sports Exerc. 2005;5:759-67.
13. Drust B, Cable NT, Reilly T. Investigation of the effects of the pre-cooling on the physiological responses to soccer-specific intermittent exercise. Eur J Appl Physiol. 2000;81:11-7.
14. Duffield R, Dawson B, Bishop D, Fitzsimons M, Lawrence S. Effect of wearing an ice cooling jacket on repeat sprint performance in warm/humid conditions. Br J Sports Med. 2003;37:164-9.
15. Edge J, Bishop D, Goodman C, Dawson B. Effects of high- and moderate-intensity training on metabolism and repeated sprints. Med Sci Sports Exerc. 2005;37:1975-82.
16. Edge J, Bishop D, Hill-Haas S, Dawson B, Goodman C. Comparison of muscle buffer capacity and repeated-sprint ability of untrained, endurance-trained and team-sport athletes. Eur J Appl Physiol. 2006;96:225-34.
17. Gaitanos GC, Nevill ME, Brooks S, Williams C. Repeated bouts of sprint running after induced alkalosis. J Sports Sci. 1991;9:355-70.
18. Gaitanos GC, Williams C, Boobis LH, Brooks S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. J Appl Physiol. 1993;75:712-9.
19. Preen D, Dawson B, Goodman C, Lawrence S, Beilby J, Ching S. Effect of creatine loading on long-term sprint exercise performance and metabolism. Med Sci Sports Exerc. 2001;814-821.
20. Preen D, Dawson B, Goodman C, Lawrence S, Beilby J, Ching S. Pre-exercise oral creatine ingestion does not improve prolonged intermittent sprint exercise in humans. J Sports Med Phys Fitness. 2002;42:320-9.
21. Signorile JF, Ingalls C, Tremblay LM. The effects of active and passive recovery on short-term, high intensity power output. Can J Appl Physiol. 1993;18:31-42.
22. Dawson B, Fitzsimons M, Green S, Goodman C, Carey M, Cole K. Changes in performance, muscle metabolites, enzymes and fibre types after short sprint training. Eur J Appl Physiol & Occupational Physiology. 1998;78:163-9.
23. Spencer M, Rechichi C, Lawrence S, Dawson B, Bishop D, Goodman C. Time-motion analysis of elite field hockey during several games in succession: a tournament scenario. J Sci Med Sport. 2005;8:382-91.
24. Spencer M, Fitzsimons M, Dawson B, Bishop D, Goodman C. Reliability of a repeated-sprint test for field-hockey. J Sci Med Sport. 2006;9:181-4.
25. Aziz AR, Chia M, Teh KC. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. J Sports Med Phys Fitness. 2000;40:195-200.
26. Glaister M, Lockey RA, Abraham CS, Staerck A, Goodwin JE, McInnes G. Creatine supplementation and multiple sprint running performance. J Strength Cond Res. 2006;20:273-7.
27. Balsom PD, Seger JY, Sjodin B, Ekblom B. Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise. Eur J Appl Physiol. 1992;65:144-9.
28. Castro JA. Las exigencias fisiológicas del baloncesto. Clinic, 2002;15:4-9.
29. Wadley G, Le Rossignol P. The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems. J Sci Med Sport. 1998;1:100-10.
30. Barbero JC, Barbero V. Relación entre el consumo máximo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. Revista de Entrenamiento Deportivo. 2003;17:13-24.
31. Bogdanis GC, Nevill MF, Boobis LH, Lakomy HKA, Nevill AM. Recovery of power output and muscle metabolites following 30 s of maximal sprint cycling in man. J Physiol.1995;482:467-80.
32. Colli R, Faina M. Investigación sobre el rendimiento en basket. Revista de Entrenamiento Deportivo.1987;1:4-10.
33. Sanchez M. El acondicionamiento físico en baloncesto. Apunts, Medicina de l'Esport. 2007; 42:99-107.