



Palabras clave

fútbol sala, necesidades cardiovasculares, necesidades metabólicas, consumo máximo de oxígeno, frecuencia cardíaca

Necesidades cardiovasculares y metabólicas del fútbol sala: análisis de la competición

▪ **JAVIER ÁLVAREZ MEDINA**

Doctor en Ciencias de la Actividad física y el Deporte. Profesor Asociado Universidad de Zaragoza

▪ **LUIS GIMÉNEZ SALILLAS**

Doctor en Medicina y Cirugía. Profesor titular Universidad de Zaragoza

▪ **PEDRO CORONA VIRÓN**

Doctor en Medicina y Cirugía.
Adjunto del Servicio de Cardiología del Hospital Militar del Rey de Las Palmas de Gran Canaria.

▪ **PEDRO MANONELLES MARQUETA**

Médico de la Federación Española de Baloncesto

Abstract

Indoor football is a collective sport, of collaboration-opposition, with an energetic demand of a mixed intermittent type (aerobic-anaerobic), a general, high muscular, dynamic demand. It is identified by a type of split and intermittent exertion with incomplete pauses for recuperation both active and passive of various periods of time. The heart, owing to the characteristics of this sport, is probably the organ that is most required during its practice, as it has to perform a great cardio-vascular work. Indoor football is having a great social repercussion in our country (at the moment there are 1.500.000 players federated) but research on it is still non-existent or nearly so. We put forward a cardio-vascular study and analysis of the energetic needs produced in its regular practice.

In this study three teams took part a total of 33 players, 14 professionals and 19 non-professionals. We measured heart rate in approximately 150 matches. All participants performed a maximum exertion test (Course Navette) to determine the maximum real heart rate (FCMR), maximum consumption of oxygen and recovery capacity.

Among the conclusions that stand out are:

Indoor football has an anaerobic component that is very high, and requires a cardiovascular adaptation between 85/90% of the maximum individual heart rate.

The practice of indoor football requires an adequate VO₂ maximum and a great recuperation capacity.

The indoor football player needs great anaerobic and alactic power and capacity and a rapid regeneration of phosphagens. He must be capable of good toleration to stand medium/high levels of lactic acids.

Key words

indoor football, cardiovascular needs, metabolic necessities, maximum consumption of oxygen, heart rate

Resumen

El fútbol sala es un deporte colectivo, de colaboración-oposición, con una sollicitación energética de tipo mixto intermitente (aeróbica-anaeróbica), una sollicitación muscular general dinámica alta y una sollicitación estática baja-moderada. Se identifica con un tipo de esfuerzo fraccionado e interválico con pausas de recuperación incompletas activas y pasivas de duración variable. El corazón, debido a las características de este deporte es probablemente el órgano que más se sollicita durante su práctica, teniendo que realizar un gran trabajo cardiovascular.

El fútbol sala está teniendo una gran repercusión social en nuestro país (actualmente existen 1.500.000 fichas federativas) pero las investigaciones sobre el mismo siguen siendo nulas o muy escasas. Nos planteamos la realización de un estudio cardiovascular y análisis de las necesidades energéticas que se produce con su práctica regular.

En el estudio han participado 3 equipos, formando una muestra total de 33 jugadores: 14 profesionales y 19 no profesionales. Se registró la frecuencia cardíaca aproximadamente en unos 150 partidos. Todos ellos realizaron una prueba máxima de esfuerzo (Course-Navette) para determinar su frecuencia cardíaca máxima real (FCMR), su consumo máximo de oxígeno y su capacidad de recuperación.

Entre las conclusiones destacar que:

El fútbol sala tiene un componente anaeróbico muy elevado y requiere una adaptación cardiovascular entre el 85-90 % de la frecuencia cardíaca máxima individual.

La práctica del fútbol sala requiere un adecuado $VO_{2m\acute{a}x}$ y una buena capacidad de recuperación.

El jugador de fútbol sala necesita una gran potencia y capacidad anaeróbica aláctica y una rápida regeneración de los fosfágenos. Debe ser capaz de tener una buena tolerancia para soportar niveles medio-altos de ácido láctico.

Introducción

El fútbol sala es un deporte colectivo, de situación, donde se da una colaboración-oposición, con una solicitud energética de tipo mixto intermitente (aeróbica-anaeróbica), una solicitud muscular general dinámica alta y una solicitud estática baja-moderada. Es una modalidad que se identifica con un tipo de esfuerzo fraccionado e interválico basado en una serie de esfuerzos máximos y submáximos dados de forma intermitente y con pausas de recuperación incompletas activas y pasivas de duración variable. Estos intervalos, de manera general, no permiten una recuperación completa, siendo una sucesión de procesos aeróbicos-anaeróbicos (J. Álvarez, 2000). El tiempo de juego es de dos tiempos de 20 minutos a reloj parado, que suele oscilar entre los 75-85 e incluso más de 90 minutos de juego a tiempo corrido. Esto variará en función de las posibilidades que da el reglamento: tiempos muertos, dobles penalties, limpieza de la pista, intervenciones médicas, etc.

