

Estudi comparatiu de la capacitat de fer esprints repetits entre jugadors d'handbol i basquetbol aficionats i professionals

JOSÉ MARÍA HEREDIA JIMÉNEZ^{a,b}, IGNACIO JESÚS CHIROSA RÍOS^a, JOSÉ ÁNGEL ROLDÁN CASAS^c
I LUIS JAVIER CHIROSA RÍOS^a

^aUniversidad de Granada. Departamento de Educación Física y Deportiva. Granada. Espanya.

^bUniversidad de Granada. Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Granada. Espanya.

^cUniversidad de Córdoba. Departamento de Estadística, Econometría, Investigación Operativa y Organización de Empresas. Córdoba. Espanya.

RESUM

Introducció i objectius: Els esports d'equip demanen jugadors que puguin fer un nombre elevat d'esprints curts, intercalats amb períodes de recuperació o d'intensitat; aquesta mena d'esforços s'ha denominat capacitat d'esprints repetits (RSA, *repeated sprint ability*). Malgrat que la importància d'aquests esforços en esports d'equip està constatada, la diferència entre esportistes de disciplines diferents ha de ser estudiada a causa de la variabilitat d'esforços existent entre els nombrosos esports col·lectius. Aquesta recerca pretén determinar les diferències i analogies en test RSA entre esportistes aficionats i professionals d'esports col·lectius diferents, com són el basquetbol i l'handbol.

Mètode: Es van avaluar 4 equips, 2 de bàsquet i 2 d'handbol (dividits en aficionats i professionals). El test RSA va ser fer 8 × 30 m amb 25 s de recuperació, en pista amb cèl·lules fotoelèctriques.

Resultats: Els resultats obtinguts no mostren diferències significatives en les variables cinètiques entre els diversos grups. Sí que es van trobar diferències entre bàsquet professional i handbol professional ($p < 0,05$) en les variables millor esprint i acceleració 0-10 m. Igualment, es va observar un descens en la potència (entre 20,51 i 23,37%) entre l'esprint 1 i 8 en els 4 grups, però no van haver-hi diferències entre ells.

Conclusions: La mena d'esforços realitzats per esportistes d'esports de cooperació i oposició de disciplines semblants (com ara basquetbol i handbol) és semblant en el test RSA, pel fet que els esforços en competició s'assemblen molt entre esports i amb els esforços realitzats en el protocol utilitzat.

PARAULES CLAU: Exercici intermitent d'alta intensitat. Esports col·lectius. Basquetbol. Handbol. Test de camp.

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.

Rebut el 6 de novembre de 2008 / Acceptat el 15 de juny de 2009.

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

INTRODUCCIÓ

Els esports d'equip, com l'hoquei, el basquetbol i l'handbol, entre d'altres, exigeixen jugadors que puguin fer un nombre elevat d'esprints curts, intercalats amb períodes de recuperació o períodes d'intensitat. Alguns d'aquests esprints estan separats per espais de temps prou llargs (> 1 min), que permeten recuperacions completes o gairebé i, conseqüentment, en què el rendiment en l'esprint no es veu minvat¹. No obstant això, anàlisis recents del joc han mostrat que alguns d'aquests esprints estan separats per períodes curts de recuperació (< 30 s)², la qual cosa comporta que la capacitat d'esprint es vegi afectada negativament³.

Per tant, l'habilitat de produir una ràtio de potència elevada i fer esprints a alta velocitat és essencial en el rendiment en esports col·lectius de cooperació-oposició⁴, com són el bàsquet i l'handbol. Malgrat la importància d'aquest tipus d'esforç, se sap ben poc sobre quins factors limiten l'exercici intermitent d'alta intensitat (EIAI) i com es pot millorar^{5,6}.

Per tant, una de les demandes en els jugadors d'esports col·lectius és l'habilitat de fer esprints de curta durada (< 10 s), amb períodes curts de recuperació (< 30 s) d'una manera repetida, comportament que ha estat definit com la capacitat d'esprints repetits (RSA, *repeated sprint ability*)⁷. El terme RSA va ser introduït per primera vegada per Fitzsimons et al⁸ i fa referència a l'habilitat de reproduir esprints màxims d'una manera regular⁹.

La capacitat de fer esprints repetidament ha estat el motiu d'estudis recents tant de laboratori^{16,9,10-21} com de camp^{3,8,22}. No obstant això, són escassos els estudis que investiguen la capacitat de fer esprints repetits en competició en esports d'equip^{23,24} (taula I).

Aquesta indeterminació quant a temps i recuperacions en totes les proves RSA es justifica, en part, per la gran variabilitat d'esforços que es poden trobar en la diversitat d'esports d'equip, en què el temps total de joc i les pauses poden variar considerablement (90 min de joc en futbol, respecte dels 40 min en futbol sala) i el mateix respecte de la distància o durada dels esprints, i la intensitat i el temps de recuperació entre cadascun, la qual cosa fa variar la ràtio esforç/descans entre el ventall d'esports d'equip.

Per tant, l'objectiu del nostre estudi és determinar les diferències i semblances existents en els resultats obtinguts d'un test RSA (8×30 m; 25 s de recuperació) entre esportistes d'esports col·lectius de cooperació-oposició de disciplines diferents (bàsquet i handbol) i de nivells també diferents (aficionats i professionals). Ateses les semblances trobades per altres autors

en esports amb esforços més diferenciats que no els d'aquest estudi, la nostra hipòtesi de treball és que no hi ha diferències significatives quant als nivells de rendiment en les variables analitzades en el test RSA entre jugadors aficionats i professionals, com tampoc entre els grups de bàsquet i handbol.

