

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos de un entrenador es conseguir un estado óptimo de forma para sus deportistas o equipo. Una programación idónea exige un adecuado control del entrenamiento y una rigurosa cuantificación de las cargas a las que son sometidos los atletas.

El rendimiento en balonmano es una variable multifactorial que depende de diferentes y variados aspectos. De todos ellos el entrenamiento es el factor que mayor efecto tiene sobre el rendimiento deportivo, por delante de la nutrición, el equipamiento, la psicología o cualquier otra área de conocimiento.

Este entrenamiento deportivo está basado en la aplicación de cargas de trabajo durante las sesiones de preparación y las competiciones. Es decir, la carga va a ser la categoría central del entrenamiento, siendo realizada a través de acciones voluntarias, lo que entendemos como los ejercicios físicos, los cuales van a tener una finalidad determinada.

Por tanto, cuando hablamos de carga de entrenamiento nos referimos a un valor cuantitativo que representa el trabajo desarrollado durante un entrenamiento o partido de competición. Esta variable puede entenderse como la medida fisiológica de la sollicitación del organismo, provocada por un esfuerzo físico y expresada en éste en forma de reacciones funcionales concretas de una cierta duración y profundidad.

Es evidente que el objetivo primordial del entrenamiento es la mejora del rendimiento deportivo durante la competición, por ese motivo los entrenadores y jugadores utilizamos diferentes tipos de variables para valorar la carga de entrenamiento con la intención de que ello se relacione con la mejora del rendimiento deportivo. La relación entre entrenamiento y rendimiento en competición parece ser una relación directa (causa-efecto). Sin embargo, todo esto no es tan simple como parece, por desgracia, la relación entre la cantidad de trabajo realizado y la mejora del rendimiento físico parece ser mucho más compleja que una mera relación de causa-efecto, pudiendo existir algunos factores que afecten esta dualidad y que pueden estar relacionados principalmente con uno de los principios del entrenamiento deportivo, el de la individualidad. Cada persona responde de forma diferente al mismo entrenamiento, pudiendo ser por alguna de las razones siguientes: herencia, maduración, nutrición, motivación, descanso y sueño e influencia ambiental, entre otras.

A todo esto debemos añadir la necesidad de un conocimiento exhaustivo de la carga competitiva, ya que apoyándonos en esta información podremos establecer programas de entrenamiento específicos, orientados hacia las capacidades predominantes de cada especialidad deportiva. El conocimiento de las exigencias de la competición debe ser la base que sustente el entrenamiento específico y, en este sentido, son necesarias más investigaciones que proporcionen datos precisos acerca de las demandas de cada jugador, y no sólo en la élite, sino también en las categorías inferiores.

Resumiendo, para confeccionar un modelo de entrenamiento específico, es necesario conocer cuáles son las demandas físicas, fisiológicas y energéticas que comporta dicha actividad. Partiendo de su conocimiento, se podrán establecer programas adecuados dirigidos hacia las cualidades condicionales específicas.

## 2. ÍNDICES DE VALORACIÓN DEL RENDIMIENTO EN DEPORTES DE EQUIPO

La evaluación y el análisis de las prestaciones de los jugadores y de los equipos constituyen un aporte de información esencial para los entrenadores (Grosgeorge, 1990; Bloomfield *et al.*, 2004), que permite conocer las características de la actividad competitiva en situaciones reales de juego.

Con el fin de poder elaborar el contenido y la estructura del entrenamiento en los deportes de equipo es necesario analizar la competición, así como conocer las características de la actividad competitiva partiendo del análisis físico (cinemática) y fisiológico de las situaciones reales de juego. Asimismo, se deben conocer las características del deporte, a qué intensidad se realizan los desplazamientos, cuántos se hacen a lo largo del partido, qué distancias se suelen recorrer, cuál es el número de interrupciones que se producen, cuanto duran éstas, etc.

De manera muy básica podemos diferenciar entre la **carga externa** que se traduce en las tareas que los deportistas deberán cumplir siendo determinado principalmente por la magnitud de la carga (volumen, intensidad y duración) es decir la carga que supone jugar un partido de balonmano (metros recorridos, intensidad de las acciones, los tiempos de esfuerzo y pausa, número de saltos, lanzamientos...), y la **carga interna** o reacción biológica de los sistemas orgánicos frente a la carga competitiva que se refleja mediante parámetros fisiológicos y bioquímicos (frecuencia cardiaca, concentración de lactato sanguíneo, valores de plasma y urea, frecuencia ventilatoria, consumo de oxígeno, actividad eléctrica del músculo, etc.)

