

## Demandas físicas y fisiológicas en el Hockey hierba femenino: diferencias entre los tiempos de juego

### Physical and physiological demands in women's field hockey: differences between play times

Jeisson Andrés Leal Cussarúa, María José Ortega Gálvez, Javier Porras Alvarez, Javier Gálvez Gonzalez  
Universidad Pedagógica y Tecnológica (Colombia), \*\*Universidad Pablo de Olavide (España)

**Resumen.** Los entrenadores y preparadores físicos deben conocer las demandas físicas y fisiológicas del hockey hierba para poder programar los entrenamientos orientados a las necesidades de la competición. El objetivo del estudio fue analizar los patrones de movimiento en competición en jugadoras de hockey hierba en a lo largo de los cuatro periodos de partido. Participaron 18 jugadoras ( $22.8 \pm 2.9$  años), las cuales fueron monitorizadas mediante GPS y pulsómetro. Las jugadoras recorrieron 6668 m, de los cuales 276 fueron a alta intensidad ( $>18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), con una velocidad media de  $99.33 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  y se realizaron 7.28 sprints ( $>20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) por partido. Las jugadoras que completaron todo el partido disminuyeron la distancia recorrida en el último cuarto ( $p < .001$ ), no siendo así en las sustitutas. La frecuencia cardiaca máxima alcanzada en el último cuarto fue menor que en los anteriores ( $p < .001$ ). Podemos considerar el hockey como un deporte de intensidad intermitente capaz de producir fatiga, por lo que los cambios rotatorios en el partido deben ser bien gestionados por los entrenadores.

**Palabras clave:** Rendimiento, sprint, aceleración, frecuencia cardiaca, patrón de movimiento.

**Abstract.** Coaches and physical trainers must know the physical and physiological demands of field hockey to be able to tailor trainings based on the specific competition needs. The objective of the study was to analyze the patterns of movement of field hockey players during competition throughout four match quarters. A total of 18 players ( $22.8 \pm 2.9$  years of age), were monitored with GPS and heart rate monitor. The players covered 6,668 m, 276 of which were at high intensity ( $>18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); an average speed of  $99.33 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  and 7.28 sprints ( $> 20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) were recorded by match. Those players who played the full match decreased the distance covered in the last quarter ( $p < .001$ ), substitutes not displaying that trend. The maximum heart rate reached in the last quarter was lower than in the previous ones ( $p < .001$ ). We can consider hockey as an intermittent intensity sport producing fatigue, therefore coaches should manage rotational changes during match with efficiency.

**Keywords:** Performance, sprint, acceleration, heart-rate, movement patterns.

### Introducción

El hockey hierba es un deporte de difusión mundial, cuyo alto nivel de competición con participación olímpica incluida, implica un elevado nivel de preparación de los deportistas para adaptarse a las exigencias del juego (Vescovi, 2016). El rendimiento en estos deportes de equipo depende de múltiples factores, y para poder analizarlos desde el punto de vista físico y fisiológico, debemos conocer las demandas del juego. Tener cuantificados los patrones de movimiento que realizan los jugadores durante la competición permite a los técnicos poder programar y ejecutar mejor los entrenamientos de cara a mejorar el rendimiento de los deportistas, porque los estímulos de entrenamiento son más efectivos cuanto más se aproximan a las exigencias de la competición (Gabbett, 2010).

El hockey hierba es un deporte considerado de perfil intermitente (Fernández-Fernández, 2012), en el que se alternan acciones de alta intensidad con periodos en los que los jugadores permanecen parados, caminando o trotando (Del Coso, et al. 2016). Poder cuantificar de manera precisa el número de esfuerzos de cada uno de esos tipos de movimientos permite conocer los aspectos fisiológicos necesarios para poder mejorar en competición (McGuinness, Malone, Petrakos, & Collins, 2018). Por ello numerosos trabajos en diferentes deportes han analizado la distancia total recorrida y el número de sprints realizados en partidos de rugby (Suarez-Arrones, et al. 2016; Suarez-Arrones, Nuñez, Portillo, & Mendez-Villanueva, 2012), la velocidad máxima alcanzada en el fútbol (Nuñez-Sánchez, Toscano-Bendala, Campos-Vázquez, & Suarez-Arrones, 2017), el número de aceleraciones y desaceleraciones realizadas (White & MacFarlane, 2015a) y el porcentaje de tiempo invertido en cada zona de frecuencia cardiaca (FC) como indican Sell & Ledesma, (2016) en hockey hierba masculino.

Al analizar estas demandas en el hockey hierba, vemos que las jugadoras recorren una distancia total que oscila entre los 5541 metros (m) (Macutkiewicz & Sunderland, 2011) y los 7719 m (White & MacFarlane, 2015b). Valores intermedios a los anteriores encuentran (Vescovi & Frayne, 2015) los cuales indican que las jugadoras recorren hasta 6765 m, pero indicando algunas diferencias en función del puesto específico de juego, siendo las delanteras las que recorren menor distancia, aunque según (Gabbett, 2010) son las centrocampistas las que

recorren mayor distancia a alta intensidad de carrera (571 m; un 8.2 % de la distancia total recorrida = 6931 m). Estos datos ponen de manifiesto la necesidad de desarrollar suficientemente la función aeróbica en las jugadoras de hockey.

