

## DEPORTE, SALUD Y ENTRENAMIENTO



EXIGENCIA EN BALONCESTO: CARGA EXTERNA E INTERNA

DEMANDA FÍSICA DEL BADMINTON EN CATEGORÍA JUNIOR

BASES COMUNES PARA LA RECUPERACIÓN DEL JUGADOR EN DEPORTES DE EQUIPO

REFLEXIONES DESPUÉS DE LOS JUEGOS OLÍMPICOS DE LONDRES



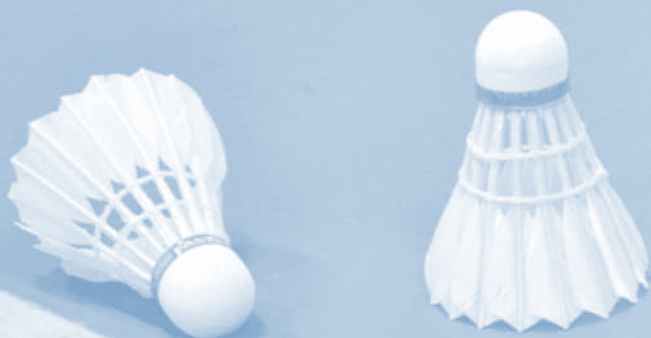
CON EL DEPORTE,  
de toda  
la vida



**FDM**  
AVILÉS

# SUMARIO

# 01



Editorial. ▶	02	05
Exigencia en baloncesto: carga externa e interna. ▶	06	23
Demanda física del badminton en categoría Junior. ▶	24	31
Bases comunes para la recuperación del jugador en deportes de equipo. ▶	32	41
Reflexiones después de los Juegos Olímpicos de Londres 2012. ▶	42	44
Bibliografía. ▶	45	49

Edita: CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE.  
DIRECCIÓN GENERAL DE DEPORTE.  
Depósito Legal: AS-3692-2002.  
Diseño y maquetación: SIGNUM COMUNICACIÓN Y DISEÑO.  
Filmación: GRÁFICAS APEL.  
Imprime: GRÁFICAS APEL.



\* La revista Deporte, Salud y Entrenamiento no se responsabiliza de las opiniones aquí vertidas por los diferentes autores de los artículos.



Los días 10 y 11 de mayo de 2012, en Menorca, tuvo lugar la Reunión anual del Grupo de Trabajo "Avilés", dentro de las V Jornadas "Deporte y Salud" 2012. Organizada por el Consejo Superior de Deportes y el Departamento de Cooperación, Deportes y Vivienda del Consejo Insular de Menorca. A estas jornadas asistieron directores médicos de los centros nacionales y regionales de Medicina Deportiva y los directores médicos de los Centros de Alto Rendimiento, así como representantes de la Medicina Deportiva de comunidades autónomas y entidades locales.

## Conclusiones de la reunión anual del Grupo de Trabajo "Avilés". 2012

### Relación de asistentes

- Subdirector General de Deporte y Salud del Consejo Superior de Deportes.
- Director del Centro de Medicina del Deporte del Consejo Superior de Deportes.
- Jefe de Servicio de Investigación del Consejo Superior de Deportes.
- Responsable del Gabinete de Medicina Deportiva del Consell Insular de Menorca.
- Directora del Centro de Medicina del Deporte del gobierno de Aragón.
- Responsable de la Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias.
- Director Médico del Centro de Tecnificación Deportiva del Gobierno Balear.
- Director del Centro de Medicina del Deporte de la Unitat Esport i Salut de Cataluña.
- Directora Gerente del Centro de Medicina deportiva de la Comunidad de Madrid.
- Representante de Medicina Deportiva de la Comunidad Autónoma de Murcia.
- Responsable Médico del Centro de Perfeccionamiento Técnico de la Dirección de Deportes del gobierno Vasco.
- Responsable Médico de los Servicios de Apoyo al Deportista de Valencia.
- Responsable Médico del Centro de Alto Rendimiento para entrenamiento en Altura de Sierra Nevada (Granada).
- Responsable Médico del Centro Especializado de Alto Rendimiento de Ciclismo de Palma de Mallorca.
- Responsable Médico del Centro de Alto Rendimiento de San Cugat del Vallés (Barcelona).
- Responsable Médico del Centro de Tecnificación Deportiva de Pontevedra.
- Directores Médicos del Servicio de Medicina del Deporte del Consell Insular de Mallorca (Balears).
- Director Médico del Gabinete Médico Deportivo Municipal del Ayuntamiento de Miranda de Ebro (Burgos).
- Coordinador de Medicina Deportiva del Servicio de Medicina Deportiva del Ayuntamiento de Alcobendas (Madrid).
- Jefe del Servicio Médico del Patronato Municipal de Deportes de Fuenlabrada (Madrid).



El Grupo "Avilés" es un Grupo de Trabajo formado por los responsables de la Medicina del Deporte de cada una de las Comunidades Autónomas, de aquellas entidades locales que soliciten su admisión en el grupo y de los responsables de los servicios médicos de los Centros de Alto Rendimiento, Centros de Tecnificación Deportiva y de los Centros Especializados en Tecnificación Deportiva.

Sus objetivos son:

- ▶ Armonizar el trabajo técnico y profesional de los Centros de Medicina del Deporte que dependen de las entidades públicas.
- ▶ Buscar soluciones a problemas de funcionamiento comunes.
- ▶ Compartir y mejorar el conocimiento técnico y científico.
- ▶ Mejorar la formación de los profesionales que prestan servicio en esos Centros.
- ▶ Disponer de un foro de intercambio de ideas, inquietudes e iniciativas en el ámbito profesional.

De esta forma el Grupo presenta reflexiones técnicas consensuadas procedentes de la experiencia de profesionales que desempeñan su labor en diferentes ámbitos.



Los temas de discusión propuestos fueron:

### 1 • ÁMBITO CIENTÍFICO

- ▶ Crisis económica, gasto sanitario y estilos de vida. La responsabilidad individual y colectiva en el cuidado de la salud.
- ▶ El ejercicio físico en las políticas de salud pública en España.
- ▶ Turismo, deporte y salud.
- ▶ El programa “Moviments per Viure”, una iniciativa de ejercicio físico en los geriátricos de Menorca.
- ▶ La variabilidad de la frecuencia cardiaca.

### 2 • ÁMBITO DE COLABORACIÓN

- ▶ Nuevos proyectos y actualidad en medicina del deporte en España.
- ▶ Desarrollo de las medidas en Deporte y Salud del Plan A+D del CSD.
- ▶ Nueva Red de Investigación en Ciencias del Deporte (SPORTSCIGATE).
- ▶ Grupo de Dinámicas no Lineales en el Deporte (DINLIDER).
- ▶ Sistema de Reconocimientos Médico-Deportivos propuesto a la Comisión de Control y Seguimiento de la Salud y el Dopaje.
- ▶ Avances del Proyecto de Tarjeta de Salud del Deportista.
- ▶ Crisis de Centros de Medicina del Deporte de entidades locales.

## Conclusiones

- ▶ 1. Se valora muy positivamente la consolidación del “Grupo Avilés”, como un grupo de trabajo constituido por profesionales de la Medicina del Deporte de diferentes organismos públicos nacionales, autonómicos y locales, con la vocación de llegar a ser un grupo de referencia y de intercambio de experiencias en el ámbito de la Salud y la Actividad Física cuyas conclusiones deben servir a los responsables públicos para poner en marcha las políticas más eficientes. Animamos a mantener y potenciar la estructura de trabajo del grupo Avilés, como red de distribución de conocimientos y de relación de los responsables de los centros de medicina deportiva de la administración pública del país.
- ▶ 2. La actual situación socioeconómica hace necesaria la creación de políticas destinadas al ahorro en gastos sanitarios.



- ▶ 3. Los beneficios de la actividad física para la salud de la población, son muy evidentes, tanto en la prevención como en el tratamiento de patologías muy frecuentes y su aplicación implica un ahorro en gastos sanitarios. Por ello se hace necesario que se impulsen políticas destinadas a la promoción de la actividad física en los distintos sectores de la población general. En algunas comunidades autónomas se está implantando el consejo y la prescripción de ejercicio físico para la salud, el Consejo Superior de Deportes debería continuar su impulso para que estas iniciativas acaben de extendiéndose a todo el Estado.
- ▶ 4. En el desarrollo de esas políticas es necesario considerar que el personal sanitario ha de ser quien aconseje sobre actividad física y/o prescriba ejercicio físico si se trata de la prevención y tratamiento de patologías.
- ▶ 5. La variabilidad de la frecuencia cardiaca se afianza como una herramienta no invasiva y de fácil manejo para el control del entrenamiento deportivo. Es necesario no obstante potenciar redes de investigación que faciliten el desarrollo de esta herramienta en el ámbito de las dinámicas no lineales, mucho más acordes de la normal respuesta fisiológica del organismo. Así mismo consideramos de gran interés su aplicación en otras variables como la marcha, la tensión arterial o la ventilación.
- ▶ 6. Para prevenir patologías relacionadas con la práctica deportiva, es de suma importancia la obligatoriedad de la realización de reconocimientos médicos para la práctica del deporte. El Borrador de Reconocimiento medico deportivo propuesto a la Comisión de Control y Seguimiento de la Salud y el Dopaje constituye un punto de partida básico para la prevención y el cuidado de la salud del deportista.
- ▶ 7. Al Grupo le parecen muy positivas las iniciativas surgidas desde el Consejo Superior de Deportes para la creación de redes de investigación interdisciplinares y el intercambio de conocimiento científico en materia de Salud y Deporte.
- ▶ 8. Ante las noticias surgidas en prensa, el Grupo quiere mostrar su preocupación sobre la creación de una “Agencia Estatal Española de Protección de la Salud del Deportista” con competencias tanto en salud como en lucha contra el dopaje. Considera que ambos aspectos son incompatibles y su gestión conjunta dificultará el pleno desarrollo de cada uno de ellos. El mundo de la salud en el rendimiento deportivo es paralelo al del dopaje pero salvo muy reducidas excepciones no son coincidentes y solo el 2 % de los controles antidopaje produce resultados adversos. Parece recomendable mantener separados estos mundos desde el punto de vista organizativo, administrativo y económico.
- ▶ 9. El Grupo considera que el Consejo Superior de Deportes debería seguir siendo el garante de la tutela de la salud del deportista cuya dimensión va mucho más allá de la lucha contra el dopaje y debe estar centrada en políticas de prevención, asistencia médica y control del entrenamiento deportivo.
- ▶ 10. En la futura estructura de esa Agencia Estatal Española de Protección de la Salud del Deportista es indispensable separar las áreas de salud de las antidopaje. Se deberían generar estructuras aisladas con organigramas diferenciados y en consecuencia presupuestos, y planificaciones diferentes.



## EXIGENCIA EN BALONCESTO: CARGA EXTERNA E INTERNA

- ▶ Introducción
- ▶ Carga externa en la competición de baloncesto
- ▶ Carga interna en la competición de baloncesto
- ▶ Variables que influyen en la carga externa e interna del baloncesto

### Introducción ◀

Xavi Schelling i del Alcázar

FUNDACIÓ PRIVADA FOMENT DEL BÀSQUET. MANRESA. EQUIPO DE BALONCESTO, BÀSQUET MANRESA SAD.

LA CARGA DE TRABAJO QUE SOPORTAN LOS DEPORTISTAS, YA SEA EN UN ENTRENAMIENTO O DURANTE UNA COMPETICIÓN ES, SEGÚN GONZÁLEZ-BADILLO Y RIBAS (2002)<sup>1</sup>, “EL CONJUNTO DE EXIGENCIAS PSICOLÓGICAS Y BIOLÓGICAS (CARGA INTERNA O REAL) PROVOCADAS POR LAS ACTIVIDADES DE ENTRENAMIENTO O COMPETICIÓN (CARGA EXTERNA O PROPUESTA)”.

Revisaremos a continuación los estudios sobre la carga externa y la carga interna en el baloncesto y sobre el efecto de la carga externa sobre las variables de carga interna.



### Carga externa

### Volumen (tiempo y distancia)

Un partido de baloncesto FIBA consta de 4 períodos de 10 minutos, con intervalos de descanso de 2 minutos entre 1º y 2º período (1ª parte) y entre 3º y 4º (2ª parte). Antes de cada período extra se descansan 2 minutos. Entre 1ª y 2ª parte, es decir, entre 2º y 3º período, se realiza un descanso de 15 minutos<sup>21</sup>. La posibilidad de hacer sustituciones indefinidas entre los 5 jugadores en pista y los de banquillo hace impredecible los minutos de juego de cada jugador. El tiempo total de partido, incluyendo los tiempos muertos, el descanso entre periodos y las interrupciones del juego, oscila entre 90 y 120 minutos.

**TABLA 1:** Principales publicaciones que analizan los metros recorridos en baloncesto. **Min:** Mínimo; **Max:** Máximo; **Avg:** Promedio.

METROS RECORRIDOS					
AÑO	AUTOR	NIVEL	MIN.	MAX.	AVG.
1941	BLAKE	UNIVERSITARIO	2000		2000
1972	GRADOWSKA	EQ. NACIONAL	3809 ± 465		3809
1973	KONZAG & FREY	EQ. NACIONAL	4480		4480
1980	COHEN	1ª DIV. FRANCESA	3890		3890
1985	COLLI & FAINA	1ª DIV. ITALIANA	2775	3500	3137.5
1986	RIERA	1ª DIV. ESPAÑOLA	5675		5675
1986	KARGER	FEMENINO (10 MIN.)	925		3700
1987	GALIANO		5712		5712
1987	GROSGEORGE		5170		5170
1988	HERNÁNDEZ MORENO	1ª DIV. ESPAÑOLA	5763		5763
1993	CAÑIZARES & SAMPEDRO	NACIONAL E INTERNA.	3755.22		3755.22
1995	MCINNIS Y COL.	1ª DIV. AUSTRALIANA	1340	2430	1885
1998	JANEIRA & MAIA	1ª DIV. PORTUGUESA	4955		4955
2002	SOUSA (EN FEB, 2007:15)				5800
2010	BEN ABDELKRIM Y COL.	JUNIORS TÚNEZ	6338	8397	7558

Los metros recorridos en un partido de baloncesto, según la bibliografía consultada, oscilan entre 925 m y 7558 m, con un valor medio de 4486 m. En caso de considerar solo las publicaciones posteriores al año 2000 la media de metros cubiertos en un partido asciende a 6679 m (Tabla 1).





Intensidad de las acciones



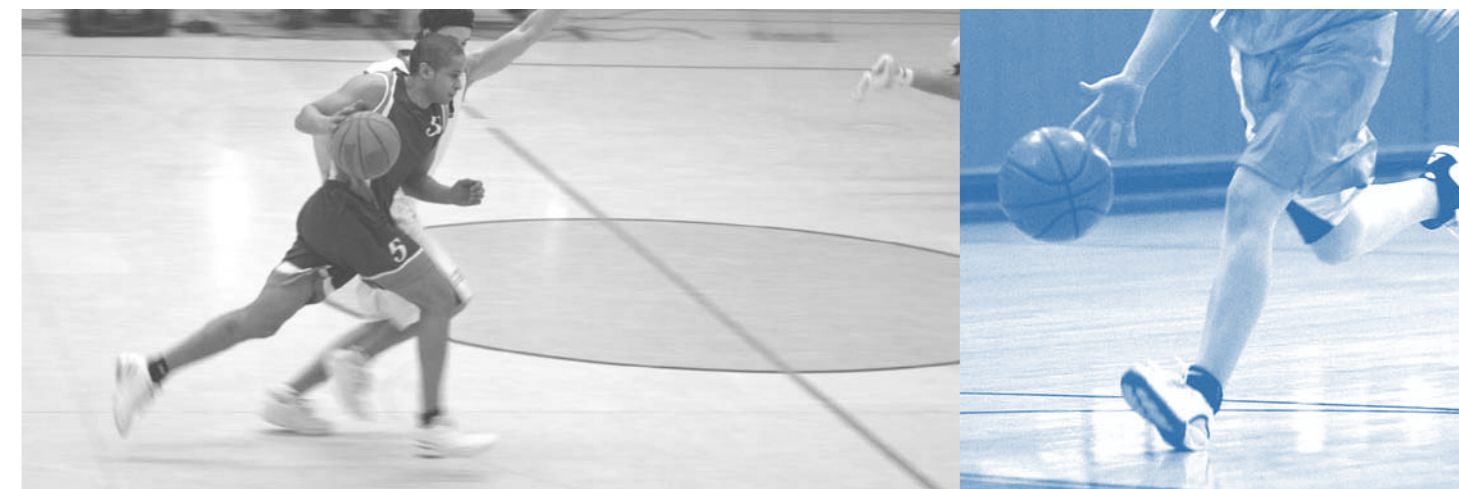
A la espera de más investigaciones con nuevas tecnologías de registro (AMISCO, PROZONE, GPS indoor, etc.), la intensidad (velocidad) y tipos de movimientos que se dan en los deportes colectivos, se han estudiado, mayoritariamente, mediante el análisis de video (*time motion*) (Tablas 2 y 3). En estos estudios, se concluye que los deportes colectivos se caracterizan por la repetición de acciones de máxima intensidad y descansos de recuperación incompleta<sup>22-23</sup>. El baloncesto, a su vez, sigue dicho patrón, presentando muchas acciones de alta intensidad como aceleraciones, sprints y cambios de dirección, además de requerir la capacidad de repetir varias veces dichos patrones (resistencia a la velocidad o *Repeat Sprint Ability -RSA-*)<sup>9, 24-26</sup>. Lorenzo (2000) introduce el concepto de eficacia en la velocidad, donde se matiza que la resolución de las diferentes acciones del juego debe producirse a la máxima intensidad pero con precisión, en función del móvil, la canasta, el espacio de juego, los compañeros y los adversarios<sup>27</sup>.

Tabla 2: Velocidades de desplazamiento. Modificado de la adaptación de McInnes y col. (1995) en Ben Abdelkrim y col. (2010).