En sus comienzos los cambios estaban limitados, pero a partir del año 1983 el reglamento permite hacer el número de cambios que se desee por lo que la intensidad y ritmo de juego se ha visto elevada considerablemente, sin verse disminuida conforme pasa el partido.

El fútbol sala se caracteriza por una sucesión de movimientos a máxima velocidad, en espacios muy reducidos (5-10 metros), con continuos cambios de dirección y sentido, seguido por fases de tensión muscular más estáticas, pero de máxima tensión, encadenando carreras de baja, media, máxima intensidad con pausas de recuperación activas e incompletas. Todo

esto hace que las acciones deportivas se ejecuten sin previo aviso.

El espacio de juego es reducido (20 x 40 metros) teniendo en cuenta el número de jugadores, por lo que la tensión y concentración de los mismos debe ser máxima en todo momento, ya que las opciones de conseguir gol se pueden producir desde cualquier parte del campo y en cualquier instante.

Todo lo anterior hace que la carga psicológica del partido sea muy elevada, y si además añadimos el número de jugadores por equipo (4 más el portero) hace que el despiste o relajación de uno de los jugadores de campo sea generalmente suficiente para que se rompa todo el equilibrio del equipo y se decante el partido en favor del adversario.

La velocidad y agilidad de movimientos, el dominio espacio-temporal tiene que ser muy alto para poder acelerar y cambiar rápida y constantemente de dirección, en espacios reducidos y compartidos con adversarios y compañeros, y así conseguir que la precisión de los controles y demás gestos deportivos se den en el momento y en el lugar preciso. La proximidad de los adversarios hace que las acciones se tengan que producir de la forma más rápida e inesperada posible, por lo que los automatismos y estrategias propias se convierten en piezas fundamentales del rendimiento global del equipo.

En esta línea, la coordinación y el control de su esquema corporal debe ser igualmente muy alto para poder realizar con éxito los sincronismos y automatismos propios de este deporte en espacios reducidos y a velocidades máximas sin por ello verse afectado el rendimiento y la eficacia conforme transcurre el partido y la fatiga se va acumulando.

En el fútbol sala actual la táctica colectiva es fundamental, y conforme subimos de categoría va adquiriendo más peso específico hasta hacerse imprescindible si se quiere que el nivel de juego sea competitivo. Todos los equipos que se precien tienen automatismos ofensivos y defensivos perfectamente definidos para cada situación de juego que les permiten contrarrestar la táctica del oponente. Esta situación hace que en muchas oca-

siones el ritmo de juego sea muy elevado, por jugar como normalmente se denomina "de memoria".

El corazón, debido a las características de este deporte es probablemente el órgano que más se solicita durante su práctica, teniendo que realizar un gran trabajo cardiovascular.

Justificación

Actualmente en el mundo del rendimiento se está produciendo una constante transformación y evolución, debido en gran medida a los trabajos de investigación de las diferentes modalidades deportivas, y a las ayudas de otras ciencias para mejorar el rendimiento deportivo, que nos permiten conocer mejor lo que ocurre en las situaciones de juego desde diferentes puntos de vista: técnica, táctica, psicológica y físicamente. Cada día se intenta saber con más precisión lo que ocurre en todas las situaciones de juego para realizar un posterior análisis e intentar mejorar cualitativa o cuantitativamente en esa acción.

El fútbol sala está teniendo una gran repercusión social en nuestro país (actualmente existen 1.500.000 fichas federativas) pero las investigaciones y estudios sobre el mismo siguen siendo nulas o muy escasas. Siendo conscientes que hoy en día ninguna especialidad deportiva se puede contentar con unas referencias inespecíficas de otra modalidad, nos planteamos la realización de un estudio cardiovascular y análisis de las necesidades energéticas que se produce con la práctica regular del fútbol sala.

Material y métodos

Para establecer la exigencia metabólica y cardiovascular que necesita la práctica del fútbol sala, realizamos un estudio prospectivo, longitudinal en la temporada 1999-2000, en el que participaron tres equipos pertenecientes a:

- División de Honor Española.
- Primera B Nacional.
- Primera Autonómica.



Como criterios de inclusión se estableció:

- Practicar el fútbol sala un mínimo de tres veces a la semana.
- Ser jugador de campo
- Tener un mínimo de tres registros de la frecuencia cardíaca (FC) durante los partidos.

Para su estudio los dividimos en dos grupos: profesionales y no profesionales. Haciendo un total de 33 jugadores de campo, 14 profesionales y 19 no profesionales. El método estadístico empleado para comparar los valores entre los profesionales y no profesionales fue el Test de la *t* de Student para valores no pareados.

A todos ellos se les realizó una prueba máxima de esfuerzo de campo (Course-Navette) para determinar su frecuencia cardíaca máxima real (FCMR), su consumo máximo de oxígeno y su capacidad de recuperación.