Cuando analizamos la velocidad a la que se producen estos desplazamientos, vemos que existen bastantes diferencias a la hora de cuantificar la distancia recorrida a diferentes intensidades. Así, Macutkiewicz & Sunderland, (2011) con jugadoras de élite, indican que éstas invierten el 55% del tiempo en acciones a baja intensidad, un 38% a intensidad moderada, y el 6.4% en carrera de alta intensidad y sprint. Según Vescovi, (2016), únicamente del 10% al 15% de las acciones de juego se realizaron a alta intensidad, aunque el mayor porcentaje del tiempo de juego lo pasan en esfuerzos por encima del 90% de su frecuencia cardiaca máxima. Esto podría indicar que las jugadoras no disponen de tiempo suficiente para recuperarse de un esfuerzo intenso a otro. La intensidad del juego queda reflejada en el estudio de McGuinness, et al. (2018), los cuales indican que las jugadoras alcanzan un pico de frecuencia cardiaca ( $F_{c\text{máx}}$ ) de  $199 \pm 1 \text{ p}\cdot\text{min}^{-1}$  y pasan el 50.4 % del tiempo por encima del 85% de la  $F_{c\text{máx}}$ . Sin embargo, MacLeod, Bussell, & Sunderland, (2007) no encuentran picos de frecuencia cardiaca tan altos ( $190 \text{ p}\cdot\text{min}^{-1}$  de media), pero si indican que la  $F_{c\text{media}}$  a lo largo de todo el partido es de  $172 \text{ p}\cdot\text{min}^{-1}$ , valores que incluso se incrementan en el estudio de Sell & Ledesma, (2016) que reflejan medias de hasta  $179.8 \text{ p}\cdot\text{min}^{-1}$  en una muestra de 4 partidos. Por tanto, dado que se intercalan periodos de baja intensidad con esfuerzos de alta intensidad, la preparación de las jugadoras debe asegurar igualmente el desarrollo de la función anaeróbica aláctica (Gabbett, 2010; Spencer, Bishop, Dawson, & Goodman, 2005).

Cuando se analiza la capacidad de realizar sprint de las jugadoras, Macutkiewicz & Sunderland (2011) indican que durante un partido, se realizan una media de 17,6 sprints, los cuales tienen una duración media de 2.5 segundos (s), y se alargan una distancia media de 14.3 m, lo cual arroja una distancia total recorrida durante dichos sprints de 232,96 m. Resultados algo inferiores obtiene Vescovi (2014), con una media de 10,5 sprint por partido, en este caso realizados por jugadoras sub-21. Sin embargo, el autor indica que éstas llegan a alcanzar casi el 90% de su velocidad máxima de sprint, lo cual revela la importancia de esta capacidad para el rendimiento en el juego, dato mantenido por Vescovi (2016), el cual detecta diferencias importantes en la distancia recorrida a sprint en jugadoras sub-21 al compararlas con las sub-17 (107.52 m por 91,46 m). En cuanto a la distribución de los sprint realizados, Vinson, Gerrett, & James (2017) recuentan .46 sprints por minuto de juego, con una

duración media en cada uno de ellos de 1.2 s.

Otro componente importante de la carrera son los cambios de intensidad que se producen en ella, reflejando por tanto las aceleraciones y desaceleraciones que deben realizar las jugadoras en respuesta a las necesidades de juego. Vescovi & Frayne, (2015) llegan a registrar hasta 112.27 aceleraciones y 154.28 desaceleraciones por partido. Gabbett (2010) registra únicamente las aceleraciones de alta intensidad ( $> .5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  mantenidos dos s o más), totalizando 44.12 por partido.

Cuando queremos conocer si se produce fatiga durante la competición, observamos que estos valores indicados anteriormente no se mantienen uniformes a lo largo del partido. Diferentes autores indican una disminución del rendimiento a lo largo del partido debido a la fatiga acumulada. MacLeod, et al. (2007) indican un descenso de la carrera de alta intensidad durante la segunda parte del partido, así como de las pulsaciones máximas alcanzadas; y a lo largo de un torneo internacional con cuatro partidos, Vescovi (2014) expone que se aprecia una disminución de la distancia recorrida a sprint conforme se desarrollan más partidos. También McGuinness et al. (2018) aprecian una disminución de la distancia total recorrida en la segunda parte, y Vescovi & Frayne (2015) indican una bajada del rendimiento en la distancia total recorrida, la potencia metabólica y la distancia recorrida a alta intensidad.

