

Código: 0004

Título: Carga de competición en hockey patines

Autores: Alfonso Blanco Nespereira - ablanco@inefc.es

Assumpta Enseñat Sole - aenseñat@inefc.es

Procedencia: Instituto Nacional de Educación Física de Lleida

INTRODUCCION.

El hockey sobre patines es un deporte colectivo de situación caracterizado por una larga temporada competitiva, durante la cual se disputa un elevado número de partidos (amistosos, ligas, copas, torneos) y, para prepararlos, se realiza una gran cantidad de sesiones de entrenamiento.

En la bibliografía especializada en el ámbito del entrenamiento deportivo, el esfuerzo que realiza el jugador durante un partido o en las sesiones de preparación recibe el nombre de carga. La magnitud de la carga viene determinada, fundamentalmente, por la interacción de dos variables; el volumen y la intensidad. El volumen hace referencia a la distancia total recorrida, al tiempo de participación y/o las actividades desarrolladas por los jugadores (todas ellas determinadas mediante análisis "time-motion"). La intensidad se define a partir de variables físicas (velocidad, potencia) o fisiológicas como frecuencia cardíaca (FC), lactato hemático, consumo de oxígeno (VO_2) y niveles enzimáticos (CK, LDH, GOT) u hormonales (testosterona, cortisol, ACTH, HGH, adrenalina y noradrenalina).

En partidos de competición de hockey sobre patines se han efectuado análisis "time-motion" y mediciones de la intensidad a partir de registros de FC y determinaciones de lactato hemático (Franco et al., 1994), pero no se han realizado trabajos que midan y analicen la carga que supone la participación en un encuentro de este deporte.

Por dicho motivo, los objetivos de esta investigación han sido:

- determinar los niveles de carga de un partido de hockey sobre patines entre jugadores de alto nivel;
- y
- relacionar los niveles de carga con la modificación de los valores de cortisol y creatinfosfokinasa (CPK) a nivel sanguíneo.

MATERIAL Y METODO

Sujetos

En el análisis de la competición participaron cinco jugadores profesionales de hockey sobre patines de División de Honor, uno de ellos portero, con una experiencia entre uno y diez años en dicha categoría.

Dichos deportistas presentan unos valores medios de edad: 26,9 (DE 4,3) años (20-31 años); estatura: 179 (DE 4,36) cm (175-186 cm) y peso de 74,46 (DE 7,79) kg (67,5 - 90,8 kg).

Procedimiento

Se analizó un partido de competición de carácter amistoso entre un equipo profesional de hockey sobre patines de División de Honor y otro de Primera División.

Durante el partido, los cinco deportistas llevaron el monitor de ritmo cardíaco Polar Vantage NV para registrar y memorizar la FC (pul/min) a intervalos de cinco segundos. Antes del calentamiento y después del partido, se les realizó una extracción de 20 ml de sangre venosa a nivel del antebrazo para el análisis de las variables: cortisol y CPK a nivel sanguíneo.

Los niveles de carga consecuencia de la participación de cada jugador en el partido fueron calculados empleando dos procedimientos:

- Training Impulses (Trimp) ("Impulsos de entrenamiento"). La carga es obtenida a partir del producto del volumen por la intensidad relativa, dividido entre diez (Banister y Calvert, 1980).
- Frecuencia cardíaca total de la competición (FC total). La carga de competición (latidos totales) es obtenida en base a la suma de los valores de pulsaciones/minuto registradas durante el tiempo de participación del deportista en el encuentro (Korcek, 1980).

Análisis estadístico de los datos

Los datos han sido tratados mediante procedimientos de estadística descriptiva [media aritmética, desviación estándar (DE) y rango] analítica. La comparación entre las medias ha sido realizada mediante pruebas no paramétricas (test de Wilcoxon para datos apareados) y coeficiente de correlación de Spearman, siendo el nivel de significación elegido de $p < 0,05$. La comparación entre las medias se expresa mediante su diferencia su intervalo de confianza (IC 95%).

RESULTADOS

- Tiempo de participación

Cada uno de los jugadores intervino en el encuentro durante más de media hora (entre 31 min 25 s y 44 min 04 s). Los cuatro jugadores de campo fueron sustituidos varias veces durante el transcurso del partido, interviniendo entre dos y cuatro veces en el mismo, con tiempos de participación de forma continuada que oscilaron entre 8 min 19 s y 25 min 12 s (figura 1 y 2).