Para el estudio de la FC utilizamos pulsómetros de la casa Polar, de reconocido prestigio y fiabilidad (J. Álvaro, 1989; R. Astrand, 1985 y A. Blanco y cols., 1993), tipo Accurex Plus, programando el monitor para realizar una grabación cada 5 segundos durante toda la prueba y durante los primeros cinco minutos de recuperación tras la prueba de esfuerzo. Posteriormente esta información se descarga en el soporte informático necesario para el análisis del mismo. En total aproximadamente se registraron unas 150 tomas en partidos. La fórmula empleada para el cálculo del VO_2 máximo fue:

$$VO_2 \text{ máximo (ml/kg/min)} = 31.025 + (3.238V) - (3.248e) + (0.1536Ve)$$

donde:

V = velocidad de carrera en km/h del último periodo completado

e = edad del sujeto.

Resultados y discusión

Respuesta cardiovascular en partidos

Existen estudios que nos aportan datos sobre la respuesta del sistema cardiovascular en modalidades de equipo como el fútbol (A. Blanco y A. Enseñat, 1998,

Tabla 1.

Frecuencias cardíacas medias obtenidas en partidos.

	1.º PARTIDO (p/m)	2.º PARTIDO (p/m)	3.º PARTIDO (p/m)
MEDIAS TOTALES	164,83 ± 9,29	163,79 ± 12,33	166,86 ± 10,90
PROFESIONALES	161 ± 9,61	158,80 ± 12,20	165,30 ± 12,71
NO PROFESIONALES	166,84 ± 8,69	166,42 ± 11,88	167,68 ± 10,09
PROBABILIDAD	0,126	0,124	0,614

1999; Fco. J. Calderón y cols., 1999 y J. Chazalón, 1998), baloncesto (J. L. Chicharro y A. Fernández, 1995; L. J. Chiroso y cols., 1999; R. Colli y M. Faina, 1987; A. Dal Monte y cols., 1987), balonmano (E. Dominguez, 1987; M. Faina y cols., 1998; L. Franco, 1998; J. A. Gutierrez, 1987), hockey patines (R. Laukanen y P. Virtanen, 1998; R. Laukanen, 1999; L. Leger y M. Thivierge, 1998), etc. siendo inexistentes los realizados sobre el fútbol sala, por lo que las referencias serán siempre al realizado por nuestro grupo de trabajo.

Los datos obtenidos nos dan unas frecuencias cardíacas medias (tabla 1) que nos muestran el esfuerzo realizado en los partidos por los jugadores. No han existido diferencias estadísticas significativas entre los grupos presentando un valor medio de 165 ± 10 p/m. La dispersión de los valores con respecto a la media es alta, lo que se refleja en los rangos de p/m tan amplios dados por los valores mínimos y máximos en ambos grupos 141-181.

Los valores obtenidos concuerdan con la clasificación del fútbol sala como un deporte mixto, ya que se realiza una sucesión de procesos aeróbicos-anaeróbicos donde se trabaja continuamente, por debajo y por encima, del denominado umbral anaeróbico.

Al relacionar las FC medias de cada jugador con sus FCMR observamos que el fútbol sala exige una adaptación cardiovascular entre el 85-90 % de la FCMR individual. También relacionamos la FCM obtenida en la prueba de esfuerzo con la alcanzada en cada partido y el resultado nos muestra como siempre se llega a trabajar por encima del 90 % de la FCM al-

canzada en la prueba de esfuerzo y como en la mayoría de los casos en algún momento del partido se llega a alcanzar e incluso sobrepasar la FCM obtenida en la prueba de esfuerzo (tabla 2, gráfico 1). Las muestras tomadas, teniendo en cuenta las diferencias significativas encontradas, nos dan un tipo de distribución global de la frecuencia cardíaca a lo largo de un

Tabla 2.

Intensidad de trabajo según la FCM obtenida en la Course-Navette y en los partidos.

% FCM OBTENIDA EN LA COURSE-NAVETTE	N.º DE VECES QUE SE ALCANZA EN LOS PARTIDOS	%
<90	0	0
90-95	31	23,3
95-97	31	23,3
97-100	39	29,3
>100	32	24,06

Gráfico 1.

Variaciones de la Adaptación Cardiovascular según la FC media obtenida en partidos y su % obtenido sobre las FC máximas en la Course-Navette.