VELOCIDAD DE CADA PATRÓN DE MOVIMIENTO		
PATRÓN	VELOCIDAD	
PARADO	0 km/h	0 m/s
CAMINAR	<6 km/h	<1.69 m/s
TROTAR	6.1 - 12 km/h	1.70 - 1.34 m/s
CARRERA MODERADA	12.1 - 18 km/h	1.35 - 5.00 m/s
CARRERA RÁPIDA	18.1 - 24 km/h	5.01 - 6.67 m/s
SPRINT	>24 km/h	>6.67 m/s
DESPLAZ. LATERAL LENTO	<6 km/h	<1.69 m/s
DESPLAZ. LATERAL MODERADO	6.1 - 9 km/h	1.70 - 2.50 m/s
DESPLAZ. LATERAL RÁPIDO	>9 km/h	>2.50 m/s
CARRERAS LATERALES	>12 km/h	>1.34 m/s



En los primeros estudios, como el realizado por Fox y Mathews en 1976, se encontró que el 50% del tiempo de juego el jugador se desplazaba a una velocidad inferior a 3 m/s, el 15% entre 3 y 5 m/s y, tan solo un 1.25% el jugador realizaba acciones a 5 m/s o más. Por su parte, Riera (1986)<sup>7</sup> obtuvo que el 90% del tiempo total de juego las acciones se realizaban entre 0 y 3 m/s. Grosgeorge y Buteau (1988) no observaron nunca velocidades superiores a los 25 km/h (6.95 m/s). En función de la posición de juego, Colli y Faina (1985)<sup>6</sup> constataron que el base se desplaza a tres ritmos diferentes distribuidos de forma equitativa: ritmo medio (1-3 m/s), ritmo rápido (3-5 m/s), ritmo máximo (>5 m/s). Riera (1986) obtuvo que el ritmo que predominaba en esa misma posición era el medio (1-3 m/s), dándose durante el 50% del tiempo de juego.

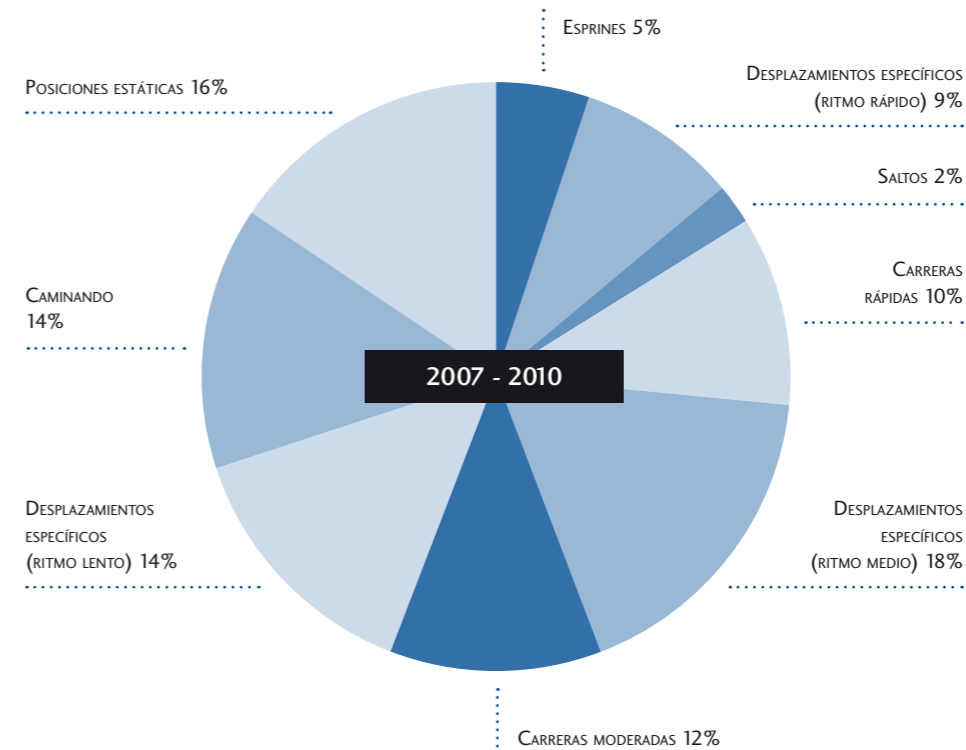


A partir del estudio de McInnes y col. (1995)<sup>11</sup>, que propuso diez patrones de movimiento distintos en función de la velocidad de desplazamiento (Tabla 2), han surgido nuevas investigaciones (Tabla 3). Hoffman y Maresh (2000) determinaron que el 34.6% del tiempo total de juego se realizan movimientos “arrastrando” los pies (desplazamientos laterales), el 31.2 % de carrera (de leve a intensa), el 4.6% de salto y el 29.6% andando. El grupo de Ben Abdelkrim y col.<sup>18, 28-29</sup>, obtuvo que un 11.5% del tiempo de juego se realizan acciones de alta intensidad, un 11 % de intensidad moderada, un 14% de baja intensidad y un 63% se está recuperando (Figura 1). Este mismo grupo, reporta diferencias significativas de las distancias recorridas a cada velocidad en función del momento del partido, destacando el aumento de los metros recorridos trotando y caminando y la reducción de *sprints* y aceleraciones en la segunda mitad del mismo<sup>28</sup>. Por su parte, Mathew y Delextrat (2009) en su estudio del *time motion* en mujeres, concluyen que el cambio de reglas del año 2000 ha significado un aumento de la carga externa (e interna) y que sus resultados son significativamente inferiores a los obtenidos en hombres<sup>19</sup>. Los resultados aportados por el grupo de Ben Abdelkrim y col. (2007-2010) reflejan ese incremento de la carga externa en equipos masculinos (Figura 1).



**TABLA 3:** Investigaciones posteriores al año 2000 que analizan el tipo y porcentaje del tiempo de juego y pausa de las acciones en baloncesto.  
**T' juego (%):** Porcentaje del tiempo de juego.

TIPO Y DURACIÓN DE LAS ACCIONES				
AÑO	AUTOR	NIVEL	TIPO O INTERVALO ACCIÓN	T' JUEGO
2000	HOFFMAN & MARESH	NCAA	1 AC. INTENSA c/21 SEG (2-3 SEG)	15%
2003	APOSTOLIDIS Y COL.	EQUIPO NACIONAL JUNIOR (GRECIA)	ACT. MUY INTENSAS	13%
			ACT. INTENSAS	65%
			ACT. BAJAS-MODERADAS	22%
2006	TESSITORE Y COL.	JUGADORES DE BALONCESTO MAYORES	SALTO	1.0%
			CORRER	17%
			CAMINAR	48%
			PARADO	15%
2007	BEN ABDELKRIM Y COL.	EQUIPO NACIONAL JUNIOR (TÚNEZ)	SPRINT	5.3%
			MOVIM. ESPECÍFICO (INT. ALTA)	8.8%
			SALTO	2.1%
			TOTAL (INTENSIDAD ALTA)	16.1%
			CORRER	10.4%
			MOVIM. ESPECÍFICO (INT. MEDIA)	17.7%
			TOTAL (INTENSIDAD MEDIA)	28.1%
			TROTAR	11.6%
			MOVIM. ESPECÍFICO (INT. BAJA)	14.2%
			TOTAL (INTENSIDAD BAJA)	25.8%
			CAMINAR	14.4%
			PARADO	15.5%
			TOTAL (RECUPERACIÓN)	29.9%
			2010 A	BEN ABDELKRIM Y COL.
ACCIONES INTENSIDAD MEDIA	11.0%			
ACCIONES INTENSIDAD BAJA	14.1%			
RECUPERACIÓN	63.3%			
2010 B	BEN ABDELKRIM Y COL.	EQUIPO NACIONAL JUNIOR (TÚNEZ)	SPRINT	6.0%
			MOVIM. ESPECÍFICO (INT. ALTA)	9.3%
			SALTO	2.0%
			POSICIONAMIENTO	2.5%
			BLOQUEO	1.6%
			ACCIONES ESTÁTICAS INTENSAS	4.1%
			TOTAL (INTENSIDAD ALTA)	20.3%
			CORRER	10.2%
			MOVIM. ESPECÍFICO (INT. MEDIA)	14.2%
			TOTAL (INTENSIDAD MODERADA)	24.4%
			TROTE	11.3%
			MOVIM. ESPECÍFICO (INT. BAJA)	13.6%
			TOTAL (INTENSIDAD BAJA)	24.8%
			CAMINAR	14.2%
PARADO	13.9%			
TOTAL (RECUPERACIÓN)	28.1%			



**FIGURA 1:** Agrupación de los resultados de Ben Abdelkrim y col. entre 2007 y 2010. (Anne Delextrat, 2011 -comunicación personal-).



## Duración y densidad de los esfuerzos y las pausas

Los trabajos realizados en los años 80 y 90, donde se estudiaron las acciones y densidades de trabajo en baloncesto<sup>6, 10, 13, 30</sup>, obtuvieron resultados muy similares. Los tiempos de trabajo eran superiores a los de descanso (densidad 2:1)<sup>6</sup>, y el 60-70% de las acciones de juego presentaban duraciones inferiores a 40 segundos. En estas publicaciones, ya se concluía que en situaciones de final de partido la densidad de juego se aumentaba a 1:1 (**Tabla 4**).

Los estudios posteriores al año 2000<sup>25, 29, 31-33</sup> (con la modificación de la regla de posesión<sup>34</sup>) presentan un aumento en la densidad media de juego (1:1) -con predominio de períodos de trabajo y descanso de 15 segundos cada uno<sup>32</sup>-, obtienen porcentajes más elevados de acciones de mayor intensidad<sup>29</sup> y establecen que el tiempo de duración de las acciones intensas<sup>25, 29, 32</sup> oscila entre 2 y 5 segundos<sup>25</sup> -predominando las de 2 segundos<sup>29</sup>-. En el estudio más reciente, Ben Abdelkrim y col. (2010) obtienen una densidad media de 1:3.6, siendo mayor en la 1ª mitad del partido respecto a la 2ª (1:3.2 ± 1:0.6 Vs. 1:4.1 ± 1:0.5; p<0.05)<sup>28</sup>. Si sólo consideramos las acciones muy intensas la densidad varía: acciones máximas de 2-3 segundos se dan cada 21 segundos (1:10)<sup>11, 25, 28</sup> (**Tabla 4**).





## Volumen de musculatura implicada



El baloncesto es un deporte que se caracteriza por una gran variedad de patrones de movimiento asociados a un proceso de toma de decisión, las tareas son muy abiertas y las acciones motrices muy dispares, representando gran complejidad para el jugador: gestos con o sin oposición, con o sin balón, en cadena cinética abierta, en cadena cinética cerrada, monopodales, bipodales, etc. Para ello se utiliza un gran número de músculos en la ejecución de cada uno de los gestos técnicos. En este sentido, y basándonos en la clasificación propuesta por Zintl (1991)<sup>22</sup>, en la práctica del baloncesto se utiliza, simultáneamente, entre 1/6 y 1/7 parte de la musculatura total del deportista (entre miembros superiores e inferiores). Si además atendemos a la taxonomía de deportes dispuesta por Mitchell y col. (1994)<sup>39</sup>, consideramos el baloncesto un deporte dinámico en el que se moviliza una gran cantidad de musculatura con poco desarrollo de fuerza (máxima).

## Resumen: La carga externa en baloncesto



Los estudios posteriores al año 2000, por la modificación de la regla de 24s y 8s, presentan un perfil de juego más intenso y exigente<sup>19, 29, 31, 34</sup>. Este argumento debe hacernos reflexionar sobre la consideración que merecen los resultados obtenidos por investigaciones anteriores al año 2000. Los valores de carga externa pueden verse influenciados significativamente por el género<sup>19</sup>, el nivel del jugador<sup>18</sup>, la posición de juego<sup>29</sup>, el momento del partido (o período de juego)<sup>18</sup>, y el estilo de juego<sup>18</sup>. La posibilidad de hacer sustituciones indefinidas entre los 5 jugadores en pista y los de banquillo hace impredecible los minutos de juego de cada jugador. Se recorren entre 4500 y 6700 m por partido, desarrollándose alrededor de 1000 acciones, de las cuales aproximadamente 44 son saltos, cambiando de patrón cada 2-3 s<sup>11, 29</sup>. La densidad media de juego es 1:1 (15 segundos)<sup>32</sup> y se establece que el tiempo de duración de las acciones intensas oscila entre 2 y 5 s<sup>25</sup>, predominando las de 2 s<sup>29</sup>. La densidad de acciones máximas es 1:10 (2-3 segundos)<sup>25, 28</sup>. Es importante destacar que no se encuentran patrones de movimiento periódicos, lo que ha llevado a considerar el baloncesto como un deporte intermitente imprevisible<sup>33, 35</sup>. La fatiga acumulada a lo largo de un partido merma las acciones de alta intensidad<sup>18, 38</sup>.

Las nuevas tecnologías (GPS, acelerómetros, etc.) empleadas en recientes estudios como el de Montgomery y col (2010)<sup>20</sup> es el inicio de una nueva era en la evaluación de las variables de carga externa.

## Carga interna



## Frecuencia cardíaca



La relación entre la frecuencia cardíaca (FC) y la carga de trabajo es relativamente estable en esfuerzos continuos extensivos por debajo del umbral aeróbico, siempre que impliquen un volumen de masa muscular importante<sup>40-41</sup>. En los deportes colectivos, las constantes y breves paradas que les caracterizan, hacen difícil poder discriminar un valor de FC representativo del ejercicio o de la sesión<sup>42</sup>. Aún así, existen diversos autores que consideran la FC como un método válido y práctico para estimar la demanda fisiológica durante diversas actividades, incluidos deportes de equipo de carácter intermitente como el fútbol<sup>43-44</sup>. En baloncesto encontramos un gran número de publicaciones donde se estudia la respuesta cardíaca a lo largo de un partido<sup>6, 11-12, 15-17, 19-20, 25, 30, 45-56</sup>, considerándose un método fiable para controlar el impacto fisiológico<sup>18</sup>.

En la tesis doctoral del Dr. Refoyo (2001) ya se reflexionaba sobre la influencia de las pausas en el baloncesto en la frecuencia cardíaca: "las pausas existentes, así como las fases de intensidad moderada dentro de las acciones de juego en las que no participa directamente dicho jugador, son insuficientes para hacer descender significativamente la FC. La exigencia energética del juego en dichos momentos no se corresponde con la FC, por lo que podemos deducir que la vía energética que estaría actuando en dichas fases sería la vía aeróbica y que tendría como principal función la recuperación de esfuerzos de carácter aeróbico y anaeróbico, tanto lácticos como alácticos"<sup>57</sup>.

La FC media del tiempo de juego, en una competición de categoría sénior masculino, oscila entre 165 y 170 latidos por minuto (lpm) (**Tabla 6**), presentando un rango de 140-208 lpm, según la bibliografía consultada. Los valores varían en función de las diferentes acciones del juego (defender, atacar, tener o no el balón, 1c1, 5c5, etc.)<sup>56, 58</sup>, del momento del partido (o período de juego)<sup>12, 18, 57</sup>, de la posición de juego (base, alero, pivote)<sup>15, 59</sup> y de la categoría (formación o sénior)<sup>50, 55</sup>. Janeira y Maia (1998) presentan valores medios de FC de 168.1 ± 9 lpm, similares a los 169.8 obtenidos del promedio de FC media de los estudios consultados. Dichos valores se sitúan entre el 80% y el 90% de la FC máxima (FCmax) del jugador<sup>11, 17</sup>. Durante el 75% del tiempo total de juego los valores de FC superan el 85% de la FCmax y el 15% superan el 95% de FCmax<sup>11</sup>, resultados similares a los de otros estudios.



**TABLA 6:** Promedios de frecuencia cardíaca en competición. **Avg:** promedio.

FRECUENCIA CARDÍACA PROMEDIO			
AÑO	AUTOR	NIVEL	AVG.
1970	RAMSEY Y COL.	UNIVERSITARIO	170
1985	COLLI & FAINA	1ª Div. ITALIANA	170
1992	SAMPEDRO	1ª Div. ESPAÑOLA	165
1995	MCINNES Y COL.	1ª Div. AUSTRALIANA	168
1997	LÓPEZ - CALBET Y COL.	CADETES	188
1998	JANEIRA & MAIA	1ª Div. PORTUGUESA	167
2003	BLANCO & DE BRITO	PRE-ADOLESCENTES Y ADOLESCENTES	169
2007	BEN ABDELKRIM Y COL.	EQUIPO NACIONAL JUNIOR	171
2008	VAQUERA Y COL.	2ª Div. ESPAÑOLA (LEB)	156
2009	BEN ABDELKRIM Y COL.	EQUIPO NACIONAL JUNIOR	175
2010	BEN ABDELKRIM Y COL.	EQUIPO NACIONAL JUNIOR	175

## Consumo de oxígeno máximo



Del mismo modo que la FC, el consumo de oxígeno máximo ( $VO_2$  máx) presenta relación con la carga de trabajo y con la propia FC en esfuerzos continuos extensivos por debajo del umbral aeróbico, siempre que impliquen un volumen de masa muscular importante<sup>40-41, 52</sup>. El control del  $VO_2$  durante el ejercicio ha sido empleado habitualmente para evaluar el rendimiento aeróbico, considerándose un buen indicador de la capacidad cardiopulmonar y muscular<sup>60</sup>.

Existen cantidad de valores de referencia de  $VO_2$  máx en función de la actividad realizada. En deportes de resistencia (en inglés *endurance*), se establecen valores superiores a 70 ml/kg/min. y no inferiores a 60 ml/kg/min. de  $VO_2$  máx para competir a nivel internacional<sup>61</sup>. En baloncesto, el valor medio de  $VO_2$  máx (obtenido mediante pruebas de laboratorio) de los estudios consultados es de  $53.3 \pm 5.2$  ml/kg/min. (Tabla 7), pero se han llegado a obtener valores de hasta 74.4 ml/kg/min. en jugadores jóvenes<sup>33</sup>. El trabajo de Narazaki y col. (2008), probablemente sea la referencia sobre el  $VO_2$  obtenido durante un partido, presentando valores medios de  $36.9 \pm 2.6$  ml/kg/min. en hombres (n=6; 20.8  $\pm$  1.0 años), representando el 66.7  $\pm$  7.5 % del  $VO_2$  máx<sup>17</sup>.

