



Demandas cinemáticas de competición internacional en el hockey hierba masculino

Xavier Haro^{1,2*}, Lorena Torres^{3,4}, David Casamichana⁵, Blanca Romero-Moraleda⁶, Esther Morencos^{2,7} y Gil Rodas^{2,8}

¹Escola Superior de Ciències de la Salut, Universitat Pompeu Fabra. Mataró (España)

²Real Federación Española de Hockey Hierba (España)

³Institute of Sport, Exercise and Active Living, College of Sport and Exercise Science, Victoria University, Melbourne, VIC (Australia)

⁴National Basketball Association. San Antonio (USA)

⁵Real Sociedad de fútbol. Donostia-San Sebastián, Spain. Universidad Europea del Atlántico. Santander (España)

⁶Departamento de Educación Física, Deporte y Motricidad Humana. Universidad Autónoma de Madrid. Real Federación Española de Fútbol. Madrid (España)

⁷Exercise and Sport Sciences, Health Science Faculty, Universidad Francisco de Vitoria. Pozuelo de Alarcón. Madrid (España)

⁸Departamento Médico del Fútbol Club Barcelona. Barcelona (España)

OPEN  ACCESS

Editado por:

© Generalitat de Catalunya
 Departament de la Presidència
 Institut Nacional d'Educació
 Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

*Correspondencia:

Xavier Haro Rubio
jharo@tecnocampus.cat

Sección:

Preparación física

Idioma del original:

Castellano

Recibido:

18 de abril de 2020

Aceptado:

24 de septiembre de 2020

Publicado:

1 de enero de 2021

Portada:

Balonmano España.
 Ademar León y Liberbank
 Sinfin disputan el primer
 partido con mascarillas
 durante un partido de la liga
 Sacyr Asobal en octubre
 de 2020, para cumplir la
 normativa regional de la
 COVID-19.
 J.Casares/(EPA) EFE/
lafototeca.com

Citación

Haro, X., Torres, L., Casamichana, D., Romero-Moraleda, B., Morencos, E., & Rodas, G. (2021). International Competition Kinematic Demands in Male Field Hockey. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 143, 90-99. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2021/1\).143.10](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2021/1).143.10)

Resumen

El objetivo de esta investigación fue describir las características cinemáticas durante partidos internacionales de hockey hierba masculino. Dieciséis jugadores (edad: 25.12 ± 3.66 años; altura: 177.12 ± 4.96 cm; peso: 72.45 ± 5.01 kg; internacionalidades: 79.12 ± 78.96) pertenecientes a la selección absoluta española, fueron monitorizados mediante sistemas de posicionamiento global y acelerometría durante 5 partidos del Campeonato de Europa de 2017. Los análisis se hicieron en función del cuarto de juego (C1, C2, C3 y C4), las demarcaciones (defensas, centrocampistas y delanteros), y los minutos jugados (por partido). Los datos analizados incluyeron distancias, aceleraciones y desaceleraciones en diferentes rangos de intensidad. Los defensas presentaron menor actividad cinemática a alta intensidad (velocidades, número de sprints, metros/min) respecto a medios y delanteros. El análisis por cuartos mostró que en el C1 hubo actividad cinemática mayor para todas las demarcaciones. En cuanto a minutos jugados, el análisis clúster agrupó a los jugadores en 3 grupos (<37, 37-48 y >48 minutos). Aquellos que jugaron <37 minutos, realizaron la mayor cantidad de metros a sprint (>21 km/h) y de m/min en comparación con los otros grupos, mientras que los que disputaron entre 37-48 minutos, fueron los que más distancia a alta intensidad (>16 km/h) recorrieron y mayor cantidad de sprints realizaron. Los resultados de este estudio muestran que las demandas físicas de los jugadores de élite de hockey hierba, dependen de la demarcación en el campo, del tiempo de juego, con mayor actividad en el C1, y con una menor actividad cinemática de alta intensidad relativa en aquellos jugadores que acumulan más minutos durante el partido.

Palabras clave: sistemas de posicionamiento global, hockey, deportes colectivos, análisis del movimiento, análisis de la competición.

Introducción

El hockey sobre hierba es un deporte colectivo en el que participan 11 jugadores por equipo, comúnmente clasificados en cuatro demarcaciones: portero, defensas, medios y delanteros. Se alternan periodos de diferentes intensidades, altas velocidades y altas demandas neuromusculares (esprints, cambios de dirección, aceleraciones/desaceleraciones, como principales) con periodos de menor intensidad (caminar, trotar) (Jennings et al., 2012). Por lo tanto, se requiere por parte de los jugadores ciertas capacidades condicionales, además de un elevado dominio técnico-táctico (Jennings et al., 2012; Lythe and Kilding, 2011; Spencer et al., 2004).

En los últimos años este deporte ha sido objeto de importantes cambios reglamentarios y evolución de materiales que han influido enormemente en el desarrollo del propio juego (White y MacFarlane, 2015). Una de las modificaciones más importantes ha sido la del tiempo total de juego y la nueva distribución del mismo, que desde la temporada 2014-2015 pasó de ser de dos partes de 35 minutos a 4 tiempos de 15 minutos (Federación Internacional de Hockey, FIH; 2014).

La utilización de sistemas de posicionamiento global (GPS) y acelerometría durante el entrenamiento y la competición es ya muy habitual en muchos deportes y en el caso concreto del hockey sobre hierba está aumentando en los últimos años (Cummins et al., 2013; Vescovi y Frayne, 2015; White y MacFarlane, 2015). Puesto que la utilización de estos dispositivos está permitida durante competiciones oficiales de la FIH, se está avanzando rápidamente en el conocimiento del deporte (Aughey, 2011; Polglaze et al., 2017), lo que es clave para conocer sus demandas cinemáticas del mismo en competición y progresar en la adaptación del entrenamiento a las demandas de competición, permitiendo incluso analizar y gestionar la carga de entrenamiento a tiempo real en competición (Gabbet, 2010; Ishan et al., 2017; Polglaze, et al., 2017; White y MacFarlane, 2015).

