

<https://doi.org/10.5232/ricyde2019.05601>

Cuantificación de las demandas de carrera en hockey hierba femenino mediante el uso de umbrales individualizados

Quantification of the running demands in women`s field hockey using individualized thresholds

María José Ortega-Gálvez¹, Diego Cabezas-Ramos², Javier Gálvez-González¹

1. Universidad Pablo de Olavide. España
2. Universidad de Sevilla. España

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar las demandas de carrera del hockey hierba femenino utilizando valores relativos para determinar los umbrales de intensidad. 15 jugadoras (23,7 ± 4,1 años) fueron monitorizadas en partidos de competición oficial, utilizando un sistema de posicionamiento global (GPS). Para determinar los umbrales relativos de intensidad de carrera se usaron el test 30-15IFT y la velocidad máxima de sprint. Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre analizar la carrera de alta intensidad de las jugadoras de hockey con valores absolutos y valores relativos pasando de 479,8 ± 134,9 m a 1116,3 ± 281,4 m); Tamaño del efecto ± 90% LC = 2,78 (2,17-3,38), distancias que se ajustan más a los esfuerzos de las jugadoras. Sin embargo, el número de sprint realizados disminuyó (de 6,26 a 3,59). Se concluye que el uso de umbrales relativos incrementa la distancia recorrida a alta intensidad en jugadoras de hockey hierba.

Palabras clave: Análisis de rendimiento; carrera de alta intensidad; competición; GPS.

Abstract

The objective of this study was to analyze the running demands of women`s field hockey, using relative values to determine intensity thresholds. 15 players (23,7 ± 4,1 years) were monitored in official competition matches, using a global positioning system (GPS). To determine the thresholds relative to the intensity of the race, the 30-15IFT test and the maximum sprint speed were used. The results show that there are significant differences between the analysis of high-speed running of the hockey players with absolute and relative values, increasing from 479.8 ± 134,9 m to 1116,3 ± 281,4 m; Effect size ± 90% CL = 2,78 (2,17-3,38), distances that are more accurate to the player`s effort. However, the sprint number was decreased (from 6,26 to 3,59). The use of relative thresholds increases high-intensity running in women`s field hockey.

Key words: Performance analysis; High-intensity running; competition; GPS

Correspondencia/correspondence: Javier Gálvez González
Universidad Pablo Olavide. España
Email: jgalgon@upo.es

Introducción

El rendimiento en el deporte de alto nivel está estrechamente relacionado con el control de las múltiples variables que lo componen. Los entrenadores y preparadores físicos, necesitan conocer las demandas físicas y fisiológicas que requiere la competición, pues los mayores beneficios del entrenamiento se producen cuando el estímulo del mismo se asemeja a las demandas físicas y fisiológicas que el deportista experimenta durante la competición (Gabbett, 2010).

En los últimos años, se han publicado estudios que describen las demandas de diferentes deportes de equipo, tales como el rugby (Cahill, Lamb, Worsfold, Headey, y Murray, 2013; Cunniffe, Proctor, Baker, y Davies, 2009; Suarez-Arrones, Portillo, Pareja-Blanco, Sáez de Villareal, Sánchez-Medina, y Munguía-Izquierdo, 2014), el fútbol (Mendez-Villanueva, Buchheit, Simpson, y Bourdon, 2012) o el hockey (Gabbett, 2010; Vescovi y Frayne, 2015), en los cuales se analizan entre otros la distancia recorrida por los jugadores a lo largo del partido, la velocidad alcanzada, el número de aceleraciones y desaceleraciones realizadas, así como la intensidad de los esfuerzos reflejados en la frecuencia cardiaca soportada por los deportistas. Los esfuerzos realizados a alta intensidad han sido considerados como una medida determinante del rendimiento deportivo, pues permite establecer diferencias entre jugadores de diferente categoría de juego (McLellan y Lovell, 2013; Sirotic, Coutts, Knowles, y Catterick, 2009), analizar la fatiga acumulada a lo largo de un partido (Bradley, Sheldon, Wooster, Olsen, Boanas, y Krstrup, 2009) y porque las acciones determinantes de los partidos vienen precedidas de acciones de alta intensidad (Austin, Gabbett, & Jenkins, 2011). Conocer éstos datos es fundamental, pues según Cunniffe y col. (2009), la mejora en el conocimiento del juego y de la carga de entrenamiento, pueden facilitar el asesoramiento a los jugadores y gestionar y periodizar mejor el entrenamiento.

El hockey hierba se caracteriza porque los jugadores realizan esfuerzos de muy alta intensidad combinados con movimientos de baja intensidad y periodos de inactividad (Del Coso y col., 2016). En este caso, los jugadores pasan la mayor parte del tiempo a intensidades moderadas, aunque el éxito de sus acciones, tanto ofensivas como defensivas va a depender de las acciones realizadas a alta intensidad (Fernández-Fernández, 2012), lo cual nos sugiere que un elemento fundamental a desarrollar en estos deportistas es la capacidad para realizar esfuerzos repetidos a alta intensidad. Por ello, resulta imprescindible que los jugadores presenten tanto un nivel alto de condición física aeróbica como una alta capacidad para repetir sprints.