MÈTODE

Subjectes

En aquest estudi van participar 30 homes (pes: $86,4 \pm 11,7$; talla: $1,88 \pm 0,09$; edat: $22,6 \pm 3,71$) d'esports col·lectius dividits en 4 grups:

- Vuit subjectes pertanyents a la categoria bàsquet professional (Bp), pertanyents al club Melilla Baloncesto que prenen part en la lliga LEB (Segona estatal) (edat [anys]: $25,62 \pm 3,70$; pes [kg]: $90,92 \pm 15,71$; talla [m]: $1,97 \pm 0,09$).
- Vuit subjectes pertanyents a la categoria basquetbol aficionats (Ba), pertanyents a l'equip sènior de La Zubia (edat [anys]: $22,75 \pm 3,73$; pes [kg]: $78,25 \pm 7,88$; talla [m]: $1,85 \pm 0,05$) i que competeixen en Lliga Nacional (Quarta estatal).
- Sis subjectes pertanyents a la categoria handbol professional (Hp), pertanyents al C.D. Universidad de Granada que participen en la Divisió d'Honor B (Segona estatal) (edat [anys]: $20,16 \pm 1,72$; pes [kg]: $90,1 \pm 8,15$; talla [m]: $1,90 \pm 0,07$).
- Vuit subjectes pertanyents al grup handbol aficionats (Ha), del C.D. Universidad de Granada i que competeixen en Segona Divisió (Quarta estatal) (edat [anys]: $21,25 \pm 3,10$; pes [kg]: $87,35 \pm 10,48$; talla [m]: $1,80 \pm 0,06$) (taula II).

Procediment i materials

El protocol consisteix a fer un esprint màxim de 30 m entre la sortida (A) i l'arribada (B) i després un trot suau de recuperació fins a l'inici en 25 s. Aquest procés es repeteix vuit vegades i es registra el temps en cadascuna. Les cèl·lules fotoelèctriques estan situades a 0, 10, 20 i 30 m (fig. 1).

El subjecte se situa a 0,30 m del feix de llum de la primera fotocèl·lula, amb un peu avançat i el tronc en posició vertical. La primera barrera de fotocèl·lules es col·loca a 0,50 m del terra per evitar que el subjecte la travessi amb el tronc abans de sortir, i les altres barreres se situen a 1,60 m. El cronòmetre que controla les fotocèl·lules es posa en marxa quan el subjecte travessa la barrera inicial i s'atura quan travessa l'última barrera de cèl·lules fotoelèctriques. Per evitar que els subjectes disminueixin la velocitat, al final de la prova es van posar dos cons a

Taula I

Quadre resum dels diversos estudis RSA categoritzats segons lloc, durada i material utilitzat

	Test de laboratori		Test de camp	Competició
	Cicloergòmetre	Tapís amb o sense motor	Fotocèl·lules	
RSA curt (<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 i Spencer, 2004 Bishop i 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 i 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. passiva	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 i Le Rossignol, 1998 12 × 20 m; 20 s rec.	Spencer et al, 2004 Spencer et al, 2005
RSA prolongat (>40 min)	Bishop i 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	
Altres	Balsom et al, 1999 6 s; 30 s rec. En 2 proves: a) < 10 min y b) > 30 min	Gregson et al, 2005 30 s 90% del VO₂ màx; 30 s rec. fins a l'extenuació		

rec.: recuperació.

1,5 m de distància de l'última barrera, i instruint tots els subjectes de córrer a la màxima velocitat fins en aquest punt.

Igualment, el cronòmetre s'engega un cop tallada l'última fotocèl·lula, per controlar el temps de recuperació, la qual cosa per-

met donar un *feedback* als participants informant-los del temps que els resta per arribar a la línia de sortida i començar l'esprint següent.

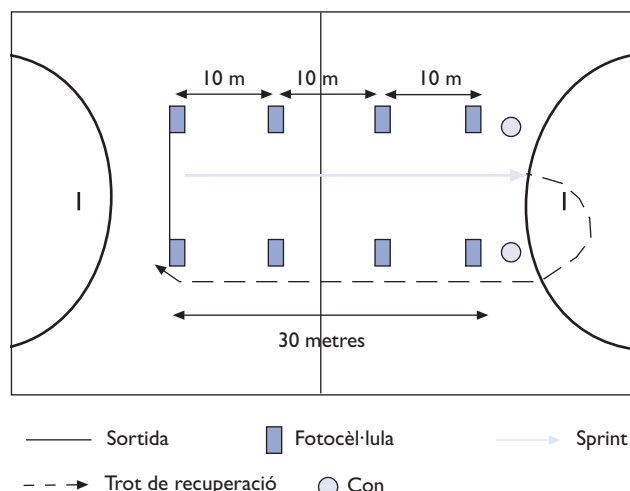
Per calcular l'índex de fatiga dels subjectes hem emprat el que proposen Fitzsimons et al⁸, que rep el nom d'índex de fa-