El uso de la tecnología en el hockey hierba para la monitorización se ha centrado comúnmente en el registro y análisis de variables relativas al desplazamiento: distancia total, velocidad media y máxima, y desplazamientos en los distintos rangos de velocidad (Lythe y Kilding, 2011; Polglaze et al., 2017). No obstante, las aceleraciones, desaceleraciones y los cambios de dirección ocurren frecuentemente, como hemos mencionado anteriormente, y contribuyen sustancialmente a las demandas energéticas y, principalmente, neuromusculares de los jugadores, por lo que es importante tenerlas en cuenta también (Spencer et al., 2004).

Se sabe por estudios anteriores que durante un partido oficial los jugadores pueden realizar acciones de aceleración y desaceleración en más de 900 ocasiones (Morencos et al., 2018). La distancia promedio total recorrida en partidos internacionales de hockey masculino es menor en

comparación con el fútbol o el fútbol australiano (5824-10160 m, 9000-12000 m, 11880-12310 m respectivamente), sin embargo, la intensidad relativa es más alta ($131 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$, $111 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$, $109 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ respectivamente) (Polglaze et al., 2017; Taylor et al., 2107). Estas diferencias pueden atribuirse a elementos como las sustituciones ilimitadas, que pueden ocurrir sin interrumpir el juego, y también a una mayor proporción de jugadores reservas disponibles ($n=6$) para jugadores activos ($n=10$), lo que significa que las demandas de competición pueden distribuirse entre más jugadores.

Investigaciones previas al cambio reglamentario ya habían puesto énfasis en la descripción de las demandas cinemáticas en este deporte. Por ejemplo, Polglaze et al. (2017), presentaron datos por posiciones con las antiguas normas de juego: los delanteros recorrieron un promedio de $5409 \pm 689 \text{ m}$ en los $41:57 \pm 5:23 \text{ min}$ que jugaron. Los defensas recorrieron un promedio de $6257 \pm 909 \text{ m}$ en los $52:04 \pm 7:12 \text{ min}$ que jugaron y finalmente los medios recorrieron un promedio de $6292 \pm 855,5 \text{ m}$ en los $46:11 \pm 5:51 \text{ min}$ que jugaron. Sin embargo, para Jennings et al. (2010), esta relación entre distancia recorrida e intensidad por posición en el campo, cambia: los delanteros recorrieron un promedio de $9819 \pm 720 \text{ m}$ siendo $2189 \pm 456 \text{ m}$ a alta intensidad ($>15 \text{ km/h}$). Los medios recorrieron un promedio de $10160 \pm 215 \text{ m}$ siendo $2554 \pm 134 \text{ m}$ a alta intensidad y finalmente los defensas recorrieron un promedio de $9453 \pm 579 \text{ m}$ siendo $1734 \pm 177 \text{ m}$ a alta intensidad. En este caso, los medios fueron los que más distancia total y a alta intensidad recorrieron.

Los estudios a partir del nuevo formato de distribución del tiempo de juego muestran que a nivel internacional los delanteros son los que mayor distancia a alta intensidad recorren ($3090 \pm 565 \text{ m}$) comparado con los medios ($2680 \pm 360 \text{ m}$) y los defensas ($2257 \pm 498 \text{ m}$). En cuanto a la distancia total recorrida, son de nuevo los delanteros los que más distancia recorren, seguidos de medios y defensas respectivamente (Ihsan et al., 2018). Según Lombard et al. (2017), los delanteros recorrieron un promedio de $5159 \pm 1194 \text{ m}$ de los cuales un 29.7% lo hicieron a alta intensidad ($14.1 - 19 \text{ km/h}$). Los defensas recorrieron un promedio de $6220 \pm 1797 \text{ m}$ siendo un 17.9% a alta intensidad, y los medios $6256 \pm 1859 \text{ m}$ de los cuales un 25.6% a alta intensidad. En su análisis, la relación entre la distancia recorrida y el tiempo de juego fue de $178.3 \pm 22.3 \text{ m}$ y $29.2 \pm 8.6 \text{ min}$ de juego para delanteros, $134.4 \pm 16.6 \text{ m}$ y $47.3 \pm 14 \text{ min}$ de juego para defensas y de $160.0 \pm 5.6 \text{ m}$ y $39.6 \pm 12.6 \text{ min}$ de juego para medios. En cuanto a los metros por minuto, los delanteros recorrieron $178.3 \pm 22.3 \text{ m}$, los defensas $134.4 \pm 16.6 \text{ m}$ y los medios $160.6 \pm 15.6 \text{ m}$. En este caso, con la nueva distribución del tiempo de juego, la distancia total y el tiempo de juego disminuyen, pero la

intensidad media y el porcentaje de distancia recorrida a alta intensidad aumentan.

Son pocos los estudios con el nuevo formato de tiempos, es por ese motivo que se considera importante seguir aportando información acerca de las demandas cinemáticas en competición en esta disciplina deportiva, ya que, para poder preparar mejor a los deportistas durante los entrenamientos, se deben conocer detalladamente las exigencias de la competición.

Así pues, el objetivo de este estudio fue analizar y describir las demandas cinemáticas en competición del hockey hierba masculino a nivel internacional (Selección Española Absoluta Masculina) con especial mención a las demarcaciones, cuartos del partido y minutos disputados durante la competición.

Metodología

Participantes

Dieciséis jugadores de campo (edad 25.12 ± 3.66 ; 177.12 ± 4.96 cm; 72.45 ± 5.01 kg; internacionalidades 79.12 ± 78.96) de la Selección Nacional Masculina de Hockey Hierba de España, participaron en el estudio (Tabla 1). El presente estudio se llevó a cabo tras la aceptación por el Comité Ético para Investigación Científica (CEIC) del Consejo Catalán del Deporte de la Generalidad de Cataluña, con el núm. 18/CEICGC/2017. Para la obtención de los datos, los participantes fueron informados directamente y aceptaron participar voluntariamente firmando el consentimiento informado.