Los índices externos e internos de la carga son interdependientes, puesto que el aumento del volumen y de la intensidad determina de inmediato el aumento de las sollicitaciones de los sistemas funcionales. La evaluación del rendimiento a partir de indicadores externos complementa y perfecciona la valoración mediante indicadores internos proporcionando un mayor significado y una mejor comprensión a los resultados obtenidos del análisis del desempeño.

### 2.1. Cuantificación de la carga externa

En el mundo del deporte (especialmente en las dos últimas décadas) se ha generalizado el uso de las técnicas de vídeo como medio relativamente económico, sencillo, rápido y objetivo de dar información a los deportistas y a los entrenadores (Liebermann *et al.*, 2002) y como medio práctico debido a las prestaciones de los sistemas de reproducción (cámara lenta principalmente), que nos permite analizar más minuciosamente las características del juego. La observación indirecta mediante análisis de vídeo con registro cuantitativo de acontecimientos, se puede considerar un método adecuado en el análisis del juego en deportes de equipo (Riera, 1989:59).

Pero con el avance de los medios informáticos, los analistas han dispuesto de un medio de apoyo para realizar su trabajo. En la última década, los sistemas informáticos aplicados al movimiento humano y a su estudio han sufrido un desarrollo significativo. En todas las áreas de estudio nacen nuevos programas cada vez más específicos y el ordenador se impone como herramienta de trabajo para ahorrar tiempo, esfuerzo y dinero. La relativa novedad de la tecnología informática proporciona cada vez más aplicaciones para el campo del

deporte y para el control del entrenamiento. El uso de las técnicas de análisis observacional de video y ordenador mejora la manipulación y presentación de los datos de forma rápida y sencilla, permitiendo la recopilación detallada del rendimiento del atleta (Hughes, 1996; Rienzi *et al.*, 2000; Reilly, 1993)

El registro en vídeo de una competición de deportes de equipo, su posterior digitalización y análisis informático, nos facilita el registro de valores cuantitativos relacionados con la ejecución del deportista. Nos permite registrar acontecimientos, es decir comportamientos predefinidos, por ejemplo: número de lanzamientos, número de acciones, etc. Nos permite registrar duraciones: la duración total del encuentro, duración de los ataques, de las defensas, interrupciones, duración del balón en movimiento, duración en la que los jugadores están en el campo, etc. (Pieron, 1988). Por todo ello, podemos afirmar, sin temor a equivocarnos, que éste es un método adecuado en el análisis del juego en deportes de equipo.

### 2.1.1. El análisis time-motion

Un método válido para investigar los requerimientos físicos en el deporte es el análisis del tiempo y de las acciones (Time-motion), en el que varias categorías de movimientos son objetiva o subjetivamente establecidas permitiéndonos determinar la duración y la intensidad en una actividad concreta y así acceder al conocimiento del deporte en competición (Wilkins *et al.*, 1991).

El análisis *time-motion* es un método efectivo para cuantificar las demandas fisiológicas de un deporte colectivo ya que proporciona información sobre la estructura conceptual del mismo. El cálculo de la frecuencia, duración y tiempo total empleado en los diferentes tipos de desplazamiento, así como las distancias totales recorridas en un partido proporciona una comprensiva evaluación de las demandas de la competición y facilita el desarrollo de planes específicos de entrenamiento (Duthie *et al.*, 2005).

Las técnicas metodológicas utilizadas con el fin de obtener datos *time-motion* durante la competición en deportes colectivos han evolucionado ampliamente desde las primeras investigaciones. Los estudios *time-motion* desarrollados en los años 70 normalmente clasificaban los patrones de movimiento mediante anotaciones manuales realizadas en tiempo real (Reilly y Thomas, 1976; Hahn *et al.*, 1979). La precisión y grado de detalle de dichos análisis estaban determinados por la velocidad y objetividad del observador que los realizaba. Otros estudios han documentado los patrones de movimiento vía grabaciones audio (McErlean *et al.*, 2000). Sin embargo, la mayoría de los estudios han analizado los datos utilizando técnicas basadas en video o software informático (Bangsbo *et al.*, 1991; Mohr *et al.*, 2003; McKenna *et al.*, 1988; Spencer *et al.*, 2004). Este es el método que en los últimos años se ha impuesto ya que aporta un análisis cada vez más preciso de los datos, una clasificación más comprensiva de los patrones de movimientos (McKenna *et al.*, 1988) y permite el reanálisis de los mismos.