Sin embargo, todos estos estudios han sido realizados previamente al cambio introducido por la Federación Internacional de Hockey (FIH) en 2015, a partir del cual, el tiempo de juego ha pasado de dos tiempos de 35 minutos (min) con 10 min de descanso y sin detener el reloj, a convertirse en partidos de cuatro tiempos de 15 min, con dos min de descanso entre el primer y segundo cuarto y entre el tercero y el cuarto, y un descanso de siete min entre el segundo y el tercero. Se añaden 40 seg al tiempo final por cada acción de penalti-comer y gol. Según (Álvarez, Murillo, & García, 2018), los cambios en el reglamento pueden modificar la lógica interna del juego y producir cambios sustanciales en el desarrollo del partido. Únicamente el estudio de McMahon & Kennedy (2017) ha analizado el impacto que ha tenido este cambio antes citado en el reglamento, indicando que aunque oficialmente hay 10 min menos de juego, la realidad indica que sólo se ha reducido en dos min el tiempo total de juego, y que a pesar de esa disminución, se ha incrementado la distancia recorrida por los jugadores por minuto de juego, así como el número de sustituciones rotatorias que se realizan a lo largo de partido, deduciendo por tanto que existe una mayor intensidad en las acciones de carrera en el juego. Sin embargo, en el estudio no se aportan datos diferenciados para cada cuarto de juego.

Por ello, el objetivo de este estudio es cuantificar las demandas físicas y fisiológicas del hockey hierba femenino de élite en España, adecuadas a las normas internacionales de tiempo de juego establecido en cuatro cuartos de 15 min. Estos datos normativos podrán servir de referencia para la dirección de los entrenamientos y la toma de decisiones durante los partidos al ajustarse a las normas de competición.

## Material y Método

### Participantes

Participaron en el estudio 18 jugadoras de Hockey Femenino de un club de élite español de División de honor, la máxima categoría nacional, con una edad media de  $22.8 \pm 2.9$  años. Todas las jugadoras tienen varios años de experiencia, entrenan 5 días por semana en entrenamientos técnico-tácticos y de acondicionamiento físico especializado; pertenecen a varias nacionalidades europeas y americanas. Las jugadoras fueron informadas del objetivo del estudio y dieron su conformidad para participar en él. El criterio de participación fue por conveniencia.

### Procedimiento y materiales

El estudio es de tipo descriptivo en el cual no se manipularon las variables. Para obtener los datos de movimiento y de frecuencia cardiaca de los partidos se emplearon dispositivos GPS Spi HPU (GPSport System, Australia). El GPS se coloca en un arnés de neopreno en la espalda de las jugadoras entre las dos escápolas. Las jugadoras usaron el mismo GPS en cada partido para intentar reducir el error de medida

(Jennings, Cormack, Coutts, Boyd, & Aughey, 2010). Conforme a las especificaciones del fabricante, el sensor GPS tiene una velocidad de muestreo de 15 Hz. Adicionalmente, el GPS recoge información de las aceleraciones e impactos a través de un acelerómetro triaxial a 100 Hz, y de frecuencia cardiaca a través de un pulsómetro Polar®. Los datos recogidos por el dispositivo son exportados al programa Team AMS (versión R1 2015.6) provisto por el fabricante.

La duración y frecuencia de las actividades de movimiento se cuantificaron con respecto al porcentaje de tiempo y metros recorridos por las jugadoras en base a 6 zonas de actividad acotadas por diversas velocidades (Cunniffe, Proctor, Baker, & Davies, 2009) Zona 1, prácticamente parado o caminando ( $0-5.9 \text{ Km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); Zona 2, trotando ( $6.0-11.9 \text{ Km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); Zona 3, carrera de baja intensidad ( $12.0-13.9 \text{ Km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); Zona 4, media intensidad ( $14.0-17.9 \text{ Km}\cdot\text{h}^{-1}$ ); Zona 5, carrera de alta intensidad ( $18.0-19.9 \text{ Km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), y Zona 6, sprint ( $> 20 \text{ Km}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

Se determinaron igualmente seis zonas para establecer la intensidad del esfuerzo en función de la frecuencia cardiaca (Cunniffe et al., 2009) quedando establecidas como zona 1 (0-60% Fcmáx); zona 2 (61-70% Fcmáx); zona 3 (71-80% Fcmáx); Zona 4 (81-90% Fcmáx); zona 5 (91-95% Fcmáx); Zona 6 (96-100% Fcmáx). La Fcmáx fue establecida a partir del valor máximo alcanzado en competición.

Igualmente, se establecieron 3 zonas de intensidad para las aceleraciones y desaceleraciones ( $> 1.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ;  $> 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ;  $> 2.5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ).

Los datos fueron obtenidos de 3 encuentros de competición de liga oficial, en el mismo campo de juego ubicado en la ciudad de Sevilla. Durante los partidos además se anotaron los cambios rotatorios realizados. Los registros se iniciaron 20 min antes del comienzo del partido, incluyendo calentamiento, inicio del partido y finalización de éste. Sólo se analizaron los datos del partido. En total se usaron para el presente estudio 28 registros completos.

### Análisis estadístico

Para establecer la normalidad de la muestra se usó la prueba de Shapiro-Wilk. Para establecer las demandas físicas y fisiológicas de un partido, se emplearon los estadísticos descriptivos de media y desviación estándar (ds). Las comparaciones entre las diferentes variables se realizaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis. Las comparaciones post-hoc se realizaron mediante la U de Mann-Whitney. El nivel de significación se estableció en  $p < .05$ .