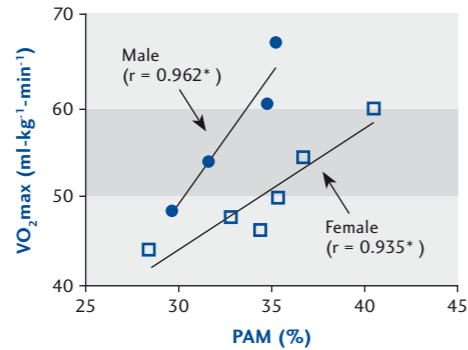


**TABLA 7:** Consumos de oxígeno máximo en jugadores de baloncesto en competición.

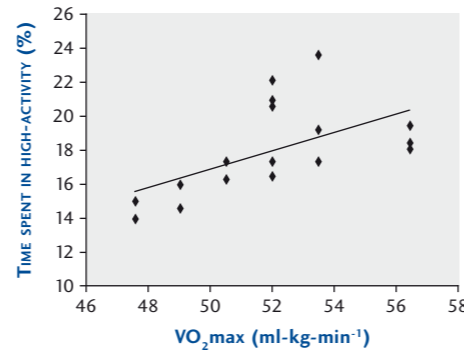
CONSUMOS DE OXÍGENO MÁXIMO ( $VO_2$ MAX)			
AÑO	AUTOR	NIVEL	ml / kg / min
1956	ANSTRAND & RODAHL	¿?	60
1967	CUMMING Y COL.		53
1974	COLEMAN Y COL.	UNIVERSITARIOS	51.1 - 50.3
1975	PARNAT Y COL.	NACIONALES	55.3 $\pm$ 1.8
1977	CABRERA	SENIOR	50.4 $\pm$ 5.68
1977	WITHERS Y COL.	NACIONALES	58.5 $\pm$ 6.68
1978	PARR Y COL.	NBA	41.9 - 50
1978	VERMA Y COL.	NACIONALES	53.4 - 54.2
1978	BERGH Y COL.	¿?	52.3
1979	BRUCE & MARESH	UNIVERSITARIOS	43.1
1984	ECCLACHE		50
1987	DALMONTE Y COL.	NACIONALES	54.8 $\pm$ 5.2
1987	ROSA Y COL.		59
1987	ROST		50
1988	GARL Y COL.	UNIVERSITARIOS	55.2
1989	ARAGONÉS	SENIOR	55.9 - 57.2
1990	JOSELLIN Y COL.	SELECCIÓN	57.5
1990	LAYÚS Y COL.	LOCAL	57.6 $\pm$ 5.41
1990	GONZÁLEZ & RUBIO	¿?	49.3 $\pm$ 5
1995	MCINNES Y COL.	NBL	60.7 $\pm$ 8.6
1995	TAVINO Y COL.	UNIVERSITARIOS	61.8 $\pm$ 65.2
2001	PETROVIC Y COL.	SELECCIÓN CADETE YUG	43.43 $\pm$ 8.82
2004	CALLEJA Y COL.	SELECCIÓN JÚNIOR S. XXI	56.9 $\pm$ 1.7
2008	NARAZAKI Y COL.	UNIVERSITARIOS	57.5 $\pm$ 8.2
2010	BEN ABDELKRIM Y COL.	INTERNACIONALES	54.4 $\pm$ 1.9
2010	BEN ABDELKRIM Y COL.	NACIONALES	51.6 $\pm$ 2.0

Según investigaciones recientes, existe una relación positiva entre la capacidad de repetir esfuerzos de alta intensidad y los valores de  $VO_2$  máx obtenidos en laboratorio<sup>17-18</sup> (Figuras 2 y 3). Esto podría justificarse porque una mejora del perfil aeróbico permite que esfuerzos anaeróbicos se vuelvan aeróbicos (retrasando así la aparición de la fatiga), mejora la recuperación de los esfuerzos anaeróbicos y permite mantener una mejor eficiencia técnica durante más tiempo<sup>62</sup>.

**FIGURA 2:** Relación entre consumo de oxígeno ( $VO_2\text{max}$ ) y acciones de alta intensidad (PAM) (Narazaki y col., 2008).



**FIGURA 3:** Relación entre el porcentaje de tiempo realizando acciones de alta intensidad y consumo de oxígeno ( $VO_2\text{max}$ ) (Ben Abdelkrim y col., 2010).



## Concentración de lactato



El pico de concentración de lactato en sangre (o lactacidemia) después de un ejercicio intenso ha sido utilizado como indicador de la liberación de energía anaeróbica durante dicho esfuerzo<sup>60, 63</sup>. Este indicador se ha empleado también en deportes colectivos por presentar esfuerzos intermitentes de alta intensidad<sup>11, 29</sup>. Calleja y col. (2008) explican las limitaciones de analizar este marcador con el fin de evaluar la energía generada por vía anaeróbica<sup>14</sup>:

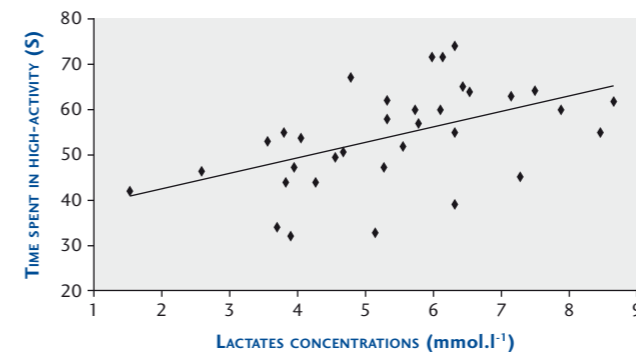
- ▶ 1. La concentración de lactato en sangre (que es la que analizamos) y la de ácido láctico en músculo puede diferir significativamente;
- ▶ 2. La variabilidad del espacio de dilución del lactato en sangre (influenciado por factores como la hidratación);
- ▶ 3. La gran velocidad de reciclaje que presenta el lactato (antes de que se haya equilibrado la concentración de lactato en el músculo con la concentración en la sangre, una gran fracción de este habrá sido metabolizada en el propio músculo, en otros músculos, en el hígado o en el corazón);
- ▶ 4. El ácido láctico también se produce durante la glucólisis, por la acumulación de piruvato, que activa la enzima lactato deshidrogenasa (LDH) y lo convierte en lactato.

Los autores concluyen que si bien es cierto que la lactacidemia puede dar una orientación de la extensión de la glucólisis, no debe ser usada como una medida cuantitativa de la capacidad anaeróbica, puesto que la propia glucólisis genera lactato por la acumulación de piruvato. La gran dispersión de resultados obtenidos en baloncesto podría deberse al momento de toma de la muestra de sangre<sup>52</sup>, que habitualmente suele hacerse cuando el jugador es sustituido o durante los tiempos muertos. Esta metodología puede proporcionar resultados que no representen el dispendio energético real, porque durante las interrupciones que se dan en el partido se metaboliza lactato mediante el metabolismo aeróbico, descendiendo así sus valores<sup>52</sup>.



McInnes y col. (1995) encuentran valores medios de lactacidemia de  $6.8 \pm 2.8$  mMol/L, que coincidirían con muchas de las referencias consultadas<sup>29, 64</sup>, pero Terrados y Tramullas (2003 en una comunicación personal) han llegado a encontrar valores máximos de concentración de lactato de entre 12 y 14 mMol/L<sup>65</sup>. Por otro lado, la elevada FC media durante períodos relativamente largos durante la competición (>7 min), podría reflejar la actividad cardiovascular para aportar el oxígeno correspondiente a la deuda de  $O_2$  provocada por las acciones de alta intensidad. Es decir, el aporte de oxígeno durante momentos de baja o moderada actividad iría destinado a recuperar los depósitos de ATP y PC y, en su caso, a la oxidación de  $La^+$ , producido en acciones intensas y duraderas. Esto podría explicar porque los valores medios de lactacidemia son moderados-bajos (Cohen<sup>5</sup>:  $1.4 \pm 0.7$ ; Colli y Faina<sup>6</sup>: 4.2; Buteau<sup>66</sup>:  $4.5 \pm 0.8$ ; Buteau<sup>66</sup>:  $2.9 \pm 0.9$ ; Rodríguez-Alonso<sup>15</sup>:  $4.5 \pm 2.2$ ; Janeira y Maia<sup>12</sup>:  $2.3 \pm 1.3$ ; Terrados<sup>54</sup>:  $5.1 \pm 2.4$ ; mMol/L) y los valores máximos son moderados-altos (McInnes<sup>11</sup>:  $8.5 \pm 3.1$ ; Rodríguez-Alonso<sup>15</sup>:  $9.7 \pm 2.3$ ; Terrados y Tramullas: 12-14; mMol/L)<sup>57</sup>.

Del mismo modo que con el  $VO_2\text{máx}$ , según investigaciones recientes, existe una relación positiva entre el número de acciones de alta intensidad realizadas y los valores de concentración de lactato durante un partido de baloncesto<sup>18</sup> (Figura 4).



**FIGURA 4:** Relación entre el tiempo realizando acciones de alta intensidad y la lactacidemia (Ben Abdelkrim y col., 2010).



## Parámetros enzimáticos

Las enzimas son catalizadores de los procesos bioquímicos que hacen posible la reacción o aseguran la liberación de energía para la misma, así como la resíntesis de los compuestos utilizados<sup>67</sup>. Desde el punto de vista de las respuestas inducidas por el ejercicio, el aumento de enzimas en sangre depende de la naturaleza de los ejercicios realizados (Saltin & Gollnick, 1983; Viru, 1995)<sup>68</sup>. En este sentido, las enzimas han sido utilizadas para analizar el impacto de la carga y el estado de recuperación de los deportistas; considerándose indicadores del grado de adaptación metabólica a la actividad física<sup>67</sup>. En el deporte, probablemente las más estudiadas hayan sido las enzimas musculares creatinfosfoquinasa o creatinquinasa (CPK o CK, fracción esquelética)<sup>69-70</sup> y lactatodeshidrogenasa (LDH, isoformas F y M)<sup>71</sup>. Principalmente la CPK (así como la aspartatoaminotransferasa<sup>72</sup>) ha sido empleada para el control del daño muscular, pero su relación con los impactos recibidos por el jugador relativizan su valor como indicador cuantitativo de la carga física del ejercicio<sup>73</sup>. En baloncesto, al igual que en otros deportes, estas enzimas aumentan significativamente



sus concentraciones después del entrenamiento o la competición, presentando valores cercanos a los basales después de 48hs: CPK<sup>74-77</sup>, LDH<sup>74, 76-79</sup> (Figura 5). Los estudios de los marcadores enzimáticos de daño muscular establecen que la recuperación metabólica a nivel muscular tras disputar un partido se sitúa entre 48 y 72hs<sup>74-75, 80</sup>. Por otro lado, en un estudio sobre la respuesta de la enolasa (NSE) después de un partido de baloncesto, Stalnacke y col. (2003) no encontraron cambios significativos pre- y post- partido pero hallaron una correlación positiva con el número de saltos<sup>81</sup>.

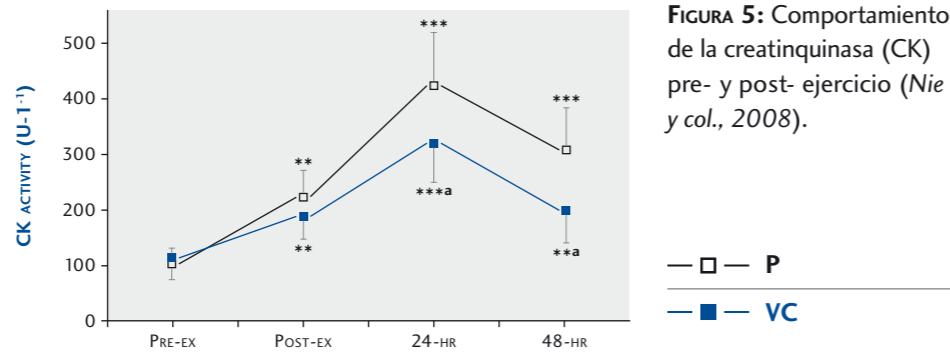


FIGURA 5: Comportamiento de la creatinquinasa (CK) pre- y post- ejercicio (Nie y col., 2008).

## Modificación de minerales e iones

Una concentración óptima de minerales en sangre es fundamental para un correcto funcionamiento de las reacciones químicas que se producen en el cuerpo humano. Por ejemplo, un aporte adecuado de sodio (Na) y potasio (K) es determinante para mantener un funcionamiento adecuado de la bomba Na-K<sup>82</sup>, pero otros minerales, como el calcio (Ca), también tienen importancia por ser componentes estructurales, en este caso del hueso, además de ser inductor en la contracción y relajación muscular. La capacidad de rendimiento de los deportistas se relaciona con la variación de estos elementos, especialmente importante cuando se eliminan grandes cantidades mediante el sudor<sup>83</sup>.

En baloncesto se han publicado pocos estudios que evalúen estos parámetros. El trabajo del grupo de Cuzzolin y col. (1992) no observaron ningún cambio aparente en la concentración de minerales (Na, K, Ca) ni durante, ni después de un partido<sup>84</sup>. Sin embargo, en un estudio reciente de Calleja y col. (2005), se valoraron los cambios de Cloro (Cl), Na y K antes, inmediatamente después y 48 horas después de dos partidos oficiales, en jugadores de la selección española junior. Los valores de K se modificaron significativamente al finalizar el partido respecto a los valores previos ( $p < 0.05$ ), pero no se observaron cambios significativos en las concentraciones de Cl y Na<sup>85</sup>. Dichos resultados no coinciden con los datos de Cuzzolin y col.<sup>84</sup>, lo que confirma la necesidad de seguir estudiando estos parámetros en situaciones reales de entrenamiento y competición. También durante el entrenamiento regular, hay algunas investigaciones que han analizado la respuesta de otros iones, observando incrementos significativos de cobre (Cu) y Zinc (Zn) después de una sesión de entrenamiento con un grupo de jugadores de baloncesto universitarios<sup>86</sup>.

El hierro (Fe), es un elemento muy estudiado en la literatura científica dado que su deficiencia tiene una relación directa sobre el rendimiento deportivo<sup>87</sup>, no sólo por su



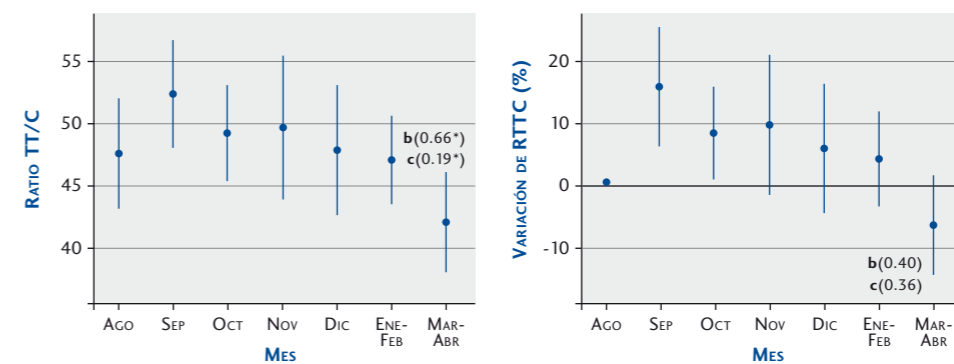
relación con la anemia ferropénica, sino porque puede afectar al rendimiento incluso en situaciones sin anemia establecida<sup>88</sup>. Una alteración en la dinámica de hierro afectará también a la recuperación del deportista<sup>89</sup>. Algunos estudios han sugerido que los jugadores de baloncesto presentan valores significativamente más bajos de Fe que deportistas de otras especialidades de similar composición corporal<sup>90</sup>. En el año 2004 se estudió el metabolismo del Fe (ferritina y saturación de transferrina) en jugadores de baloncesto internacionales de diferentes categorías. Los resultados muestran que un 22% del grupo estudiado padecía una carencia de Fe y un 25 % presentaba anemia<sup>91</sup>. Para evitar dichos estados se recomienda un análisis periódico de esta variable<sup>92</sup>.



## Alteraciones hormonales

En una revisión que realizamos en el año 2012 sobre hormonas y baloncesto<sup>93-94</sup>, confirmamos que las hormonas más estudiadas hasta la fecha fueron el cortisol (C) y la testosterona total (TT). Durante un partido de baloncesto, el C aumenta en la 1ª mitad, se mantiene elevado hasta el final del mismo<sup>95-97</sup> y desciende su concentración 24 h después<sup>78</sup>. Observándose un patrón similar tras un entrenamiento<sup>78, 97-99</sup>. No obstante, algún estudio reporta descensos del C post-entrenamiento<sup>76</sup>. Parece existir una gran relación entre la actividad del córtex adrenal (glucocorticoides: cortisol, cortisona y derivados) y el sistema simpático-adrenal (catecolaminas: epinefrina, norepinefrina, dopamina) en respuesta al ejercicio<sup>97</sup>. En cuanto a la testosterona total (TT), su secreción incrementa después de un entrenamiento de baloncesto<sup>76, 78</sup>, pero después de un partido, sólo se han obtenido incrementos en el equipo ganador<sup>96</sup>. Pero en este marcador también encontramos contradicciones, existiendo estudios que no hallan diferencias antes y después del partido<sup>100</sup>. Algunos autores, proponen el seguimiento de la TT y el C a lo largo de la temporada para evaluar el estado del jugador<sup>101-102</sup>. En este sentido, nuestro grupo ha observado alteraciones significativas y representativas de los diferentes momentos de la temporada, en un estudio longitudinal que comprendió cuatro temporadas en un equipo profesional de baloncesto (Figura 6) -datos no publicados-.

FIGURAS 6: Diferencias hormonales significativas en relación al factor Mes (concentración -izq.- y variación -dcha.-). Diferencias significativas: <sup>b</sup> (Vs. Ago), <sup>c</sup> (Vs. Sep). Entre paréntesis “( )” el tamaño del efecto ( $\Delta$  de Cliff), con (\*)  $d$  de Cohen. (—) Indica los niveles que presentan un tamaño del efecto grande ( $d \geq 0.80$ ).