Las diferencias en los descriptores de movimientos utilizados hacen más difícil la comparación de los distintos estudios realizados. La mayoría de los estudios de time-motion han clasificado los patrones de movimiento de los jugadores en al menos 5 categorías: parado, andando, carrera lenta, carrera rápida y sprint (Spencer *et al.*, 2004). No obstante, debido al excesivo tiempo requerido para llevar a cabo estos análisis time-motion y las dificultades para diferenciar con precisión entre las diferentes categorías de movimiento, muchos estudios han agrupado la carrera rápida y el sprint en una única categoría denominada "alta intensidad" de movimientos (McKenna *et al.*, 1988; McErlean *et al.*, 2000). Otras investigaciones

(O'Donoghue, 2002, 2004) han minimizado al máximo las categorías distinguiendo entre actividades de descanso (rest activities) y de trabajo (work activities).

#### **2.1.1.1. SAGIT: un nuevo sistema para analizar time-motion**

Uno de los aspectos que caracteriza a la mayoría de los deportes de equipo es que los jugadores, a lo largo del partido, realizan complejos movimientos y grandes desplazamientos. Algunos aspectos de los movimientos de los atletas pueden ser estudiados en detalle utilizando sistemas biomecánicos informatizados que existen en el mercado. Estos sistemas proporcionan datos sobre el movimiento humano de alta calidad y resolución, pero también poseen grandes limitaciones espacio-temporales. Este es el motivo por el que no son apropiados para el estudio de movimientos que impliquen grandes desplazamientos durante amplios periodos de tiempo, tal y como sucede en deportes como el fútbol, balonmano o baloncesto.

Durante años, la intervención de los entrenadores ha estado basada en observaciones realizadas durante los partidos que eran anotadas manualmente en hojas de observación, las comúnmente conocidas planillas. Con la popularización de los ordenadores, la manipulación y el análisis de los datos se han modernizado, aunque los principios siguen siendo los mismos (Ali & Farally, 1991). Por otro lado, sistemas primitivos basados en video ya trataban de analizar los movimientos de los atletas años atrás (Erdmann, 1996) con técnicas de calibración y posicionamiento de las cámaras poco efectivas. La última contribución en este sentido es la realizada por AMISCO SYSTEM©, de Sport Universal Process, que al tratarse de un producto comercial poco se sabe sobre los mecanismos utilizados para obtener las posiciones de los jugadores. Además esta herramienta es sólo válida hasta el momento para fútbol y su alto coste y complejidad lo hacen exclusivo de unos pocos clubs privilegiados.

Un nuevo sistema basado en el video y asistido por ordenador que permite el análisis de los movimientos cíclicos de los jugadores de disciplinas en sala, ha sido desarrollado por ingenieros de la Universidad de Ljubljana: SAGIT (Pers *et al.*, 2002). SAGIT está basado en métodos artificiales de visión y permite obtener datos sobre la posición del jugador, su velocidad, los metros que recorre, etc. Se trata de un método no intrusivo por lo que no molesta a los deportistas y por lo tanto no interfiere con los diferentes reglamentos de estos deportes en sala, que prohíben estrictamente la utilización de receptores adheridos al cuerpo del atleta. SAGIT sacrifica parte de la precisión y de la resolución temporal con la que trabajan los sistemas de análisis del movimiento convencionales, en favor de cubrir una mayor área espacio-temporal. (Bon *et al.*, 2004)

#### **2.1.1.2. Seguimiento de los jugadores.**

En los primeros estudios realizados sobre los desplazamientos que los jugadores desarrollan a lo largo de un partido se utilizaban métodos manuales que además de inexactos resultaban tediosos y largos. Tres son las características que hacen posible el desarrollo de sistemas más fiables:

- *Presencia.* Los jugadores son los únicos objetos que están presentes en el terreno de juego.
- *Color.* Los jugadores de cada equipo son identificados normalmente por un mismo color de equipación deportiva.
- *Forma.* El cuerpo humano en movimiento, especialmente cuando es observado cenitalmente, presenta una forma distintiva que es diferente de cualquier otra señal presente en el terreno de juego.