Taula II

Mitjana (χ) i desviacions estàndard (DE) dels participants de l'estudi

Equip	Subjectes (n)	Pes (kg) ($\chi \pm SD$)	Talla (m) ($\chi \pm SD$)	Edat (anys) ($\chi \pm SD$)
Bàsquet professional	8	90,92 $\pm$ 15,71	1,97 $\pm$ 0,09	25,62 $\pm$ 3,70
Handbol professional	6	90,1 $\pm$ 8,15	1,90 $\pm$ 0,07	20,16 $\pm$ 1,72
Bàsquet aficionats	8	78,25 $\pm$ 7,88	1,85 $\pm$ 0,05	22,75 $\pm$ 3,73
Handbol aficionats	8	87,35 $\pm$ 10,48	1,80 $\pm$ 0,06	21,25 $\pm$ 3,10
Total	30	86,4 $\pm$ 11,7	1,88 $\pm$ 0,09	22,6 $\pm$ 3,71

Figura I

Diagrama del test RSA 8 $\times$ 30 m, amb 25 s de recuperació.

tiga de Fitzsimons (IFF), calculat mitjançant la fórmula següent:

$$IFF = \left(\frac{\sum 8 \text{ temps}}{t_{\text{millor}} \times 8} \times 100 \right) - 100$$

Prèviament a la prova, tots els participants de la recerca van fer un escalfament de 15 min que va consistir en exercicis generals amb desplaçaments, estiraments, acceleracions i progressions.

Per fer el test, el material utilitzat va ser: 4 barreres de fotocèl·lules, situades a 0, 10, 20 i 30 m; un flexòmetre de 30 m, per mesurar la distància; dos cons, i un cronòmetre per calcular el temps de recuperació.

El disseny experimental utilitzat en aquesta investigació

s'ajusta als dissenys intergrups, concretat en un disseny multi-grup. La variable independent és la categoria i esport practicat, amb 4 nivells: Ha, Hp, Ba i Bp. Les variables dependents són: el temps total (0-30 m) i els parcials (0-10, 10-20, 20-30 m) i mitjana; el millor i el pitjor temps d'esprint, la velocitat total, parcials i mitjana; l'índex de fatiga de Fitzsimons (IFF) total, parcials i mitjans; la suma de temps; l'acceleració de 0 a 10 m; la potència absoluta total, i la potència relativa total i parcials.

Anàlisi estadística

Es va fer una estadística descriptiva de totes les variables dependents totals i parcials. L'anàlisi inferencial es va aplicar només a les dades totals (0-30 m). Per comparar els 4 grups en l'àmbit de l'RSA s'aplica la tècnica de l'anàlisi de la variància amb un factor (Anova I) que en aquest cas és el grup i té efecte fix. Per a l'aplicació d'aquesta tècnica cal que es compleixin els supòsits d'independència, aleatorietat, normalitat i homocedasticitat (variàncies iguals). En aquest sentit, és evident que cadascun dels 4 grups és independent dels altres. D'altra banda, l'aleatorietat queda confirmada mitjançant el test de ratxes, mentre que mitjançant el test de Kolmogorov-Smirnov s'estableix la normalitat de les variables en cadascun dels grups. Finalment, es va aplicar el test de Levene per a igualtat de variàncies, tot conclouent que les variables velocitat mitjana, suma de temps, acceleració 0-10 mitjana i potència relativa mitjana no tenen variàncies homogènies. Per tant, per a aquestes variables l'estadística en què es basa Anova I serà sotmesa a la correcció de Brown-Forsythe. També es va aplicar la prova d'Spearman per establir correlacions entre les variables. Quant a l'índex de fatiga, es van aplicar tècniques d'anàlisi de la variància amb mesuraments repetits d'un factor (Anova-MR).

RESULTATS

Quant a les dades temporals totals (0-30 m) obtingudes en cada esprint i la mitjana corresponent, cal destacar que el grup més ràpid va ser el d'Hp ($4,57 \pm 0,11$) seguit pel de Ba ($4,61 \pm 0,24$), mentre que els dos grups més lents van ser els jugadors Ha ($4,77 \pm 0,46$) i finalment els de Bp ($4,84 \pm 0,31$).

Amb referència al sumatori de temps, calculat com la suma del temps invertit en els 8 esprints, el grup que menys sumatori va obtenir tant per a valors totals (0-30 m) com acumulats (0-10, 0-20 m) va ser el d'Hp (0-30 m: $36,52 \pm 0,57$ s), seguit pel de Ba (0-30 m: $36,56 \pm 0,96$ s), després Ha ($37,32 \pm 1,89$ s) i l'últim el de Bp ($38,73 \pm 2,38$) (fig. 2).

Malgrat que no hi va haver diferències significatives entre els quatre grups en els paràmetres temporals, cal destacar que es va trobar una correlació negativa entre el sumatori dels temps dels 8 esprints i la velocitat mitjana i potència relativa mitjana en els 4 grups. És a dir, com més gran és la suma de temps, menors són la velocitat i la potència relativa mitjanes en els individus dels 4 grups.

D'altra banda, la suma de temps està correlacionada positivament amb l'índex de fatiga en els grups d'Ha i Bp, és a dir, en aquests dos grups, com més suma de temps, l'índex de fatiga és més elevat. En aquests dos grups l'índex de fatiga està correlacionat positivament amb la potència relativa mitjana, i amb la velocitat mitjana en el de Bp.

Quant a les velocitats totals (fig. 3) i parcials, cal destacar que tant en el total de la prova (0-30 m) com en el primer parcial (0-10 m), el grup amb velocitat mitjana més alta

va ser Hp, seguit del grup Ba, després pel Ha i en darrer lloc per Bp.

En els parcials 10-20 m i 20-30 m, el grup amb més velocitat mitjana va ser el Ba i el que va obtenir pitjor velocitat mitjana va ser el Bp, mentre que en 10-20 m, el segon millor resultat va ser per a Ha, seguit d'Hp, tot alternant-se aquests dos grups les posicions en l'últim parcial (20-30 m).