Procedimiento

Los jugadores fueron monitorizados durante 5 partidos del Campeonato Europeo de 2017 celebrado en Holanda ($n=78$ casos). Los porteros fueron excluidos de este estudio debido al número de dispositivos disponibles. Tres partidos fueron correspondientes a la fase de grupos y dos partidos a la disputa para obtener los puestos entre el 5º y el 8º. Para el análisis por demarcaciones se agruparon a los jugadores en defensas ($n=6$, 28 casos, hubo 2 partidos en los que 1 jugador no disputó ningún minuto por decisión táctica), medios ($n=5$, 25 casos) y delanteros ($n=5$, 25 casos).

Para el análisis se utilizó el tiempo total del partido (60 min) y de cada uno de los cuartos del partido (C1, C2, C3 y C4) de 15 min de duración cada uno. Se analizó la actividad de los jugadores en campo (tiempo activo de juego), excluyendo los periodos de descanso entre cuartos o cuando los jugadores se encontraban en el banquillo, ya fuera por decisión técnica o por tarjetas de expulsión temporal. Los partidos se jugaron con periodos de descanso de 36-48 h entre los mismos.

La monitorización se realizó mediante el uso de dispositivos GPS (Wimu® model v1.6, Realtracksystems, Almería, España) que operan con una frecuencia de muestreo de 10Hz. Este aparato tiene el estándar IMS según lo establecido en el programa de calidad de la FIFA para sistemas de rendimiento y seguimiento electrónico (EPTS, en inglés). Según Macfarlane et al., (2016), los dispositivos de 10Hz parecen ser más válidos que los de 1Hz y 5Hz. La tasa de satélites conectados con cada unidad se mantuvo entre los 3-11 durante todo el Campeonato. Además, cada unidad incluye entre otros elementos un acelerómetro y un giroscopio a 100Hz. Dicha unidad fue colocada en un arnés diseñado expresamente para

Tabla 1

Características de los sujetos participantes en el estudio.

	<i>n</i> =6		<i>n</i> =5		<i>n</i> =5		<i>n</i> =6	
	Defensas		Medios		Delanteros		Totales	
	media	DE	media	DE	media	DE	media	DE
Peso (kg)	73.48	± 5.75	71.38	± 2.86	72.3	± 6.45	72.45	± 5.01
Talla (cm)	179	± 4.04	172	± 2.91	180	± 3.87	177.12	± 4.96
Edad (años)	24	± 3.4	27.4	± 3.97	24.2	± 3.27	25.12	± 3.66
Internacionalidades (número)	70.66	± 96.01	106.8	± 83.64	61.6	± 58.45	79.12	± 78.96

este propósito quedando el dispositivo entre las escápulas. Todos los jugadores ocuparon la misma posición en los 5 partidos y utilizaron la misma unidad de GPS para minimizar la variabilidad interdispositivo (Jennigs et al, 2010). En cuanto a dicha precisión intradispositivo, Wimū® ha demostrado una precisión entre el 0.69 % y 6.05 %, una fiabilidad test-retest del 1.47 y una precisión interunidad del .25 (Bastida et al. 2018). Por otra parte, y relacionado con lo anterior, se han reportado mayores errores a medida que la velocidad de desplazamiento aumenta (Linke et al., 2018).

Posteriormente, los datos de cada GPS fueron descargados a través del *software* SPro® (v 1.0.0 Compilation 933, Realtracksystems, Almería, España). Una vez filtrados los datos a través del software, se volcaron en una hoja de cálculo personalizada (Microsoft® Excel® para Mac, v14.7.1.).

Las variables registradas para su posterior análisis (Tabla 4) fueron: los minutos jugados (min; MJ), la distancia total (m; DT), la velocidad pico (km·h⁻¹), la distancia recorrida a alta intensidad (DAI: >16 km·h⁻¹), la distancia recorrida a alta intensidad por minuto (DAI/min), la distancia por minuto total (m/min total), la distancia por minuto jugado (m/min jugado), el número de sprints (>21.0 km·h⁻¹ durante más de 1 segundo), el número de sprints por minuto (sprints/min), el número de aceleraciones (Ace) y desaceleraciones (Des), analizados en 3 categorías de intensidad: baja (Z1: 1-2.5 m·s⁻²), moderada (Z2: 2.5-4 m·s⁻²), y alta intensidad (Z3: >4 m·s⁻²). Todas las variables salvo la velocidad pico fueron expresadas de forma absoluta y en función de los minutos de juego (MJ; m·min⁻¹ o n·min⁻¹). Se estableció la ratio “trabajo: descanso (T:D)”, dividiendo la distancia recorrida >6 km·h⁻¹/distancia <6 km·h⁻¹, para establecer la densidad del trabajo.

Análisis de datos

Se realizó un análisis del conjunto de datos, presentados como medias y desviaciones estándar (\pm DE), con el 95 % de intervalo de confianza (IC) y el tamaño del efecto (TE). Para conocer las diferencias por demarcaciones y por cuartos se utilizó una ANOVA de doble vía (demarcaciones x cuartos). Se llevó a cabo un análisis de conglomerados (*cluster analysis*) para establecer grupos según la variable de minutos jugados, estableciendo tres grupos en función: <37 min, 37-48 min y >48 min (Tabla 2). Los umbrales para los TE fueron <.2; .2-.6 (trivial), .6-1.2 (pequeño), 1.2-2.0 (moderado), 2.0-4.0 (grande) y 2.0-4.0 (muy grande) (Hopkins, 2002). Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete estadístico SPSS 18.0 para iOS y el nivel de significación admitido fue de $p < .05$.

Resultados

El análisis reveló que la distancia total fue un 5.18 % mayor para medios con respecto a defensas y un 5.12 % con respecto a los delanteros (TE = .29). Los defensas presentaron menor actividad cinemática a alta intensidad (velocidades, número de sprints, metros/min) respecto a medios y delanteros. En cuanto a la distancia a alta intensidad (> 16 km·h⁻¹), los delanteros fueron los que más metros recorrieron (1066.89 \pm 250.56) obteniendo un 22.77 % más que los defensas y un .6 % más que los medios (TE = .13) (Tabla 3). En cuanto a la distancia a sprint (>21.0 km·h⁻¹) también fue mayor para los delanteros y los mediocentros que para los defensas (+49.41 %; TE: .06 y +1.41 % respectivamente), siendo los defensas los que menores demandas mostraron tanto en la cantidad total como en la relativa a minutos

Tabla 2

Cantidad de jugadores por clúster de tiempo de juego y demarcación.