La combinación de color y forma es utilizada por SAGIT y descrita por Pers y Kovacic (2001) para el seguimiento automático de los atletas (Figura 1). No obstante es necesaria cierta intervención humana para marcar la posición inicial de los diferentes jugadores así como para supervisar el proceso de seguimiento. En caso de error (por ejemplo cuando dos jugadores están muy próximos o se cruzan, la señal puede confundirlos) es necesario parar el proceso, volver a señalar correctamente los jugadores y reiniciar el seguimiento.



**Figura 1. Pantalla de seguimiento automático de los jugadores de SAGIT.**  
Según Pers y Kovacic (2001)

## 2.2. Cuantificación de la carga interna

Los parámetros fisiológicos tradicionalmente más utilizados para valorar el rendimiento son, como hemos visto anteriormente, la frecuencia cardiaca, la acumulación de ácido láctico y el consumo máximo de oxígeno.

### 2.2.1. Frecuencia cardiaca

La evaluación de la FC es frecuentemente utilizada como indicador bastante fiable de la intensidad del ejercicio en deportes de carácter intermitente como el balonmano, y son numerosos los estudios que se han realizado al respecto (Miyamura *et al.*, 1996).

Este hecho indica que la FC registrada durante la actividad competitiva nos puede aportar una valiosa información acerca de la actividad en los deportes de equipo (McInnes *et al.*, 1995) y que puede ser un índice muy útil a la hora de valorar el esfuerzo realizado, por la relación existente entre FC e intensidad de trabajo cuando éste es razonablemente constante durante varios minutos o más (Navarro 1998:183; Achten y Jeukendrup, 2003)

Así, la frecuencia cardiaca es el índice que más fácilmente podemos utilizar para obtener información sobre la intensidad del esfuerzo que realizan nuestros jugadores gracias a la amplia gama y disponibilidad de instrumentos de registro de bajo precio que han aparecido en el mercado en los últimos años.

### 2.2.2. Lactacidemia

La concentración de lactato sanguíneo ha sido empleada ampliamente en los últimos años con el fin de controlar el rendimiento específico de los deportistas (Navarro, 1998: 190). Este parámetro, también está indicado para valorar las fuentes de energía muscular utilizadas en deportes de equipo de carácter intermitente (McInnes *et al.*, 1995). Sin embargo, a la hora de valorar las concentraciones de lactato sanguíneo en deportes de carácter intermitente, tenemos que tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Que los valores de lactato sanguíneo están relacionados con la elevada intensidad de las acciones realizadas justo en los momentos antes a la toma del mismo, y que por lo tanto, si ésta se efectúa cuando el jugador acaba de realizar acciones de elevada intensidad, pueden encontrarse valores elevados de lactato.
2. En deportes de carácter intermitente, la eliminación del lactato muscular es más rápida que la que se produce en ejercicios continuos, por lo que aunque la producción sea elevada, los períodos de reposo facilitan una eliminación más rápida.

Por lo tanto, podemos decir que, la concentración sanguínea de ácido láctico obtenida durante un partido refleja la producción de lactato justo en el breve período de actividad anterior a la toma, pudiéndose encontrar en el partido concentraciones elevadas de lactato, si los momentos anteriores a la misma son de elevada intensidad.

## 3. ANÁLISIS DE LA CARGA INTERNA Y EXTERNA EN COMPETICIÓN

### 3.1. Frecuencia cardiaca.

La medida resumen que hemos utilizado es la frecuencia cardiaca media expresada en pulsaciones por minuto ( $FC_{media}$ ) y su equivalente tomado como porcentaje de la frecuencia cardiaca individual ( $\%FC_{max}$ ).