En 0-30 m es compleix en tots els grups que, com més bon resultat de velocitat mitjana, més gran és el decreixement entre la velocitat entre el primer i l'últim esprint (velocitat mitjana i decreixement entre S1 i S8 per a Hp: $6,58$ i $0,59$; per a Ha: $6,36$ i $0,52$; per a Bp: $6,22$ i $0,32$, i per a Ba: $6,53$ i $0,57$), mentre que aquesta relació no es compleix en les velocitats parcials.

S'observa el descens de velocitat en tots els grups entre el primer esprint (S1) i l'últim (S8), tant en la velocitat total com en les parcials (taula IV).

Pel que fa a les dades referents a l'acceleració obtinguda en els 10 primers metres, cal destacar un descens en tots els grups entre el primer i l'últim esprint, tot havent obtingut el millor resultat el grup Hp ($2,79 \pm 0,20$), seguit de Ba ($2,69 \pm 0,24$), d'Ha ($2,56 \pm 0,23$) i, com a darrer, el Bp ($2,19 \pm 0,18$) (fig. 4).

Es va trobar entre l'acceleració 0-10 mitjana i la potència relativa mitjana una correlació positiva en els grups Ha i Bp ($p < 0,05$). A més, el grup d'Ha presenta correlació positiva amb la potència absoluta mitjana ($p < 0,05$).

Respecte de l'IFE, hi ha un increment de la fatiga a mesura que augmenta el nombre d'esprints, tant en la distància total

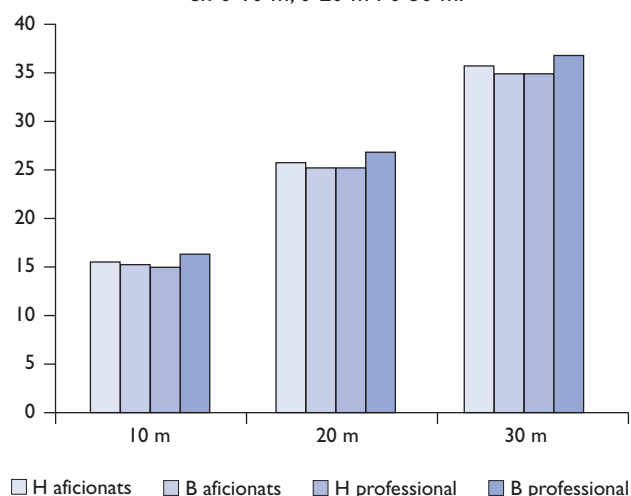
Taula III

Temps mitjans (en segons) i desviacions estàndard (DE) de cada esprint per grups

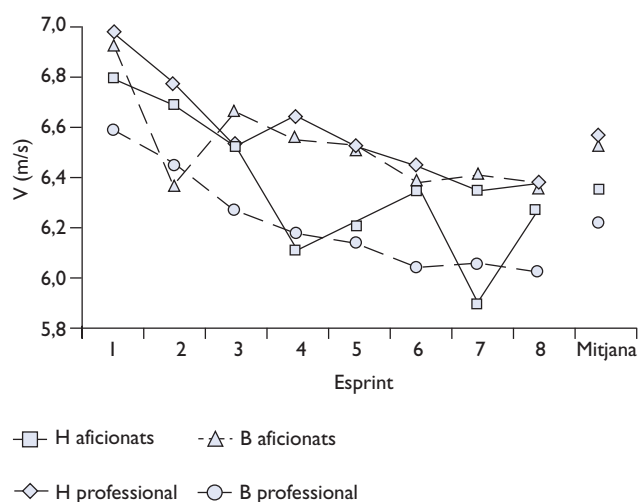
	Handbol aficionats				Bàsquet aficionats				Handbol professional				Bàsquet professional			
	Mitjana	DE	Millor	Pitjor	Mitjana	DE	Millor	Pitjor	Mitjana	DE	Millor	Pitjor	Mitjana	SD	Millor	Pitjor
Esprint 1	4,41	0,15	4,18	4,65	4,33	0,15	4,12	4,52	4,30	0,12	4,18	4,46	4,56	0,19	4,31	4,94
Esprint 2	4,49	0,23	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
Esprint 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
Esprint 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
Esprint 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
Esprint 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
Esprint 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
Esprint 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
Mitjana	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

Valors mitjans del sumatori de temps en 0-10 m, 0-20 m i 0-30 m.

**Figura 3**

Velocitat total (0-30 m) i mitjana dels 8 esprints entre els quatre grups.



com a les parcials per als 4 grups. En 0-30 m, el grup amb menor IFF és Ba ($-5,62 \pm 3,66$), seguit d'Ha ($-5,86 \pm 4,15$), després Hp ($-6,17 \pm 3,69$) i l'últim és el Bp ($-6,62 \pm 3,94$) (fig. 5).

L'IFF parcial de 0-10 m es decanta a favor dels equips professionals, Bp ($-6,09 \pm 4,41$) i Hp ($-6,67 \pm 3,91$), per aquest ordre, seguits dels equips aficionats d'Ha ($-7,28 \pm 5,04$) i Ba ($-7,34 \pm 4,95$).