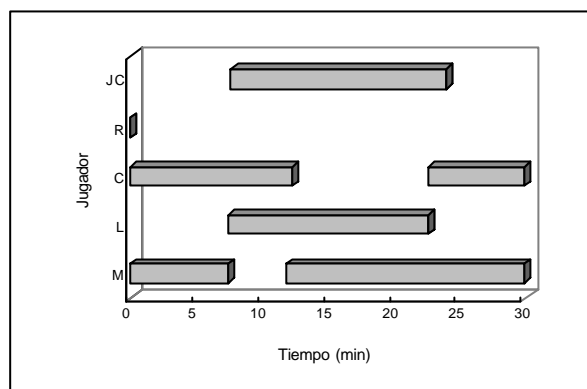


Figura 1. Tiempos y fases de participación en el primer tiempo del partido.

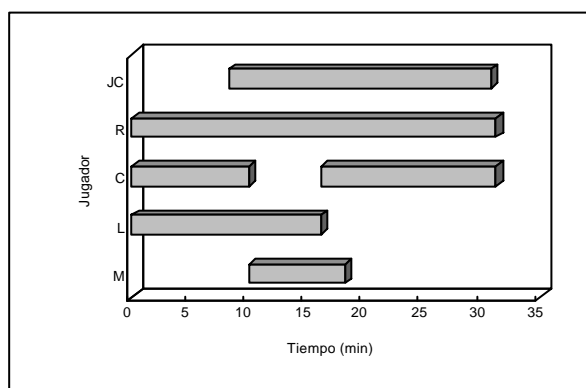


Figura 2. Tiempos y fases de participación durante el segundo tiempo del partido.

- Frecuencia cardíaca

Los valores de FC de cada jugador durante su intervención en el partido se muestran en la tabla I; oscilando en un amplio intervalo comprendido entre 94 y 192 pul/min. Los valores medios suponen porcentajes de la FC máxima alcanzada en pruebas de esfuerzo en laboratorio sobre tapiz rodante al principio de temporada que oscilaban entre el 76 y 95%.

Tabla I. Valores de FC (pul/min) obtenidos durante el partido.

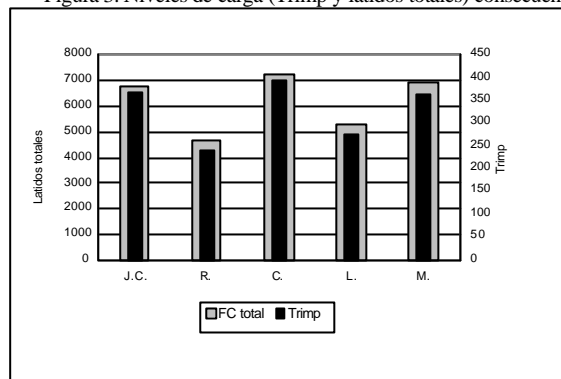
Jugador	FC media	DE	FC mínima	FC máxima	% FC máxima
C.	160 *	12	109	181	88
L.	165 *	14	94	179	86
J.C.	175 *	12	94	192	93
M.	182 *	11	117	192	95
R. (portero)	149 *	12	122	179	76
Todos	167	17	94	192	87,6

Diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$)

- Carga

Los niveles de carga obtenidos en base a ambos procedimientos de cálculo oscilaron entre 239 y 395 Trimp y entre 4680 y 7250 pulsaciones totales, correspondiendo el valor más bajo al portero, al ser el deportista que menos tiempo participó en la competición (figura 3).

Figura 3. Niveles de carga (Trimp y latidos totales) consecuencia del partido.



Los Trimp se elevan a medida que los jugadores controlados compitieron más tiempo en el partido, aunque su FC media y el porcentaje de su FC máxima no sean más elevadas. La FC total no muestra este comportamiento, de modo que algunos deportistas que compitieron durante más tiempo no presentan valores más elevados de latidos totales.

- Variables bioquímicas

En la tabla II se presentan los valores medios pre y post-partido de cortisol y CPK. Los valores medios de la diferencia entre después y antes del encuentro muestran aumentos estadísticamente significativos ($p < 0,05$).