Las demandas cardiorespiratorias de todas las jugadoras durante los partidos han sido muy elevadas ( $166.87 \pm 9.27$  p/m equivalente a un  $85.82\% \pm 5.02$  de su  $FC_{max}$ ), incluso próximas a la frecuencia cardiaca máxima en algunas fases del juego y con una media, para todos los puestos específicos, siempre superior al 85% de la frecuencia cardiaca máxima de la deportista, excepto las porteras ( $78.37 \pm 5.81$   $\%FC_{max}$ ). No tenemos datos sobre FC en hombres, pero los datos de Cardinale y Manzi (2006), a grandes rasgos, coinciden con el presente estudio, las demandas medias se situarían en torno al 85% de la  $FC_{max}$ .

Este hecho nos confirma la gran exigencia de este deporte y la alta intensidad a la que actualmente se juegan los partidos de balonmano. El carácter variable del balonmano hace que haya continuas variaciones en las pulsaciones durante el juego, fluctuaciones que vienen determinadas por el tiempo de duración de las fases de trabajo y el carácter de las mismas (McInnes *et al.*, 1995; 1988; Bangsbo, 1996).

Tomando las referencias de las cinco zonas de intensidad en base al porcentaje de  $FC_{max}$  (zona I:  $<70\%$ , zona II:  $70-85\%$ , zona III,  $85-90\%$ , zona IV:  $90-95\%$  y zona V:  $>95\%$ ) propuestas por Helgerud *et al* (2001), la mayor parte del juego se desarrolla en las zonas II ( $31.92\% \pm 18.18$ ), III ( $23.33\% \pm 12.58$ ) y IV ( $29.97\% \pm 18.28$ ), mientras que en la zona de intensidades por debajo del 75% de la  $FC_{max}$  solo se emplea el  $6.39\% \pm 8.14$  y en la zona por encima del 95% de la  $FC_{max}$  un  $8.40\% \pm 10.24$  del tiempo total jugado.

Las porteras, son las que muestran mayores porcentajes de utilización del tiempo jugado entre las zonas de intensidades inferiores al 75% de la  $FC_{max}$  hasta el 85% de la  $FC_{max}$  respecto a las jugadoras de la primera y segunda línea. A partir de intensidades superiores al 85% de la  $FC_{max}$ , son las jugadoras de primera y segunda línea las que muestran mayor tiempo de utilización del juego, sin grandes diferencias entre ellas.

La evolución de la FC a lo largo del partido y en concreto durante los dos periodos de juego es diferente. Durante el primer periodo, la  $FC_{media}$  de las jugadoras que participaron en el juego muestran un valor medio de  $169.69 \pm 9.56$  p/m, que corresponden al  $87.00\% \pm 13.40$  de la  $FC_{max}$  frente a una media de  $164.00 \pm 13.40$  p/m, que corresponden al  $83.94\% \pm 7.08$  de la  $FC_{max}$  del segundo periodo.

Si relacionamos las características fisiológicas de las jugadoras con la frecuencia cardiaca durante el partido podemos observar que las jugadoras que poseen un  $VO_{2max}$  inferior muestran para el total del partido, unos valores de  $FC_{media}$  ligeramente superiores a las jugadoras que poseen un  $VO_{2max}$  superior ( $168.00 \pm 8.90$  p/m. frente a  $165.83 \pm 9.86$  p/m); las mismas diferencias son observables en el  $\%FC_{max}$  ( $85.99 \pm 4.65\%$  frente a  $85.65 \pm 5.54\%$ )

Considerando las  $FC_{media}$  y  $\%FC_{max}$  manifestadas por las jugadoras durante el partido en función de las categorías de velocidad utilizadas, se observa que el grupo de jugadoras que poseen un  $VO_{2max}$  inferior muestran para todas las categorías de velocidad unos valores de  $FC_{media}$  y  $\%FC_{max}$  superiores a las jugadoras que poseen un  $VO_{2max}$  superior, excepto para la categoría "parado".

### 3.2. Distancia total y por categoría de movimiento recorrida durante el partido

Nos indica el volumen de trabajo medido en metros, así como la intensidad a la que se han desplazado los jugadores.

Se establecieron 4 categorías de intensidad de carrera (tabla 1):

**Tabla 1: Categorías de intensidad de carrera**

	Andando	Carrera lenta	Carrera rápida	Sprint
<b>Hombres</b>	0-1.5 m/s	1.6-4.0 m/s	4.1-6.0 m/s	>6.0m/s
<b>Mujeres</b>	0-1.4 m/s	1.5-3.0 m/s	3.1-5.2 m/s	>5.2

En cuanto a las distancias totales recorridas por los jugadores obtenemos cifras que varían significativamente en primer lugar en función del tiempo jugado y en segundo lugar en función del puesto específico.