En cuanto a otras hormonas, los valores de paratohormona (PTH) descienden inmediatamente después del ejercicio, pero 15 minutos después, se elevan por encima de los valores pre-ejercicio, parece ser que la secreción de PTH se suprime temporalmente inmediatamente después de un ejercicio anaeróbico exhaustivo pero se estimula durante la recuperación<sup>103</sup>. Los estudios que han controlado las catecolaminas, observan un aumento tanto de la epinefrina (EPI) como de la norepinefrina (NRE) y la dopamina (DPM), independientemente de la situación (entrenamiento o competición)<sup>97, 104-105-108</sup>. A pesar de darse una mayor excreción de EPI postpartido, comparado con el entrenamiento, no se demuestra que el estrés adicional que comporta la competición sea cuantificable mediante este marcador<sup>104</sup>. Por último, la insulina (INS) desciende significativamente a lo largo de un partido de baloncesto, haciéndolo un 16% en la media parte y un 28% al finalizar el mismo<sup>95</sup>.

## Otras variaciones bioquímicas



La urea (U) como metabolito final del ciclo de las purinas, incrementa sus niveles después de un ejercicio a intensidad relativamente baja<sup>109</sup>, considerándose, por algunos autores, un indicador de la carga interna de entrenamiento con relación al volumen<sup>110</sup>. En el estudio de Calleja y col. (2008) la concentración de U se incrementó de forma muy significativa después de un partido de baloncesto<sup>74</sup>. Este marcador podría ser de utilidad para evaluar el efecto de la acumulación de entrenamientos y competiciones<sup>68</sup>.

representando el  $66.7 \pm 7.5$  % del  $VO_2max$ <sup>17</sup>. Existe una relación positiva entre la capacidad de repetir esfuerzos de alta intensidad y los valores de  $VO_2max$  obtenidos en laboratorio<sup>17-18</sup>. Los valores de lactacidemia en baloncesto presentan mucha dispersión, probablemente debida al momento de toma de la muestra de sangre<sup>52</sup>, pero los valores medios se sitúan alrededor de  $6.8 \pm 2.8$  mMol/L<sup>11, 29, 64</sup>, aunque Terrados y Tramullas (2003, comunicación personal) han llegado a encontrar valores máximos de hasta 12 y 14 mMol/L<sup>65</sup>. Existe una relación positiva entre el número de acciones de alta intensidad realizadas y la concentración de lactato durante un partido de baloncesto<sup>18</sup>. En el deporte, desde el punto de vista enzimático, probablemente las enzimas más estudiadas hayan sido las musculares CPK<sup>69-70</sup> y LDH<sup>71</sup>. En baloncesto, ambas aumentan significativamente después del entrenamiento o la competición: CPK<sup>74-77</sup>, LDH<sup>74, 76-79</sup>. La recuperación metabólica a nivel muscular tras disputar un partido se sitúa entre 48 y 72hs<sup>74-75, 80</sup>. Aunque la respuesta mineral después de un partido de baloncesto no se ha estudiado profundamente, algunas publicaciones presentan cambios significativos de Cl<sup>85</sup>, Cu y Zn<sup>86</sup>. Se recomienda controlar periódicamente dichos marcadores para evitar estados carenciales, sobretodo de Fe<sup>91</sup>. A nivel hormonal, existe mucha dispersión en las conclusiones extraídas de las publicaciones existentes. Son necesarios más estudios, aumentando la muestra o bien homogeneizando protocolos para poder realizar un correcto metaanálisis. La concentración de urea (U) se incrementa de forma muy significativa después de un partido de baloncesto<sup>74</sup>. Este marcador podría ser de utilidad para evaluar el efecto de la acumulación de entrenamientos y competiciones<sup>68</sup>.

Además de controlar parámetros fisiológicos del deportista, debe atenderse a su estado psicológico y emocional: herramientas como la Percepción Subjetiva del Esfuerzo (PSE o RPE)<sup>119-120</sup> o cuestionarios para conocer el estado de ánimo (p.ej. POMS<sup>96, 100, 115, 121</sup> o RESTQ Sport<sup>122</sup>), pueden ser de gran utilidad para controlar el efecto de la carga a la que se somete el jugador. Por otro lado, sería interesante establecer relaciones entre la carga interna y la carga externa, a la espera de que las nuevas tecnologías (como el GPS indoor) ofrezcan nuevos resultados.

## Resumen: La carga interna en baloncesto



La carga interna varía en función del género<sup>19, 70</sup>, la edad<sup>14, 33, 111-112</sup>, el nivel del jugador<sup>18, 70</sup>, la posición de juego<sup>14-16, 29, 64, 96</sup>, el momento del partido (o período de juego)<sup>12, 18, 57</sup>, el tipo de ejercicio<sup>20, 113</sup>, el estilo de juego<sup>6, 18</sup>, el estado emocional<sup>96, 100, 114-115</sup> y el ritmo circadiano<sup>116-117</sup>, además de otros factores moduladores<sup>118</sup> como: raza, composición corporal, meteorología, nutrición, sueño y técnica de análisis<sup>118</sup>.

La reducción del tiempo de posesión de 30 a 24 segundos (año 2000) ha significado un aumento de la intensidad del juego (concentraciones de lactato, consumo de oxígeno máximo, frecuencia cardíaca, etc.)<sup>19, 34</sup>. La FC media del tiempo de juego en una competición de categoría sénior masculina oscila entre 165 y 170 lpm, presentando un rango de 140-208 lpm y representando el 80-90% de la FCmax del jugador<sup>11, 17</sup>. Durante el 75% del tiempo total de juego los valores de FC superan el 85% de la FCmax y el 15% superan el 95% de FCmax<sup>11</sup>. El valor medio de  $VO_2max$  (obtenido mediante pruebas de laboratorio) de los estudios consultados es de  $53.3 \pm 5.2$  ml/kg/min, pero durante un partido el valor medio de  $VO_2$  en hombres es de  $36.9 \pm 2.6$  ml/kg/min,



## Variables que influyen en la carga externa e interna del baloncesto

En las diferentes variables de carga analizadas hasta el momento, se han referido los resultados de investigaciones llevadas a cabo con hombres, pero cabe decir que dichos valores se ven influenciadas significativamente por el género<sup>19, 70</sup>, la edad<sup>14, 33, 111-112</sup>, el nivel del jugador<sup>18, 70</sup>, la posición de juego<sup>14-16, 29, 64, 96</sup>, el tipo de ejercicio<sup>20, 113</sup>, el estilo de juego<sup>6, 18</sup>, el estado emocional<sup>96, 100, 114-115</sup> y el ritmo circadiano<sup>116-117</sup>, además de otros factores moduladores (raza, composición corporal, meteorología, nutrición, sueño y técnica de análisis)<sup>118</sup>. En este sentido, existe una modificación del reglamento que ha alterado la exigencia del baloncesto: la reducción del tiempo de posesión de 30 a 24 segundos (año 2000), ha significado un aumento de la intensidad del juego (número de posesiones por partido, número de tiros, número de saltos, etc.)<sup>19, 29, 34, 123</sup>.



## DEMANDA FÍSICA DEL BADMINTON EN CATEGORÍA JUNIOR

- ▶ Introducción
- ▶ Algunas curiosidades
- ▶ Objetivos del estudio
- ▶ Material y métodos
- ▶ Análisis de los partidos
- ▶ Las mediciones fisiológicas y los resultados
- ▶ Conclusiones

### Introducción ◀

Francisco Félix Álvarez Dacal

DIRECTOR DEL CENTRO DE TECNIFICACIÓN DE  
BADMINTON DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

EL BDMINTON ES UN DEPORTE QUE SI BIEN ES AÚN BASTANTE JOVEN EN SU VERSIÓN MODERNA, DADO QUE SU ORIGEN SE REMONTA A SIGLOS, SU EXPANSIÓN A LO ANCHO DEL MUNDO HA SIDO EXPLOSIVA. EN ESTOS MOMENTOS ES UNO DE LOS DEPORTES MÁS PRACTICADO DEL MUNDO DESPUÉS DEL AERÓBIC, Y NO SÓLO EN ASIA, COMO SE PIENSA COMÚNMENTE. NO TENEMOS QUE IR MUY LEJOS PARA COMPROBAR QUE COEXISTEN CON EL FÚTBOL COMO DEPORTE REY EN PAÍSES COMO GRAN BRETAÑA, E INCLUSO SUPERAN A ÉSTE AMPLIAMENTE EN DINAMARCA EN NÚMERO DE PRACTICANTES. (JIMÉNEZ 2000-03)

En nuestro país ha empezado a ser conocido en las últimas dos decenas de años, pero su fácil aplicación en el entorno educativo y recreativo, le han hecho ganar rápidamente practicantes, de igual forma las categorías a nivel competitivo que nos ocupan en este trabajo se han desarrollado ampliamente también, sobre todo en los últimos ocho años, donde ha habido un crecimiento exponencial del bádminton competitivo en las categorías Junior (Información procedente de [www.badminton.es](http://www.badminton.es)).

### Algunas curiosidades

- ▶ El bádminton es el deporte de raqueta más rápido del mundo ya que el volante puede superar la increíble velocidad de los 400Km/h.
- ▶ La elevada velocidad que adquiere el volante exige que el jugador experimentado tenga grandes reflejos. Pero esto no es todo, un jugador debe tener, además, una gran condición física pues, durante un partido de alto nivel, recorre una distancia media de 1,5Km, desarrollando jugadas de grandes cambios de ritmo, dirección, arrancadas, frenadas y saltos, que pueden llegar a superar el minuto de duración.
- ▶ Un volante pesa entre 4,74 y 5,50 g. y está compuesto por 16 plumas de ganso.
- ▶ La velocidad del volante varía en las diferentes regiones de la geografía; a la velocidad del vuelo le afectan la altura, temperatura y la humedad del territorio. (Información procedente de [www.badminton-information.com](http://www.badminton-information.com))
- ▶ El bádminton se convirtió en Deporte Olímpico en Barcelona 92. Mas de 1.1 billones de personas presenciaron por T.V. su debut Olímpico.
- ▶ Una raqueta de bádminton no suele sobrepasar los 100 gramos de peso, y están hechas de aleaciones ligeras de grafito, aluminio o carbono.
- ▶ En la mayoría de países asiáticos el bádminton es el deporte número 1; en especial en países como Indonesia, Malasia y China. (Información procedente de [www.badminton-information.com](http://www.badminton-information.com))



En un plano más concreto sobre el desarrollo del estudio realizado y un enfoque más específico, éste queda encuadrado sobre la descripción de las demandas metabólicas y cardiovasculares y respiratorias de ciertos tipos de actividades deportivas nos proporciona una base sólida sobre la que podemos hacer un análisis completo de las demandas de la actividad, así como adecuar los sistemas de entrenamiento a las características de la misma (Smekal et al., 2001).

Como sistemas de monitorización de la actividad deportiva más utilizados nos encontramos con la frecuencia cardíaca (FC), la concentración de lactato sanguíneo y los consumos de oxígeno (VO<sub>2</sub>). Estos sistemas nos permitirán evaluar y cuantificar directamente la intensidad de juego, así como tener información muy válida sobre el propio Deporte en las circunstancias evaluadas.



Esta información es de suma importancia para técnicos y deportistas, de cara a la planificación y ajuste del entrenamiento. Aunque existen algunos estudios previos que han descrito el perfil metabólico y de actividad de jugadores de bádminton de alta competición (Fraude et al., 2007; Cabello-Manrique et al., 2003), no existe información acerca de las características fisiológicas y de juego de jugadores en etapas de especialización, ni en edades de tecnificación apropiadas en el Deporte del Bádminton. (Majumdar et al, 1997; Faude et al, 2007; Girard, O & Millet, P, 2008; Wonisch, Hofmann, Schwabberger, Diuvillard y Kein, 2003).

Por tanto, es fácil precisar que es de gran necesidad para los técnicos en Categorías Junior y edades de tecnificación disponer de más información y estudios donde se detalle de forma más precisa este tipo de marcadores de intensidad.

## Objetivos del estudio



Debido a lo argumentado previamente y dado que no hay información en estas Edades, incluso poco detallada en general sobre Bádminton en este ámbito específico, los objetivos del estudio se plantearon describir el patrón de actividad y demanda física del deporte del Bádminton y diferenciar en ello, entre jugadores de sexo masculino y femenino de bádminton de alta competición con edades comprendidas entre los 15 y 18 años. Focalizando la atención en estas, las edades principales de los deportistas del Centro de Tecnificación de Badminton del Principado de Asturias.

## Material y métodos



### Sujetos



La base científica y recogida de datos para este trabajo se extrae de la toma de Datos e información analizada técnicamente durante la celebración de la concentración de entrenamiento previo al Campeonato Internacional de España Junior de Bádminton en categoría Sub 19 en Alicante en 2008. Con Deportistas del citado Centro de Tecnificación de Badminton, así como de las Selecciones Nacionales de las categorías.

Dicha recogida de datos y análisis técnico de los mismos, que además del que suscribe como autor de este texto, ha sido desarrollada también por: Jaime Fernández-Fernández, de la Facultad Ciend Ruhr- Universita, de Bochum, Alemania, José González la Aleja Téllez del Grupo de Investigación, Madrid, España y Manuel Moya Ramón de la Policlínica MAPFRE de Madrid. Dieciséis sujetos bien entrenados de bádminton de alta competición participaron en el estudio. (8 Chicos de Edad, 16.0 ± 1.4 años; Altura, 177.0 ± 4.3 cm;



Peso, 68.5 ± 5.6 kg y 8 Chicas: De edad, 16 ± 2.3 años; Altura, 165 ± 6.7 cm; Peso, 58 ± 4.3 kg; ). Ningún jugador presentaba enfermedad alguna, realizándose un examen médico preliminar. A los sujetos se les informó acerca del protocolo de los diferentes test y aceptaran voluntariamente participar en este estudio.

El perfil de actividad de bádminton individual se determinó mediante la filmación de cada partido con dos cámaras de vídeo (Sony DCR-HC17E, Japón) a 2 m desde el lado de la cancha, a nivel de la línea de servicio y unos 6 m por encima del corte.

Cada jugador fue seguido de forma individual durante toda la duración del partido. Las mediciones fisiológicas (frecuencia cardíaca (FC), muestras de sangre y el índice de esfuerzo percibido (RPE)) fueron tomadas después del punto 11, 15 y 21 del primer juego y en tercer lugar, y después de la quinta, 11, 17 y 21 del segundo juego. Así mismo se tomaron muestras de gases con analizador de Gases portátil (K4 b<sup>2</sup>, Cosmed, Italia) en solo 7 jugadores.

FIGURA 1: Ejemplo de Los tiempos de toma de F. cardíaca, Concentración de Lactato y RPE durante un partido a tres sets.

PUNTOS	1 <sup>er</sup> SET			2 <sup>o</sup> SET			3 <sup>er</sup> SET			
	P11	P15	P21	P5	P11	P17	P21	P11	P17	P21
CALENTAMIENTO										
Extracción sangre	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
RPE	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Frec. cardíaca	→									

En total, nueve partidos de bádminton se jugaron de acuerdo a las normas vigentes de la Federación Mundial de Bádminton (<http://www.internationalbadminton.org/statues.asp>).



## Análisis de los partidos



Las grabaciones de vídeo se reproducen en un monitor para el registro automatizado de los patrones de actividad de los jugadores. Los partidos analizados fueron vistos posteriormente y se realizaron manualmente las anotaciones correspondientes por el propio autor de este artículo, especialmente las anotaciones subjetivas, como Acciones de máxima intensidad, etc...

Según se detalla: **(1)** Duración del rally (RD), **(2)** tiempo de descanso (RT), **(3)** Golpeos por rally (SR), y **(4)** el tiempo efectivo de juego (EPT; tiempo rally ( dividido por el tiempo rally + resto expresado en porcentaje).

## Las mediciones fisiológicas y los resultados



Las mediciones fisiológicas se recogieron siguiendo los métodos antes mencionados (Figura 2). A través de los técnicos se controlan y registran a intervalos de 5s durante los partidos con un monitor en el pecho y el receptor de pulsera (Polar S610, Kempele, Finlandia), que fueron colocados en todos los jugadores antes del calentamiento. Las concentraciones de lactato en sangre se determinaron a partir de 20 muestras de sangre capilar izada tomada de la oreja y se recoge en tubos capilares heparinizados para su posterior análisis de la de lactato utilizando un analizador de lactato portátil Accusport (Boehringer Mannheim, Alemania). El Accusport portátil de lactato en sangre Analyser ha reportado para ser exactos hasta al menos 18,7 mmol.L-1 y fiable, tanto en alta mmol.L. 14,4-1) y baja (1,7 mmol.L-1) las concentraciones de [et cayó al., 1998].

Las informaciones sobre la Escala de percepción Subjetiva del esfuerzo (en adelante RPE) se obtuvieron usando el 20-categoría de la escala Borg RPE [Borg, 1998]. La escala se explicó a cada jugador antes del ejercicio.



FIGURA 2: Detalle de diferentes momentos de partido.



TABLA 1: Características de los tiempos de los partidos.

EPT = Tiempo Efectivo de Juego; RD = Duración del punto; RT = Descanso entre puntos; SR = Golpes por punto.

VARIABLE	JUGADORES(TODOS)	CHICOS	CHICAS
TIEMPO TOTAL PARTIDO(s)	1240 ± 389.4	1411 ± 422.2	1026.4 ± 108
EPT (%)	37.8 ± 4	36.6 ± 4.3	39.2 ± 3.5
RD (s)	6.2 ± 4	6.8 ± 4.8	5.7 ± 3.1
RT (s)	9.6 ± 8.1	10.5 ± 8.8	8.8 ± 7.2
SR (N)	5.7 ± 4.2	6.4 ± 4.8	4.7 ± 2.8

A continuación se citan los datos en distintos gráficos que detallan los aspectos significativos más importantes.