	Partido 1			Partido 2			Partido 3			Partido 4			Partido 5		
	0-37min	>37<48	>48	0-37min	>37<48	>48	0-37min	>37<48	>48	0-37min	>37<48	>48	0-37min	>37<48	>48
DEL	3	2	0	4	1	0	3	2	0	3	2	0	4	1	0
MED	2	3	0	2	2	1	2	2	1	2	3	0	2	3	0
DEF	2	1	3	2	1	3	3	1	2	1	1	3	2	0	3
TOTAL	7	6	3	8	4	4	8	5	3	6	6	3	8	4	3

DEF=defensas; DEL=delanteros; MED=medios

Tabla 3
Comparación de las variables cinemáticas en función de los minutos jugados.

	MJ	N	TE			95 % IC	
m/min (totales)	0-37min	38	80.25 ± 14.20			75.59	84.92
	>37 <48	27	97.51 ± 8.56	*1.41		94.12	100.90
	>48	13	100.48 ± 8.14	*1.55	.35	95.56	105.41
Distancia a esprint/min	0-37min		8.33 ± 3.67			7.12	9.54
	>37 <48		8.11 ± 2.81		.06	7.00	9.22
	>48		4.33 ± 2.20	*1.18#1.43		3.00	5.67
m/min (jugados)	0-37min		210.39 ± 36.01			198.55	222.22
	>37 <48		168.57 ± 18.06	*1.4		161.42	175.71
	>48		135.52 ± 15.28	*2.32#1.91		126.29	144.76
DAI/min	0-37min		30.72 ± 9.77			27.51	33.93
	>37 <48		25.26 ± 6.97	*.62		22.50	28.02
	>48		15.62 ± 6.75	*1.65#1.39		11.55	19.70
DAI	0-37min		875.05 ± 296.20			777.69	972.41
	>37 <48		1076.84 ± 263.20	*.71		972.72	1180.96
	>48		834.56 ± 323.01	#.85	.13	639.37	1029.76
Distancia total	0-37min		5890.96 ± 1035.71			5550.53	6231.40
	>37 <48		7170.19 ± 573.23	*1.46		6943.43	7396.95
	>48		7334.85 ± 578.54	*1.53	.29	6985.24	7684.46
Ace/min Z1	0-37min		17.61 ± 4.14			16.24	18.97
	>37 <48		15.58 ± 2.05	*.6		.40	14.77
	>48		13.56 ± 1.23	*1.1	1.10	.34	12.82
Ace/min Z2	0-37min		3.37 ± .89			3.08	3.66
	>37 <48		2.97 ± .45		.53	2.79	3.15
	>48		2.69 ± .46	*.84	.62	2.42	2.97
Ace/min Z3	0-37min		.70 ± .28			.60	.79
	>37 <48		.69 ± .17		.64	.62	.75
	>48		.53 ± .18		.65//.92	.43	.64
Des/min Z1	0-37min		15.59 ± 4.12			14.24	16.94
	>37 <48		14.13 ± 1.69		.44	13.46	14.80
	>48		12.07 ± 1.40	*.96	1.28	11.23	12.92
Des/min Z2	0-37min		2.82 ± .76			2.57	3.07
	>37 <48		2.32 ± .41	*.78		2.16	2.48
	>48		2.22 ± .24	*.92	.33	2.08	2.37
Des/min Z3	0-37min		.82 ± .28			.73	.91
	>37 <48		.74 ± .24		.30	.64	.84
	>48		.65 ± .16		.66//.41	.56	.75
T:D	0-37min		1.37 ± .41			1.23	1.50
	>37 <48		1.66 ± .28	*.8		1.55	1.78
	>48		1.21 ± .22	#1.71	.43	1.07	1.34
Ace Z1	0-37min		502.53 ± 133.64			458.60	546.45
	>37 <48		664.22 ± 69.53	*1.45		636.72	691.73
	>48		738.31 ± 82.66	*1.91	1.00	688.36	788.26
Ace Z2	0-37min		96.63 ± 28.63			87.22	106.04
	>37 <48		126.22 ± 15.70	*1.22		120.01	132.43
	>48		146.23 ± 25.86	*1.77	1.03	130.60	161.86

Tabla 3 (Continuación)
Comparación de las variables cinemáticas en función de los minutos jugados.

	MJ	N		TE		95 % IC	
Ace Z3	0-37min		20.37 ± 9.28			17.32	23.42
	>37 <48		29.44 ± 6.76	*1.1		26.77	32.12
	>48		28.54 ± 8.14	*0.9	.12	23.62	33.46
Des Z1	0-37min		447.55 ± 139.44			401.72	493.38
	>37 <48		603.41 ± 59.38	*1.37		579.92	626.90
	>48		657.00 ± 87.67	*1.63	.70	604.02	709.98
Des Z2	0-37min		80.63 ± 22.33			73.29	87.97
	>37 <48		99.56 ± 16.84	*.93		92.90	106.22
	>48		120.46 ± 11.88	*1.96#1.35		113.28	127.64
Des Z3	0-37min		23.79 ± 9.86			20.55	27.03
	>37 <48		31.67 ± 9.72	*.09		27.82	35.51
	>48		35.23 ± 8.88	*.11	.37	29.86	40.60
Distancia a esprint	0-37min		238.32 ± 112.99			201.18	275.46
	>37 <48		341.59 ± 106.46	*.93		299.48	383.71
	>48		233.06 ± 108.17	#1.01	.04	167.70	298.43
Nº esprints	0-37min		20.89 ± 8.51			18.10	23.69
	>37 <48		27.37 ± 7.36	*.8		24.46	30.28
	>48		18.54 ± 8.68	#1.13	.27	13.30	23.78

Nota. *Diferencias significativas con 0-37; # Diferencias significativas con >37<48. Ace: aceleraciones; Des: desaceleraciones, MJ: minutos jugados; TE: tamaño del efecto, para valores significativos y no significativos; IC: intervalos de confianza; T:D: ratio trabajo: descanso; DAi: distancia alta intensidad

jugados (figuras 1C y 1D). La ratio T:D fue mayor para delanteros que para los defensas en el C3 y C4 (figura 1E). Las variables de aceleración y desaceleraciones relativas al tiempo de juego (minutos) sucedidas en la Z1 fueron alrededor de un 23 % mayor para los que disputaron menos de 37 minutos respecto a los que jugaron más de 48 minutos (tabla 3). Esta tendencia de mayor esfuerzo en función de los minutos de juego se vio repetida en cada una de las 3 zonas de aceleración y desaceleración establecidas.