## Resultados

En la figura 1 podemos observar la distancia total recorrida por jugadoras ( $n=19$  registros) que no fueron sustituidas en todo el partido, las cuales recorrieron  $6668.08 \pm 262.51 \text{ m}$ , de los cuales,  $6391.6 \text{ m}$  han sido a baja y media intensidad ( $< 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), y  $276.48 \text{ m}$  a alta intensidad ( $> 18 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ). La velocidad media obtenida a lo largo del partido ha sido de  $99.33 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ . La media de los picos de velocidad alcanzados fue de  $22.38 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ , y se realizaron 7.28 sprints (velocidad  $> 20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  mantenidos al menos 1 s) por partido.

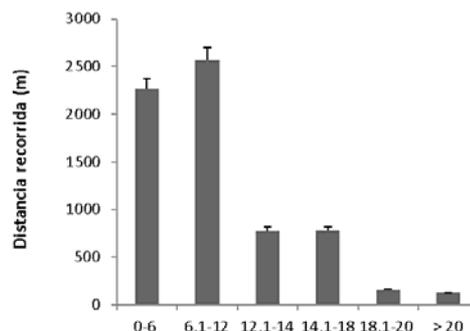


Figura 1. Distancia recorrida (m) en cada intervalo de velocidad (km·h<sup>-1</sup>) por las jugadoras ( $n=19$  registros) que completaron todos los min del partido.

En la figura 2 se muestran las distancias recorridas por las jugadoras que jugaron todos los min diferenciados por cada cuarto de juego y en

diferentes tramos de velocidad. Las jugadoras recorren mayor distancia caminado, trotando y en carrera de baja intensidad (entre 0 y 14 km·h<sup>-1</sup>) en el primer y tercer cuarto ( $p < .01$ ). En el último cuarto, las jugadoras recorren menor distancia en todas las intensidades de carrera ( $p < .001$ ) respecto a los otros cuartos de juego excepto con el segundo cuarto en la velocidad más baja (de 0 a 6 km·h<sup>-1</sup>).

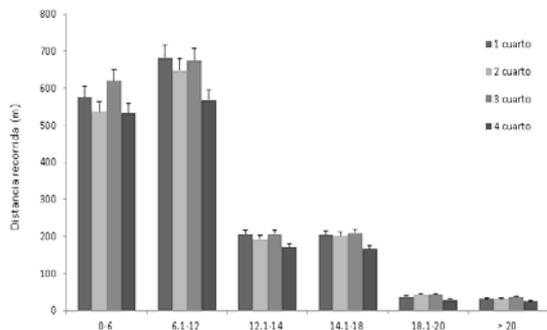


Figura 2. Distancia recorrida (m) en cada cuarto de juego para cada intervalo de velocidad (km·h<sup>-1</sup>) por las jugadoras que completaron todo el partido (n=19 registros).

Estos desplazamientos no se realizaron de manera uniforme (figura 3), sino que se produjeron una media de 119.83 aceleraciones, de las cuales 8.28 fueron aceleraciones de muy alta intensidad (>2.5 m·s<sup>-2</sup>). A su vez, se realizaron una media de 151.32 desaceleraciones, de las cuales 25.28 de ellas fueron de muy alta intensidad. Hubo diferencias significativas ( $p < .001$ ) entre cada una de ellas, siendo las más numerosas las de menor intensidad (<1.5 m·s<sup>-2</sup>). Igualmente, se contabilizaron una media de impactos (cambios producidos en los tres ejes medidos a través del acelerómetro) de 311.72.

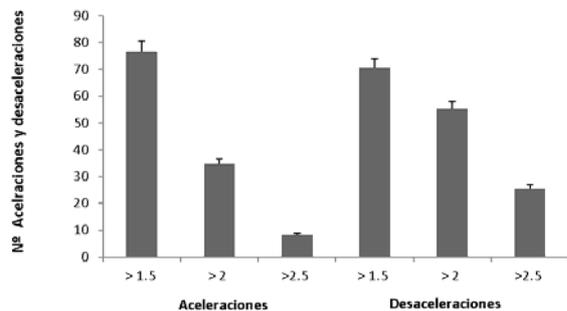


Figura 3. Número de Aceleraciones y desaceleraciones (m·s<sup>-2</sup>) por partido en cada una de las intensidades definidas por las jugadoras que completaron todo el partido (n=19 registros).

La frecuencia cardiaca media por partido fue de 150.15 alcanzándose una media de las Fc<sub>máx</sub> registradas durante el partido de 187.9, con rangos entre 175 y 206. Los datos de la figura 4 muestran el porcentaje de tiempo que las jugadoras pasan en cada una de las zonas de intensidad determinadas en función de la Fc<sub>máx</sub>. Se encontraron diferencias entre el último cuarto y el segundo en intensidades más bajas de Fc (35.73% frente a 32.63% ;  $p < .01$ ), entre el primer cuarto y el último en valores entre el 61 y 70% de la Fc<sub>máx</sub> (39.26% frente a 37.93% ;  $p < .05$ ) y entre el último cuarto y todos los demás en las intensidades por

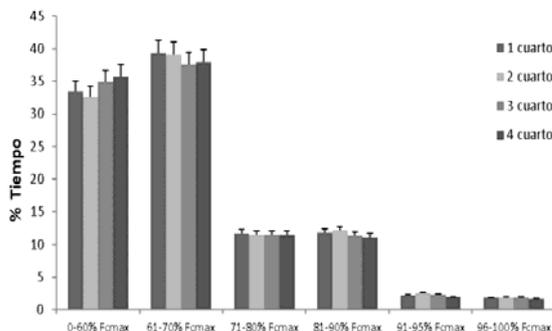


Figura 4. Porcentaje de tiempo invertido en cada zona Fc<sub>máx</sub>, en cada cuarto de juego por las jugadoras que completaron todo el partido (n=19 registros).