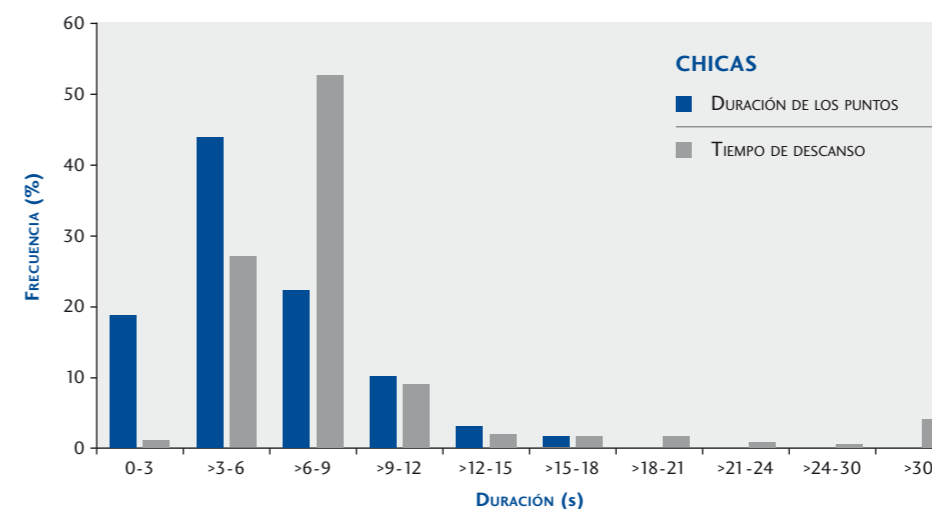


GRÁFICO 1: Relación entre la duración de los puntos y el tiempo de descanso. Chicas.

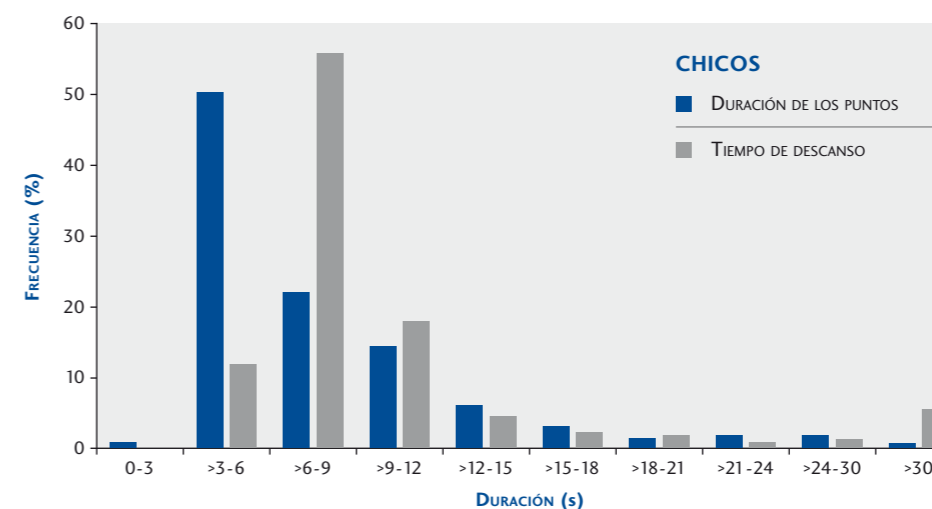
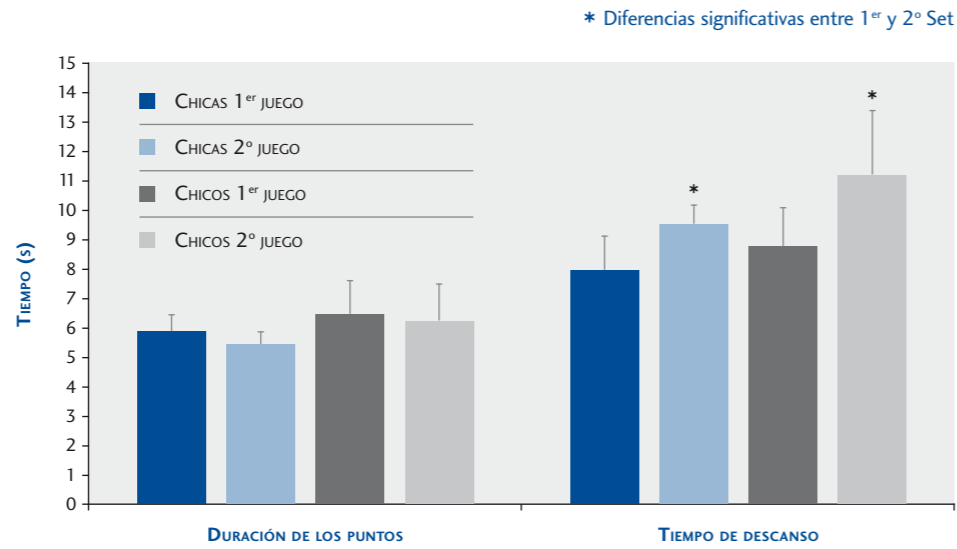


GRÁFICO 2: Relación entre la duración de los puntos y el tiempo de descanso. Chicos.



**GRÁFICO 3:** Relación entre la duración de los puntos y el tiempo de descanso. Chicos y Chicas y su relación con el primer y segundo Juego.

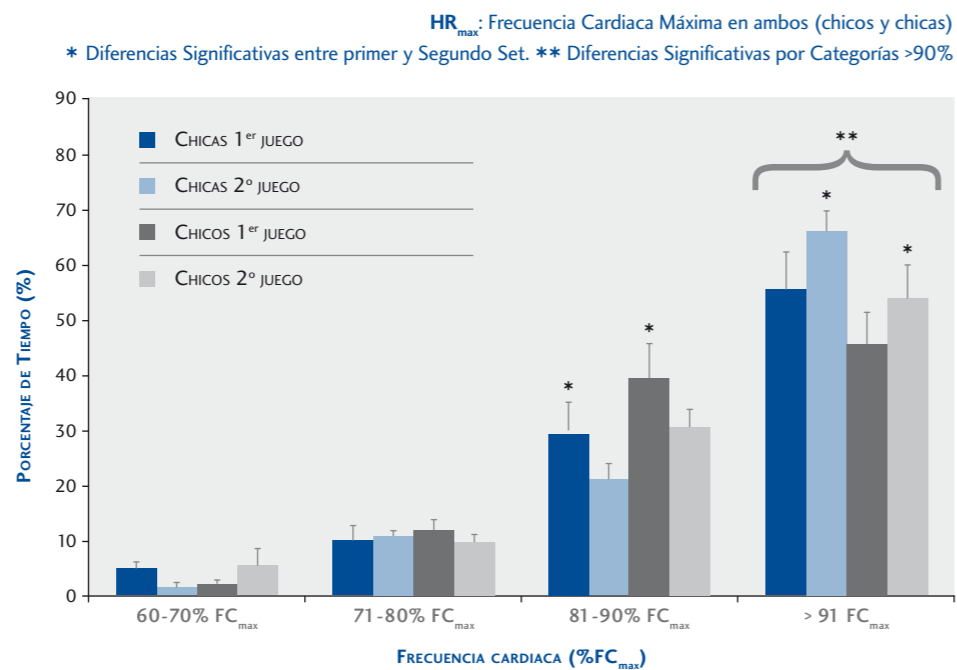


**FC** = Frecuencia Cardíaca; **%FC** = Porcentaje del Max FC obtenido sobre el test de referencia; **AL** = Concentraciones de Acido Láctico en Sangre; **RPE** = Tasa de Percepción del Esfuerzo.

**TABLA 2:** Promedio de las mediciones fisiológicas de las variables analizadas durante los partidos.

VARIABLE	JUGADORES(TODOS)	CHICOS	CHICAS
FC (bpm <sup>-1</sup> )	172 ± 8.1	170.2 ± 9.1	173.8 ± 7
%HR <sub>max</sub>	87.4 ± 4.4	85.9 ± 4.3	89.2 ± 4
AL (mmol·L <sup>-1</sup> )	3 ± 1.3	3.3 ± 2.9	2.6 ± 1.6
RPE	14.8 ± 0.6	15.1 ± 2.3	14.4 ± 2.2

**GRÁFICO 4:** Relación entre la frecuencia cardíaca máxima y el tiempo de partido (1er y 2o Juego)



## Conclusiones

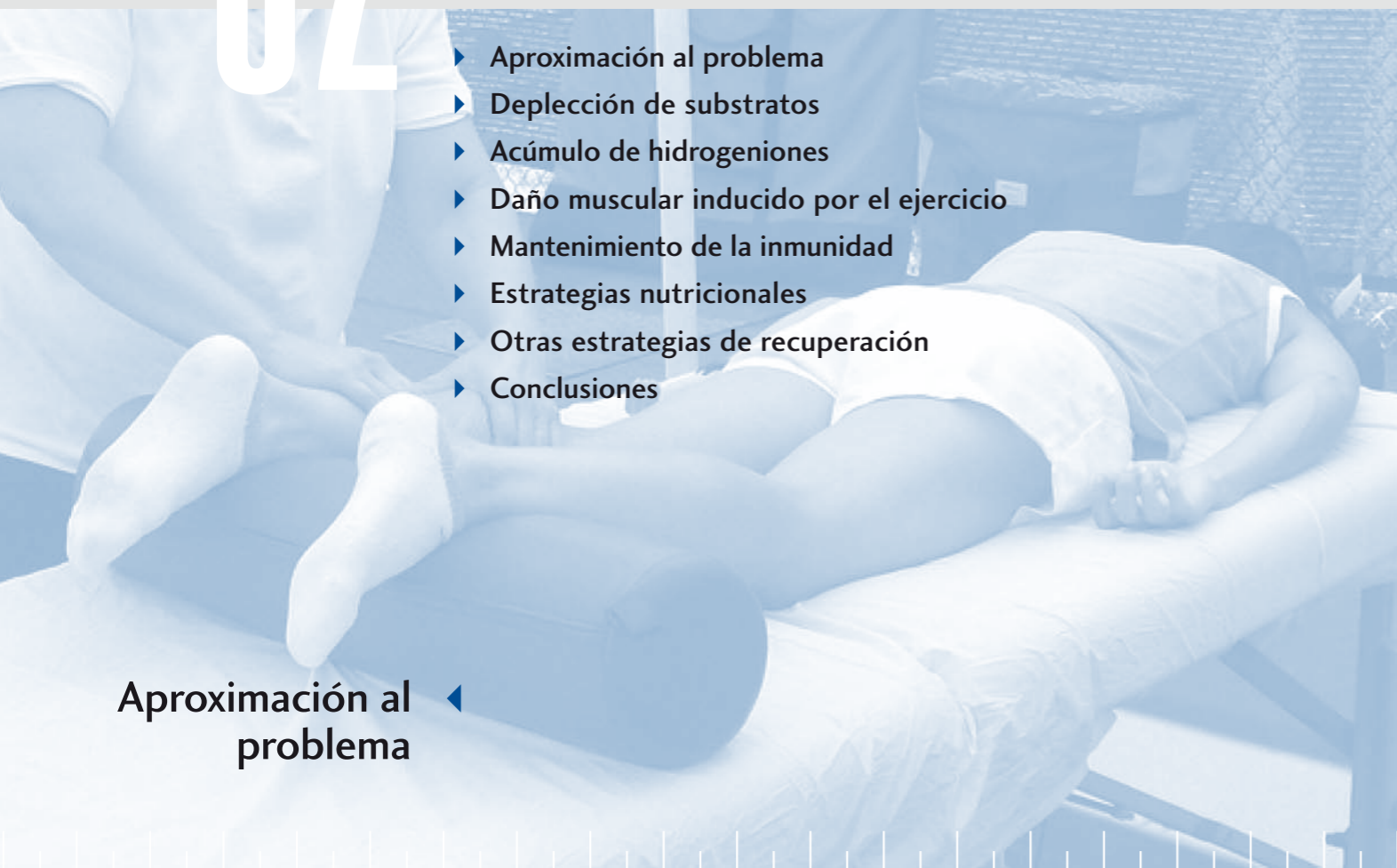
- ▶ En base a las medidas obtenidas de tipo fisiológico, no se observaron diferencias significativas entre jugadores de ambos sexos en la FC media ( $p = 0,945$ ); % FCmax ( $p = 0,08$ ), (excepto en las intensidades de entre el 80-90% y > 90%, donde fueron significativamente más altas durante el segundo set, y sin diferencias entre sexos), lactato en sangre, y los valores de RPE, durante el tiempo de partido. **(Gráfico 4)**
- ▶ Todos los jugadores (es decir, hombres y mujeres) pasó entre el 29,3% y 56,6% del tiempo total a intensidades entre el 80-90% y por encima del 90% de la FCmax, respectivamente, que fueron significativamente mayores que en cualquier otra franja de intensidad citada en los intervalos propuestos.
- ▶ No se encontraron diferencias significativas entre las duraciones de los puntos, golpes por punto y tiempo efectivo de juego, entre los jugadores masculinos y femeninos. **(Gráficos 1,2 y 3)**
- ▶ En cuanto a las diferencias entre los sets, se encontró significativamente más altas concentraciones de lactato en sangre y el RPE durante el segundo juego, tanto en los jugadores masculinos y femeninos, mientras que la FC (promedio) no fue significativamente diferente entre los juegos ( $p = 0,245$ ).
- ▶ La Media de los consumos de oxígeno fue 45,5 VO<sub>2</sub>/Kg, que representa el 75,8 % del VO<sub>2</sub>max.
- ▶ Por otra parte, las duraciones de los tiempos de descanso fueron significativamente diferentes entre los juegos, se cuantificaron diferencias significativas en la duración de los tiempos de descanso, aumentando en los segundos sets, tanto en chicos como en chicas. Siendo durante el segundo set para hombres (por ejemplo, 8,7s y 11,2s para el primer y el segundo juego, respectivamente) y en mujeres (7,9s frente a 9,5s) notablemente mayores.
- ▶ No se encontraron diferencias entre sexos en los patrones de actividad y la carga fisiológica de la percepción subjetiva de la fatiga asociados con la élite Europea de jugadores de bádminton junior (sub 19) masculinos y femeninos durante el juego.
- ▶ Por otra parte, la cantidad y la duración de los periodos de "alta intensidad" (es decir, > 90% FCmax) parecen sugerir que el juego actual en un nivel Junior es más exigente que el sugerido en la literatura temprana.



## BASES COMUNES PARA LA RECUPERACIÓN DEL JUGADOR EN DEPORTES DE EQUIPO

- ▶ Aproximación al problema
- ▶ Depleción de sustratos
- ▶ Acúmulo de hidrogeniones
- ▶ Daño muscular inducido por el ejercicio
- ▶ Mantenimiento de la inmunidad
- ▶ Estrategias nutricionales
- ▶ Otras estrategias de recuperación
- ▶ Conclusiones

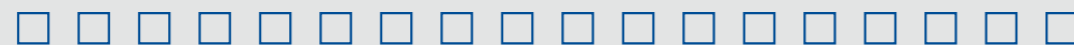
### Aproximación al problema



Nicolás Terrados Cepeda <sup>(1)</sup>  
Julio Calleja-González <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> UNIDAD REGIONAL DE MEDICINA DEPORTIVA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS, FUNDACIÓN DEPORTIVA MUNICIPAL DE ÁVILÉS.

<sup>(2)</sup> LABORATORIO DE ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO. DEP. EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE. UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO. ÁLAVA.



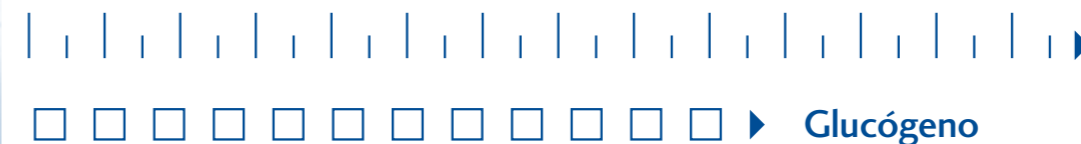
UNO DE LOS FACTORES MÁS IMPORTANTES EN RENDIMIENTO (RE) ES LA RECUPERACIÓN (R) DE LA FATIGA (F) FINALIZADO EL EJERCICIO, ESPECIALMENTE EN MODALIDADES DONDE SE COMPITE EL MISMO DÍA O DÍAS SUCESIVOS, CON POCO TIEMPO DE R. EN ESTOS CASOS, LOS QUE RECUPEREN MÁS RÁPIDO SU F, TENDRÍAN VENTAJA PARA SU RE.

A pesar de que los deportistas utilizan una gran parte del tiempo en la R, en proporción al invertido en entrenamiento (Bishop y col. 2008), se ha investigado muy poco en este campo. Pero, en los últimos años y con los actuales modelos de competición deportiva, se ha considerado de gran importancia los aspectos relacionados con la R de la F (Terrados y Calleja-González, 2009). Por tanto, esta breve revisión tiene como objeto facilitar información útil para su aplicación práctica basada en el conocimiento científico y aplicado de forma específica en deporte de conjunto.



Analizando los mecanismos que pueden inducir la F del jugador de deportes de conjunto y en base al análisis del impacto de carga interna y externa que la competición y el entrenamiento genera en el deportista. En consecuencia, los principales mecanismos de F comunes a los deportes de conjunto serían:

- ▶ La depleción de sustratos energéticos (glucógeno, ATP y fosfocreatina).
- ▶ El acúmulo de hidrogeniones (por la producción de lactato).
- ▶ El daño muscular y tendinoso.
- ▶ La inmunodepresión transitoria.