En cuanto al análisis por cuartos, hubo mayor actividad cinemática en el C1 para todas las demarcaciones. Solo las variables aceleraciones en Z1 y Z2 y desaceleraciones en Z1 descendieron en C4 con respecto a C1 para mediocentros y defensas (figuras 2A a 2F). La ratio T:D mostró una disminución en C4 con respecto a C1 para los defensas y mediocentros (figura 1E).

Finalmente, se realizó un análisis de conglomerados donde se agrupó a los jugadores en función de los MJ. Como resultado, se obtuvieron 3 agrupaciones: 1) de 0 a 37 minutos, 2) entre 37 y 48 minutos, y 3) más de 48 minutos. Los jugadores pertenecientes al grupo 1 (0-37 min) mostraron mayores valores para distancia total relativa (m/min), distancia a alta intensidad y distancia a esprint en comparación a los grupos 2 (37 a 48 minutos) y 3 (más de 48 minutos): 19.8 ± 5.8 % mayor respecto al grupo 2 (37-48 minutos)

y un 35.5 ± 6.9 % más con respecto al grupo 3 (más de 48 minutos). En cuanto a aceleraciones y desaceleraciones relativas al minuto en Z1 y Z2 mostraron ser mayores para el grupo 1. La ratio T:D mostró ser mayor para el grupo 2 en comparación con las del grupo 1 (tabla 4).

Discusión

El principal objetivo de este estudio fue analizar y describir las demandas cinemáticas en competición del hockey sobre hierba masculino a nivel internacional con especial mención a las demarcaciones, cuartos del partido y minutos disputados durante la competición. Sus principales hallazgos fueron: a) para la práctica totalidad de las variables analizadas, se observan diferencias entre demarcaciones; b) los defensas son los que mayor descenso tienen en la ratio T:D a lo largo de los cuartos; c) la variable que se mantiene más estable a lo largo de los cuartos de juego en todas las posiciones es la distancia a alta intensidad por minuto; d) los defensas son los que mayor disminución en su actividad cinemática sufren en todas las variables en comparación con defensas y delanteros; e) los jugadores agrupados en menor número de minutos jugados realizan mayor distancia relativa al minuto de juego, mostrando mayor intensidad; f) el C1 es el que mayor actividad cinemática presentó en todas las variables

Tabla 4

Comparación de las variables cinemáticas en relación con el tiempo, cuartos de juego y posiciones.

	Posición	C1		C2		C3		C4	
		ES		ES		ES		ES	
m/min (jugados)	Defensas	175.22 ± 61.36		160.51 ± 35.66		154.71 ± 40.47		156.75 ± 42.53	
	Medios	207.65 ± 46.34	.60	189.45 ± 46.53	*.7	191.44 ± 50.70	*.8	184.06 ± 46.35	.61
	Delanteros	212.05 ± 37.98	*.7 .10	196.45 ± 37.99	*.97 .16	194.74 ± 32.66	*1.1 .07	192.16 ± 45.58	*.8 .17
DAI/min	Defensas	21.78 ± 17.31		21.93 ± 10.25		18.81 ± 9.78		18.85 ± 10.21	
	Medios	27.64 ± 15.92	.35	29.01 ± 9.48	*.7	28.22 ± 9.60	*.97	27.85 ± 7.94	*.97
	Delanteros	30.66 ± 20.24	.5//.1	31.03 ± 10.07	*.9 .20	31.54 ± 11.02	*1.22 .32	32.00 ± 12.94	*1.13 .38
Distancia a esprint/ min	Defensas	5.92 ± 5.36		5.88 ± 3.99		4.10 ± 3.22		5.05 ± 3.54	
	Medios	9.63 ± 4.06	*.77	8.79 ± 4.95	.65	6.91 ± 4.74	.70	8.41 ± 4.67	*.82
	Delanteros	10.01 ± 5.34	*.76 .08	9.20 ± 4.68	*.76 .08	9.20 ± 5.09	*1.21 .46	9.41 ± 6.03	*.9 .18
Nº de esprints/ min	Defensas	0.53 ± .46		0.45 ± .29		0.42 ± .39		.41 ± .31	
	Medios	0.76 ± .37	.55	0.72 ± .27	*.9	0.61 ± .31	.53	.66 ± .29	*.83
	Delanteros	0.95 ± .47	*.9 .50	0.82 ± .43	*1.02 .09	0.78 ± .45	*.86 .44	.72 ± .33	*.97 .20
T:D	Defensas	1.46 ± .54		1.25 ± .39		1.19 ± .45		1.11 ± .40	
	Medios	1.75 ± .50	.55	1.40 ± .34	a .40	1.56 ± .45	*.8	1.33 ± .29	.65
	Delanteros	1.79 ± .59	.6//.07	1.44 ± .49	.04//.09	1.72 ± .65	*.9 .30	1.43 ± .46	*.77 .26
Ace/min Z1	Defensas	17.94 ± 7.08		16.13 ± 4.24		14.64 ± 5.02		15.31 ± 5.37	
	Medios	17.27 ± 2.25	.12	14.99 ± 3.04	.30	14.88 ± 3.29	a .05	14.35 ± 3.74	.20
	Delanteros	19.84 ± 4.19	.32//.76	16.80 ± 4.29	.16//.5	17.97 ± 4.69	*.7#.8	15.65 ± 4.53	.07//.31
Ace/min Z2	Defensas	3.28 ± 1.28		3.08 ± .88		2.98 ± 1.18		2.94 ± 1.27	
	Medios	3.54 ± .85	.24	2.94 ± 1.00	.15	2.93 ± .92	.04	2.75 ± .84	.17
	Delanteros	3.68 ± .81	.37//.17	3.34 ± .98	.3//.4	3.27 ± .95	.27//.36	2.82 ± .90	.11//.08
Ace/min Z3	Defensas	.60 ± .37		0.74 ± .38		.61 ± .35		.52 ± .24	
	Medios	.68 ± .33	.22	0.64 ± .29	.30	.49 ± .21	.41	.49 ± .22	.13
	Delanteros	.83 ± .34	.64//.44	0.84 ± .45	.24//.53	.81 ± .32	#1.18 .60	.78 ± .31	*.9#1.08
Des/min Z1	Defensas	16.36 ± 6.70		14.23 ± 3.83		13.14 ± 4.52		13.32 ± 5.15	
	Medios	16.06 ± 2.15	.06	13.00 ± 3.00	a .35	13.25 ± 2.60	a .03	12.20 ± 2.39	.27
	Delanteros	17.72 ± 3.72	.25//.55	15.36 ± 3.37	.31//.74	16.16 ± 5.02	*.63#.72	13.98 ± 3.71	.14//.57
Des/min Z2	Defensas	2.83 ± 1.07		2.52 ± .81		2.47 ± 1.02		2.25 ± .80	
	Medios	2.82 ± .63	.01	2.57 ± .90	.05	2.62 ± .85	.16	2.48 ± .78	.30
	Delanteros	2.81 ± .66	.02//.01	2.39 ± .72	.17//.22	2.70 ± .93	.23//.09	2.22 ± .81	.06//.35
Des/min Z3	Defensas	.83 ± .38		.80 ± .29		.64 ± .35		0.70 ± .38	
	Medios	.86 ± .49	.07	.66 ± .36	.43	.62 ± .23	.06	0.71 ± .50	.02
	Delanteros	.91 ± .39	.2//.11	.80 ± .43	//.35	.82 ± .39	.5//.6	0.82 ± .38	.31//.24