Gracias a la información obtenida a través del sistema Global Positioning System (GPS), se sabe que las jugadoras de hockey hierba llegan a recorrer 6765 m en un partido (Vescovi y Frayne, 2015). A su vez, White y MacFarlane (2015) indican que las demandas físicas en los partidos de hockey femenino pueden variar en función de las exigencias de la competición, oscilando entre 5949 m y 7719 m la distancia total recorrida. Profundizando sobre la intensidad de los esfuerzos realizados, Gabbett (2010) indica que aunque las jugadoras cubrieron una media de 6600 m durante el partido, las centrocampistas pasaron más tiempo a alta intensidad y cubrieron mayor distancia de carrera a alta intensidad que las delanteras y defensas; y Macutkiewicz y Sunderland (2011) exponen que jugadoras de élite, pasan el 55% del tiempo en movimientos realizados a baja intensidad, un 38% a intensidad moderada, mientras que el 6.4% del tiempo de juego realizaron carreras de alta intensidad y sprints. En total, las jugadoras recorrieron una distancia media de 5541 m, con una media de 172 p·min⁻¹, y una media de 17 sprints. Vescovi (2016) expone que solo del 10% al 15% de las acciones del juego fueron realizadas a alta intensidad, aunque la mayoría del tiempo de juego lo pasaran a intensidades por encima del 90% de su frecuencia cardíaca máxima, lo cual podría indicar que las jugadoras no disponen de tiempo suficiente para recuperarse entre esfuerzos.

Por ello, Lythe y Kilding (2011), indican que jugadores masculinos redujeron la distancia media recorrida entre la primera y la segunda mitad del juego, así como las carreras de alta intensidad, y atribuyen esta reducción a la fatiga muscular soportada. Datos similares en hockey femenino obtienen MacLeod, Bussell, y Sunderland (2007) detectando una disminución media notable en la segunda mitad de juego en la cantidad de acciones a alta intensidad realizadas.

Por lo tanto, es posible asumir la necesidad de comprender de manera precisa las demandas físicas del hockey hierba, sobre todo las correspondientes a los esfuerzos de alta intensidad realizados, puesto que disminuyen a lo largo del partido por efecto de la fatiga acumulada.

Se podría tomar como referencia los estudios citados anteriormente, sin embargo, al analizar los umbrales de velocidad o intensidad empleados para analizar las demandas del juego, se observa que estos han usado umbrales absolutos, es decir, valores de referencia fijos y no individualizados a las capacidades de cada jugadora. Gabbett (2015) compara el uso de $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ como umbral absoluto frente al 70% de la velocidad máxima, y los jugadores de rugby sub 15 pasan de realizar 2,7 actividades a 6,8. Reardon, Tobin, y Delahunt (2015) también en rugby, compararon el uso de $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ frente al 60% de la velocidad máxima, y los delanteros (mucho más pesados y altos) incrementan la distancia recorrida a alta intensidad de 269 a 354 m, mientras que los jugadores de la línea, descienden sus valores de 697 a 570 m. Por tanto, si se usan valores absolutos, los jugadores más lentos muestran resultados que en realidad subestiman los esfuerzos realizados durante el partido. Así, se determinará la misma intensidad de carrera a deportistas cuya velocidad máxima es distinta, de forma que los más rápidos tendrán que utilizar un porcentaje relativamente bajo de su velocidad máxima para realizar esfuerzos considerados de alta intensidad, mientras que los deportistas más lentos realizarán esfuerzos relativamente altos para ser considerados igual. Además, Hodun, Clarke, De Ste Croix, y Hughes (2016) concluyen que el uso de valores absolutos para estimar las zonas de velocidad usadas por los fabricantes de software, que normalmente están orientados a deportistas masculinos, puede llevar a errores de estimación en los esfuerzos de las jugadoras.

Existen varias formas para individualizar las zonas de sprint y carrera de alta intensidad. En diferentes deportes de equipo, una manera simple de aproximarse a la individualización de las zonas de sprint es usar el pico máximo de velocidad, normalmente alcanzado entre los 25 y 40 m. Sin embargo, este pico rara vez se da en competición (Bradley y Vescovi, 2015) y que según Haugen y Buchheit (2016) oscila entre los 18 y los 30 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Dwyer y Gabbett (2012), y Clarke, Anson, y Pyne (2015) usan la aceleración alcanzada y mantenida para determinar la realización de un sprint, aunque Rodríguez-Baena y Gálvez-González (2017) indican que se obtienen los mismos resultados usando la aceleración que un umbral de velocidad, mientras que Buchheit, Simpson, y Mendez-Villanueva (2013) proponen el uso de la velocidad aeróbica máxima (VAM).

Buscando establecer los umbrales de carrera de alta o de moderada intensidad, Abt y Lovell (2009) y Clarke y col. (2015) proponen usar los umbrales ventilatorios 1 y 2 (VT1 y VT2) basándose en la necesidad de relacionar la intensidad de la carrera con parámetros fisiológicos. El análisis de los datos de jugadores de fútbol de estos primeros autores, reveló que la media de distancia recorrida a alta intensidad basada en los valores absolutos fue de 845 m, mientras que cuando se establecieron los valores relativos, la media presentada fue de 2258 m; Por su parte, en las jugadoras de rugby monitorizadas por Clarke y col. (2015), cuando se comparaban los resultados obtenidos para establecer el VT2 ($3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) con los que consideran por defecto los sistemas con los que se realizan estos análisis ($5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), indican que se subestima más de un 30% de la distancia recorrida a alta intensidad de las jugadoras.