encima del 90% de la Fc<sub>máx</sub> ( $p < .001$ )

Cuando comparamos las jugadoras que jugaron el partido completo respecto a las que fueron sustituidas en algún momento (tabla 1) podemos ver que hay diferencias entre la distancia relativa recorrida en los diferentes cuartos de juego en las jugadoras. Las comparaciones post-hoc muestran que las diferencias se producen entre los cuartos 1º y 4º y entre 3º y 4º. Las jugadoras que no jugaron los partidos completos, y que sufrieron cambios rotatorios a lo largo del partido, no muestran diferencias en cuanto a la distancia recorrida ( $p = .801$ ).

Tabla 1.

Diferencias en la distancia relativa recorrida (m·m<sup>-1</sup>) en cada cuarto

	1º cuarto	2º cuarto	3º cuarto	4º cuarto
PC (n=19)	106.4 ± 9.1 <sup>a</sup>	98.3 ± 9.8	108.3 ± 13.2 <sup>b</sup>	96.2 ± 12.1
SUB (n=9)	107.3 ± 8.8	108.2 ± 6.1	105.4 ± 10.2	105.5 ± 8.4

<sup>a</sup> diferencias entre 1º y 4º cuarto  $p < .01$

<sup>b</sup> diferencias entre 3º y 4º cuarto  $p < .001$

PC: jugadoras completan todo el partido; SUB jugadoras sujetas a cambios rotatorios

Al analizar las demandas fisiológicas del partido en cada uno de los periodos, vemos que las jugadoras que completaron todo el partido (n=19) alcanzaron una Fc<sub>media</sub> de 152.47 ± 40.86, 145.00 ± 42.72, 159.15 ± 23.56 y 144.00 ± 40.01 ( $p = m^{-1}$ ) en cada cuarto respectivamente, sin encontrarse diferencias significativas entre ellos ( $p = .287$ ). Tampoco se encuentran diferencias ( $p = .903$ ) en las jugadoras sujetas a cambios rotatorios (n=9), con una Fc<sub>media</sub> de 152.00 ± 20.69, 153.00 ± 17.24, 149.77 ± 20.77 y 145.00 ± 28.80 ( $p = m^{-1}$ ) respectivamente en cada uno de los cuartos de juego.

## Discusión

El principal objetivo de este estudio fue establecer las demandas físicas y fisiológicas del Hockey hierba femenino en la máxima categoría española, en función del nuevo sistema de competición el cual divide el tiempo de juego en cuatro cuartos de 15 min. Además, se intentaron establecer diferencias en el rendimiento en función de si las jugadoras jugaban todos los min del partido o formaban parte de los cambios rotatorios establecidos por el entrenador.

Al comparar la distribución de las velocidades de carrera con otros estudios, vemos que estos coinciden con los indicados (Del Coso, et al. 2016; Konarski, 2010; Lythe & Kilding, 2011; Sunderland, Taylor, Pearce, & Spice, 2011) en hockey masculino, predominando la distancia recorrida a intensidades por debajo de 14 km·h<sup>-1</sup>. En este estudio, dado que la distancia total recorrida por las jugadoras (6668 m) que jugaron el partido completo, así como que éstas pasan la mayor parte del tiempo paradas, andando o trotando a ritmo suave, y sumado a que la distancia recorrida a alta intensidad apenas supera los 250 m, indica que las jugadoras deben tener una buena base aeróbica para rendir a lo largo del partido. Sin embargo, a lo largo del mismo se producen en torno a 270 cambios de velocidad, recogidos a través de los esfuerzos de aceleración y desaceleración. Estos datos reflejan el carácter intermitente del hockey hierba, en el cual existen cortos periodos de juego de alta intensidad, intercalados con periodos más largos de baja intensidad. Estudios previos (Buglione, et al. 2013) realizados en categoría masculina muestran valores superiores a los del presente estudio, tanto en la distancia recorrida como en el número de aceleraciones. El tratarse de jugadores masculinos, de categoría de elite internacional, y que los valores umbrales inferiores de la aceleración fueron diferentes (>1 m·s<sup>-2</sup> en vez de >1.5 m·s<sup>-2</sup>) puede justificar estas diferencias, o bien que no se hayan individualizado los umbrales de análisis para las aceleraciones (Abbott, Brickley, & Smeeton, 2018). Sin embargo, estudios realizados con jugadoras coinciden en los valores encontrados (Gabbett, 2010), en el cual informa que ellas recorren una media de 6600 m. Sin embargo, en este estudio el tiempo de juego era mayor (70 min). Las jugadoras analizadas por Macutkiewicz & Sunderland (2011) recorrieron 5541 m, aunque en este caso, tuvieron una media de 48 min de juego, lo cual podría explicar el menor valor encontrado por ellos. Estos valores parecen indicar la necesidad de tener bien desarrollada la capacidad aeróbica para permitir a las jugadoras recorrer esas distancias, además para poder

recuperarse de los periodos de mayor intensidad de carrera.