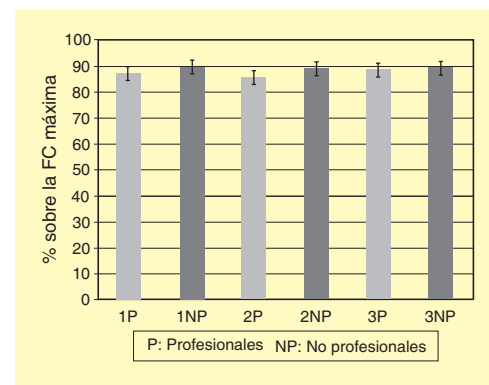
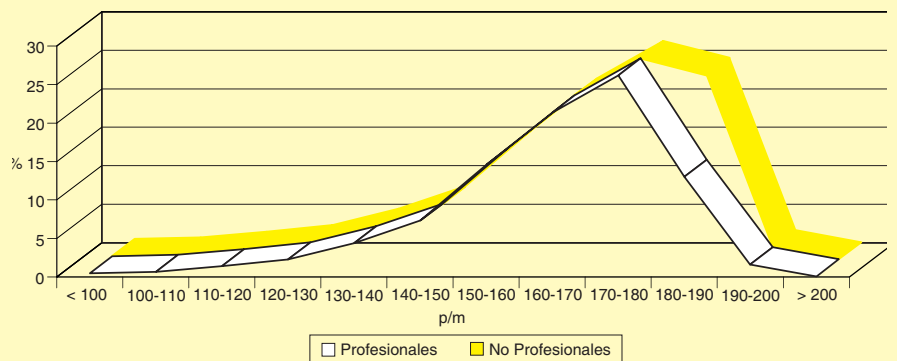


Gráfico 2.

Distribución de la FC con respecto al % del tiempo jugado a lo largo del partido.



partido tipo. Esta distribución la podemos considerar como el PERFIL CARDIOVASCULAR GENERAL que se da en un partido de fútbol sala (gráfico 2).

Si sumamos el tanto por ciento del tiempo de juego que los jugadores están entre las

150-190 p/m obtenemos una media de 86,1 % para los no profesionales y de 75,1 % para los profesionales. Estos datos demuestran que el fútbol sala es un deporte de modalidad mixta aeróbica-anaeróbica, basado en esfuerzos de

Tabla 3.

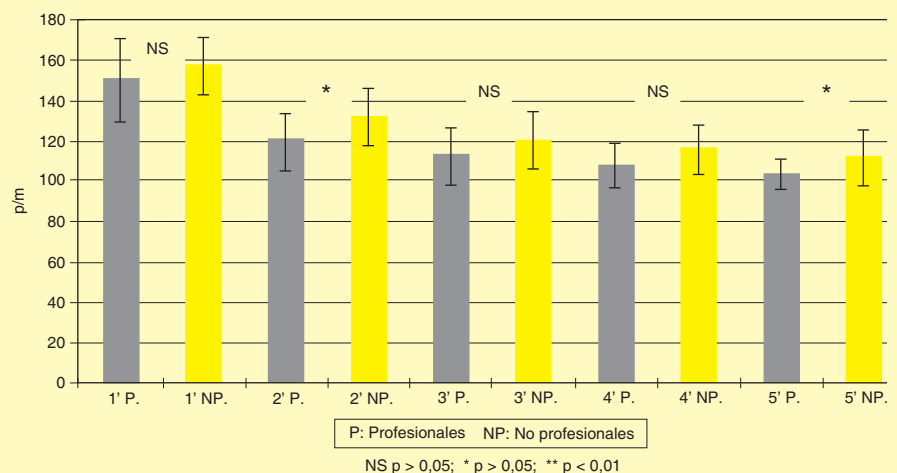
Frecuencia cardíaca máxima y su recuperación en los primeros 5 minutos después de acabar la Course-Navette.

MINUTO	PROFESIONAL (p/m)	NO PROFESIONAL (p/m)	PROBABILIDAD
FCM-0'	190 ± 6	191 ± 8	0,637
1'	149,90 ± 20,33	156,80 ± 13,7	0,267
2'	119,00 ± 13,72	131,00 ± 13,7	0,024*
3'	112,10 ± 13,63	119,37 ± 14,9	0,182
4'	106,90 ± 10,81	115,06 ± 12,6	0,074
5'	102,50 ± 07,50	110,8 ± 13,73	0,049*

* p < 0,05 ** p < 0,01.

Gráfico 3.

Recuperación de la Frecuencia Cardíaca en los primeros 5' después de la Course-Navette.



tipo interválico-fraccionado de intensidad, principalmente submáxima y máxima, e intercalados con pausas de recuperación activas e incompletas. Su componente anaeróbico es muy alto estando los no profesionales un 71,52 %, y los profesionales un 60,52 %, del tiempo de juego entre las 160-190 p/m.

Para entender mejor este deporte podemos consultar los estudios realizados sobre esfuerzos intermitentes que han asentado las bases científicas sobre el entrenamiento interválico (Saltin, Essen y Pedersen, 1976; Fox y Mathews, 1974; Astrand, 1992; Gaitanos, Willians, Boobis y Brooks, 1993). Así, la FC durante la recuperación es un parámetro fundamental para valorar las cargas de entrenamiento intervalado y la condición cardiovascular (J. Massach, 1992).