El problema de usar los umbrales ventilatorios radica en la realización de pruebas de laboratorio para determinarlos, lo cual es todavía más complejo en deportes de equipo con un elevado número de jugadores. Por ello, Scott, Thornton, Scott, Dascombe, & Duthie, (2018) introducen la idoneidad de usar los resultados en el test 30-15_{IFT} (Buchheit, 2008) para elegir los umbrales ventilatorios, los cuales son establecidos (Buchheit y col., 2009) en función del porcentaje de la velocidad final obtenida en el test (VT1 al 67% de la velocidad final del test, y VT2 al 87%). El uso de este test de campo permite obtener estos umbrales ventilatorios de forma rápida y repetida.

El objetivo de este estudio es cuantificar las demandas de carrera de alta intensidad del hockey hierba femenino en competición, utilizando valores individualizados para determinar los umbrales de intensidad.

Método

Participantes

15 jugadoras (23,7 ± 4,1 años) de categoría subélite nacional (primera división femenina) de diferentes nacionalidades, con una experiencia de entre 7 y 15 años practicando este deporte, con una frecuencia de cuatro entrenamientos semanales, y partido de competición el fin de semana, participaron en el presente estudio. La muestra fue seleccionada entre todas las jugadoras de categoría senior del club. Las deportistas fueron informadas del objetivo del estudio y firmaron el consentimiento informado.

Instrumentos y Procedimiento

Para analizar los datos de carrera de forma individualizada, se realizaron test de condición física (velocidad máxima obtenida en un sprint hasta 40 m y la medida de la función aeróbica mediante el test 30-15_{IFT}). Estos se obtuvieron con anterioridad a la monitorización de los partidos de competición. Las jugadoras estaban familiarizadas con los protocolos de los test desde la temporada anterior y durante la pretemporada. Al finalizar ésta, se realizaron el test de velocidad y el test 30-15_{IFT} en dos entrenamientos consecutivos (Martes y Jueves) asegurando 48 horas de descanso entre ambos.

Los datos de carrera fueron obtenidos de cuatro partidos de la liga regular de 1ª división femenina de la temporada 2016-17. Se analizaron cuatro partidos consecutivos de la primera vuelta del campeonato (finales de octubre y noviembre), incluyendo partidos como equipo local y visitante. Sólo han sido analizados los datos del tiempo de partido, y se han utilizado 60 registros completos. Los datos de movimiento de los partidos obtuvieron con dispositivos GPS Spi HPU (GPS Sport System, Camberra, Australia) con una velocidad de muestreo de 15 Hz. Dicho dispositivo ha sido validado con el fin de establecer las demandas de carrera en deportes de equipo (Scott, Scott, y Kelly, 2016). El GPS se ubica en un arnés de neopreno en la espalda de las jugadoras, entre las dos escápulas. Los datos registrados por el dispositivo fueron exportados al programa Team AMS provisto por el fabricante. El GPS de cada jugadora se inició 15 minutos antes del comienzo del encuentro

Se utilizaron como umbrales absolutos los empleados en investigaciones previas (Rampinini, Coutts, Castagna, Sassi, y Impellizzeri, 2007; Scott y col., 2018) considerando carrera de moderada intensidad aquella realizada entre 13,1 km·h⁻¹ y los 18,6 km·h⁻¹. Se establecieron las zonas individualizadas usando los valores de los umbrales ventilatorios VT1 y VT2, donde VT1 determina la zona de carrera de moderada intensidad, y VT2 la zona de carrera de alta intensidad. Estos valores se obtuvieron del test 30-15_{IFT}, correspondiendo el VT1 con el 68 % de la velocidad final alcanzada, mientras que el VT2 se corresponde con el 87 % de la misma.

Los sprints realizados por las jugadoras se analizaron siendo definidos como la superación de un umbral de velocidad mantenido como mínimo un segundo. Los valores absolutos ($20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) se tomaron de (Cunniffe y col., 2009) y para los relativos se usó el 80% de la velocidad máxima de sprint (Bradley y Vescovi, 2015). La velocidad máxima de sprint fue obtenida a partir de la realización de un test de 40 metros, en el cual se tomaron tiempos intermedios cada 10 m mediante fotocélulas (Witty, Microgate. Bolzano, Italia). Se estimó la velocidad máxima (Buchheit, Simpson, Peltola, y Mendez-Villanueva, 2012), obtenida a partir del tiempo más rápido en cualquiera de los tramos de 10 m. Se realizaron dos sprints asegurando un descanso de tres minutos entre cada uno de ellos y se registró el mejor valor.