Quant als resultats de l'IFF en 10-20 m, el millor grup va ser Ba ($-5,75 \pm 4,88$), seguit d'Ha ($-6,32 \pm 4,14$), igual que en el resultat de 0-30 m, però en les últimes posicions els llocs s'alternen: el següent grup és Bp ($-6,32 \pm 3,56$) i l'últim és Hp ($-7,09 \pm 4,65$).

En l'últim tram (20-30 m), els resultats obtinguts van ser: en primer lloc el grup Ba ($-6,51 \pm 5,14$), en segona posició Hp ($-7,18 \pm 5,09$), seguit de Bp ($-8,87 \pm 4,85$) i últim l'Ha ($-9,40 \pm 5,58$).

Les relacions significatives (al 5%) que es van establir per a l'IFF en aquest estudi van ser:

- Ha: IFF 2 < IFF 3 = IFF 4 < IFF 5 = IFF 6 = IFF 7 = IFF 8 (5%)
- Ba: IFF 2 = IFF 3 < IFF 4 = IFF 5 < IFF 6 = IFF 7 = IFF 8 (5%)
- Hp: IFF 2 < IFF 3 = IFF 4 = IFF 5 = IFF 6 = IFF 7 = IFF 8 (5%)
- Bp: IFF 2 < IFF 3 < IFF 4 < IFF 5 = IFF 6 = IFF 7 = IFF 8 (5%)

No va haver-hi diferències significatives entre els grups en 0-30 m, però es va trobar una correlació significativa entre la potència relativa mitjana i la velocitat mitjana ($p < 0,05$). També s'observà que com més gran és el sumatori de temps, menors són les potències relatives mitjanes en els 4 grups ($p < 0,05$) i en el grup d'Ha i Bp va haver-hi una correlació negativa entre

Taula IV

Decreixement (dec) de la velocitat (m/s) entre el primer (S1) i l'últim esprint (S8) en la distància total (0-30 m) i parcial (0-10 m, 10-20 m i 20-30 m) de la prova per als grups avaluats

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

Ha: handbol aficionats; Ba: bàsquet aficionats; Hp: handbol professional; Bp: bàsquet professional.

Figura 4 Valors mitjans de l'acceleració ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) en la distància compresa entre 0 i 10 m.

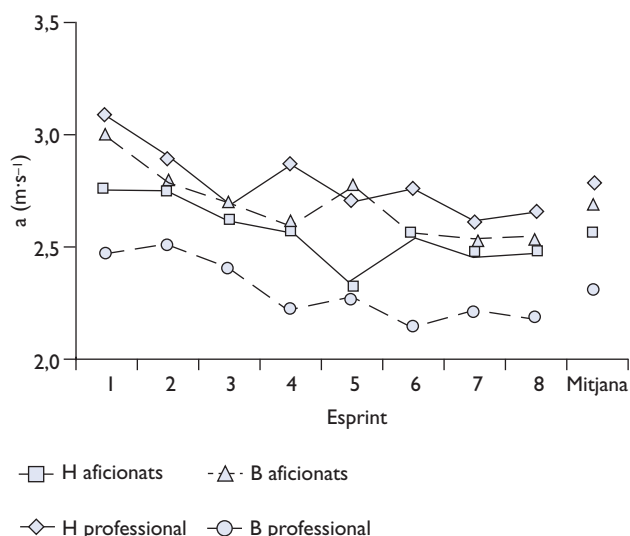


Figura 6 Potència relativa (W/kg) de la distància total 0 a 30 m entre els 4 grups.

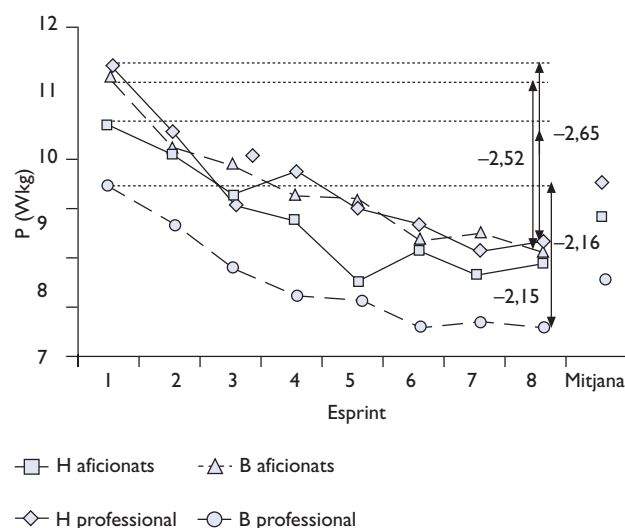
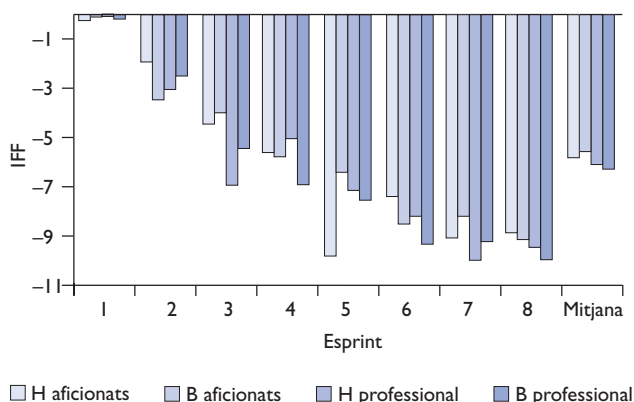


Figura 5 Índex de fatiga de Fitzsimons (IFF) de 0 a 30 m entre els 4 grups.