Cuanto más desarrollado está el sistema de mitocondrias y las enzimas responsables del metabolismo aeróbico, mayor será la capacidad de recuperación del jugador y su resistencia al cansancio. En las pausas del partido, el jugador bien entrenado en resistencia se recupera más rápidamente, y de forma más completa, y tendrá más capacidad para efectuar salidas así como regatear de forma más enérgica (M. Moreno, 1998). Los jugadores que tengan una buena capacidad oxidativa podrán resintetizar la fosfocreatina (PC) más rápidamente, lo que les permitirá realizar un mayor número de sprints, ya que la PC y la glucólisis anaeróbica dan al músculo la energía inmediata para hacer un esfuerzo máximo. La resíntesis de PC por vías oxidativas tiene un tiempo medio de 20 segundos (A. Blanco y A. Enseñat, 1998). Los resultados de nuestro estudio demuestran la gran importancia de una buena recuperación del sistema cardiovascular tras los esfuerzos, lo que permitirá estar antes preparado para afrontar nuevos esfuerzos con garantías de éxito.

En la recuperación de la FC al finalizar la Course-Navette vemos como los profesionales obtienen en todos los minutos FC más bajas que los no profesionales, dando diferencias estadísticamente significativas en el minuto 2.º y 5.º. Estos valores evidencian una mejor y más rápida recuperación tras el esfuerzo en favor de los profesionales (tabla 3, gráfico 3).



Lamiel-Luengo (J. Rico, 1997) establece en 1988 el IR2, como el índice de recuperación, descrito por la caída de la FC en el 2.º minuto postesfuerzo con respecto a la relación existente entre la FCM teórica y la FCM alcanzada en la prueba de esfuerzo triangular. Este parámetro se considera muy útil para valorar el grado de entrenamiento aeróbico de los deportistas.

Los valores obtenidos concuerdan con otros estudios realizados sobre esfuerzos fraccionados como los de Calderón y cols. (J. Massach, 1992) donde concluyen que la FC durante la recuperación constituye el parámetro fundamental para valorar las cargas de tipo intervalado y la condición cardiovascular. Otros autores como Wilmore y Costill, 1994; Gilman, 1996 (F. Rubio y cols., 1993) afirman que la recuperación de la FC es un buen indicador de la condición física ya que a mejor condición física más rápido se recuperan los valores cardíacos de reposo.

Necesidades metabólicas

Metabolismo aeróbico

La mayor parte de la energía suministrada para el computo global de los esfuerzos que se dan en un partido, se produce por los procesos aeróbicos utilizando el glucógeno muscular y hepático. Esta fuente de energía, dependiente de los hidratos de carbono, juega un papel muy importante para garantizar un ritmo intenso durante la competición pero puede agotarse rápidamente:

- Sus reservas en el organismo son pequeñas.
- Su agotamiento viene acompañado de una disminución del ritmo de juego.
- Su recuperación completa puede necesitar hasta 48 h.

Estos pueden ser necesarios para comprender:

- Que las reservas de glucógeno muscular y hepático necesitan estar llenas antes de los partidos.
- Retardar lo más posible durante el partido la deplección de las reservas.
- Recuperar las reservas lo antes posible.

Conforme transcurre el partido la glucogenolisis anaeróbica contribuirá en mayor medida a la producción de energía hasta que el glucógeno intramuscular se agote en determinadas partes de la célula muscular.

Un partido de fútbol sala responde a un tipo de ejercicio interválico, basado en esfuerzos fraccionados con pausas incompletas de recuperación. La potencia aeróbica máxima (PAM), a través del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2m\acute{a}x}$), es uno de los aspectos más importantes de la condición física de estos deportistas. Para determinar el perfil aeróbico de los jugadores de fútbol sala utilizamos la Course-Navette, donde obtuvimos los siguientes resultados (tabla 4).

Los datos obtenidos en la tabla 1 han dado diferencias estadísticamente significativas en el tiempo de duración de la prueba máxima. Entre ambos grupos los valores medios de $VO_{2m\acute{a}x}$ han sido de $57,80 \pm 2,53$ ml/kg/min. en los profesionales y de $54,86 \pm 3,21$ ml/kg/min. en los no profesionales. Estos valores presentan una $p = 0,013$, lo que corresponde a una diferencia estadísticamente significativa.

Los valores de $VO_{2m\acute{a}x}$ obtenidos coinciden con los dados por otros estudios sobre el $VO_{2m\acute{a}x}$ en deportistas de equipo como fútbol (A. Blanco y A. Enseñat, 1998; Fco. J. Calderón y cols., 1999; F. Treiber y cols., 1989), baloncesto (J. L. Chicharro y A. Fernández, 1995; L. J. Chiroso y cols. 1999), balonmano (E. Domínguez, 1987; L. Franco, 1998), hockey sobre patines (R. Laukanen, 1999; P. Vogelaeare y cols., 1985), donde el consenso establece que unos valores menores de 50 ml/kg/min. son deficientes, entre 50-55 ml/kg/min. normales, 55-60 ml/kg/min. buenos y superiores de 60 ml/kg/min. ex-

celentes. Con respecto a los valores precisados el $VO_{2m\acute{a}x}$ obtenido por los profesionales en el fútbol sala se pueden considerar como BUENOS y como NORMALES los obtenidos en los no profesionales.