### Depleción de sustratos

En los últimos años, se ha demostrado científicamente, que en deportistas que utilizan sus depósitos de glucógeno en la competición, el consumo de carbohidratos (CHO), asociados a una pequeña cantidad de Proteínas y particularmente de leucina (Koopman y col. 2005), en la primera fase de la R e inmediatamente después de la competición, se mejoran de forma significativa los niveles de resíntesis de glucógeno muscular (GM). En este sentido, existe evidencia de que la ingesta debe ser de 1.2 g de CHO por Kg. de peso corporal. Algunos estudios recientemente publicados, han reorientado las consideraciones sobre el beneficio que los deportistas siempre obtenían en la síntesis de GM inmediatamente finalizado el entrenamiento o la competición. El concepto de "train low, compete high", es decir entrenar con niveles bajos de glucógeno muscular y competir con niveles altos, ha sido analizado desde diferentes perspectivas utilizando múltiples marcadores (restauración del glucógeno, enzimas de carácter oxidativo, etc.) y se han observado mejoras sustanciales en las adaptaciones al entrenamiento cuando el GM tiene niveles bajos durante los entrenamientos. De entre todos estos objetivos de la activación transcritora, son el GLUT4 y el PGC-1 algunos de los marcadores más importantes (Bassel-Duby y col. 2006).



Parecen claras algunas ventajas del concepto "train low, compete high", y además son aplicables a la R, como el propio concepto implica en la competición, debiendo tener altos los niveles de glucógeno. El modo de ingerir los CHO se puede realizar, en forma de gel, líquido ó sólido, y así poder garantizar una adecuada reposición de GM. La ventaja de añadir proteína y leucina a los CHO, es que se incrementa la síntesis proteica, y probablemente hay una reducción del daño muscular originado por el ejercicio intenso (Koopman y col. 2005).





## ATP y Fosfocreatina



Para ayudar a la R de la F, originada por vaciamentos de ATP y/o de Fosfocreatina (PCr), la ingesta de Creatina (Cr), comercializada en forma de monohidrato de Cr es uno de los suplementos más utilizados actualmente. La Cr se ha convertido en los últimos años en la sustancia nutricional más popular de las que podrían, potencialmente mejorar el rendimiento deportivo. La Cr está presente en el músculo humano, aunque también se sintetiza de forma natural en el hígado, el páncreas y en los riñones a partir de aminoácidos como la arginina, la glicina y la metionina a razón de un gramo de Cr por día. Además hay cantidades altas en algunos alimentos, sobre todo en las carnes rojas. Ya en un trabajo publicado en 1992, se demostró que la capacidad de los depósitos musculares de PCr se incrementaba al menos un 20%, en sujetos que ingirieron Cr durante varios días (**Harris, 1992**). La ingesta de Cr durante 4-6 días incrementa la Cr en el músculo esquelético y el contenido de PCr, mejorando el rendimiento específico, comparado con la ingestión de un placebo (**Ostojic, 2004**), acelerando la R durante repeticiones de ejercicio intenso, y facilitando las resíntesis de PCr (**Dorado-García y col. 1997**). Además, ingerida en las dosis recomendadas, no alteran los patrones ni los marcadores de la salud (**Schoeder y col. 2005**). Los datos científicos sugieren que la suplementación con Cr puede mejorar la R de la F, en los ejercicios intensos de corta duración, especialmente en deportes de repeticiones o sprints múltiples.

## Acúmulo de hidrogeniones



Ya se han mencionado en los últimos estudios, los niveles de producción de lactato en los deportes de equipo, como es caso del baloncesto en sujetos altamente entrenados (**Terrados y Tramullas, comunicación personal, 2003**), donde se observan concentraciones de lactato mucho más altas de lo esperado. Este acúmulo de lactato es una de las causas del aumento de hidrogeniones y los cambios en el pH que pueden inducir F (**para revisión ver Robergs y col. 2004**).

A nivel muscular, el tamponamiento del exceso de hidrogeniones se realiza sobre todo por proteínas intramusculares, como son los dipéptidos; Carnosina y Anserina, cuyo precursor es la beta-alanina. Además se realiza con bicarbonato y fosfatos.

Hay que destacar que empiezan a aparecer estudios en los que se aprecia un aumento en la capacidad tampón muscular tras la ingesta de beta-alanina (**Hill y col. 2007**). La ingesta de suplementos que aumenten la capacidad tampón muscular, podría ayudar a la recuperación de los ejercicios en los que aumente mucho la producción de hidrogeniones y se altere el pH muscular. Teniendo que valorarse su posible aplicación en deportes de equipo,



ya que hasta al fecha muy pocos estudios han evaluado el efecto de este aminoácido, en donde los únicos efectos descritos concluyen que volúmenes altos de entrenamiento y percibiendo menor grado de F, indicando que la eficacia de la suplementación de beta-alanina en atletas altamente entrenados pueda ser de interés (**Hoffman y col. 2008**).



## Daño muscular inducido por el ejercicio

Cada vez, se da más importancia al daño muscular inducido por ejercicio intenso y a la posterior resíntesis de las estructuras dañadas. Siendo estos procesos de reparación del tejido muscular y conectivo, un tema actualmente muy estudiado, principalmente centrándose en el colágeno y en las proteínas musculares. Se han analizado muchas estrategias post-competición, para reducir el daño muscular, pero el problema de estos estudios radica en los sujetos y/o su número que se han utilizado, ya que en la mayoría se trata de deportistas no entrenados que no están acostumbrados a realizar actividad en régimen excéntrico, lo que no nos permite extrapolar la información a deportistas de élite (**Barnett, 2006**). Los diferentes medios y métodos descritos en la bibliografía científica engloban: Estrategias nutricionales, Masaje, Recuperación activa, Crioterapia, Baños de contraste, Terapia hiperbárica, Anti-inflamatorios no esteroideos, Manguitos de compresión, Stretching, y Electroestimulación. En el futuro la comprensión de los mecanismos del daño muscular provocados por el ejercicio intenso, con las reacciones inflamatorias que los acompañan, y las estrategias para aumentar la síntesis y reparación de esas proteínas, serán de mucha importancia.



## Mantenimiento de la inmunidad

Como consecuencia de la práctica de ejercicio intenso, se produce una inmunodepresión transitoria en diferentes aspectos. Por ejemplo; en la acción de los neutrófilos en la respiración; en la proliferación de los linfocitos; en la acción de los monocitos TLR; y en una mayor histocompatibilidad de las P de clase II. Esta "disminución" de la inmunidad es especialmente clara durante las 3–24 h, posteriores a un ejercicio o competición muy intenso, dependiendo de la intensidad y duración del mismo.

La depresión de la inmunidad post-competición se observa de forma significativa en ejercicios continuos de larga duración (>1.5 h), a intensidad alta (>55–75% del  $VO_{2\text{máx}}$ ), cuando no se ha producido ingesta de alimentos en ciclos de entrenamiento intenso o competición. A pesar de que los deportistas de alto nivel no son clínicamente inmuno deficientes, puede ser posible que la combinación de ciertos efectos y pequeños cambios en la inmunidad pudiera comprometer la capacidad de resistir ante enfermedades comunes relacionadas con el tracto respiratorio superior. En los estudios del grupo que dirige la **Dra. Pedersen** en Copenhagen, se sugiere que la liberación de la interleukina 6 (IL-6) pueda ser atenuada por la suplementación con antioxidantes y/o CHO. Altos niveles de IL-6 circulante estimula la liberación de cortisol. En una investigación dirigida por ella, se evidencia que el mecanismo de acción de los antioxidantes reduce de forma significativa la liberación de IL-6 desde las fibras musculares, en un ejercicio de piernas (**Fischer y col. 2004**). La IL-6 y el cortisol podrían atenuar la inmunidad y este puede ser el mecanismo que podría explicar la baja incidencia de enfermedades del tracto respiratorio en ultramaratonianos suplementados con vitamina C (sola o en combinación con otros antioxidantes) comparado con un placebo.

El consumo de CHO durante el ejercicio también incrementa en plasma las IL-6, catecolaminas, la ACTH y el cortisol. Además de disminuir el paso de la mayor parte de los leucocitos y linfocitos, incluyendo el ratio neutrófilos-linfocitos, para prevenir el fallo en la función neutrófila inducida por ejercicio, reduciendo la disminución de la proliferación de T-linfocitos después de ejercicio prolongado (**Bishop y col. 2005**). El grupo anteriormente citado, ha argumentado que la reducción en la respuesta de la IL-6 al ejercicio pudiera ser una vía en dos direcciones, por un lado el papel de la IL-6 en diversos efectos metabólicos y por otro en mecanismos existentes con relación a la IF y sus posibles adaptaciones en el entrenamiento. Igualmente el papel de la IL-6 como respuesta al ejercicio también inhibe la lipólisis, además de reducir el efecto antiinflamatorio del propio ejercicio, y atenuando la expresión de un elevado número

de genes en el músculo ejercitado (**Pedersen y col. 2007**). Expresado en otros términos, podríamos afirmar que los antioxidantes y la ingestión de CHO durante el ejercicio, podrían limitar la adaptación al entrenamiento. En cualquier caso, pudiera entenderse justificando que la ingesta de CHO durante el entrenamiento ayuda al deportista a entrenar con mayor intensidad y duración. Pero todavía, no disponemos de evidencia científica de que las adaptaciones proteicas sean estimuladas por la ingesta de CHO durante el entrenamiento. En este sentido, consideramos de interés que se analice la ingesta de nutrientes que afecta a la transcripción y regulación de genes en el músculo esquelético humano y las consecuencias de este fenómeno en la adaptación o los posibles beneficios en la salud a largo plazo.

Deficiencias de proteínas y micronutrientes específicos en las dietas de los deportistas han sido asociados con la inmunidad. Una adecuada ingesta de hierro, zinc y vitaminas A, E, B6 y B12, es particularmente importante para lograr un correcto mantenimiento de la inmunidad. Sin embargo, un exceso de algunos de esos micronutrientes puede presentar efectos en la salud de los sujetos. Igualmente la depresión de la inmunidad ha sido asociada con una excesiva ingesta de grasas.

En este sentido, han sido determinantes los resultados de los denominados suplementos "immune-boosting", incluyendo altas dosis de antioxidantes, vitaminas, glutamina, zinc, probióticos y equinacea, para prevenir bajadas de la inmunidad inducidas por el ejercicio (**Gleeson, 2008**). Aún así y todo, se necesita más conocimiento para abordar el efecto de los antioxidantes y los inmunoestimulantes en el ejercicio físico (**Davison y col. 2007**).



## Estrategias nutricionales

La ingesta de nutrientes antes, durante, y después de la competición o el entrenamiento, influirán de manera determinante en las adaptaciones que ocurren en respuesta al estímulo del ejercicio. La influencia de las proteínas en dichas adaptaciones ha sido muy estudiada en los últimos años. Los trabajos que abordan el tema de la nutrición y sus correspondientes efectos en el organismo dependiendo del tipo de entrenamiento, son numerosos. Encontrándose diferencias, dependiendo de; el tipo de proteína; la temporización de la ingestión; y de su combinación con otros nutrientes. En un estudio publicado este mismo año, se certifica que dichos procesos pueden ser críticos para una respuesta adaptativa óptima al entrenamiento y a la recuperación de la F después de ejercicio intenso (**DeBock y col. 2008**).

Los deportistas de resistencia han centrado su atención en la ingesta de CHO, pero recientemente se da mucha importancia al papel de las proteínas después de este tipo de ejercicio.





Se podría concluir que las estrategias nutricionales que incluyen aumentos de insulina y aporte de proteínas, son muy importantes en la prevención del daño muscular producido por el ejercicio intenso y en la resíntesis de estructuras para la reparación de este daño. El proceso de R implica la síntesis de proteínas. Con el objeto de maximizar esta R, es muy importante mantener niveles adecuados de aminoácidos a nivel muscular y sanguíneo, para que sirvan de base a la síntesis de nuevas proteínas para reparar el daño muscular.



Además de la cantidad de proteínas ingeridas, también es determinante la temporización (*timing*) de esa ingesta (**Kerksick y col. 2008**). De hecho, la ingesta inmediata después del ejercicio contribuirá a un incremento de la masa muscular, en comparación si la ingesta se realiza varias horas posteriores al mismo. También influye el asociar esa ingesta de proteínas con CHO, ya que acelerar la síntesis de proteínas musculares por la acción anabólica de la insulina. La utilización de aminoácidos y determinados péptidos es más beneficiosa, ya que no necesitan ser digeridos, lo que les permite una rápida absorción, para actuar en la síntesis de nuevas proteínas musculares.

Dentro de los aminoácidos, se ha dado especial importancia a alguno de ellos. La glutamina ha sido muy estudiada en respuesta al crecimiento muscular provocado por la inhibición de la degradación de proteínas, dado que es uno de los aa libres más abundantes en el músculo. Su ingesta produce un incremento del volumen del miocito, lo que conduce a la estimulación del crecimiento del músculo. La glutamina también se encuentra en altas concentraciones en otros tejidos orgánicos, jugando un papel importante en el control homeostático. Por tanto, durante el catabolismo y como consecuencia del ejercicio, la glutamina es liberada al plasma para mantener su concentración en otros

tejidos orgánicos, siendo un importante precursor para la síntesis de arginina en humanos (**Lighthart-Melis y col. 2008**). También está relacionado con el daño muscular el  $\beta$ -hydroxy- $\beta$ -methylbutyrato ( $\beta$ HMB). En una reciente revisión sistemática, se concluyó que el uso de Cr y  $\beta$ HMB, aumentó la masa corporal y la fuerza (**Wilson y col. 2008**) y disminuyó la degradación proteica y el daño muscular post-ejercicio. Ya que el  $\beta$ HMB, es un metabolito de los aminoácidos de cadena ramificada, que incrementa el volumen muscular por inhibición de la degradación de proteínas, influenciando en el metabolismo de los dichos aminoácidos (**Wilson y col. 2008**). La suplementación entre 1.5 y 3 g de  $\beta$ HMB al día puede prevenir parcialmente la proteólisis inducida por ejercicio intenso y el daño muscular, además de provocar notables ganancias en la función muscular asociada al entrenamiento (**Nissen y col. 1996**).

El ácido Eicosapentaenoico (EPA) es un ácido graso omega-3. En la literatura fisiológica es conocido como 20:5(n-3) y frecuentemente denominado ácido timnodónico, con efecto en el catabolismo proteico. El catabolismo proteico es una respuesta común después de ejercicio o competición intensos y la pérdida de masa muscular es un hallazgo frecuente después de las competiciones de varios días de duración. Los mediadores responsables de dichos cambios son las citocinas proinflamatorias, el sistema neuroendocrino y algunos factores específicos tumorales como el que induce la proteólisis (PIF).

Las citoquinas se incrementan claramente después de ejercicio intenso (**Suzuki y col. 2002**). El ácido Eicosapentaenoico, tiene efecto anti-cauquético, disminuyendo esa pérdida de masa muscular. Este efecto beneficioso parece que se produce por la acción del EPA en los PIF, aunque también se cree que tiene acción reduciendo las citoquinas y regulando la recuperación del tejido perdido después de ejercicio intenso (**Fearon y col. 2003**). Independientemente del mecanismo, parece que la ingesta de ácido Eicosapentaenoico, tendría un efecto beneficioso en los procesos de R del tejido muscular degradado, siempre que estén relacionados con aumentos de citoquinas.





## Hidroterapia



Uno de los sistemas de R post-competición más utilizados mundialmente es la inmersión en agua helada, basada únicamente en la experiencia y todavía con limitaciones para investigar su efecto en la mejora del rendimiento y la R de la F (Vaile y col. 2008).

La estrategia de inmersión en agua helada podría tener efectos positivos fisiológicos en nuestro organismo acelerando la R postcompetición. Los cambios fisiológicos que produce están relacionados con la movilidad de fluidos intracelular-intravascular, la reducción de edema muscular y con el incremento del flujo sanguíneo (Wilcock y col. 2006). Igualmente pudiera tener un efecto psicológico beneficioso en los deportistas reduciendo la sensación de F. La temperatura del agua altera la repuesta fisiológica a la inmersión y con frío se podría mejorar el proceso de R (Wilcock y col. 2006).

En un artículo reciente se observó que la inmersión en agua helada después de un ejercicio simulado en deportes de equipo, presenta más beneficios en la R que la inmersión en agua caliente (Ingram y col. 2008). A pesar de ello, es necesario analizar las respuestas a los baños de contraste y a la inmersión en agua helada de forma más específica.



- ▶ Para una correcta recuperación de la fatiga en los deportes de conjunto, es absolutamente necesario el conocer el tipo de fatiga y, si es posible, el mecanismo que la ha producido. En otras palabras; hay que conocer la fatiga de la que hay que recuperarse. Las novedades más relevantes en la recuperación post-competición en deportes de equipo, son; la importancia que tiene el daño muscular debido al ejercicio intenso y los procesos de resíntesis proteica, que se producen en el periodo posterior al esfuerzo, para formar y reparar estructuras; la temporización de las estrategias de recuperación; la respuesta individualizada a esas estrategias; la activación de diferentes genes dependiendo de tipo de nutrición y entrenamiento; y la necesidad de mantener los niveles de inmunidad.
- ▶ El tipo de ingesta nutricional y el momento de la ingestión, influirán en las adaptaciones que se producen en respuesta al ejercicio. Tradicionalmente en este tipo de deportes, las estrategias se han centrado en ingerir carbohidratos para recuperar de la fatiga, pero actualmente ya sabemos que se necesita también asociar proteínas a esos carbohidratos.
- ▶ Algunos suplementos nutricionales como el monohidrato de creatina, la alanina, el ácido eicoesapentánico, o los prebióticos pueden ser beneficiosos en la recuperación post-competición. Así como el uso de terapias con agua helada.



## REFLEXIONES DESPUÉS DE LOS JUEGOS OLÍMPICOS DE LONDRES 2012

► Las unidades de recuperación



Las unidades de recuperación ◀

Nicolás Terrados Cepeda <sup>(1)</sup>  
 Julio Calleja-González <sup>(2)</sup>  
 Xabier Leibar Mendarte <sup>(3)</sup>

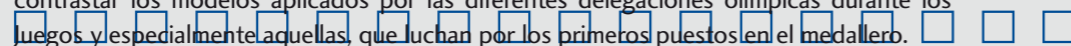


<sup>(1)</sup> UNIDAD REGIONAL DE MEDICINA DEPORTIVA DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS, FUNDACIÓN DEPORTIVA MUNICIPAL DE AVILÉS, Y DPTO. DE BIOLOGÍA FUNCIONAL. UNIVERSIDAD DE OVIEDO.