Análisis estadístico

Los datos se presentan como media \pm desviación estándar, usándose para la estadística descriptiva el software IBM SPSS 21. La normalidad de la muestra se determinó mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Las comparaciones de las diferencias se realizaron mediante inferencias basadas en magnitudes (Batterham y Hopkins, 2006). Las diferencias estandarizadas para las comparaciones se analizaron mediante el tamaño del efecto (TE) usando los valores definidos por Cohen (1988) como trivial (0,0-0,19), pequeño (0,2-0,59), moderado (0,6-1,1), largo (1,2-1,9) y muy largo ($>2,0$). El cálculo de probabilidad de las diferencias encontradas se realizó mediante el establecimiento de probabilidad cualitativa (Hopkins, Marshall, Batterham, y Hanin, 2009) usando los valores $<0.5\%$, casi seguro que no, $<5\%$, muy poco probable, $<25\%$, probablemente no, $25-75\%$, es posible, $>75\%$, probable, $>95\%$, muy probable, $>99.5\%$, casi seguro. Se establecen las diferencias sustanciales $>75\%$. Se indica adicionalmente el valor de P de la prueba t para variables independientes con un nivel de significación $p < 0,05$.

Los cálculos se realizaron a través de una hoja de cálculo específica para ello (Hopkins, 2007).

Las comparaciones entre las jugadoras en base a los valores de función aeróbica (mejores y peores valores en el test 30-15_{IFT}) se realizaron estableciendo dos grupos lo más equilibrados posible, empleando como punto de corte la mediana.

Resultados

La media de los umbrales ventilatorios que presentan estas jugadoras, han sido en el VT1= $12,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ y en el VT2 = $15,9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. La velocidad media final alcanzada en el 30-15_{IFT} por las jugadoras es de $18,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, situándose esta en un rango de $16,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a $19,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. La media de la velocidad máxima alcanzada por las jugadoras fue de $27,6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$

En la tabla 1 se ven los resultados alcanzados por el conjunto de todas las jugadoras. Cuando se usan umbrales absolutos, las jugadoras recorren una menor distancia a intensidad moderada, pero se incrementa sustancialmente la distancia recorrida en carrera de alta intensidad, con diferencias largas y muy largas respectivamente. También se observa una disminución del número de sprints realizados, aunque las diferencias sean moderadas.

Tabla 1. Diferencias (media \pm desviación estándar) en nº de Sprint y carrera de moderada y alta intensidad usando valores absolutos (ABS) y relativos (REL) en las todas las jugadoras (n=15).

	ABS	REL	P valor	Diferencias estandarizadas (90% LC)	Valoración Cualitativa
Distancia (m) intensidad moderada	6114,2 \pm	5402,1	0,000	-1,34	Seguro (0/0/100)
	480,4	\pm 551,8		(-1,94-0,73)	
Distancia (m) alta intensidad	479,8 \pm	1116,3 \pm	0,000	2,78 (2,17-3,38)	Seguro (100/0/0)
	134,9	281,4			
Nº Sprint	6,26 \pm	3,59 \pm	0,099	-0,61 (-1,21-0,00)	Probable (2/11/87)
	3,08	5,16			

LC: Límites de Confianza

La tabla 2 muestra los resultados obtenidos cuando se analizan los datos en función de la velocidad final del test 30-15_{IFT}. Las jugadoras con una menor velocidad final en el test, recorren mayor distancia a moderada intensidad cuando se utilizan valores absolutos respecto a los relativos. Sin embargo, al analizar la carrera de alta intensidad se aprecia que las jugadoras incrementan notablemente la distancia recorrida. Al analizar el número de sprints realizados, se observa que las jugadoras realizan un menor número de ellos. Las jugadoras con mejores resultados en el test reducen la distancia recorrida a moderada intensidad y aumentan la recorrida a alta intensidad. Igualmente, se aprecia que se reduce el número de sprints realizados, aunque esta reducción no sea clara (Figura 1).

Tabla 2. Diferencias (media \pm desviación estándar) en nº de Sprint y carrera de moderada y alta intensidad usando valores absolutos (ABS) y relativos (REL) en función de la velocidad máxima final del test 30-15_{IFT}

	ABS	REL	P valor	Diferencias estandarizadas (90% LC)	Valoración Cualitativa
<i>Jugadoras con menor velocidad máxima final del test 30-15_{IFT} (n=7).</i>					
Distancia (m) intensidad moderada	6196,7 \pm 328,2	5381,2 \pm 605,6	0,012	-1,53 (-2,43—0,64)	Muy probable (0/1/99)
Distancia (m) alta intensidad	442,3 \pm 145,5	1097 \pm 310,4	0,001	2,45 (1,55-3,36)	Seguro (100/0/0)
Nº Sprint	6,16 \pm 2,07	3,71 \pm 3,99	0,183	-0,7 (-1,60-0,19)	Probable (5/12/84)
<i>Jugadoras con mayor velocidad máxima final del test 30-15_{IFT} (n=8).</i>					
Distancia (m) intensidad moderada	6041,9 \pm 597,0	5420,4 \pm 542,0	0,048	-1,03 (-1,87—0,19)	Probable (1/4/95)
Distancia (m) alta intensidad	512,5 \pm 125,0	1133,2 \pm 273,9	0,000	2,69 (1,84-3,53)	Seguro (100/0/0)
Nº Sprint	6,35 \pm 3,90	3,49 \pm 6,29	0,297	-0,51 (-1,35-0,33)	No es Claro (8/18/74)