La explicación de estos valores nos la da Astrand (J. Weineck, 1994) quien ya dijo que es posible realizar una importante cantidad de trabajo con una carga de trabajo sumamente intensa, realizando un impacto relativamente bajo sobre la circulación y la respiración, todo ello por la introducción de breves periodos de trabajo y reposo adecuadamente espaciados (micropausas). Este concepto fisiológico permite que individuos en baja forma y con una reducida PAM puedan realizar trabajos y ejercicios pesados siempre y cuando puedan regular los tiempos de trabajo y de recuperación, de forma que las cargas sobre la respiración y la circulación no superen los límites de su reducida capacidad. Un jugador de fútbol sala precisa un $VO_{2m\acute{a}x}$ alrededor de 60ml/kg/min. Pensamos que una buena potencia aeróbica va a ser el requisito básico para obtener una alta capacidad de rendimiento en el juego. Cuanto mejor desarrollada esté, de forma más económica se efectuará la síntesis de los fosfatos (ATP, PC), que representan las fuentes de energía más decisivas en los ejercicios de juego de tipo interválico. Una alta capacidad aeróbica asegura de esta forma un nivel de esfuerzo óptimo, con una regeneración, recuperación y no menos importante, resistencia al esfuerzo.

El alto ritmo de juego que se requiere en el actual fútbol sala de competición es impensable sin la correspondiente potencia aeróbica adecuada. Igualmente es determinante en la minimización de los errores técnico-tácticos, ya que con ella

Tabla 4.

Valores alcanzados en la Course-Navette.

	TIEMPO (min)	RECORRIDOS (20 m)	PERÍODOS COMPLETADOS	$VO_{2m\acute{a}x}$ (ml/kg/min)
PROFESIONALES	11,62 ± 0,73	114,80 ± 9,15	11,50 ± 0,71	57,80 ± 2,53
NO PROFESIONALES	10,67 ± 1,10	103,05 ± 13,20	10,42 ± 1,07	54,86 ± 3,21
PROBABILIDAD	0,010*	0,010*	0,003**	0,013*

* $p < 0,05$ ** $p < 0,01$.

pueden mantenerse la concentración y la atención durante todo el tiempo de juego a un nivel constantemente alto. En referencia al jugador de baloncesto (J. L. Chicharro y A. Fernández, 1995): “para un jugador de baloncesto, al igual que para otros deportes de situación, su rendimiento no está condicionado por alcanzar niveles excesivamente elevados de VO_2 , pero si es cierto, que si un jugador quiere mantener un ritmo, una aportación continua al juego y una cadencia regular, es necesario mantener durante la temporada valores que no estén por debajo de los 50 ml/kg/min.”

El jugador entrenado en resistencia, gracias a una salida psicofísica mejor, por un lado está protegido más efectivamente ante las lesiones y por otro efectúa menos faltas, ya que debido a su constante nivel de fuerza de despliegue y su ininterrumpida capacidad coordinativa no tiene tanta necesidad de acudir a soluciones de emergencia o a efectuar pases arriesgados.

Cuanto mejor entrenado esté un jugador más tardará en sobrepasar el umbral anaeróbico en una actividad larga e intensa, con la consiguiente pérdida de fuerza debido a la acidosis. La bibliografía establece por lo general que el umbral anaeróbico de los deportistas se encuentra en un 80 % de la capacidad de rendimiento máximo. Cuanto más alto sea el umbral anaeróbico, y por lo tanto la resistencia aeróbica, más alto será el ritmo medio de juego que se podrá mantener a lo largo del partido.

Weinek (J. Zaragoza, 1996), en referencia al jugador de fútbol dice que necesita una adecuada resistencia básica, pero ésta no tiene que ser comparativamente igual que la de un atleta. Si se efectúa un entrenamiento demasiado orientado a la resistencia, los músculos adaptarán sus características a este tipo de esfuerzo. Esto convertiría al futbolista en un buen corredor pero no necesariamente en un buen futbolista.

De igual manera, incluso con más razón, el desarrollo excesivo de la capacidad de resistencia afectará de forma negativa al jugador de fútbol sala en cosas tan importantes como la velocidad y la fuerza-potencia, debido a una influencia negativa sobre las fibras de contracción rápida

(blancas), sobre todo las FTII, tipo A, esenciales en este deporte.

Una adecuada PAM va a disminuir el tiempo de recuperación necesario entre esfuerzos que será en muchos casos el determinante para el resultado.

El aumento de la condición física de los jugadores y la intensidad actual de juego en los partidos hace que cada vez se alarguen más las secuencias de esfuerzos encadenados con intensidades submáximas y máximas, por lo que la tolerancia al estrés, a la fatiga, y en términos fisiológicos al ácido láctico es cada vez más determinante.