En mujeres, las porteras son las jugadoras que muestran distancias medias recorridas inferiores con un valor de  $1377.38 \pm 293.38$  m. En cuanto a las jugadoras de campo, los datos son los que se muestran en la tabla . En la primera columna los metros reales recorridos y en la segunda la suma de todos los jugadores del mismo puesto específico.

**Tabla 2: Distancias recorridas durante el partido en los diferentes puestos específicos**

	ØReal	Ø 60 Min
<b>Extremo</b>	2236,95	5133.92
<b>Pivote</b>	2919,74	5076.89
<b>Primera línea</b>	3435.10	5386,69

Muy similares son los datos de la categoría masculina, siendo de nuevo los pivotes los jugadores de campo que muestran valores inferiores y la primera línea los mayores:

**Tabla 3: Distancia recorrida (m) por puesto específico**

	ØReal	Ø 60 Min
<b>Extremo</b>	3651,43	5045,29
<b>Pivote</b>	2761,98	4677,38
<b>Primera línea</b>	2831,81	5186,69

En cuanto a las diferentes categorías de velocidad, en las tablas 4 y 5 se muestran los datos correspondientes a hombres y a mujeres, tanto para jugadores de campo como porteros:

**Tabla 4: Distancia total recorrida (%) por los jugadores de campo durante los partidos en las diferentes categorías de velocidad:**

	Andando	Carrera lenta	Carrera rápida	Sprint
<b>Hombres</b>	34.3±4.9%	44.7±5.1%	17.9±3.5%	3.0±2.2%
<b>Mujeres</b>	35.3±14%	28.8±4.4%	26.7±9.1%	9.2±5.1%

**Tabla 5: Distancia total recorrida (%) por los jugadores de campo durante los partidos en las diferentes categorías de velocidad**

	Andando	Carrera lenta	Carrera rápida	Sprint
<b>Hombres</b>	70.7±1.1%	27.6±1.0%	1.6±0.6%	0.1±0.3%
<b>Mujeres</b>	68.5±10.1%	26.6±8.7%	4.6±2.3%	0.2±0.2%

#### ***Distancia recorrida por unidad de tiempo de los jugadores en el partido***

Los datos que tenemos de mujeres muestran que la distancia media recorrida por unidad de tiempo (m/min.) durante el juego por las jugadoras de balonmano en un partido es de 65.03±19.37 m/min. Si se consideran solo las jugadoras de campo, excluyendo las porteras, aumenta la distancia media recorrida por unidad de tiempo en 4.5 m/min (69.64±15.40). Por puestos específicos los valores son los indicados en la tabla 6:

**Tabla 6: Distancia recorrida por unidad de tiempo (m/min.) en cada puesto específico**

	Puesto	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Metros por minuto partido (m/min)	Portera	31.26	8.05	22.28	37.83
	Extremo	73.39	19.83	26.28	88.70
	Lateral	72.92	5.84	66.59	79.27
	Central	64.07	18.92	42.24	75.51
	Pivote	63.02	14.62	45.11	82.80

#### ***Distancia recorrida por unidad de tiempo de los jugadores por periodo de partido.***

En mujeres, durante el primer periodo del partido, las jugadoras recorren una media de 71.51±17.24 m/min., cifra superior al valor medio que muestra el segundo periodo del partido 65.15±18.04 m/min (Tabla 7). Se puede observar la distancia recorrida por unidad de tiempo durante el primer periodo del partido por las jugadoras de balonmano de la muestra, es significativamente superior ( $p < 0.05$ ) a la recorrida durante el segundo periodo de juego.