Nota. a indica diferencia significativa con cuarto 1. b indica diferencia significativa con cuarto 2. c indica diferencia significativa con cuarto 3; *indica diferencia significativa con defensas. # indica diferencia significativa con medios (en el mismo cuarto).

de estudio excepto en la DAI/min, y g) los delanteros fueron los que más metros a alta intensidad y más cantidad de esprints realizaron.

A pesar de que la comparación con otros trabajos publicados puede ser complicada, (por haberse utilizado diferentes técnicas de análisis de los desplazamientos, diferentes dispositivos GPS, diferente categorización de los rangos

intensidad para las variables de velocidad, aceleración, etc.) algunos de los valores encontrados en este trabajo son más elevados en algunos de los aspectos estudiados. Por ejemplo, y según trabajos anteriores, los jugadores internacionales de hockey cambian de velocidad 512 veces por partido (Buglione et al., 2013), equivalente a una vez cada 6,8 segundos de tiempo de juego. En este estudio, los jugadores

Tabla 5
Promedio total 5 partidos por posiciones.

	n=28		n=25		n=25	
	Defensas		Medios		Delanteros	
	media	DE	media	DE	media	DE
min jugados	42.86 ±	13.09	37.28 ±	9.76	33.40 ±	5.77 *
m/min totales	88.45 ±	19.35	92.56 ±	10.38	87.92 ±	12.40
m/min jugados	160.99 ±	40.17	193.15 ±	41.03	198.85 ±	26.07 *
DAI/min	20.19 ±	9.42	28.18 ±	6.96	31.31 ±	9.74 *
Distancia a sprint/min	5.25 ±	4.11	8.43 ±	4.65	9.45 ±	5.23 *#
Número de esprints/min	.45 ±	.36	.68 ±	.31	.82 ±	.42 *
Velocidad pico	25.48 ±	2.81	26.85 ±	1.24	27.46 ±	1.68 *
T:D	1.24 ±	.33	1.51 ±	.33	1.60 ±	.39 *
Ace/min Z1	15.81 ±	4.55	15.37 ±	2.15	17.57 ±	2.90
Ace/min Z2	3.04 ±	.99	3.04 ±	.56	3.28 ±	0.58
Ace/min Z3	.62 ±	.27	.58 ±	.18	.81 ±	.20 *#
Dec/min Z1	14.11 ±	4.38	13.63 ±	1.65	15.81 ±	2.90
Dec/min Z2	2.49 ±	.77	2.62 ±	.59	2.53 ±	.57
Dec/min Z3	.74 ±	.26	.71 ±	.23	.84 ±	.26

* Diferencias significativas con defensas; # Diferencias significativas con medios

de hockey han cambiado de velocidad más de 1500 veces a lo largo de un partido, sea de forma positiva o negativa, lo que equivale a un total de 25 veces por minuto, lo que supone prácticamente un 300 % más en cuanto a aceleraciones totales y multiplica prácticamente por 3 las aceleraciones por minuto. Además de las posibles diferencias existentes debido a las diferentes herramientas utilizadas, el formato del partido (4 cuartos vs. 2 partes) o el nivel de los deportistas pudieran justificar dichas diferencias.

Respecto a las diferencias entre demarcaciones, cabe destacar que las demandas cinemáticas mostradas por los defensas son inferiores respecto a medios y delanteros, lo que coincide con anteriores trabajos con la nueva distribución de tiempo (Ishan et al. 2018) y, tal y como se puede ver en la tabla 4, en muchos casos dichas diferencias son significativas. La DAI y el esprint parecen estar también influenciadas por la demarcación ocupada. Así, en este trabajo, los defensas presentan datos significativamente inferiores respecto a medios y delanteros, siendo estos últimos los que presentan unos valores más elevados en estas variables, lo que coincide con estudios anteriores (Lyhte et al., 2011; Jennings et al., 2012; Polgadze et al., 2017; Ishan et al., 2018).

Otro factor a tener en cuenta en la intensidad del juego es el tiempo disputado, tal y como se ha visto en estudios previos (Vescovi y Fraine, 2015). Los defensas fueron los que más minutos disputaron (42.86 ± 13.09 min), mientras

que medios (37.28 ± 9.76 min) y delanteros estuvieron menos tiempo en el terreno de juego (33.40 ± 5.77 min). Por lo tanto, parece ser que hay una relación dependiente entre tiempo de juego e intensidad de las acciones, ya que aquellos que disputaron más cantidad de minutos tuvieron unos valores inferiores por minuto jugado.