Al analizar los resultados en cada uno de los cuartos de juego, tomando los valores de las jugadoras que juegan todos los minutos, vemos que la distancia total recorrida en cada periodo sufre algunas variaciones. Se aprecia que las distancias recorridas son mayores en el 1º y 3º cuarto en velocidades de carrera hasta 14 km·h<sup>-1</sup>, lo cual parece indicar que las jugadoras, al inicio del partido y tras el descanso de 7 min son capaces de mantener un movimiento de baja-media intensidad constante. Pero dónde se aprecian diferencias importantes ( $p < .001$ ) es en último cuarto de juego, en el cual se reduce la distancia recorrida en todas las intensidades (excepto con el segundo cuarto en la velocidad más baja). Es difícil poder hacer comparaciones con otros estudios en hockey debido al distinto formato de competición. Diferentes estudios (Konarski, 2010; MacLeod, et al. 2007; Sunderland, et al. 2011) indican que en el segundo tiempo se produce una disminución del tiempo que las jugadoras pasan al alta intensidad de carrera, sin embargo, Buglione et al. (2013) indican que no hay ninguna diferencia entre las dos mitades, y Macutkiewicz & Sunderland, (2011) no encuentran que haya diferencias significativas en la distancia recorrida entre la primera y la segunda parte al analizar todos los jugadores, aunque si los hay en algunos puestos específicos como los defensas. Los autores indican que puede ser debido a que normalmente los defensas tienen una ratio menor de sustituciones, tal y como indican (Waldron & Highton, 2014) o a estrategias de estos jugadores para mantener un ritmo de juego, en consonancia con lo aportado en rugby por (Suarez-Arrones, et al. 2016). Igualmente, el uso de umbrales de velocidad individualizados (Núñez-Sánchez et al., 2017) a las capacidades de cada una de las jugadoras podría hacer que éstos valores fuesen diferentes.

Waldron & Highton, (2014) definen diferentes estrategias de ritmo de juego en varios deportes de equipo, entre las que podemos encontrar que haya una disminución del rendimiento al final de los partidos, o bien que se mantenga el nivel e incluso que aumente. En deportes como el rugby 7, diferentes trabajos indican una disminución del rendimiento a lo largo del partido en la carrera de alta intensidad (Higham, Pyne, Anson, & Eddy, 2012), e incluso cuando analizamos las diferencias entre los jugadores que completan todo el partido y los sustitutos, vemos que estos últimos tienen un mejor rendimiento de carrera (Higham, Pyne, Anson, & Eddy, 2012), lo cual estaría indicando la aparición de fatiga. En nuestro caso, cuando analizamos las distancias relativas recorridas por las jugadoras que completan todo el partido con aquellas que son cambiadas, vemos que en las primeras hay un descenso en el rendimiento en el último cuarto, pero no así en las que segundas (tabla 1). Esto indica que éstas últimas tienen menos fatiga debido al menor tiempo de juego y mayor descanso.

Las únicas comparaciones que podemos hacer con otro deporte con estructura temporal parecida es el baloncesto. Ben Abdelkrim, Castagna, El Fazaa, & El Ati, (2010) también detectan que los jugadores pasan menos tiempo a alta intensidad en el último cuarto de juego, sobre todo cuanto menor es el nivel de los jugadores, lo cual es un claro signo de fatiga acumulada. Mismas conclusiones obtienen (Matthew & Delextrat, 2009) destacando que las jugadoras de baloncesto mantienen una mayor Fc durante los dos primeros cuartos de partido, y que en el último cuarto se produce una mayor acumulación de lactato en sangre. Todo ello se traduce en que las jugadoras corren, saltan y sprintan menos, pero andan más en el campo.

Al unir los datos que hemos obtenidos de distancias en diferentes intensidades de carrera con su reflejo fisiológico, vemos que las jugadoras pasan la mayor parte del tiempo en zonas de intensidad baja o media-baja, pues el 75% del tiempo se mantienen por debajo del 80% de las pulsaciones máximas. Estos valores son inferiores a los indicados por (Suarez-Arrones et al., 2014), cuyas jugadoras pasan un 46% del tiempo por encima del 84% de la Fcmáx. En su caso, la Fcmáx fue obtenida a partir del test Yo-Yo IR1 mientras que en presente estudio se usó la Fcmáx alcanzada en competición, pues en algunos casos se alcanzan valores mayores que en dicho test (Ben Abdelkrim et al., 2010). En el presente estudio, la Fcmáx alcanzada llegó a 206 p·min<sup>-1</sup>. Además, las jugadoras del estudio de (Suarez-Arrones, et al. 2014) eran