LC: Límites de Confianza

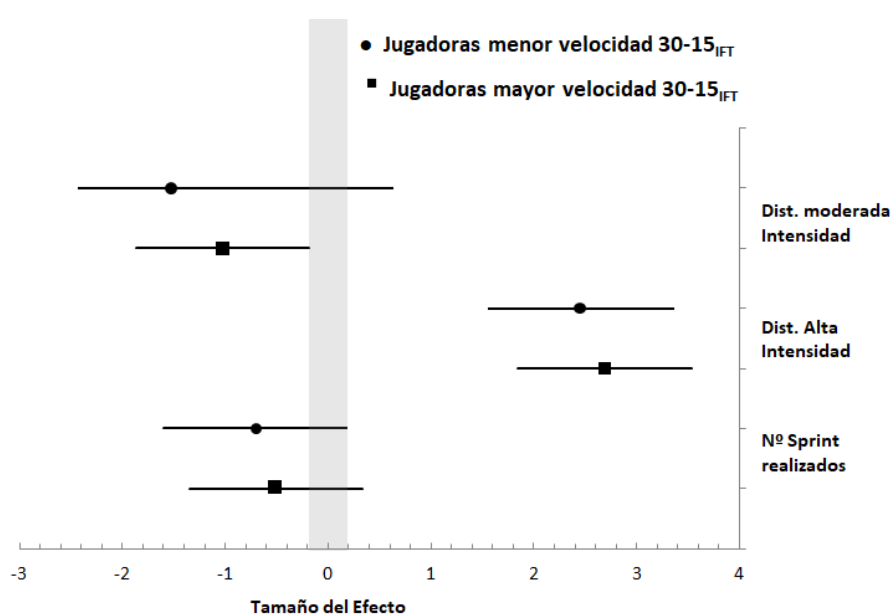


Figura 1. Cambios estandarizados en la media (TE \pm 90% LC) en la distancia recorrida a moderada y alta intensidad, y número de sprints realizados, en función de la velocidad final del test 30-15_{IFT}

Cuando se comparan los resultados entre los grupos establecidos en función de la velocidad final obtenida en el test 3 0-15_{IFT} (tabla 3), al analizar éstos con zonas absolutas de intensidad de carrera no está claro que existan diferencias entre los grupos para ninguna de las zonas de carrera ni para los sprints realizados, y cuando se analizan estos con zonas relativas tampoco está claro que existan diferencias entre los grupos para ninguna de las zonas de carrera ni para los sprints realizados.

Tabla 3. Diferencias (media \pm desviación estándar) en nº de Sprint realizados, carrera de moderada y alta intensidad entre grupos. G1 menor velocidad test 30-15_{IFT}; G2 mayor velocidad test 30-15_{IFT}

	G1	G2	P valor	Diferencias estandarizadas (90% LC)	Valoración Cualitativa
<i>Valores absolutos</i>					
Distancia (m) intensidad moderada	6196 \pm 328,22	6041,97 \pm 597,0	0,54	-0,30 (-1,15—0,55)	No es claro (16/26/58)
Distancia (m) alta intensidad	442,36 \pm 145,55	512,5 \pm 125,9	0,341	0,49 (0,39-1,36)	No es claro (71/19/9)
Nº Sprint realizados	6,16 \pm 2,07	6,35 \pm 3,90	0,297	-0,06 (-0,80-0,91)	No es claro (38/32/30)
<i>Valores relativos</i>					
Distancia (m) intensidad moderada	5381,2 \pm 606,91	5420,4 \pm 542,0	0,897	-0,06 (-0,81—0,93)	No es claro (39/31/30)
Distancia (m) alta intensidad	1097,0 \pm 310,4	1133,2 \pm 273,9	0,815	0,12 (0,75-0,99)	No es claro (43/30/26)
Nº Sprint realizados	3,71 \pm 3,99	3,49 \pm 6,29	0,934	-0,2 (5,1-4,6)	No es claro (31/32/37)

LC: Límites de Confianza

Discusión

El objetivo principal de este trabajo era determinar si existen diferencias al analizar la carrera de las jugadoras de hockey hierba femenino usando valores relativos, y por tanto individualizados a las capacidades de cada jugadora cuando se comparan con valores absolutos usados en numerosas investigaciones y así implementados en los programas informáticos de análisis de los datos aportados por los GPS. En este sentido, los resultados de la investigación realizada nos muestran que al analizar la intensidad de la distancia recorrida en función de las capacidades individuales de las jugadoras de hockey hierba que fueron sujeto de nuestro estudio, estas recorren más distancia a intensidades altas y menos a intensidades moderadas que si se analizan los resultados basándose en valores absolutos.