CADA 4 AÑOS, LA CELEBRACIÓN DE LOS JUEGOS OLÍMPICOS, DEJA UN POSO QUE DA LUGAR A UN LEGADO POSTERIOR, EN DONDE LAS NUEVAS IDEAS APLICADAS CON EL FIN DE CONSEGUIR MEDALLAS, PUEDEN SER DE MUY VALIOSA UTILIZACIÓN POSTERIOR EN EL MUNDO DEL DEPORTE.

Al finalizar los Juegos, habitualmente se organizan reuniones técnicas entre entrenadores, preparadores físicos, médicos, fisioterapeutas y científicos, con el único fin de reflexionar sobre las técnicas aplicadas a los deportistas y de los resultados obtenidos.

En una de esas reuniones celebrada en Oxford (*Sport Nutrition Conference, 2012*) al final de la competición olímpica, se trataron las últimas novedades en nutrición aplicada al deporte de alto nivel, y entrenadores e investigadores pretendieron canalizar la información para su posterior aplicación. Como no podría ser de otra forma, el interés radicaba en contrastar los modelos aplicados por las diferentes delegaciones olímpicas durante los Juegos y especialmente aquellas que luchan por los primeros puestos en el medallero.



<sup>(2)</sup> LABORATORIO DE ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO DEPORTIVO. DEP. EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE. UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO. ÁLAVA.

<sup>(3)</sup> CENTRO DE PERFECCIONAMIENTO TÉCNICO DIRECCIÓN DE DEPORTES. GOBIERNO VASCO.



Los responsables de la nutrición de varios países (entre ellos USA, Reino Unido y Australia), expusieron los métodos nutricionales aplicados durante los JJOO, y de todos ellos quizás, habría que destacar la propuesta nutricional y fisiológica del equipo olímpico australiano, liderada por la prestigiosa nutricionista, la Dra. Louise Burke. En dicha propuesta, se incluían las llamadas “*unidades de recuperación*” del equipo austral. Dichas “*unidades de recuperación*” ya venían funcionando en su país, en concreto en el Instituto Australiano del Deporte, como unidades independientes dentro de las actividades de dicho Instituto. Lo novedoso fue el hecho de trasladar a Londres 2012 la ubicación espacial de dichas unidades durante los Juegos. Es decir, dotando de una infraestructura y un espacio físico propio, al concepto de la recuperación de la fatiga del deportista, en donde después de ejercicio intenso, la recuperación es dependiente de complejos procesos fisiológicos y nutricionales (Burke, 2010).

A dichas unidades de recuperación, los deportistas australianos acudían después de su entrenamiento o competición, y en función de la vía energética predominantemente utilizada ó del modelo de ejercicio en la modalidad practicada (fuerza/velocidad/potencia, combate, intermitente o de resistencia), así como del tipo y orientación de entrenamiento realizado, se le aplicaba un protocolo específico de actuación, que incluía estrategias de recuperación fisiológicas, físicas, ergonutricionales y psicológicas, con el fin de acelerar su recuperación individual, dado que uno de los factores más importantes en el rendimiento deportivo, es la recuperación de la Fatiga finalizado el ejercicio, especialmente en modalidades donde se compite el mismo día o en días sucesivos, con poco tiempo de recuperación (Terrados et al. 2009).





Aunque no hubo novedades concluyentes en cuanto al proceso de recuperación deportiva, si que era novedoso el diferenciar un espacio y unas personas específicamente dedicadas a la recuperación de la fatiga del deportista, aplicando conceptos ya conocidos como; la mejora de la calidad del sueño, (aun durmiendo menor número de horas), la ingesta de proteína inmediatamente antes del sueño para estimular la síntesis de proteína muscular y mejorar el balance proteico total durante la recuperación nocturna (Res et al. 2012), la optimización de la ingesta de hidratos de carbono al combinarlos con algunos aminoácidos de forma específica, la utilización de la combinación de sustancias para contrarrestar la acidosis (como la beta-alanina con el bicarbonato), la utilización de la ingesta de nitrato en dosis de choque o con ingesta mas duradera en el tiempo (Jones, 2012), así como el uso de productos naturales que contengan elementos antiinflamatorios, en los periodos en los que hay daño muscular o tendinoso y el uso de los cambios de temperatura en el músculo y/o tendón.

Estas “*unidades de recuperación*” donde se aplican conceptos que antes parecían teóricos, pero que en la actualidad se pueden utilizar en la práctica cotidiana, no sólo se han aplicado recientemente en los Juegos Olímpicos, sino que la Australian Sports Commission (ASC) ha construido en Gavirate-Varese (Italia) el European Training Center (ETC), para los deportistas australianos de alto rendimiento que entrenan y compiten en Europa y en dicho centro funcionan cotidianamente las “*unidades de recuperación*”, aplicando estos conceptos sobre la recuperación de la fatiga del deportista.

*En resumen. En los Juegos Olímpicos de Londres 2012, recientemente celebrados, por primera vez se ha diferenciado espacial y funcionalmente la recuperación de la fatiga del deportista de alto rendimiento. Dando un espacio físico y un personal específico a este aspecto del cuidado del deportista. Sería muy interesante aplicar esta iniciativa del equipo olímpico australiano a nuestros deportistas.*



## BIBLIOGRAFÍA



### Artículo 1

- González-Badillo JJ, Ribas J. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: INDE, 2002.
- Blake R. Distance traversed by basketball players in different types of defense. *The Athletic Journal* 1941;21:38-40.
- Gradowska T. L'activité motrice des joueur de basket-ball de haute compétition pendant un match. *Kultura Fizyczna* 1972;11:502-506.
- Konzag I, Frey O. Radio-telemetrische untersuchungen der herzschatz frequenz von basket-ballspielern vahrend des wettkampfs. *Theorie und praxis des koperkultur* 1973;22(2):13-15.
- Cohen M. Contribution á l'étude physiologique du basket-ball. 1980. Paris.
- Colli R, Faina M. Pallacanestro: ricerca sulla prestazione. *Revista di Cultura Sportiva* 1985;2:22-29.
- Riera J. Análisis cinemático de los desplazamientos en la competición de baloncesto. *Rev. Investigación y documentación sobre ciencias de la E. F. Y el Deporte* 1986;3(18-25).
- Galiano D. Caractéristiques du jouer. *Apunts* 1987;7:93-98.
- Grosgeorge B, Bateau P. La resistencia específica del jugador de baloncesto. *Revista de Entrenamiento Deportivo* 1987;1(6):31-36.
- Cañizares S, Sampedro J. Cuantificación del esfuerzo y de las acciones de juego del base en baloncesto. *Clinic* 1993;22:8-10.
- McInnes SE, Carlson JS, Jones CJ, McKenna MJ. The physiological load imposed on basketball players during competition. *J Sport Sci* 1995;13(387-397).
- Janeira AM, Maia J. Game intensity in basketball. An interactionist view linking time-motion analysis, lactate concentration and heart rate. *Coaching & Sport Science* 1998;3(2):26-30.
- Hernández J. Baloncesto. Iniciación y entrenamiento. Barcelona: Paidotribo, 1988.
- Calleja J, Lekue J, Leibar X, Terrados N. Análisis de la concentración de lactato en competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. *Arch Med Deporte* 2008;XXV(123):435-441.
- Rodríguez-Alonso M, Fernández-García B, Pérez-Landaluce J, Terrados N. Blood lactate and heart rate during national and international women's basketball. *J Sports Med Phys Fit* 2003;43(4):432-436.
- Vaquera A, Refoyo I, Villa JG, Calleja J, Rodríguez-Marroyo JA, García-López J, Sampedro J. Heart rate response to game-play in professional basketball players. *Journal of human sport and exercise* 2008;11(1).
- Narazaki K, Berg K, Stergiou N, Chen B. Physiological demands of competitive basketball. *Scand J Med Sci Sports* 2008.
- Ben Abdelkrim N, Castagna C, El Faza S, El Ati J. The effect of players' standard and tactical strategy on game demands in men's basketball. *J Strength Cond Res* 2010;24(10):2652-2662.
- Matthew D, Delextrat A. Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *J Sports Sci* 2009;27(8):813 - 821.
- Montgomery PG, Pyne DB, Minahan CL. The physical and physiological demands of basketball training and competition. *Int J Sports Physiol Perform* 2010;5(1):75-86.
- FIBA. Reglas oficiales de baloncesto. 2011, FEB.
- Zintl F. Entrenamiento de la resistencia. Fundamentos, método y dirección del entrenamiento. Barcelona: Martínez Roca, 1991.
- Martin Acero R. Metodología del entrenamiento para el desarrollo de la velocidad y la flexibilidad. en *Master en Alto Rendimiento Deportivo*. 1998. COES-UAM, Madrid.
- Verma SK, Mahindroo SR, Kansas DK. Effect of four weeks of hard physical training on certain physiological and morphological parameters of basketball players. *J Sports Med Phys Fit* 1978;18(4):379-384.
- Hoffman JR, Maresh CM. Physiology of basketball, en *Exercise and sport science*, WE GarrentyDT Kirkendall, Editores. 2000. Philadelphia: Lippicott Williams & Wilkins. p. 733-744.
- Delextrat A, Cohen D. Physiological testing of Basketball players: toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *J Strength Cond Res* 2008;22(4):1066-1072.
- Lorenzo A. Preparación física en el baloncesto. en *Curso Superior de entrenador de baloncesto*. 2000. Málaga: FEB.
- Ben Abdelkrim N, Castagna C, Jabri I, Battikh T, El Faza S, El Ati J. Activity profile and physiological requirements of junior elite basketball players in relation to aerobic-anaerobic fitness. *J Strength Cond Res* 2010;24(9):2330-2342.
- Ben Abdelkrim N, El Faza S, El Ati J. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *Brit J Sport Med* 2007;41(2):69-75.
- Dal Monte A, Gallozi C, Lupo S, Marcos E, Menchinelli C. Evaluación funcional del jugador de baloncesto y balonmano. *Apunts medicina de l'esport* 1987;24:243-251.
- Barrios R. Estudio del parámetro tiempo en el baloncesto actual. *Clinic* 2002;56(10-12).
- Papadopoulos P, Schmidt G, Stafilidis S, Baum K. The characteristics of playing and break times of a basketball game. en *7th Annual congress of the ECSS*. 2002. Athens, Greece.
- Apostolidis N, Nassis GP, Bolatoglou T, Geladas ND. Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *J Sports Med Phys Fit* 2003;44(2):157-163.
- Cormery B, Marcil M, Bouvard M. Rule change incidence on physiological characteristics of elite basketball players: a 10-year-period investigation. *Brit J Sport Med* 2008;42(25-30).
- Taylor J. Basketball: applying time-motion data to conditioning. *Natl Str Cond Assoc J* 2003;25(2):57-64.
- Rojas FJ, Cepero AM, Oña L, Gutierrez M. Kinematic adjustments in the basketabll jump shot against an opponent. *Ergonomics* 2000;43:1651-1660.
- Hoffman JR, Tenenbaum G, Maresh CM, Kraemer WJ. Relation between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *J Strength Cond Res* 1996;10(2):67-71.
- San Román J, Calleja-González J, Castellano Paulis J, Casamichana Gómez D. Análisis de la capacidad de salto antes, durante y después de la competición en jugadores internacionales junior de baloncesto. *Rev Int Cienc Deporte* 2008;VI(21):311-321.



39. Mitchell JH, Haskell WL, B. RP. Classification of sports. *J Am Coll Cardiol* 1994;24(4):864-866.

40. Giliam GM. The use of heart rate to monitor the intensity of endurance training. *Sport Med* 1996;2(21):73-79.

41. Astrand PO, Rodahl K. Fisiología del trabajo físico. 3ª ed. Buenos Aires: Medica Panamericana, 1992.

42. Feriche B, Chiroso LJ, Chiroso I. Validez del uso de RPE en el control de la intensidad del entrenamiento del balonmano. *Arch Med Deporte* 2002;XIX(91):337-383.

43. Coelho DB, Rodrigues VM, Condessa LA, Mortimer LACF, Soares DD, Silami-Garcia E. Intensidade de sessões de treinamento e jogos oficiais de futebol. *Rev Bras Educ Fis Esp* 2008;22(3):211-18.

44. Impellizzeri F, Rampinini E, Marcora SA. Physiological assessment of aerobic training in soccer. *J Sport Sci* 2005;23(6):583-592.

45. Refoyo I, Vaquera A, Calleja J, Villa JG, García López J, Rodríguez Marroyo JA, Ávila C, Sampedro J. Heart rate responses to game-play in professional basketball players during pre-season. en 12th Annual congress of the european college of sports science. 2007. Jyväskylä, Finlandia.

46. Ramsey JD, Ayoub MM, Dukey RA, Edgard HS. Heart rate recovery during a college basketball game. *Res Q* 1970;41(528-535).

47. Beam WC, Merrill TL. Analysis of heart rates during female collegiate basketball. *Med Sci Sport Exer* 1994;S66(26).

48. Tessitore A, Tiberi M, Cortis C, Rapisarda E, Meeusen E, Capranica L. Aerobic-anaerobic profiles, heart rate and match analysis in old basketball players. *Gerontology* 2006;52(4):214-222.

49. Jiménez S, Lorenzo A. Análisis comparativo de la frecuencia cardíaca en entrenamientos y partidos en jugadores de baloncesto masculino. *Kronos* 2004;III(6):5-11.

50. Blanco J, De Brito JC. Respuestas fisiológicas durante el juego de baloncesto en pre-adolescentes y adolescentes. *Arch Med Deporte* 2003;XX(96):305-309.

51. McArdle WD, Magel JD, Kyvalos C. Aerobic capacity, heart rate and estimated energy cost during woman's competitive basketball. *Res Q* 1971;42(2):178-186.

52. MacLaren D. Court games: Volleyball and Basketball., en *Physiology of Sport*. London., T Reilly, N Secher, P SnellyC Williams, Editores. 1990: E and F. N. Spon. p. 427-464.

53. Sampedro J, Moral L. Experiencia piloto para el conocimiento y ajuste de las cargas del entrenamiento. *Clinic* 1992;19:29-30.

54. Terrados N, Fernández B, Pérez-Landaluce J, Rodríguez M, Coloma M, Buceta JM. Physiological aspects of women's basketball. *Med Sci Sport Exer* 1995;S24:142.

55. López-Calbet C, López-Calbet F. Estudio de la frecuencia cardíaca en jugadores de categoría cadete en partidos oficiales. *Apunts de Educació Física y Deportes* 1997;48:62-67.

56. Domínguez R, Mena P, Encinas MJ. La frecuencia cardíaca como medio de control del entrenamiento en un equipo profesional de baloncesto. en I Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte. 2000. Cáceres.

57. Refoyo I. La decisión táctica de juego y su relación con la respuesta biológica de los jugadores: una aplicación al baloncesto como deporte de equipo. 2001. Universidad Complutense de Madrid: Madrid.

58. Colli R, Faina M. Investigación sobre el rendimiento en el Basket. *Revista de entrenamiento deportivo* 1987;1(2).

59. Vaquera A. Control del estado de forma de los jugadores en baloncesto de alto nivel. *Clinic* 2008.

60. Knoepfli B, Riddell MC, Ganzoni E, Burki A, Villiger B, von Duvillard SP. Off seasonal and pre-seasonal assessment of circulating energy sources during prolonged running at the anaerobic threshold in competitive triathletes. *Br J Sports Med* 2004;38(4):402-7.

61. Franklin BA, Fletcher GF, Gordon NF, Noakes TD, Ades PA, Balady GJ. Cardiovascular evaluation of the athlete. *Issues regarding performance, screening and sudden cardiac death*. *Sports Med* 1997;24(2):97-119.

62. Franco L. Fisiología del baloncesto. *Arch Med Deporte* 1998;XV(68):471-477.

63. Gastin PB. Quantification of anaerobic capacity. *Scand J Med Sci Sports* 1994;4:91-112.

64. Salinas E, Álvaro JR. Niveles de ácido láctico por puestos específicos en jugadores de baloncesto en competiciones oficiales. en I Congreso Ibérico de Baloncesto. 2001. Cáceres.

65. Terrados N, Calleja J. Fisiología, entrenamiento y medicina del baloncesto. Barcelona: Paidotribo, 2008.

66. Buteau P. Approche bioenergetique de la preparation physique au basketball. 1987, INSEP: Paris.

67. Brancaccio P, Maffulli N, Buonaiuto R, Limongelli FM. Serum enzyme monitoring in sports medicine. *Clin sport med* 2008;27(1):1-18.

68. Viru A, Viru M. Análisis y control del entrenamiento deportivo. Barcelona: Paidotribo, 2003.

69. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *Br Med Bull* 2007;1-22.

70. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Brit J Sport Med* 2007;41(10):674-678.

71. Clarkson PM, Nosaka K, Braun B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Med Sci Sport Exer* 1992;24:512-520.

72. Hoffman J, Kang J, Ratamess N, Faigenbaum A. Biochemical and hormonal responses during an intercollegiate football season. *Med Sci Sport Exer* 2005;37(7):1237-41.

73. Smart D, Gill N, Beaven C, Cook C, Blazevich A. The relationship between changes in interstitial creatine kinase and game-related impacts in rugby union. *Brit J Sport Med* 2008;42(3):198-201.

74. Calleja J, Lekue J, Leibar X, Seco J, Vaquera A, Terrados N. Enzymatic and metabolic responses to competition in elite junior male basketball players. *Perceptual & Motor Skills* 2008;4(83-86).

75. Nie J, Lin H. Effects of vitamin C supplementation on recovery from eccentric exercise-induced muscle soreness and damage in junior athletes. *J Exer Sci Fit* 2004;2(2):94-98.

76. Kilinc F. Effects of vitamin C and E combination on hormonal, enzymatic and hematological values in blood of forced training basketball players. *Biol Sport* 2010;27(1):29-33.

77. Kostopoulos N, Fatouros IG, Siatitsas I, Baltopoulos P, Kambas A, Jamurtas AZ, Fotinakis P. Intense basketball-simulated exercise induces muscle damage men with elevated anterior compartment pressure. *J Strength Cond Res* 2004;18(3):451-458.