de elite internacional, y tal como indican (Ben Abdelkrim, et al. 2010), los jugadores de baloncesto de nivel internacional son capaces de alcanzar y mantener niveles de Fc superiores durante mayor tiempo de juego. En jugadoras internacionales de hockey, los valores expuestos por McGuinness et al. (2018) también son superiores a los indicados por MacLeod et al. (2007), usando como en nuestro estudio jugadoras de elite nacional. Un problema a la hora de poder interpretar estas divergencias puede ser que cada estudio ha utilizado unos umbrales de intensidad diferente. Igualmente, una posible variable no controlada en este estudio, ni prácticamente en ninguno, es el contexto de la competición, pues White & MacFarlane (2015b) indican que los cambios en el análisis de los patrones de movimiento en competición podrían deberse a las diferentes condiciones de en que se produce, como el nivel de torneo que se esté jugando, la exigencia de la oposición de los equipos contrarios, y el ranking o clasificación en la liga de éstos. Si bien Miñano-Espin, Casáis, Lago-Peñas, & Gómez-Ruano, (2017) en fútbol, indican que los jugadores que juegan contra el considerado mejor equipo recorren mayor distancia a alta intensidad, en hockey femenino no se ha observado esa relación con el ranking (White & MacFarlane, 2015b), e incluso ocurre lo contrario, pues los equipos en una posición en la tabla inferior, realizan menos acciones intensas cuando se enfrentan a los de las posiciones más altas. En el caso concreto del presente estudio, los partidos analizados re llevaron a cabo durante la segunda vuelta de la competición, cuando el equipo se encontraba en las últimas posiciones de la tabla y los partidos fueron contra los equipos mejor clasificados. En éstos casos, las estrategias de los equipos han sido adoptar posiciones defensivas estables y que por tanto las acciones no sean tan intensas que se reflejen a nivel fisiológico en la Fc. También el fútbol, Castellano, (2018) destaca que la variable distancia recorrida no ayuda a determinar la posición final en la clasificación, lo que refleja la influencia contextual en los esfuerzos realizados por los jugadores en los deportes de equipo, e incluso se destacan otras posibles variables ocurridas durante el propio partido, como el hecho de marcar primero (Caballero, García-Rubio, & Ibáñez, 2017).

Hay que destacar asimismo el bajo número de sprints (velocidad >20 km·h<sup>-1</sup> y mantenido al menos 1 s) registrados. Sólo se registraron 7.22 sprints por partido, lo cual significa menos de uno por jugadora de campo, y uno cada 9 minutos de juego. MacLeod et al., (2007) recuentan 24 sprints, pero anotados a través de análisis de vídeo en función de aspectos técnicos de carrera presentes. Vinson et al. (2017) recuentan una media de .31 sprints por minuto jugado, pero consideran sprint superar el 70% de la velocidad máxima. A su vez, Vescovi (2014) indica que jugadoras jóvenes realizan entre 5 y 10 sprints por partido (velocidad >20 km·h<sup>-1</sup> mantenido un segundo). Las dificultades técnicas de la conducción de la bola con el stick tal vez puedan explicar tan bajos resultados. Sin embargo, en un deporte como el rugby femenino, (Suarez-Arrones, et al. 2014) recuentan en 80 minutos de juego 10.5 sprints (velocidad >22 km·h<sup>-1</sup> mantenido un s) por partido, con 15 jugadoras en el campo. Por tanto, nuestros resultados concuerdan con otros similares, aunque podemos destacar los diferentes criterios empleados para anotar un sprint, lo cual impide establecer más comparaciones.

## Conclusiones

Al analizar los patrones de movimiento durante la competición podemos indicar que el hockey hierba femenino se caracteriza en que las jugadoras permanecen la mayor parte del tiempo a bajas velocidades y baja frecuencia cardiaca, aunque la competición exige periodos de alta intensidad que se ve reflejada en la velocidad de carrera y la Fcmáx alcanzada. Los presentes datos deben servir como referencia normativa para entrenadores y preparadores físicos de los equipos para programar los entrenamientos orientados específicamente a las exigencias de la competición. La disminución del rendimiento a alta intensidad en el último cuarto de juego en las jugadoras que no son cambiadas, y la no disminución en las que sí lo son, debe servir como referencia a los entrenadores para gestionar las sustituciones durante los partidos y así poder mantener la intensidad a lo largo del partido.