Metabolismo anaeróbico

La competición se caracteriza por sucesivas acciones explosivas (aceleraciones, desaceleraciones, cambios de sentido, golpes, regates, fintas de engaño, bloqueos, saltos, etc.) donde se utiliza el metabolismo anaeróbico aláctico (potencia) “capacidad de producir energía lo más rápido posible”, a través de la vía de los fosfágenos (ATP-PC), lo que nos aporta energía sin necesidad de O_2 . Probablemente este metabolismo es el más importante en un partido de fútbol sala. La mayoría de las acciones determinantes, que decantan los partidos hacia uno u otro equipo, se dan en esfuerzos de una duración no superior a cinco segundos y son realizados a la mayor velocidad e intensidad posibles y se realizan gracias a la vía anaeróbica aláctica (concretamente a la potencia anaeróbica aláctica). Esta vía de obtención de energía se agota rápidamente y tarda cierto tiempo en recuperarse (20 segundos como media a través de los procesos oxidativos); por ello, los jugadores que sean capaces de realizar un mayor número de esfuerzos sin disminuir considerablemente su rendimiento tendrán más posibilidades de resultar determinantes para su equipo conforme transcurra el partido. Por todo lo anterior, el jugador de fútbol sala debe tener una gran resistencia al sprint. Ello le permitirá realizar carreras cortas a intensidades máximas con recuperaciones incompletas, utilizando la vía anaeróbica aláctica y degradando el fosfágeno. Ello también le permitirá una alta habilidad en la coordinación del gesto técnico sin disminuir su eficacia conforme

pasa el partido. Si no se da el tiempo necesario para la resíntesis el músculo pondrá en funcionamiento la glucólisis anaeróbica con producción de ácido láctico.

Los cambios de intensidad repetidos de forma intervalada requieren que los jugadores sean capaces de poder tolerar y eliminar la acidosis metabólica producida durante el esfuerzo para poder continuar sin disminuir su rendimiento. Una buena potencia aeróbica les ayudará a resintetizar antes el lactato que se origina. Esta tolerancia a la fatiga, al cansancio es un factor muy importante en todos los deportes donde se juega a niveles muy altos de intensidad.

Hoy en día, el jugador de fútbol sala debe desarrollar el metabolismo anaeróbico láctico, sobretodo la potencia y tener una buena tolerancia a niveles medio-altos de ácido láctico.

Destacar el gran trabajo muscular sobre todo excéntrico que se produce debido a las máximas desaceleraciones que se dan continuamente en un partido y que son las responsables de muchos microtraumatismos producidos en la fibra muscular. Por ello, se debe tener una gran resistencia a la Fuerza Rápida. Poseer un alto porcentaje de fibras rápidas y tener resistencia a la fatiga, para poder realizar acciones explosivas durante todo el partido.

Un mejor conocimiento tanto cuantitativo como cualitativo de las demandas fisiológicas que se dan en el fútbol sala nos permitirá entre otras cosas:

- Establecer un perfil óptimo para este deporte.
- Detección de posibles talentos.
- Establecer pautas de entrenamiento a sus diferentes niveles.
- Planificar mejor las cargas de entrenamiento teniendo en cuenta las características propias de cada jugador y las de este deporte y no las de otras modalidades deportivas.
- Mejorar el rendimiento deportivo.

En la actualidad, toda investigación que nos ayude a conocer mejor la lógica interna o externa propia del fútbol sala será de gran ayuda para mejorar y ayudar a la evolución de este deporte.

Gráfico 4.

Prestación intermitente, mixta, que solicita las diferentes vías energéticas. Debido a su elevada intensidad y larga duración provoca los más altos niveles en la alternancia de las vías anaeróbica aláctica y láctica sobre un fondo de la vía aeróbica.



Conclusiones

- El fútbol sala tiene un componente anaeróbico muy elevado y requiere una adaptación cardiovascular entre el 85-90 % de la frecuencia cardíaca máxima individual ya que en la mayoría de los partidos se llega a alcanzar la frecuencia cardíaca máxima.
- La práctica del fútbol sala requiere un adecuado $VO_{2m\acute{a}x}$ y una buena capacidad de recuperación.
- El fútbol sala utiliza alternativamente las diferentes vías de obtención de energía (gráfico 4).

Durante los esfuerzos de máxima intensidad y breve duración (disparos, 1 x 1, salidas de presión, etc) utilizaremos el ATP-PC a través de la vía anaeróbica aláctica o de los FOSFÁGENOS.

En los encadenamientos de acciones como transiciones ataque-defensa, contraataques sucesivos, etc. utilizaremos el GLUCÓGENO a través de la vía anaeróbica láctica GLUCOLISIS ANAERÓBICA.

A lo largo del transcurso del partido utilizaremos el GLUCÓGENO Y LOS LÍPIDOS, a través de la vía aeróbica u OXIDATIVA.