Respecto a la comparación entre los diferentes cuartos de juego, se debe destacar que, a pesar de que en la mayoría de variables la tendencia ha sido a la disminución, no siempre ha sucedido así. De forma más concreta, la DIA/min para delanteros fue en aumento a medida que avanzaban los cuartos. Sin embargo, el número de esprints por minuto siguió una tendencia a disminuir en todas las posiciones. De las variables estudiadas, el 54.5 % mejoró en el C4 respecto al C3, mientras que el resto (un 45.5 %) empeoró. Los valores más elevados siempre se han dado en el C1 y/o en el C2 (Tabla 4 y figuras 1A a 1E y 2ª a 2F)

En cuanto a los minutos jugados a través del análisis clúster, se puede observar que se producen diferencias significativas en m/min jugados, DIA/min, distancia a esprint y Ace/min Z1, mostrando una mayor intensidad en aquellos jugadores que disputaron menos minutos (0-37min). Por el contrario, la distancia total fue superior en aquellos que disputaron más minutos, lo que puede deberse a la relación tiempo/intensidad: a mayor tiempo de juego, menor intensidad de las acciones, pero a mayor tiempo de juego mayor cantidad total.

Si bien las medidas de desplazamiento han sido habitualmente el método establecido para evaluar las demandas físicas del hockey (y otros deportes de equipo), su eficacia como indicadores de trabajo e intensidad para la actividad intermitente, que involucran frecuentes cambios de velocidad, es cuestionable (Polglaze et al., 2017). Las verdaderas estimaciones de trabajo deberían incorporar la aceleración que contribuye directa y sustancialmente al costo de la energía. Por lo tanto, al asumir que la locomoción ocurre a una velocidad constante, es probable que se subestime el costo de energía de este tipo de actividad intermitente (Osgnach et al., 2010).

A pesar de que hay controversia en la relación entre éxito deportivo y alta intensidad parece ser que aquellos equipos que tienen un mejor ranking necesitan de menos distancia recorrida a alta intensidad que los peor clasificados (Jennings et al., 2012). No obstante, diversos estudios han demostrado la importancia de las acciones de alta intensidad (carrera a alta intensidad, esprints) en el resultado final en diferentes deportes de equipo. Esto se puede deber al elemento cualitativo en los jugadores, al grado de sincronización táctica del equipo, al resultado en el marcador o al momento de la temporada entre otros.

En este sentido, parece ser que la frecuencia y distribución de las aceleraciones y desaceleraciones pueden representar de mejor manera la carga interna de un partido o tarea de entrenamiento, ya que son energéticamente las acciones más demandadas en los deportes de equipo (Ingebrigtsen et al., 2015), mientras que las medidas basadas en desplazamiento (carga externa) parecen subestimar el coste real de deportes intermitentes como el hockey (Polglaze et al., 2017). Por lo tanto, es probable que para estimar de la forma más precisa posible la carga que supone una determinada tarea, se deba incidir en la cantidad de aceleraciones y desaceleraciones, en la distribución y acumulación de estas a lo largo del tiempo, y en su magnitud.

Algunas de las principales limitaciones de este trabajo se refieren al número de partidos estudiados, y a la ausencia de información de carga interna y técnico-táctica. Conocer la repercusión en el organismo de la actividad desarrollada por los jugadores ayudaría en el cálculo de índices de eficiencia cardiovascular, y permitiría estudiar su evolución a lo largo del partido y realizar comparaciones entre demarcaciones. Además, se podría obtener información del número de ocasiones en las que cada jugador participa en campo, así

como de la duración de cada participación y entre participaciones y se obtendría información más detallada de la densidad de los esfuerzos que se llevan a cabo durante la práctica del hockey masculino internacional.

Conclusiones y aplicaciones prácticas

Conocer las demandas cinemáticas de los jugadores durante la competición es el punto de partida para diseñar las tareas de entrenamiento, gestionar las cargas de trabajo o controlar el proceso de reintroducción a la competición con lesionados. Disponer de los datos en competición facilitará que, por ejemplo, se puedan diseñar tareas de prioridad condicional y baja especificidad que reproduzcan en los entrenamientos las mismas demandas que en la competición. Por otra parte, y en cuanto a las tareas de prioridad técnico-táctica, el análisis de las demandas cinemáticas de entrenamiento y la comparación con la competición, puede ayudar a modificar las condiciones de dichas tareas para ajustarlas a la realidad condicional competitiva. Además, las diferencias que se dan entre demarcaciones por el rol técnico táctico y los minutos jugados, pueden ayudar en la orientación y magnitud de las cargas de trabajo, sobre todo en los días postpartido. Diferenciar qué y cuánto hacer en función de lo hecho anteriormente, puede ser una estrategia de recuperación personalizada según la carga acumulada en el partido.

Debido a la evolución de las acciones de alta intensidad a lo largo de los cuartos en competición, realizar cambios con más frecuencia y tener una rotación preestablecida que garantice la recuperación de los jugadores, puede ser una estrategia a seguir para garantizar que todos ellos puedan mantener un alto ritmo de juego durante un partido o un torneo. Disponer de más cantidad de delanteros dentro de la convocatoria de partido para poder utilizar durante la competición, sabiendo que son la demarcación que más acciones a alta intensidad realizan, podría ser otra estrategia a seguir para mantener o mejorar su alto nivel de esfuerzo.

En conclusión, los resultados de este estudio muestran que las demandas cinemáticas en jugadores de hockey élite dependen de la demarcación en el campo, con mayor actividad en el primer cuarto, y con menor actividad cinemática por minuto de juego en los jugadores que acumulan más minutos durante el partido.