TABLA II. Valores medios de cortisol y CPK pre y post-partido.

Variable	Media pre	Media post	Diferencia media	IC 95% de la diferencia post-prepartido
Cortisol ($\mu\text{g/dl}$)	5,97	15,43	9,47	1,591 ; 17,343 *
CPK (UI/L)	203,00	268,33	65,33	34,687 ; 95,980 *

Diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$)

La tabla III muestra las correlaciones entre las variables medidas durante el transcurso del encuentro. Las correlaciones entre cortisol y carga (Trimp y latidos totales) son elevadas: 0,80 en ambos casos; mientras que entre CPK y carga son moderadas: 0,40 para ambos. Solamente se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre el tiempo de participación durante el partido y ambos procedimientos de cálculo de la carga: Trimp y latidos totales. Ambos procedimientos de cálculo de la carga se correlacionan con valores cercanos al máximo ($r = 0,90$) y también de forma significativa ($p < 0,05$).

TABLA III. Matriz de correlaciones entre las variables analizadas durante el partido.

Variables	CPK	FC media	FC total	Tiempo	TRIMP
Cortisol	0,14 $p = 0,78$	0,20 $p = 0,80$	0,80 $p = 0,20$	0,80 $p = 0,20$	0,80 $p = 0,20$
CPK		-0,60 $p = 0,40$	0,40 $p = 0,60$	0,40 $p = 0,60$	0,40 $p = 0,60$
FC media			0,40 $p = 0,50$	0,30 $p = 0,62$	0,30 $p = 0,62$
FC total				0,90 $p = 0,03$	0,90 $p = 0,03$
Tiempo					1,00 $p = 0,00$

DISCUSION

El partido amistoso de hockey patines analizado supuso niveles de esfuerzo moderados tanto a nivel de FC media, como del porcentaje de la FC máxima, así como de los valores de carga, y aumentó sensiblemente los niveles de cortisol y CPK.

Las FC medias de los jugadores y el portero durante el transcurso del partido fueron claramente superiores a las obtenidas en un partido de competición de la misma categoría entre otros equipos, cuyos valores fueron de 159 (DE 16) (108-185) pul/min en los jugadores de campo, y de 134 (DE 11) (110-190) pul/min en el guardameta (Blanco et al., 1994). Al analizar dos partidos simulados, Franco et al. (1994) obtuvieron valores medios similares a los observados en jugadores de campo, los cuales oscilaban entre 149 (DE 24) pul/min y 172 (DE 18) pul/min, mientras que en el portero eran mucho más bajos (entre 102 y 138 pul/min).

Los valores de carga del partido son similares a los obtenidos en sesiones de entrenamiento del mismo equipo en la temporada anterior, donde oscilaron entre 281 y 399 Trimp, a pesar de la mayor duración de dichas sesiones de preparación (Blanco et al., 2000). El portero, al disputar solamente la segunda parte del encuentro, con el menor tiempo de participación de todos los deportistas, y con una FC media más baja, obtuvo los valores de carga más bajos (245 Trimp y 4680 latidos totales).

Los valores Trimp del partido podrían ser calificados como notables según una escala que comprenda cinco niveles diferentes, correspondiendo cada uno de ellos a intervalos de 100 Trimp. Las sesiones de entrenamiento y partidos inferiores a 100 Trimp podrían ser denominadas como de carga débil; entre 101 y 200 Trimp como de carga baja; entre 201 y 300 Trimp de carga media; entre 301 y 400 Trimp de carga notable y las superiores a 401 Trimp como de carga máxima.

En la escala propuesta por Korcek (1980), los niveles de carga del partido en base a la FC total pueden ser calificados como bajos, al ser todos inferiores a 8000 latidos totales. Esto es debido fundamentalmente a la corta duración del tiempo de participación en el encuentro, que no superó los 45 min en ningún jugador, y a que esta escala se propuso para las sesiones de entrenamiento, donde las duraciones habitualmente oscilan entre 90 y 150 minutos.

El cálculo de la carga mediante la FC total ha sido empleado de forma extensiva en sesiones de entrenamiento de fútbol, deporte para el que originariamente fue ideado. Así, Masach (1998) indica valores medios comprendidos en el intervalo entre 8000-12000 latidos totales en sesiones de preparación de un equipo de Primera División de la Liga española. Blanco (1997) obtuvo valores medios similares, entre 7317 (DE 648) y 14810 (DE 768) latidos totales, al analizar nueve sesiones de entrenamiento en dos equipos, pero de Segunda División A, de la misma Liga española de fútbol.