Tabla 7: Distancia recorrida por unidad de tiempo (m/min.) entre cada periodo del partido

	Media (D.T.)
Metros por minuto periodo 1 (m/min.)	71.51 (17.24)
Metros por minuto periodo 2 (m/min.)	65.15 (18.04)

Los hombres muestran claramente una velocidad de juego mayor con valores que superan los 80 m/min de media. Durante el primer periodo de juego se muestran valores más elevados que durante el segundo periodo:

Tabla 8: Distancia recorrida por unidad de tiempo (m/min.) entre cada periodo del partido

CRO 1.P	CRO 2.P	DEN 1.P	DEN 2.P	FRA 1.P	FRA 2.P	GER 1.P	GER 2.P	POL 1.P	POL 2.P
84,6	79,8	90	84	84,6	81,6	82,8	82,8	87,6	87

#### 4. RELACION ENTRE LA CARGA INTERNA Y EXTERNA

##### *Volumen e intensidad de los desplazamientos en el juego según el VO<sub>2max</sub> de las jugadoras*

Las jugadoras de balonmano con un VO<sub>2max</sub> inferior (grupo etiquetado como “inferior”: VO<sub>2max</sub> inferior a 54 ml/kg/min) muestran distancias medias recorridas y porcentajes de distancia total superiores en intensidades bajas de velocidad (andando y carrera lenta), con respecto a las jugadoras con un VO<sub>2max</sub> superior (grupo etiquetado como “superior”: VO<sub>2max</sub> superior a 54 ml/kg/min). En intensidades altas de velocidad (carrera rápida y sprint), son las jugadoras con un VO<sub>2max</sub> superior las que muestran distancias recorridas y porcentajes de distancia total superiores frente a las jugadoras con un VO<sub>2max</sub> inferior.

Tabla 9: Distancias recorridas (%) por intensidad de actividad en función del grupo de VO<sub>2max</sub>

	Baja intensidad %	Media Intensidad %	Alta intensidad %
VO <sub>2max</sub> inferior	41.31	29.15	29.54
VO <sub>2max</sub> superior	28.75	28.42	42.84

Estas diferencias se hacen aún más patentes cuando analizamos el rendimiento en cuanto a intensidad de juego en función de su capacidad aeróbica. Durante el primer periodo del partido, las jugadoras de VO<sub>2max</sub> inferior muestran un valor medio de 66.30±21.00 m/min. valor ligeramente inferior a los 77.75±8.66 m/min. que muestra el grupo de VO<sub>2max</sub> superior. Con respecto al segundo periodo del partido, las jugadoras de VO<sub>2max</sub> inferior muestran un valor medio de 56.74±18.43 m/min. valor también ligeramente inferior a los 71.45±15.60 m/min. que muestra el grupo de VO<sub>2max</sub> superior.

**Tabla 10: Distancia recorrida por unidad de tiempo (m/min.) en cada periodo del partido en función del grupo de VO<sub>2max</sub>**

	Grupo VO <sub>2max</sub>	Media
Metros por minuto periodo 1 (m/min.)	inferior	66.30
	superior	77.75
Metros por minuto periodo 2 (m/min.)	inferior	56.74
	superior	71.45
Metros por minuto partido (m/min.)	inferior	55.27
	superior	75.60

**BIBLIOGRAFÍA**

- Achten, J. y Jeukendrup, A.E. (2003) Heart rate monitoring: applications and limitations. *Sports Medicine* **33**, 517-538.
- Ali, A. y Farrally, M. (1991) A computer-video aided time motion analysis technique for match analysis. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* **31** (1):82-88
- Bangsbo, J. (1996) The Physiology of intermittent activity in Football. En: Reilly, T., Bangsbo, J. y Hughes, M., (Eds.) *Science and Football III*, pp. 43-53. London: E & FN SPON
- Bangsbo, J., Norregaard, L. y Thorso, F. (1991) Activity profile of competition soccer. *Canadian Journal of Sport Science* **16** (2):110-116.
- Bloomfield, J., Polman, R. y O'Donoghue, P. (2004) The "Bloomfield Movement Classification": Motion analysis of individual players in dynamic movement sports. *International Journal of performance analysis in sport* **4** (2):20-31.
- Bon, M., Sibila, M. y Pori, P. (2004) SAGIT, computer vision system for tracking Handball players during the match. *EURO 2004 Coache's Seminar during the 2004 Men's European Championship in Slovenia. Enero 2004*
- Cardinale, M. y Manzi, V. (2006) Acondicionamiento especial para equipos de balonmano: demandas fisiológicas de ejercitaciones jugadas. *PubliCE Standard*.
- Duthie, G., Pyne, D. y Hooper, S. (2005) Time motion analysis of 2001 and 2002 super 12 rugby. *Journal of Sport Sciences* **23** (5):523-530.
- Erdmann, W.S. (1996) Quantification of games. Preliminary kinematic investigatios in soccer. En: Reilly, T., Bangsbo, J. y Hughes, M., (Eds.) *Science and Football III*, pp. 174-179. London: E & FN Spon.
- Grosgeorge, B. (1990) Observation et Entrenaiment en sports collectifs. Paris: ISEP Publications.
- Hahn, A., Taylor, N. y Woodhouse, T. (1979) Physiological relationships between training activities and match play in Australian football rovers. *Sport Coach* **3**, 3-8.
- Helgerud, J., Engen, L.C., Wisloff, U. y Hoff, J. (2001) Aerobic endurance training improves