(o valors de temps baixos) i IFF baixos són els que millor RSA obtenen, ja que amb aquest últim paràmetre s'indica la disminució de l'esprint més ràpid al llarg de les sèries.

Així, els jugadors amb alta velocitat i menor IFF serien els que tenen un millor RSA i, per tant, els que podrien tenir un millor rendiment físic en esports col·lectius. És per això que en aquest estudi s'ha establert la ràtio:

$$\text{Ràtio RSA} = \frac{\text{Velocitat mitjana (0-30)}}{\text{IFF mitjà (0-30)}}$$

Ja que pren valors cada vegada més grans a mesura que els subjectes assoleixen un millor RSA.

DISCUSSIÓ

Cal destacar que no es van trobar diferències estadístiques entre els grups pel que fa a la ràtio trobada en aquest estudi; per tant, no hi ha evidències que un grup assoleixi una millor RSA que un altre. La raó d'això és la gran semblança entre els esforços i les pauses realitzats en les disciplines esportives analitzades. Altres autors²⁵ han comparat esports d'equip amb més diferència, com l'hoquei i el futbol, i no han trobat diferències significatives en els paràmetres obtinguts d'RSA entre els esports esmentats. Així, Bishop i Spencer¹¹ van comparar atletes de resistència i subjectes d'esports col·lectius en un test RSA i no van trobar diferències significatives entre ambdós grups. Conclusions semblants van ser constatades per Aziz et al²⁵ en

l'IFF i la potència mitjana ($p = 0,028$ i $p = 0,015$, respectivament). És a dir, a mesura que disminueix la potència relativa mitjana en ambdós grups, hi ha un increment dels IFF. A més, s'observa un decreixement entre la potència obtinguda entre l'S1 i l'S8 en els 4 grups (taula V). Els grups amb més descens de la potència relativa mitjana són l'equip d'Hp (2,65%), seguit pel de Ba (2,52%), mentre que els dos equips amb menor disminució van ser el d'Ha (2,16%) i Bp (2,15%).

Es parteix de la tesi que els jugadors més ràpids i que aconsegueixen mantenir aquesta velocitat, sense disminuir-la, en el transcurs dels esprints repetits, són els que millor RSA obtenen. O el que és el mateix, els subjectes amb alts valors de velocitat

Taula V

Decreixement (dec) i percentatge de descens (%dec) de la potència relativa (W/kg) entre el primer (S1) i l'últim esprint (S8) de la prova total (0-30 m) i parcials (0-10 m, 10-20 m i 20-30 m) en els grups avaluats

	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
Ha	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
Ba	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
Hp	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
Bp	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

Ha: handbol aficionats; Ba: bàsquet aficionats; Hp: handbol professional; Bp: bàsquet professional.

comparar jugadors de futbol i hoquei. D'altra banda, són escassos els estudis que comparin disciplines semblants i estableixin diferències entre esportistes aficionats i d'alt nivell.

A la vista dels resultats, s'observa un descens en tots els grups entre la velocitat del primer esprint i de l'últim, la qual cosa també s'esdevé en les velocitats parcials (oscil·lant entre un descens de 0,59 m/s en Hp a 0,32 m/s en Bp), malgrat que no hi ha diferències significatives entre els grups ($p > 0,05$). Troballes semblants en relació amb el descens entre esprints també s'han fet en tots els estudis previs realitzats sobre RSA^{1,16,26}. Aquest descens del rendiment es veu molt influenciat tant per la distància recorreguda en el test com pel temps de recuperació.

Així, Balsom et al^{3,27} van fer, en dos estudis, canvis en la distància recorreguda durant el test (15, 30 o 40 m amb 30 s de recuperació) i en el segon estudi van fer canvis en el temps de recuperació (30, 60 o 120 s i recorrent una distància de 40 m), tot obtenint com a resultats més rellevants que un increment en la distància va augmentar la diferència significativa entre el primer i l'últim esprints, però no van trobar diferències en esprints curts (15 m). Amb recuperacions de 30 s també van observar, en el segon estudi, que el temps de recuperació influïa en el descens del rendiment. Aquests canvis en modificar els paràmetres de distància i temps de recuperació vénen influenciats per l'esgotament dels recursos energètics de les vies activades en les proves d'RSA, així com els recursos metabòlics utilitzats per reposar les vies esmentades i mobilitzar els catabòlits generats.

Quant als paràmetres temporals del nostre estudi, val a dir que no va haver-hi diferències significatives ($p > 0,05$) quant al temps mitjà entre els 4 grups, però es van trobar diferències estadístiques en els paràmetres de millor esprint i acceleració en 0-10 m entre Bp i Hp ($p = 0,013$). Així, podem afirmar al 5% que el grup Hp va presentar més acceleració en els 10 primers

metres i un millor esprint que no els jugadors de Bp. Cal destacar que va haver-hi una correlació alta ($r^2 = 0,78$) en el grup de bàsquetbol entre la talla i el temps mitjà d'esprint. Aquestes evidències ens fan suposar que la gran diferència entre els paràmetres temporals del grup de Bp respecte dels subjectes d'Hp ve donada, en part, pels dolents resultats obtinguts en l'RSA pels jugadors de més alçada. Arran de l'especificitat en el joc d'aquests subjectes (pivots), diversos estudis²⁸ confirmen que els jugadors més alts (en bàsquet) recorren una distància menor en els partits (bases: 6.100 m, alers: 5.632 m, pivots: 5.552 m²⁸; bases: 5.913 m, alers: 5.655 m, pivots: 5.567 m²⁸) i a més recorren menys metres a alta velocitat que no pas els jugadors dels altres posicions específiques (a 5-6 m/s, pivots: 191 m, bases: 227 m; a 7-8 m/s, pivots: 8 m, bases: 13 m). Amb tot, cal destacar que les distàncies recorregudes pels jugadors de bàsquet varien d'unes recerques a unes altres, i que aquestes diferències són producte dels estils de joc dels equips d'on es van obtenir les dades o del nivell de perícia dels jugadors³³. Tanmateix, la majoria dels estudis coincideixen que el base i l'aler recorren més metres que no el pivot²⁸.