En este estudio, la media de distancia recorrida a alta intensidad utilizando una zona absoluta de análisis es sustancialmente menor al compararla con los obtenidos en valores relativos (tabla 1). De hecho, la distancia recorrida a alta intensidad aumenta más de un 100%. Para entender estos cambios, es necesario observar la diferencia entre el umbral absoluto ($18,7 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) con los relativos (media de todas las jugadoras $15,9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Al ajustarse el segundo umbral ventilatorio a las capacidades de las jugadoras, se registra una mayor distancia recorrida por encima de ese valor umbral, lo cual se acerca más a la realidad de los esfuerzos realizados por cada jugadora, pues como indica Vescovi (2016) las jugadoras pasan la mayor parte del encuentro por encima del 90% de la frecuencia cardiaca máxima, y por tanto, que los esfuerzos realizados son muy intensos, y en el caso del hockey hierba, los esfuerzos realizados son fundamentalmente de carrera. Estos datos confirman los aportado por Gabbett (2010) el cual recuenta hasta 58 actividades de alta intensidad en las jugadoras de hockey, y destaca la necesidad de desarrollar por tanto la capacidad aeróbica como el sistema anaeróbico aláctico o los destacados por Macutkiewicz y Sunderland (2011), según los cuales las jugadoras recorren hasta 853 m en carrera de alta intensidad, alcanzando una media de $172 \text{ p}\cdot\text{min}^{-1}$, e incluso $177,7$ (Sell & Ledesma, 2016) lo cual refleja la intensidad de la competición.

Cuando se analiza el mismo tipo de datos pero diferenciando el grupo de jugadoras con mejores valores en el test 30-15_{IFT} y las que presentan valores menores (ver tabla 2) las diferencias tienen las mismas proporciones (similar tamaño del efecto en la distancia recorrida a alta intensidad 2,45 y 2,69 frente a 2,78) que el grupo completo. Esto refuerza la idea de la necesidad de individualizar los umbrales de análisis, pues se observa que las jugadoras con menor capacidad aeróbica también incrementan la distancia recorrida a alta intensidad, porque el umbral que marca dicha intensidad está ajustado a su capacidad. Si se hubiera establecido un umbral absoluto, estas jugadoras con menor capacidad aeróbica hubiesen tenido más dificultad para realizar esfuerzos de alta intensidad durante más tiempo, y mostrarían diferencias con el grupo de las más rápidas (Tabla 3), lo cual no ha ocurrido. Gabbett (2015) indica igualmente que es necesario individualizar los umbrales. En su estudio, al usar umbrales individualizados a las capacidades de los jugadores, los más lentos mejoran mucho más que los más rápidos su carrera de alta intensidad.

El porcentaje de mejora en la carrera de alta intensidad mostrado por las jugadoras en este estudio es muy elevado. Scott y col (2018) en jugadores de rugby league, indican que la velocidad a la que los jugadores empiezan a correr a intensidades altas depende de sus capacidades individuales. Por ello, al emplear una zona absoluta para determinar la carrera de alta intensidad, se subestima la carga física de alta intensidad. En su caso, los jugadores pasaron de recorrer 351 m en valores absolutos a 526 en relativos. El porcentaje de incremento es menor en este estudio, pero debemos tener en cuenta que se trata de hombres y jugadores profesionales, los cuales situaron el VT2 en $16,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, cifra más elevada que las jugadoras usadas en nuestro caso, lo cual justificaría el mayor incremento alcanzado por éstas. En el estudio de Abt y Lovell (2009), se aprecia que coinciden los porcentajes de mejora. En este caso evaluaron a 10 jugadores de fútbol mediante el uso de una zona individualizada de carrera de alta intensidad basada en el segundo umbral ventilatorio (VT2) para calcular la distancia de carrera a alta intensidad durante la competición, y la distancia recorrida a alta intensidad pasó de 845 a 2258 m. En este caso, el VT2 se situó en $15,3 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, inferior al obtenido en este estudio, lo cual unido a que la muestra era de 10 jugadores profesionales de fútbol podría explicar un porcentaje tan elevado de mejora. También, en Rugby femenino, Clarke, Anson, y Pyne (2015) indican que cuando se usa el VT2 para individualizar los esfuerzos, las jugadoras mejoran los valores, pues pasan de emplear el 13% en esfuerzos de alta intensidad a un 38%. Estos autores remarcan la importancia de no usar valores por defecto, normalmente basados en deportistas masculinos.

Cuando se comparan los resultados del presente estudio con otros en hockey hierba femenino se puede apreciar que los resultados de estas jugadoras en valores absolutos coinciden en el porcentaje de la distancia recorrida a alta intensidad respecto a la distancia total con los de Macutkiewicz y Sunderland (2011) los cuales indican que las jugadoras recorren un 6,4% de la distancia total a alta intensidad (superior a $19 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Este porcentaje tan bajo no parece muy ajustado a la realidad de los esfuerzos realizados si tenemos en cuenta los valores de frecuencia cardiaca ya indicados anteriormente. En el presente estudio, las jugadoras en valores absolutos, recorren un 6,8% de la distancia total a alta intensidad, y al relativizar los umbrales las jugadoras pasan a recorrer un 16,9% de la distancia total a dicha intensidad. Recientemente (McGuinness, Malone, Petrakos, y Collins, 2018) cuantifican la distancia recorrida a alta intensidad en jugadoras de hockey femenino oscilando entre 10 y 15% de la distancia total, dependiendo del puesto específico. Usaron como valor absoluto la velocidad de $16 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, un poco superior al de este estudio.