Banister (1991) modificó la fórmula originalmente propuesta en su trabajo de 1980 para la determinación de los Trimp, añadiéndole un factor multiplicador (y), para ponderar de un modo más elevado el incremento del porcentaje de la FC durante el período de trabajo. Desde entonces, propone que los Trimp sean el producto del tiempo de duración de la actividad (min), multiplicado por el porcentaje de la FC máxima, según la fórmula de Karvonen (1988), todo ello multiplicado por el valor de $y = 0,64 * e^{1,92 * x}$ en los deportistas varones.

Sin embargo, en los deportes colectivos se considera más adecuado emplear la fórmula original de los Trimp (Banister y Calvert, 1980), puesto que permite asignar una puntuación numérica y sumar valores de carga procedentes de contenidos de entrenamiento diferentes (técnicos, tácticos, condicionales de fuerza, de resistencia, etc). Además, en el entrenamiento de estos deportes colectivos, la frecuencia cardíaca no es la única variable que permite una medición de la intensidad relativa del trabajo realizado y, en determinados contenidos de preparación, no guarda relación con el grado de esfuerzo desarrollado por el deportista.

El cortisol desempeña un rol importante en el metabolismo proteico, lipídico y de los carbohidratos, y su concentración plasmática expresa la reacción al estrés de la competición y la fatiga después de realizar ejercicio físico prolongado (Urhausen et al., 1995). Esta concentración se correlaciona significativamente ($r = 0,49$) con la distancia recorrida en largas sesiones de entrenamiento de baja intensidad en remo (Jurimae et al., 2000), y con la duración del esfuerzo (tiempo en carrera) en competiciones de atletismo (Petraglia et al., 1988). En el presente estudio, aunque los valores de cortisol y el tiempo de participación en el encuentro han mostrado un elevado índice de correlación, éste no es significativo, seguramente por el escaso número de sujetos de la muestra, lo cual favorece la probabilidad de una baja potencia estadística. Sería necesario doblar dicha muestra ($n = 11$) para estimar una asociación máxima ($r = 0,99$) entre las dos variables con una potencia del 90% aceptando un riesgo α del 0,05.

En deportes colectivos también se han descrito incrementos significativos del cortisol en jugadoras de elite femenina al medir muestras salivares tomadas cinco minutos antes y después de partidos de competición de voleibol y balonmano (Filaire et al., 1999). Sin embargo, en partidos simulados de voleibol realizados en las semanas 1, 7 y 16 de un programa de entrenamiento de cuatro meses se observaron disminuciones significativas del cortisol salivar y de las concentraciones de andrógenos también en saliva. Por el contrario, en partidos de balonmano, también simulados, realizados en las mismas semanas de entrenamiento, la concentración de cortisol salivar aumentó, aunque solamente en la primera de las 16 semanas (Filaire et al., 1998a).

En el partido de hockey patines, los valores de cortisol se incrementaron 2,5 veces con respecto a los de reposo, estos aumentos son similares a los encontrados en balonmano (Filaire et al., 1999) y lucha olímpica

(Passelergue y Lac, 1999), y que se relacionan fundamentalmente con la duración de la actividad física y, a veces, con el nivel del deportista.

Básicamente este incremento del cortisol se ha relacionado más con el estrés psicológico y con el estado de alerta precompetitivo que con los cambios de condición física; aunque varía en función del tipo de deporte y del nivel de rendimiento de los jugadores.

Un esfuerzo físico exigente, como la participación en un partido de hockey sobre patines, provoca un aumento de los valores de CPK a nivel sanguíneo, aunque los deportistas bien entrenados liberen cantidades menores que los desentrenados. Este aumento tras la realización de ejercicio físico es un indicador fiable y sensible de estrés o lesión a nivel de la musculatura esquelética.

El incremento de CPK es proporcional a la intensidad y duración del ejercicio realizado (Koutekadis et al., 1993), aunque en el partido de hockey sobre patines analizado la correlación con el tiempo de participación en el encuentro solamente presentase un valor moderado y no significativo.