Referencias

- Abbott, W., Brickley, G., & Smeeton, N. J. (2017). Positional differences in GPS outputs and perceived exertion during soccer training games and competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002387>
- Aughey, R. J. (2011). Applications of GPS technologies to field sports. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 6(3), 295–310. <https://doi.org/10.1123/ijssp.6.3.295>
- Bastida Castillo, A., Gómez Carmona, C., De la Cruz Sánchez, E., & Pino Ortega, J. (2018). Accuracy, Intra and Inter Unit Reliability, and comparison between GPS and UWB-based Position-Tracking systems Used or Time-Motion Analyses in Soccer. *European Journal of Sport Sciences*, 18(4):450-457. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1427796>
- Blanch, P., & Gabbett, T. J. (2015). Has the athlete trained enough to return to play safely? The acute: chronic workload ratio permits clinicians to quantify a player's risk of subsequent injury. *Br J Sports Med*, bjsports-2015-095445. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095445>
- Buglione, A., Ruscello, B., Mila, R., Dottavio, S., Migliaccio, G., Granatelli, G. & D'Ottavio, S. (2013) Physical and physiological demands of an elite and subelite field hockey players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 13(3). <https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868695>
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports Medicine*, 43(10), 1025–1042. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0069-2>
- FIH. (2014). Rules of hockey including explanations. Lausanne, Switzerland.
- Gabbett, T. J. (2010). GPS Analysis of Elite Women's Field Hockey Training and Competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1321–1325. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ceebbb>
- Hopkins, W. (2002). A scale of magnitudes for effect statistics: A new view of statistics. Recuperado de <http://www.sportsci.org/resource/stats/effectmag.html>
- Ihsan, M., Tan, F., Sahrom, S., Choo, H. C., Chia, M., & Aziz, A. R. (2017). Pre-game perceived wellness highly associates with match running performances during an international field hockey tournament. *European Journal of Sport Science*, 17(5), 593–602. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1301559>
- Ihsan, M., Yeo, V., Tan, F., Joseph, R., Lee, M., & Aziz, A. R. (2018). Running Demands and Activity Profile of the New Four-Quarter Match Format in Men's Field Hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002699>
- Ingebrigtsen, J., Dalen, J., Havard, G., Drust, B., Wisloff, U. (2015). Acceleration and sprint profiles of a professional elite football team in match play. *European Journal of Sport Science*. 15(2):101-10. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.933879>
- Jennings, D., Cormack, S., Coutts, A. J., Boyd, L. J., & Aughey, R. J. (2010). Variability of GPS units for measuring distance in team sport movements. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. <https://doi.org/10.1123/ijssp.5.4.565>
- Jennings, D., Cormack, S. J., Coutts, A. J., & Aughey, R. J. (2012). GPS analysis of an international field hockey tournament. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(3), 224–231. <https://doi.org/10.1123/ijssp.7.3.224>
- Jennings, D. H., Cormack, S. J., Coutts, A. J., & Aughey, R. J. (2012). International field hockey players perform more high-speed running than national-level counterparts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(4), 947–952. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31822e5913>
- Linke, D., Link, D., & Lames, M. (2018) Validation of Electronic Performance and Tracking Systems EPTS Under Field Conditions. *PLoS One*, 13(7): e0199519. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199519>
- Lombard, W (2017). GPS analysis of elite chinese male hockey players during competition: based on new FIH rules. Poster. ACSM.
- Lythe, J., & Kilding, A. E. (2011). Physical demands and physiological responses during elite field hockey. *International Journal of Sports Medicine*, 32(07), 523–528. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1273710>
- Macfarlane, S., Tannah, J & Kelly, V. (2016) The Validity and Reliability of Global Positioning Systems in Team Sport: A Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 30(5):1470-90. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001221>
- Malone, J. J., Di Michele, R., Morgans, R., Burgess, D., Morton, J. P., & Drust, B. (2015). Seasonal training-load quantification in elite English Premier League soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2014-0352>
- Morencos, E., Romero-Moraleda, B., Castagna, C., & Casamichana, D. (2018). Positional Comparisons in the Impact of Fatigue on Movement Patterns in Hockey. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2017-0506>
- Morencos, E., Casamichana, D., Torres, L., Romero-Moraleda, B., Haro, X., & Rodas, G. (2019). Kinematic Demands of International Competition in Women's Field Hockey. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 137, 56-70. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019/3\).137.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/3).137.05)
- Osgnach, C., Poser, F., Bernardini, R., di Prampero, P (2010). Energy cost and metabolic power in elite soccer: A new match analysis approach. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 42(1):170-8. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181ae5cfd>
- Polglaze, T., Dawson, B., Butfield, A., & Peeling, P. (2017). Metabolic power and energy expenditure in an international men's hockey tournament. *Journal of Sports Sciences*, 1–9. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1287933>
- Reid, L. C., Cowman, J. R., Green, B. S., & Coughlan, G. F. (2013). Return to play in elite rugby union: application of global positioning system technology in return-to-running programs. *Journal of Sport Rehabilitation*. <https://doi.org/10.1123/jsr.22.2.122>
- Scott, B. R., Lockie, R. G., Knight, T. J., Clark, A. C., & De Jonge, X. A. K. J. (2013). A comparison of methods to quantify the in-season training load of professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. <https://doi.org/10.1123/ijssp.8.2.195>
- Spencer, M., Lawrence, S., Rechichi, C., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2004). Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of Sports Sciences*, 22(9), 843–850. <https://doi.org/10.1080/02640410410001716715>
- Taylor, J. B., Wright, A. A., Dischiavi, S. L., Townsend, M. A., & Marmon, A. R. (2017). Activity Demands During Multi-Directional Team Sports: A Systematic Review. *Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0772-5>
- Vescovi, J. D., & Frayne, D. H. (2015). Motion characteristics of division I college field hockey: Female Athletes in Motion (FAiM) study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 476–481. <https://doi.org/10.1123/ijssp.2014-0324>
- White, A. D., & MacFarlane, N. G. (2015). Analysis of international competition and training in men's field hockey by global positioning system and inertial sensor technology. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(1), 137–143. <https://doi.org/10.1519/JSC000000000000600>
- Winter, E. M., & Maughan, R. J. (2009). Requirements for ethics approvals. *Journal of Sports Sciences*, 27(10), 985. <https://doi.org/10.1080/02640410903178344>

Conflicto de intereses: las autorías no han declarado ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la url <https://www.revista-apunts.com/es/>. Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. Las imágenes u otro material de terceros en este artículo se incluyen en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito. Si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>