## Referencias

- Abbott, W., Brickley, G., & Smeeton, N. J. (2018). Physical demands of playing position within English Premier League academy soccer. *Journal of Human Sport and Exercise*, 13(2), 285–295. <https://doi.org/10.14198/jhse.2018.132.04>
- Álvarez, J., Murillo, V., & García, A. (2018). Influencia del cambio de reglamento sobre los goles realizados en fútbol sala. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y Del Deporte*, 18(70), 213–226. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2018.70.002>
- Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., El Fazaa, S., & El Ati, J. (2010). The effect of players' standard and tactical strategy on game demands in men's basketball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2652–2662. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e2e0a3>
- Buglione, A., Ruscello, B., Milia, R., Migliaccio, G. M., Granatelli, G., & D'Ottavio, S. (2013). Physical and physiological demands of elite and sub-elite field hockey players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(3), 872–884. <https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868695>
- Caballero, P., Garcia-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2017). Influence of situational variables on the U'18 soccer performance analysis. *Retos*, (32), 224–227.
- Castellano, J. (2018). Relacion entre indicadores de rendimiento y el exito en el futbol profesional. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 13(1), 41–49.
- Cunniffe, B., Proctor, W., Baker, J. S., & Davies, B. (2009). An evaluation of the physiological demands of elite rugby union using Global Positioning System tracking software. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(4), 1195–1203. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a3928b>
- Del Coso, J., Portillo, J., Salinero, J. J., Lara, B., Abian-Vicen, J., & Areces, F. (2016). Caffeinated energy drinks improve high-speed running in elite field hockey players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(1), 26–32. <https://doi.org/10.1123/ijnsnem.2015-0128>
- Fernández-Fernández, J. (2012). El Entrenamiento de alta intensidad, una herramienta para la mejora del rendimiento en los deportes de perfil intermitente. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 24, 5–14.
- Gabbett, T. J. (2010). GPS analysis of elite women's field hockey training and competition. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1321–1324. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181ceebbb>
- Higham, D. G., Pyne, D. B., Anson, J. M., & Eddy, A. (2012). Movement patterns in rugby sevens: Effects of tournament level, fatigue and substitute players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(3), 277–282. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2011.11.256>
- 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*, 5(4), 565–569.
- Konarski, J. (2010). Characteristics of chosen parameters of external and internal loads in eastern european high level field hockey players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 5(1), 43–58. <https://doi.org/10.4100/jhse.2010.51.06>
- Lythe, J., & Kilding, A. E. (2011). Physical demands and physiological responses during elite field hockey. *International Journal of Sports Medicine*, 32(7), 523–528. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1273710>
- MacLeod, H., Bussell, C., & Sunderland, C. (2007). Time-motion analysis of elite women's field hockey, with particular reference to maximum intensity movement patterns. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7(2), 1–12. <https://doi.org/10.1080/24748668.2007.11868392>
- Macutkiewicz, D., & Sunderland, C. (2011). The use of GPS to evaluate activity profiles of elite women hockey players during match-play. *Journal of Sports Sciences*, 29(9), 967–973. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.570774>
- Matthew, D., & Delextrat, A. (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, 27(8), 813–821. <https://doi.org/10.1080/02640410902926420>
- McGuinness, A., Malone, S., Petrakos, G., & Collins, K. (2018). The physical and physiological demands of elite international female field hockey players during competitive match-play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, in press. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002158>
- McMahon, G. E., & Kennedy, R. A. (2017). Changes in player activity profiles following the 2015 Fih rule changes in elite women's hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research*, in press. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002405>
- Miñano-Espin, J., Casáis, L., Lago-Peñas, C., & Gómez-Ruano, M. Á. (2017). High speed running and sprinting profiles of elite soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 58, 169–176. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0086>
- Núñez-Sánchez, F. J., Toscano-Bendala, F. J., Campos-Vázquez, M. A., & Suarez-Arrones, L. J. (2017). Individualized speed threshold to analyze the game running demands in soccer players using GPS technology. *Retos*, 32, 130–133.
- Sell, K. M., & Ledesma, A. B. (2016). Heart rate and energy expenditure in division I field hockey players during competitive play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2122–2128. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001334>
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(12), 1025–1044.
- Suarez-Arrones, L., Nuñez, F. J., Portillo, J., & Mendez-Villanueva, A. (2012). Match running performance and exercise intensity in elite female rugby sevens. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1858–1862. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318238ea3e>
- Suarez-Arrones, L., Nuñez, J., de Villareal, E. S., Galvez, J., Suarez-Sanchez, G., & Munguía-Izquierdo, D. (2016). Repeated-high-intensity-running activity and internal training load of elite rugby sevens players during international matches: A comparison between halves. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(4), 495–499. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0523>
- Suarez-Arrones, L., Portillo, J., Pareja-Blanco, F., Sáez de Villareal, E., Sánchez-Medina, L., & Munguía-Izquierdo, D. (2014). Match-play activity profile in elite women's rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(2), 452–458. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182999e2b>
- Sunderland, C., Taylor, E., Pearce, E., & Spice, C. (2011). Activity profile and physical demands of male field hockey umpires in international matches. *European Journal of Sport Science*, 11(6), 411–417. <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.536576>
- Vescovi, J. D. (2014). Impact of maximum speed on sprint performance during high-level youth female field hockey matches: Female athletes in motion (FAiM) study. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 9(4), 621–626. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2013-0263>
- Vescovi, J. D. (2016). Locomotor, heart-rate, and metabolic power characteristics of youth women's field hockey: Female athletes in motion (FAiM) study. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 87(1), 68–77. <https://doi.org/10.1080/02701367.2015.1124972>
- 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/ijsp.2014-0324>
- Vinson, D., Gerrett, N., & James, D. V. B. (2017). Influences of playing position and quality of opposition on standardized relative distance covered in domestic women's field hockey. *Journal of Strength and Conditioning Research*, In press. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002049>
- Waldron, M., & Highton, J. (2014). Fatigue and pacing in high-intensity intermittent team sport: An update. *Sports Medicine*, 44(12), 1645–1658. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0230-6>
- White, A. D., & MacFarlane, N. G. (2015a). Analysis of international competition and training in men's field hockey by global positioning system and inertial sensor technology. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(1), 137–143. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000600>
- White, A. D., & MacFarlane, N. G. (2015b). Contextual effects on activity profiles of domestic field hockey during competition and training. *Human Movement Science*, 40, 422–431. <https://doi.org/10.1016/j.HUMOV.2015.01.007>