Al analizar si hay diferencias entre las jugadoras en función de su rendimiento aeróbico, podemos ver que no existen diferencias al comparar los datos tanto de manera absoluta como individualizada entre el grupo de jugadoras que registraron una velocidad final menor (G1) y el grupo que presentó una velocidad final mayor en este test (G2). Ambos grupos incrementaron la distancia recorrida a alta intensidad y disminuyeron la actividad en la zona de moderada intensidad (tabla 3). Podría haberse esperado que hubiera diferencias en valores absolutos y que estos desaparecieran al relativizarlos, aunque se puede pensar que la homogeneidad de las características físicas evaluadas, en estas jugadoras, hace que los resultados no muestren diferencias.

Estos resultados, no coinciden con los del estudio de Gabbett (2015), quien analizó los perfiles de actividad de jugadores jóvenes de rugby league que competían en 3 grupos de edad distintos, y en 2 categorías diferentes, mediante valores absolutos y relativos. Este estudio sugiere que la individualización de las zonas de carrera incrementa la distancia recorrida a alta intensidad por los jugadores más lentos, mientras que, en los jugadores más rápidos, disminuye. Misma conclusión obtienen Reardon y col. (2015), los cuales analizaron las demandas de la carrera de alta intensidad en jugadores de rugby unión aplicando zonas de velocidad relativas o individualizadas. Esta investigación concluyó que evaluando los datos de manera absoluta se subestima la distancia a alta intensidad recorrida por los delanteros, mientras que la distancia a alta intensidad recorrida por los defensas se sobrestima.

Sin embargo, el caso del rugby es diferente al hockey, en el cual, la especialización de algunos puestos específicos exige la existencia de jugadores con elevado peso, características que no se encuentran en el hockey femenino de elevado nivel.

Al analizar los datos del número de sprint realizados, se observa que la cantidad es menor que en otros estudios. Vescovi y Frayne (2015) indican que las jugadoras realizan una media de 8 por partido, y Macutkiewicz y Sunderland (2011) contabilizan hasta 17. La diferencia de nivel de las jugadoras y el uso de umbrales diferentes explica las diferencias encontradas. En éste último estudio, las jugadoras eran de nivel internacional y se anotaba un sprint al alcanzar $19 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ y no se indica que deba ser mantenido.

Adicionalmente, se puede ver que, al relativizar los umbrales, es probable que las jugadoras reduzcan su número. Uno de los motivos para explicar esta probable disminución, puede ser el bajo número de registros realizados que pueda condicionar la potencia estadística. Cuando se usaron valores absolutos, el umbral estaba situado en $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, y al relativizarlo al 80% (Bradley y Vescovi, 2015) de su velocidad máxima, el umbral relativo ha quedado fijado en una media de $22,1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Al ser este umbral mayor, las jugadoras tienen más dificultad para que un *sprint* sea registrado por el software de análisis.

Según estos resultados el uso de ese valor del 80% parece demasiado alto. Hay otros autores (Buchheit, Mendez-villanueva, Simpson, y Bourdon, 2010) que proponen usar el 61% de su velocidad máxima. Tal vez este valor refleje con mayor fidelidad los verdaderos esfuerzos realizados por las jugadoras, pues no es lógico pensar que un conjunto de jugadoras cuya velocidad máxima es 27,6 km·h⁻¹ de media, solo realicen una media de 3,59 sprint por partido. Se cree por tanto que los rangos de umbrales relativos (80 al 85%) para el sprint indicado por Bradley y Vescovi, (2015) no sean adecuados para estas jugadoras.

A pesar de haber analizado un número reducido de jugadoras, el hecho de haberlas monitorizado en cuatro partidos de competición oficial, otorga al estudio una mayor validez ecológica y relevancia, si bien una futura línea de investigación podría tratar de comparar parámetros o indicadores de rendimiento a nivel condicional con otros de carácter técnico-táctico, e incluir en el análisis variables situacionales o contextuales para explicar el rendimiento en función del nivel del oponente o del resultado del partido.

Conclusiones

Al analizar estos resultados, se puede decir que el uso de umbrales relativos para estimar las demandas de carrera en el hockey femenino aporta información más ajustada a la realidad de los esfuerzos realizados por las jugadoras. Usar el valor de los umbrales ventilatorios obtenidos a partir del test 30-15_{IFT}, puede ser un mejor estimador de las demandas de carrera de moderada y de alta intensidad en jugadoras de hockey hierba femenino. Sin embargo, el uso del 80% del pico de velocidad máxima para estimar el número de sprint realizados parece ser un porcentaje demasiado alto.

Obtener esta información individualizada puede ser de gran utilidad para entrenadores y preparadores físicos, pues estiman de manera más ajustada los esfuerzos realizados por las jugadoras, y por tanto, permiten programar de forma más adecuada la carga de entrenamiento o los requerimientos de recuperación post esfuerzo. Sería necesario no obstante contar con una muestra mayor de partidos.