- El jugador de fútbol sala necesita de una gran potencia y capacidad anaeróbica aláctica y una rápida regeneración de los fosfágenos. Debe ser capaz de

tener una buena tolerancia para soportar niveles medio-altos de ácido láctico. Debe tener una adecuada base aeróbica.

Bibliografía

- Álvarez, J.: *Estudio del perfil cardiovascular y metabólico en jugadores profesionales y amateurs de fútbol sala*, tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, julio 2000.
- Álvarez, J.: "La condición biológica del jugador de balonmano", *Apunts*, XXVI (1989).
- Astrand, R.: "Fisiología del ejercicio físico", Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana, 1985.
- Blanco, A.; Enseñat, A. y Balagué, N.: "Hockey sobre patines: análisis de la actividad competitiva", *RED* (VII), 3 (1993), pp. 9-17.
- Blanco, A. y Enseñat, A.: "Hockey sobre patines: el esfuerzo del entrenamiento", *RED* (XIII), 4 (1999), pp. 31-36.
- Blanco, A. y Enseñat, A.: "Valoración directa de la Potencia Aeróbica Máxima en hockey sobre patines", *RED* (XII), 4 (1998), pp. 29-33.
- Calderón, Fco. J.; González, C.; Mechota, V. y Brita-Paja, J. L.: "Estudio de la recuperación en tres formas de esfuerzo intermitente: aeróbico, umbral y anaeróbico", *Apunts. Educación Física y Deportes*, 55 (1999), pp. 14-19.
- Chazalón, J.: "Preparación física específica del jugador/a de balonmano", *RED*, II, 3 (mayo-junio de 1998), pp. 17-29.
- Chicharro, J. L y Fernández, A.: "Fisiología del ejercicio", Madrid: Médica Panamericana, 1995.
- Chirosa, L. J; Chirosa, I. y Padial, P.: "Variables que determinan la preparación física en balonmano", Revisión. *RED*, (XIII), 1 (1999), pp. 16-19.
- Colli, R. y Faina, M.: "Investigación sobre el rendimiento en balonmano", *RED* (I), 2 (1987), pp. 3-10.
- Dal Monte, A.; Gallozi, C.; Lupo, S.; Marco, E. y Menchinelli, D.: "Evaluación funcional del jugador de balonmano y balonmano", *Apunts*, 24 (1987), pp. 243-251.
- Domínguez, E.: "La estructura energética y condicional del fútbol", *Training fútbol* (diciembre de 1987), pp. 38-54.
- Faina, M.; Gallozi, C.; Lupo, S.; Colli, R. y Martini, C.: "Definition of the physiological profile of the soccer player", *Science and football*, Londres-Nueva York, (1998), pp. 158-163.
- Franco, L.: "Fisiología del balonmano", *Archivos de Medicina del deporte*, (XV), 68 (1998), pp. 471-477.
- Gutiérrez J. A.: "Perfil fisiológico del jugador de balonmano de alto rendimiento", *Apunts*, XMV, 163 (1987).
- Laukanen, R. y Virtanen, P.: "Heart rate monitors -state of the art", *J. Sports Sci., Suppl.* 16 (1998), S3-S7.
- Laukanen, R.: "Exercise and heart rate", *Polar Electro Oy*, 1999.
- Leger, L. y Thivierge, M.: "Heart rate monitors: validity, stability and functionality", *Physician and Sports Med.*, 16 (5) (1998), pp. 143-151.
- Massach, J.: "Valoración y control aeróbico-anaeróbico del jugador de fútbol", *Rev. EEE*, 53 (1992), pp. 38-51.
- Moreno, M.: "Conceptos generales sobre la evolución del juego y su entrenamiento", *Training fútbol*, 31 (septiembre de 1998), pp. 8-14.
- Rico, J.: "Evaluaciones fisiológicas en futbolistas", *Archivos de Medicina del Deporte* (XIV), 62 (1997), pp. 485-491.
- Rubio, F., Franco, L., Peral, R. y Boqué, M.: "Perfil antropométrico y funcional del jugador de hockey sobre patines", *Apunts, Medicina de l'esport*, XXX, 115 (1993), pp. 23-29.
- Treiber, F.; Musante, L.; Hardtagan, S.; Davis, H.; Levy, M. y Strong, W.: "Validation of a heart rate monitor with children in laboratory and field settings", *Med. Sci Sports Exerc.*, 21 (3) (1989), pp. 338-342.
- Vogelaere, P.; Balagué, N. y Martínez, N.: "Fútbol: aproximación fisiológica", *Apunts, medicina de l'esport*, XXVII (1985), pp. 103-106.
- Weineck, J.: "Fútbol total", Barcelona: Paidotribo, 1994.
- Zaragoza, J.: "Balonmano: conclusiones para el entrenamiento a partir del análisis de la actividad competitiva", *RED*, (X), 2 (1996), pp. 21-27.