És per tot això que la influència dels homes alts en el grup de bàsquet professional (Bp) fan minvar les dades mitjanes del grup, mentre que no es troba tanta diferència entre els resultats dels jugadors de menor alçada del grup d'aficionats (Ba) i els resultats obtinguts pels jugadors dels altres grups. Per això es plantegen futurs estudis en què s'avaluï el perfil i rendiment en test RSA per posicions específiques en els diversos esports d'equip, així com l'antropometria del subjecte en el rendiment de l'RSA.

Quant a l'IFF, cal destacar que els valors mitjans d'IFF de 0-30 m han estat semblants als d'altres autors en jugadors d'esports de cooperació-oposició diferents dels d'aquest estudi i utilitzant protocols RSA una mica diferents del proposat en

aquesta recerca. Així, els estudis de Dawson et al⁹ i Fitzsimons et al⁸, amb un protocol en ambdós casos de 6×40 m amb un període de recuperació de 30 s, van obtenir mitjanes d'IFF de $5,6 \pm 2,7$ i $5,3 \pm 2,0$, respectivament. Aziz et al²⁵ també van fer un test RSA de camp amb un protocol de 8×40 m amb 30 s de recuperació en què van avaluar 17 jugadors d'hoquei i 23 de futbol. Els índexs de fatiga obtinguts van ser de $6,0 \pm 3,5$ i $4,9 \pm 1,7$ i el valor mitjà combinant ambdós grups va ser de $5,4 \pm 2,7$, però sense diferències significatives entre els grups. En l'estudi de Wadley i Le Rossignol²⁹ realitzat amb 17 jugadors de futbol australià que van fer un test de 12×20 m amb 20 s de recuperació, l'IFF mitjà obtingut va ser $5,5 \pm 3,3$. Les dades d'IFF mitjanes obtingudes en els diversos grups analitzats en aquest estudi han oscil·lat entre $5,62 \pm 3,66$ com a millor registre obtingut pel grup de Ba i $6,62 \pm 3,94$ com a pitjor registre, aconseguit pel grup de Bp.

La semblança entre els resultats obtinguts en els diversos estudis de camp amb els obtinguts en el nostre estudi ens fan confirmar la similitud en el tipus d'esforços realitzats en els diversos esports col·lectius, com també la implicació de vies i recursos energètics semblants. Com s'ha observat, aquesta semblança s'ha manifestat en protocols diferents, en què la ràtio treball/recuperació va ser d'1:10 i 1:3, respectivament, que en aquest estudi ha estat d'1:6 aproximadament, i en disciplines esportives distintes, en què les distàncies recorregudes i els temps de recuperació durant la competició arriben a ser molt variats, sobretot entre disciplines de pista i a l'aire lliure. Per això resulta evident la manca de significació entre els grups d'aquest estudi, en què tots van seguir el mateix protocol i, a més, que els tipus d'esforços entre les disciplines de basquetbol i handbol són molt semblants, tot afavorint encara més la semblança entre les categories d'aficionats i professionals del mateix esport.

Wadley i Le Rossignol²⁹ van establir una relació entre el millor esprint i l'IFF. Així, els subjectes que aconsegueixen un millor esprint són els que obtenen valors mitjans d'índex de fatiga més alts. Segons els autors, el fet ve donat perquè els subjectes capaços de fer un esprint elevat són els que aconsegueixen deplecionar totes les seves reserves de fosfocreatina (PCr) respecte d'altres subjectes més lents. Com que la recuperació és curta entre esprints, els subjectes esmentats no deuen resintetitzar la PCr, i comencen els esprints successius sense tenir plens els seus magatzems de PCr i, per tant, augmenta el seu nivell de fatiga. En el nostre estudi no es va trobar una correlació significativa entre el millor esprint i l'IFF. Amb tot, es va trobar una correlació negativa entre l'IFF mitjà en 0-30 m i el pitjor esprint en el grup de Ba ($p < 0,05$), i va ser altament

significativa en el grup de Bp ($p < 0,000$). És a dir, els subjectes que tenen un esprint pitjor són els que presenten un IFF menor. Partint de les troballes de Wadley i Le Rossignol²⁹, es podria afirmar que els subjectes més lents (pitjor esprint) no exhaurixen totalment les seves reserves de PCr i poden fer l'esprint següent sense disminuir-hi el rendiment, ja que els magatzems de PCr s'han restablert en una gran part en el temps de recuperació. Aquest fet només es produeix en els grups de bàsquet, en què els jugadors més alts també són els més lents ($p < 0,002$).