78. Schröder H, Navarro E, Mora J, Galiano D, Tramullas A. Effects of  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene and ascorbic acid on oxidative, hormonal and enzymatic exercise stress markers in habitual training activity of professional basketball players. *Eur J Nutr* 2001;40(4).

79. Rotenberg Z, Seip R, Wolfe LA, Bruns DE. "Flipped" patterns of lactate dehydrogenase isoenzymes in serum of elite college basketball players. *Clin Chem* 1988;34(11):2351-2354.

80. Ascensao A, Rebelo A, Oliveira E, Marques F, Pereira L, Magalhaes J. Biochemical impact of a soccer match: analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clin Biochem* 2008;41(10-11):841-851.

81. Stalnacke BM, Tegner Y, Sojka P. Playing ice hockey and basketball increases serum levels of S-100B in elite players: a pilot study. *Clin J Sport Med* 2003;13(5):292-203.

82. Calleja J, Del Campo J, Lorenzo A, Terrados N. Valoración de la capacidad aeróbica en baloncesto, en Fisiología, Entrenamiento y Medicina del Baloncesto. N Terrados y J. Calleja, Editores. 2008. Barcelona: Paidotribo.

83. Terrados N, Maughan R. Exercise in the heat - strategies to minimize the adverse effects on performance. *J Sports Sci* 1995;13:555-562.

84. Cuzzolin L, Giulini GM, Montresor G, Benoni G. Variazioni ormonali e metaboliche in giocatori di pallacanestro durante e dopo la stagione sportiva. *Med Sport* 1992;45(3):355-358.

85. Calleja J, Lekue J, Leibar X, Terrados N. Mineral status during basketball matches in top level junior players. en IV International scientific conference on kinesiology. 2005. Opatija, Croatia.

86. Bolonchuk W, Lukaski H, Siders W. The structural, functional and nutritional adaptations of college basketball players over a season. *J Sports Med Phys Fit* 1991;31(2):165-172.

87. Haymes E. Nutritional Concerns: Need For Iron. *Med Sci Sports Exerc* 1987;19:S197-S200.

88. Brownlie T, Utermohlen V, Hinton P, Hass J. Tissue iron deficiency without anemia impairs adaptation in endurance capacity after aerobic training in previously untrained women. *Am J Clin Nutr* 2004;79(3):437-43.

89. Terrados N, Mora R, Padilla S. La recuperación de la fatiga del deportista. Madrid: Gymnos, 2004.

90. Ashenden M, Marin D, Dobson G, Mackintosh C, Hahn A. Serum ferritin and anemia in trained female athletes. *Int J Sport Nutr* 1998;8(3):223-229.

91. Dubnov G, Constantini NW. Prevalence of iron depletion and anemia in top-level basketball players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004;14(1):30-37.

92. Constantini N. Prevalence of iron deficiency and anemia in top-level basketball players. *Med Sci Sports Exer* 2003;35(5):S693.

93. Schelling X, Calleja-Gonzalez J, Terrados N. Hormonas y baloncesto. Revisión (I). *Arch Med Deporte* 2011;XXVIII(145):266-274.

94. Schelling X, Calleja-González J, Terrados N. Hormonas y baloncesto. Revisión (II) *Arch Med Deporte* 2011;XXVIII(146):374-382.

95. Ben Abdelkrim N, Castagna C, El Fazaa S, Tabka Z, El Ati J. Blood metabolites during basketball competitions. *J Strength Cond Res* 2009;23(3):765-773.

96. González-Bono E, Salvador A, Serrano MA, Ricarte J. Testosterone, Cortisol, and Mood in a Sports Team Competition. *Horm Behav* 1999;35(1):55-62.

97. Kassil' GN, Shreiberg GL, Preobrazhenskii IN, Iksanov VM, Khalimova KM, Sharov NN. State of the sympatho-adrenal system and adrenal cortex in basketball players (correlation analysis). *Hum Physiol* 1980;6(4):263-72.

98. Büyükyazi G, Oguz Karamizrak S, Islegen Ç. Effects of continuous and interval running training on serum growth and cortisol hormones in junior male basketball players. *Acta Physiol Hung* 2003;90(1):69-79.

99. Maresh C, Farrell M, Kraemer W, Yamamoto L, Lee E, Armstrong L, Hatfield D, Sokmen B, Diaz J, Speiringer B, Anderson J, Volek J. The effects of betaine supplementation on strength and power performance. *Med Sci Sports Exerc* 2008;39:S101.

100. González-Bono E, Salvador A, Ricarte J, Serrano MA, Arnedo M. Testosterone and attribution of successful competition. *Aggressive Behav* 2000;26(3):235-240.

101. Martínez AC, Seco J, Tur JA, Abecia LC, Orella EE, Biescas AP. Testosterone and Cortisol Changes in Professional Basketball Players Through a Season Competition. *J Strength Cond Res* 2010;24(4):1102-1108.

102. Schelling X, Calleja-González J, Terrados N. Variación de la ratio testosterona-cortisol en jugadores de élite de baloncesto. *Arch Med Deporte* 2010;XXVII(135):435-442.

103. Takada H, Washino K, Nagashima M, H I. Response of parathyroid hormone to anaerobic exercise in adolescent female athletes. *Acta Paediatr Jpn* 1998;40(1):73-7.

104. Pierce D, Kupprat I, Harry D. Urinary epinephrine and norepinephrine levels in women athletes during training and competition. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1976;36(1):1-6.

105. Tsakiris S, Karikas G, Parthimos T, Tsakiris T, Bakogiannis C, Schulpis K. Alpha-tocopherol supplementation prevents the exercise-induced reduction of serum paraoxonase 1/arylesterase activities in healthy individuals. *Eur J Clin Nutr* 2009;63(2):215-21.

106. Schulpis K, Moukas M, Parthimos T, Tsakiris T, Parthimos N, Tsakiris S. The effect of alpha-Tocopherol supplementation on training-induced elevation of S100B protein in sera of basketball players. *Clin Biochem* 2007;40(12):900-6.

107. Tsakiris S, Parthimos T, Tsakiris T, Parthimos N, Schulpis K. [alpha]-Tocopherol supplementation reduces the elevated 8-hydroxy-2-deoxyguanosine blood levels induced by training in basketball players. *Clin Chem Lab Med* 2006;44(8):1004-1008.

108. Tsakiris S, Reclus G, Parthimos T, Tsakiris T, Parthimos N, Schulpis K. alpha-Tocopherol supplementation restores the reduction of erythrocyte glucose-6-phosphate dehydrogenase activity induced by forced training. *Pharmacol Res* 2006;54(5):373-9.

109. Matsin T, Magi M, Alaver A, Viru A. Possibility of monitoring training and recovery in different conditions of endurance exercise. *Coach Sport Sci J* 1997;2(2):18-23.

110. Urhausen A, Kindermann W. Biomechanical monitoring of training. *Clin J Sport Med* 1992;2:52-61.

111. Castagna C, Abt G, Manzi V, Annino G, Padua E, D'Ottavio S. Effect of recovery mode on Repeated Sprint Ability in young basketball players. *J Strength Cond Res* 2008;22(3):923-928.



112. Matos N, Winsley RJ. *Trainability of young athletes and overtraining.* *J Sport Sci Med* 2007;6:353-367.

113. Castagna C, Impellizzeri F, Chaouachi A, Ben Abdelkrim N, Manzi V. *Physiological responses to ball-drills in regional level male basketball players.* *J Sports Sci* 2011;29(12):1329-36.

114. Bonete E. *Efectos de un período de sobreentrenamiento sobre indicadores subjetivos y hormonales.* 2003, *Universidad de Valencia: Valencia.*

115. González-Bono E, Salvador A, Serrano MA, Moya-Albiol L, Martínez-Sanchis S. *Salivary testosterone and cortisol responses to cycle ergometry in basketball players with different training volume.* *J Psychophysiol* 2002;16(3).

116. Drust B, Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B, Reilly T. *Circadian Rhythms in Sports Performance. An Update.* *Chronobiol Int* 2005;22(1):21-44.

117. Haus E. *Chronobiology in the endocrine system.* *Advanced Drug Delivery Reviews* 2007;59:985-1014.

118. Hackney A, Viru A. *Research methodology: endocrinologic measurements in exercise science and sports medicine.* *J Athl Train.* 2008;43(6):631-639.

119. Manzi V, D'Ottavio S, Impellizzeri F, Chaouachi A, Chamari K, Castagna C. *Profile of weekly training load in elite male professional basketball players.* *J Strength Cond Res* 2010;24(5):1399-406.

120. Del Campo J, Álvarez J, Lorenzo A. *La intensidad del entrenamiento en jugadores de baloncesto medida a través de la percepción del esfuerzo y la fatiga.* en *IV Curso internacional de preparación física en baloncesto de formación y alto nivel.* 2005. INEF-UPM, Madrid.

121. González-Bono E, Salvador A, Serrano MA, Moya-Albiol L, Martínez-Sanchis S. *Effects of Training Volume on Hormones and Mood in Basketball Players.* *Int J Stress Management* 2002;9(4):263-273.

122. Bresciani G, Cuevas MJ, Molinero O, Almar M, Suay F, Salvador A, de Paz JA, Marquez S, González-Gallego J. *Signs of overload after an intensified training.* *Int J Sports Med* 2011;32(5):338-43.

123. Correia N. *A influencia da introdução da regra dos 24 segundos na dinâmica ofensiva e defensiva das equipas da basquetebol,* in *Facultad de Ciencias do Desporto e de Educação Física.* 2001, *Universidade do Porto: Porto.*

## Artículo 2

Balsom PD, Seger JY, Sjoˆdin B, et al. *Maximal-intensity intermittent exercise: effect of recovery duration.* *Int J Sports Med* 1992; 13:528-33.

Balsom PD, Seger JY, Sjoˆdin B, et al. *Physiological responses to maximal intensity intermittent exercise.* *Eur J Appl Physiol* 1992; 65:144-9.

Blonc S, Casas H, Ducheˆ P, et al. *Effect of recovery duration on the force-velocity relationship.* *Int J Sport Med* 1998;19:272-6.

Hardy, CJ and Rejeski, WJ. *Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise.* *J Sport Exerc Psychol* 11: 304-17, 1989.

Ferrauti A, Plum BM, Weber K. *The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent training drills in elite tennis players.* *J Sports Sci* 2001;19:235-42.

Billaut F, Giacomoni M, Falgairette G. *Maximal intermittent exercise: effects of recovery.*

Majumdar et al, 1997; Faude et al, 2007; Girard, O & Millet, P, 2008; Wonisch, Hofmann, Schwabberger, Diuvillard y Kein, *Fisiología en Badminton VVTT* 2003.

VVAA *Actas del Congreso Mundial de Deportes de Raqueta.*

VVAA *World Coaches Conference Sevilla* 2001.

VVAA *webs: badminton.es, badminton-information.com*

## Artículo 3

1. Bishop PA, Woods AK. *Recovery from training: a brief review.* *J Strength Cond Res.* 2008, may;22(3):1015-24.

2. Terrados N y Calleja-González J. *Recuperación post-competición del deportista.* *Arch Med Dep.* 2010, 138. Vol XXVII, 41-47.

3. Koopman R, Wagenmakers AJM, Manders TJF, Zorenc AHG, Senden JMG, Gorselink M, Keizer HA, and van loon LJC. *Combined ingestion of protein and free leucine with carbohydrate increases postexercise muscle protein synthesis in vivo in male subjects.* *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2005, 288: e645-e653.

4. Bassel-Duby R, Olson EN. *Signaling pathways in skeletal muscle remodeling.* *Annu Rev Biochem.* 2006, 75:19-37, 2006.

5. Harris R. *Elevation of creatine in resting and exercising muscles of normal subjects by creatine supplementation.* *Clin Sci.* 1992, 83:367-74.

6. Ostojic SM. *Creatine supplementation in young soccer players.* *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2004, Feb;14(1):95-103.

7. Dorado García C, Sanchis Moysi J, Chavarren Cabrero J, López Calbet, JA. *Efectos de la administración de suplementos de creatina sobre el rendimiento.* *Arch Med Dep.* 1997, 14: 213-221.

8. Schroder H, Terrados N, Tramullas A. *Risk assessment of the potential side effects of long-term creatine supplementation in team sport athletes.* *Eur J of Nutr.* 2005, Jun; 44(4):255-61.

9. Robergs RA, Ghasvand F, and Parker D. *Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis.* *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 2004, 287, 3: r502-516.

10. Hill CA, Harris RC, Kim HJ, Harris BD, Sale C, Boobis LH, Kim CK, Wise JA. *Influence of beta-alanine supplementation on skeletal muscle carnitine concentrations and high intensity cycling capacity.* *Amino acids.* 2007, Feb;32(2):225-33.

11. Hoffman JR, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Ross R, Kang J, Stout JR, Wise JA. *Short-duration beta-alanine supplementation increases training volume and reduces subjective feelings of fatigue in college football players.* 2008, *Nutr Res, jan;*28(1):31-5.

12. Barnett, A. *Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help?* *Sports Med,* 2006, 36(9):781-96.

13. Pedersen BK, Febbraio MA. *Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6.* *Physiol Rev,* 2008, Oct; 88(4):1379-406.

14. Fischer CP, Hiscock NJ, Penkowa M, Basu S, Vessby B, Kallner A, Sjöberg IB, Pedersen BK. *Supplementation with vitamins c and e inhibits the release of interleukin-6 from contracting human skeletal muscle.* *J physiol,* 2004, Jul 15;558(pt 2):633-45.

15. Bishop NC, Walker CJ, Bowley LA, Evans KF, Molyneux K, Wallace FA, Smith AC. *Lymphocyte responses to influenza and tetanus toxoid in vitro following intensive exercise and carbohydrate ingestion on consecutive days.* *J Appl Physiol.* 2005, Oct;99(4):1327-35.

16. Gleeson M. *Immune function in sport and exercise.* *J Appl Physiol,* 2007 Aug;103(2):693-9.

17. Davison G, Gleeson M, Phillips S. *Antioxidant supplementation and immunoendocrine responses to prolonged exercise.* *Med Sci Sports Exerc,* 2007, Apr;39(4):645-52.

18. De Bock K, Derave W, Eijnde BO, Hesselink MK, Koninckx E, Rose, AJ, Schrauwen P, Bonen A, Richter EA, Hespel P. *Effect of training in the fasted state on metabolic responses during exercise with carbohydrate intake.* *J Appl Physiol,* 2008, Apr;104(4):1045-55.

19. Kerksick C, Harvey T, Stout J, Campbell B, Wilborn C, Kreider R, Kalman D, Ziegenfuss T, Lopez H, Landis J, Ivy J, Antonio J. *International Society of Sports Nutrition Position Stand: nutrient timing.* *J Int Soc Sports Nutr,* 2008, 5:17.

20. Ligthart-Melis GC, Van de Poll MC, Boelens PG, Dejong CH, Deutz NE, Van Leeuwen PA. *Glutamine is an important precursor for de novo synthesis of arginine in humans.* *Am J Clin Nutr,* 2008, May;87(5):1282-9.

21. Wilson GJ, Wilson JM, Manninen AH. *Effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (hmb) on exercise performance and body composition across varying levels of age, sex, and training experience: a review.* *Nutr metab (Lond),* 2008, Jan 3;5:1.

22. Nissen S, Sharp R, Ray M, Rathmacher JA, Rice D, Fuller JC, JR, Connelly AS, Abumrad N. *Effect of leucine metabolite beta-hydroxy-beta-methylbutyrate on muscle metabolism during resistance-exercise training.* *J Appl Physiol,* 1996, Nov;81(5):2095-104.

23. Suzuki K, Nakaji S, Yamada M, Totsuka M, Sato K, Sugawara K. *Systemic inflammatory response to exhaustive exercise.* *Cytokine kinetics. Exerc immunol rev,* 2002 ;8:6-48.

24. Fearon KC, Von Meyenfeldt MF, Moses AG, Van Geenen R, Roy A, Gouma DJ, Giacosa A, Van Gossum A, Bauer J, Barber MD, Aaronson NK, Voss AC, Tisdale MJ. *Effect of a protein and energy dense n-3 fatty acid enriched oral supplement on loss of weight and lean tissue in cancer cachexia: a randomised double blind trial.* *Gut,* 2003, Oct;52(10):1479-86.

25. Vaile J, Halson S, Gill N, Dawson B. *Effect of hydrotherapy on recovery from fatigue.* *Int J Sports Med,* 2008, Jul;29(7):539-44.

26. Wilcock JM, Cronin JB, Hing WA. *Physiological response to water immersion: a method for sport recovery?* *Sports Med,* 2006, 36(9):747-65.

27. Ingram J, Dawson B, Goodman C, Wallman K, Beilby J. *Effect of water immersion methods on post-exercise recovery from simulated team sport exercise.* *J Sci Med Sport,* 2008, Jun 9.

## Artículo 4

Burke L. *Fasting and recovery from exercise.* *Br J Sports Med* 2010; Jun;447:502-508.

Terrados N, Calleja-González J, Jukic I & Ostojic SM. *Physiological and medical strategies in post-competition recovery—practical implications based on scientific evidence.* *Serb J Sport Sci* 2009; 3 (1): 29-37.

Res PT, Groen B, Pennings B, Beelen M, Wallis GA, Gijsen AP, Senden JM, Van Loon LJ. *Protein ingestion before sleep improves post exercise overnight recovery.* *Med Sci Sports Exerc.* 2012 Aug; 44(8):1560-1569.

Jones A. *Nitrate and its application as an ergogenic aid.* *Actas de: SPORT NUTRITION CONFERENCE (JJOO, Londres-2012).* Oxford-London, 11-14 de Agosto de 2012.







¡VAMOS SALIENDO AL

# deporte en Avilés

CON:



SEAPI

VISION

CORAZÓN

FUERZA

IMPULSO

APOYO



---

# DEPORTE ASTURIANO

---

GOBIERNO DEL  
PRINCIPADO DE ASTURIAS

---

[www.asturias.es/deporteasturiano](http://www.asturias.es/deporteasturiano)