- soccer performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **33**, 1925-1931.
- Hughes, M. (1996) Notational analysis. En: Reilly, T., (Ed.) *Science and Soccer*, pp. 343-361, London: E.&F.N. Spon.
- Liebermann, D.G., Katz, L., Hughes, M.D., Bartlett, R.M., McClements, J. y Franks, I.M. (2002) Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of Sport Sciences* **20**, 755-769.
- McErlean, C.A., Cassidy, J. y O'Donoghue, P.G. (2000) Time-motion analysis of gender and positional effects on work-rate in elite gaelic football competition. *Journal of Human Movement Studies* **38**, 269-286.
- McInnes, S.E., Carlson, J.S., Jones, C.J. y McKenna, M.J. (1995) The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sport Sciences* **13** 387-397.
- McKenna, M.J., Patrick, J.D., Sandstrom, E.R. y Chennells, M.H.D. (1988) Computer-video analysis of activity patterns in Australian rules football. En: Reilly, T., Lees, A., Davids, K. y Murphy, W.J., (Eds.) *Science and Football*, pp. 274-281, London: E.&F. N. Spon.
- Miyamura, S., Seto, S. y Yaski, H.K. (1996) A time analysis of men's and woman's soccer. En: Reilly, T., Bangsbo, J. y Hughes, M., (Eds.) *Science and Football III*, pp. 251-257. London: E & FN Spon.
- Mohr, M., Krstrup, P. y Bangsbo, J. (2003) Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences* **21** 519-528.
- Navarro, F. (1998) La resistencia. Madrid: Editorial Gymnos
- O'Donnoghue, P.G. (2002) Time motion analysis of work-rate in English FA Premier League soccer. *International Journal of performance analysis in sport* **2** (1):36-43.
- O'Donoghue, P. (2004) Sources of variability in time-motion data; measurement error and within player variability in work-rate. *International Journal of performance analysis in sport* **4**, 42-49.
- Pers, J., Bon, M., Kovacic, S., Sibila, M. y Dezman, B. (2002) Observation an analysis of large-scale human motion. *Human Movement Science* (21):295-311.
- Pers, J. y Kovacic, S. (2001) Tracking people in sport: Making the use of partially controlled environment. En: Skarbek, W., (Ed.) Berlin: Springer-Verlag.
- Pieron, M. (1988) La pedagogía de la actividad física y el deporte. Málaga: Junta de Andalucía. Unisport.
- Reilly, T. y Thomas, V. (1976) A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *Journal of Human Movement Studies* **2** 87-97.
- Reilly, T. (1993) Science and football: an introduction. En: Reilly, T., Clarys, J. y Stibbe, A., (Eds.) *Science and Football II*, pp. 3-11. London: E & FN Spon
- Rienzi, E., Drust, B., Reilly, T., Carter, J.E.L. y Martin, A. (2000) Investigation of anthropometric

and work-rate profiles of elite South American international soccer players. *The Journal of sports Medicine and Physical Fitness* **40**, 162-169.

Riera, J. (1989) Fundamentos del aprendizaje de la técnica y la táctica deportiva. Barcelona: INDE.

Spencer, M., Lawrence, S., Rechichi, C., Bishop, D., Dawson, B. y Goodman, C. (2004) Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of Sport Sciences* (22):843-850.

Wilkins, H.A., Petersen, SR. y Quinney HA ( 1991) Time-motion analysis of and heart rate responses to amateur ice hockey officiating. *Canadian Journal of Sport Sciences* **16** (4):302-307.

CARMEN MANCHADO