Los valores obtenidos tras el partido (entre 205 y 405 UI/L) pueden ser calificados como moderadamente elevados (Hartmann y Mester, 2000), seguramente por la influencia de la alta temperatura ambiental (Noakes, 1987) y la realización de contracciones musculares excéntricas, como sucede en muchas acciones de los jugadores de hockey sobre patines al frenar, cambiar de dirección o utilizar el stick para jugar la bola. En resumen, a partir de los datos analizados se puede concluir que la realización de un partido amistoso de hockey sobre patines indujo modificaciones notables en los niveles de carga y moderadas sobre las variables bioquímicas medidas.

Debido a la falta de trabajos de investigación en hockey sobre patines sería necesario ratificar los valores obtenidos, especialmente en encuentros de competición oficial, para determinar con mayor precisión la carga que supone la participación de los jugadores en los partidos de este deporte.

REFERENCIAS

- Banister, EW, Calvert, TW (1980). Planning for future performance: implications for long term training. *Canadian Journal Applied Sport Sciences*, 5, 170-176.
- Banister, EW (1991). Modeling elite athletic performance. En: MacDougall, DJ, Wenger, H., Green, H. *Physiological testing of the high performance athlete* (pp. 403-424). Champaign : Human Kinetics.
- Blanco, A. (1997). Valoración de cargas de entrenamiento en fútbol profesional. *El Entrenador Español de Fútbol* 73, 34-48.
- Blanco, A., Enseñat, A. (2000). Hockey sobre patines: el esfuerzo del entrenamiento. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, XIII(4), 31-36.
- Filaire, E., Duche, P., Lac G. (1988a). Effects of training for two ball games on the saliva response of adrenocortical hormones to exercise in elite sportswomen. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 77(5), 452-456.
- Filaire, E., Duche, P., Lac, G. (1998b). Institution effects of amount of training on the saliva concentrations of cortisol, dehydroepiandrosterone and on the dehydroepiandrosterone/cortisol concentration ratio in women over 16 weeks of training. *European Journal of Applied Physiology & Occupational Physiology*, 78(5), 466-471.
- Filaire, E., Le Scanff, C., Duche, P., Lac, G. (1999) The relationship between salivary adrenocortical hormones changes and personality in elite female athletes during handball and volleyball competition. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 70(3), 297-302.
- Franco, L., Rubio, F.J., Miralles, R. (1994). Características fisiológicas del hockey sobre patines: estudio en el terreno deportivo. *Archivos de Medicina del Deporte*, XI(44), 345-350.
- Hartmann, U., Mester, J. (2000). Training and overtraining markers in selected sport events. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(1), 209-215.
- Jurimae, J., Jurimae, T. (2001). Responses of blood hormones to the maximal rowing ergometer test in college rowers. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 41(1), 73-77.
- Karvonen, J.; Vuorimaa, T. (1988). Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports Medicine*, 5(5), 303-312.
- Korcek, F. (1980). Nuevos conceptos en el entrenamiento del futbolista. *El Entrenador Español de Fútbol*, 4, 45-52.
- Koutedakis Y., Raafat, A., Sharp, NC, Rosmarin, MN, Beard, MJ, Robbins, SW (1993). Serum enzyme activities in individuals with different levels of physical fitness. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 33(3), 252-257.
- Masach, J. (1998). Análisis de las sesiones de una temporada de fútbol. *El Entrenador Español de Fútbol*, 77, 46-57.
- Noakes, TD (1987). Effect of exercise on serum enzyme activities in humans. *Sports Medicine*, 4(4), 245-267.
- Passelergue, P., Lac, G. (1999). Saliva cortisol, testosterone and T/C ratio variations during a wrestling competition and during the post-competitive recovery period. *International Journal of Sports Medicine*, 20(2), 109-113.
- Petraglia, F., Barletta, C., Facchinetti, F., Spinazzola, F., Monzani, A., Scavo, D., Genazzani, AR (1988). Response of circulating adrenocorticotropin, β -endorphin, β -lipotropin and cortisol to athletic competition. *Acta Endocrinologica*, 118(3), 332-336.
- Urhausen, A., Gabriel, H., Kindermann, W. (1995). Blood hormones as markers of training stress and overtraining. *Sports Medicine*, 20(4), 251-276.