Referencias

- Abt, G., & Lovell, R. (2009). The use of individualized speed and intensity thresholds for determining the distance run at high-intensity in professional soccer. *Journal of Sports Sciences*, 27(9), 893–898. <https://doi.org/10.1080/02640410902998239>
- Austin, D. J.; Gabbett, T. J., & Jenkins, D. J. (2011). Repeated high-intensity exercise in a professional rugby league. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(7), 1898–1904. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e83a5b>
- Batterham, A. M., & Hopkins, W. G. (2006). Making meaningful inferences about magnitudes. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1(1), 50–57. <https://doi.org/10.1123/ijsp.1.1.50>
- Bradley, P. S.; Sheldon, W.; Wooster, B.; Olsen, P.; Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 159–168. <https://doi.org/10.1080/02640410802512775>
- Bradley, P. S., & Vescovi, J. D. (2015). Velocity thresholds for women's soccer matches: Sex specificity dictates high-speed-running and sprinting thresholds—Female athletes in motion (FAiM). *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(1), 112–116. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2014-0212>

- Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: Accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 365-374.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181635b2e>
- Buchheit, M.; Al Haddad, H.; Millet, G. P.; Lepretre, P. M.; Newton, M., & Ahmaidi, S. (2009). Cardiorespiratory and cardiac autonomic responses to 30-15 intermittent fitness test in team sport players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 93-100.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31818b9721>
- Buchheit, M.; Mendez-villanueva, A.; Simpson, B. M., & Bourdon, P. C. (2010). Repeated-sprint sequences during youth soccer matches. *International Journal of Sports Medicine*, 31(10), 709-716.
<https://doi.org/10.1055/s-0030-1261897>
- Buchheit, M.; Simpson, B. M.; Peltola, E., & Mendez-Villanueva, A. (2012). Assessing maximal sprinting speed in highly trained young soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 7(1), 76-78.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.7.1.76>
- Buchheit, M.; Simpson, B., & Mendez-Villanueva, A. (2013). Repeated high-speed activities during youth soccer games in relation to changes in maximal sprinting and aerobic speeds. *International Journal of Sports Medicine*, 34, 40-48.
<https://doi.org/10.1055/s-0032-1316363>
- Cahill, N.; Lamb, K.; Worsfold, P.; Headey, R., & Murray, S. (2013). The movement characteristics of English Premiership rugby union players. *Journal of Sports Sciences*, 31(3), 229-237.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2012.727456>
- Clarke, A. C.; Anson, J., & Pyne, D. (2015). Physiologically based GPS speed zones for evaluating running demands in women's rugby sevens. *Journal of Sports Sciences*, 33(11), 1101-1108.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2014.988740>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* 2nd edn. Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates,.
- 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/ijsnem.2015-0128>
- Dwyer, D. B., & Gabbett, T. J. (2012). Global positioning system data analysis: Velocity ranges and a new definition of sprinting for field sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 818-824.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182276555>
- 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.0b013e3181ceebb>

- Gabbett, T. J. (2015). Use of relative speed zones increases the high-speed running Performed in team sport match play. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(12), 3353-3359. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001016>
- Haugen, T., & Buchheit, M. (2016). Sprint running performance monitoring: Methodological and practical considerations. *Sports Medicine*, 46(5), 641-656. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0446-0>
- Hodun, M.; Clarke, R.; De Ste Croix, M. B. A., & Hughes, J. D. (2016). Global positioning system analysis of running performance in female field sports: A review of the literature. *Strength and Conditioning Journal*, 38(2), 49-56. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000200>
- Hopkins, W. G. (2007). A spreadhseet to compare means of two groups. *Sportscience*, 11, 22-23.
- Hopkins, W. G.; Marshall, S. W.; Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive Statistics for Studies in Sports Medicine and Exercise Science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(1), 3-12. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- 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>
- 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>
- McLellan, C. P., & Lovell, D. I. (2013). Performance analysis of professional, semiprofessional, and junior elite rugby league match-play using global positioning systems. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(12), 3266-3274. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828f1d74>
- Mendez-Villanueva, A.; Buchheit, M.;Simpson, B.; & Bourdon, P. (2012). Match play intensity distribution in youth soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 34(2), 101-110. <https://doi.org/10.1055/s-0032-1306323>
- Rampinini, E.; Coutts, A.; Castagna, C.; Sassi, R., & Impellizzeri, F. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1018-1024. <https://doi.org/10.1055/s-2007-965158>
- Reardon, C.;Tobin, D. P., & Delahunt, E. (2015). Application of individualized speed thresholds to interpret position specific running demands in elite professional rugby union: A GPS study. *PLoS ONE*, 10(7), 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133410>

- Rodríguez-Baena, J., & Gálvez-González, J. (2017). Uso de la aceleración como indicador para cuantificar el número de sprints en rugby sevens femenino. *Revista Internacional de Deportes Colectivos*, 30, 93-104
- 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>
- Scott, M. T. U.; Scott, T. J., & Kelly, V. G. (2016). The validity and reliability of global positioning systems in team sport. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(5), 1470-1490. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001221>
- Scott, T. J.; Thornton, H. R.; Scott, M. T. U.; Dascombe, B. J., & Duthie, G. M. (2018). Differences between relative and absolute speed and metabolic thresholds in rugby league. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(3), 298-304. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0645>
- Sirotic, A. C.; Coutts, A. J.; Knowles, H., & Catterick, C. (2009). A comparison of match demands between elite and semi-elite rugby league competition. *Journal of Sports Sciences*, 27(3), 203-211. <https://doi.org/10.1080/02640410802520802>
- 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>
- 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>
- White, A. D., & MacFarlane, N. G. (2015). 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>