Quant a la distribució emparellada, no hi ha similitud en l'increment en l'IFF entre els grups. Ara bé, sí que es pot observar que en els dos últims esprints en cap dels grups disminueix encara més l'IFF d'una manera significativa. Aquesta semblança amb referència a l'últim esprint s'ha comprovat en alguns estudis previs^{27,30} i s'ha atribuït a factors de motivació, ja que els individus avaluats obtenen un millor rendiment en l'últim esprint per la motivació intrínseca que comporta. Quant a la disminució produïda en els altres esprints, no es pot establir que segueixi un patró fix entre els grups. També s'observa que hi ha una millora entre l'IFF de l'esprint 7 respecte de l'IFF de l'esprint 8 en els grups d'handbol, fet que no s'esdevé en els grups de bàsquet. Potser la causa és que les distàncies completes per aquests últims en competició no arriben a 30 m, d'acord amb la dimensió reglamentària de la pista de joc. Possiblement, els jugadors de bàsquet no tenen els seus sistemes energètics adaptats a distàncies de 30 m, exhaurixen les seves reserves de PCr i no les poden restaurar per afrontar els esprints següents²⁹.

Quant a la potència relativa, no es van trobar diferències significatives ($p > 0,05$) entre els grups. Cal destacar que les dades obtingudes són semblants a altres estudis en què també es van avaluar jugadors d'equip respecte d'esportistes de resistència¹¹. Així, en l'estudi esmentat no es van trobar diferències significatives entre ambdós grups, per bé que els individus d'esports col·lectius sí que van obtenir valors de potència més grans que no els de resistència. Per això, si en esports amb requeriments fisiològics distintes, com els de resistència davant dels col·lectius, no va haver-hi diferències significatives, és difícil que en subjectes que practiquen modalitats esportives de cooperació-oposició distintes, però en què els requeriments energètics són semblants, apareguin diferències estadístiques.

S'ha demostrat en estudis previs³¹ una forta correlació entre la recuperació de la potència i la resíntesi de PCr. Els mecanismes responsables del restabliment de la potència depenen del temps de recuperació. En estudis previs³¹ s'ha confirmat una forta correlació entre la recuperació de la potència i la resíntesi

de PCr, en què la durada de la recuperació era d'1,5 a 3 min. Però no hi ha estudis que demostrin una correlació entre la recuperació de la potència i la resíntesi de la PCr en períodes de recuperació curts (p. ex., 25 s)¹¹.

En els grups d'Hp i Ba s'ha observat una relació positiva significativa entre la potència relativa en el primer esprint (Hp: $9,38 \pm 1,20$ W; Ba: $9,40 \pm 1,38$ W) i el descens més gran de la potència relativa entre el primer i últim esprint (2,65 i 2,52%, respectivament) ($p < 0,05$). Els subjectes d'aquests grups són els que més potència presenten en el primer esprint i alhora a qui disminueix més la potència a mesura que van completant el nombre d'esprints. Això es pot explicar perquè els subjectes capaços de generar una gran potència són els que exhaurixen més les reserves de PCr, i no poden restablir completament els magatzems de PCr en els 25 s de recuperació, i comencen, doncs, els esprints següents amb baixos nivells de PCr. Dawson et al⁹ i Wadley i Le Rossignol²⁹ van fer troballes semblants: van establir una gran relació entre el millor esprint individual i la disminució del rendiment, tot demostrant que els esportistes amb millors temps d'esprint posseïen nivells superiors de fatiga; aquests subjectes que són capaços de generar alts nivells de potència i millors temps en els esprints (sobretot en el primer) són capaços d'utilitzar una gran proporció dels seus magatzems de PCr, però amb curts períodes de recuperació entre esprints, poden començar l'esprint següent amb baixos nivells de PCr als seus magatzems i van acumulant una fatiga més gran a mesura que s'incrementen les sèries d'esprints repetits.

Cal destacar que en la potència relativa parcial de 20-30 m en els dos primers esprints, els grups de bàsquet (aficionat i professional) són els que pitjor potència presenten (Ba [W/kg]:

S1 = 57,87; S2 = 51,2; Bp [W/kg]: S1 = 57,42; S2 = 51,20), que no és el cas per a l'equip de Ba en els parcials anteriors (0-10 i 10-20), ja que aquest grup té els millors resultats en tots els esprints en el parcial de 10-20 (mitjana $\pm$ SD [W/kg]: $42,29 \pm 5,37$ W). La causa pot ser que les distàncies recorregudes en esprint pels jugadors d'aquesta disciplina, en competició, no arriben a 30 m, perquè precisament les dimensions de la pista no ho permeten. A més, les accions majoritàries en bàsquet no són superiors a 20 s (22,5% de les accions totals en un partit)³², comptant com a acció tant la fase d'atac com de defensa.

CONCLUSIONS

Malgrat que hi ha investigacions prèvies que comparen disciplines esportives, aquest estudi és el primer que compara diverses disciplines d'esports col·lectius de pista tancada (bàsquetbol i handbol) juntament amb diversos nivells dels jugadors (aficionats i professionals). Cal destacar que no es van trobar diferències en els paràmetres analitzats en el test RSA entre jugadors de bàsquet i handbol. A més, tampoc no va haver-hi diferències significatives entre els grups aficionat i professional dels esports analitzats. Cal destacar que els esforços realitzats en bàsquet i handbol tenen una gran similitud, igual que els realitzats per professionals i aficionats, malgrat que el nivell dels primers és més alt. Per això, l'aplicabilitat a l'entrenament és que es poden fer proves específiques comunes del test RSA que servien per a ambdues disciplines, ja que els esforços realitzats són semblants, però cal tenir en compte el nivell d'entrenament dels subjectes, ja que el nivell d'exercici físic dels jugadors professionals o ben entrenats serà sempre més elevat.

Bibliografia

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. Cycling and Running 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.