

Palabras clave

tenis, metabolismo, consumo de oxígeno, concentración de lactato en sangre, frecuencia cardiaca, anabolismo, testosterona, catabolismo, cortisol, oxidación, intensidad, ayudas ergogénicas

Análisis de los requerimientos metabólicos del tenis

Josep Comellas

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y Deporte

Pablo López de Viñaspre

Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y Deporte.

Master en Fisiología del Ejercicio (USA)

Abstract

The determination of energetic metabolism used during a tennis match, will help us to orientate the physical preparation of the tennis player.

Numerous articles exist on this theme. One of the conclusions of some authors is that tennis has a metabolic profile typical in a sport of long duration and low intensity. This statement does not take into account many aspects that can influence the erroneous interpretation of the analysed variables.

The conclusion that we reach is that tennis is especially demanding with alactic anaerobic metabolism (ATP-PCr) and aerobic metabolism and to a lesser degree lactic anaerobic metabolism. We should avoid the belief that tennis is a sport of low intensity and long duration. Tennis is a very intense sport. The values of oxygen consumption throughout a match are about 65% of VO_{2max} (non-published study with K4bxb, Cosmed). To this work intensity, the principal sources of energy are muscular glycogen (partly oxidised and partly used anaerobically) and intramuscular triglyceroids (oxidised) and some energetic reuse of lactate. In long matches, there is the possibility that the reserves of glycogen dry up. So it is interesting to take relevant nutritional measures.

Key words

tenis, metabolism, oxygen consumption, lactate concentration in the blood, heart rate anabolism, testosterone, catabolism, cortisol, oxidation, intensity, ergogenic help

Resumen

La determinación del metabolismo energético utilizado durante un partido de tenis, nos servirá para orientar la preparación física del tenista.

Existen numerosos artículos referentes a este aspecto. Una de las conclusiones de algunos autores es que el tenis tiene un perfil metabólico típico de un deporte de larga duración y baja intensidad. Esta afirmación no tiene en cuenta muchos aspectos que pueden influir en la interpretación errónea de las variables analizadas.

La conclusión a la que llegamos nosotros es que, el tenis es especialmente exigente con el metabolismo anaeróbico aláctico (ATP-PCr) y el metabolismo aeróbico. En menor medida el metabolismo anaeróbico láctico. Debemos huir de la creencia de que el tenis es un deporte de baja intensidad y larga duración. El tenis es un deporte muy intenso.

Los valores de consumo de oxígeno a lo largo de un partido se sitúan alrededor del 65% del VO_{2max} (estudio no publicado realizado con K4bxb, Cosmed). A esa intensidad de trabajo, las fuentes energéticas principales son el glucógeno muscular (en parte oxidado y en parte utilizado anaeróbicamente) y los triglicéridos intramusculares (oxidados), y algo la reutilización energética del lactato. En partidos largos, existe la posibilidad de que los depósitos de glucógeno se vacíen. Por tanto es interesante tomar medidas nutricionales pertinentes.

Introducción

Este artículo tiene como objetivo analizar los requerimientos metabólicos a lo largo de un partido de tenis y ayudar por tanto, a la orientación de la preparación física.

Por sus características el tenis es un deporte muy peculiar. El tipo de esfuerzo realizado a priori parece de muy larga duración, además en una sola semana se pueden jugar hasta cinco partidos. Es un deporte donde constantemente el jugador debe responder a una situación de emergencia: devolver la pelota golpeada por el adversario. El jugador debe estar preparado para cualquiera de estas situaciones. El juego en si, implica tiempo de juego a gran intensidad y también implica tiempo de pausa y por tanto de recuperación. El tipo de desplazamientos es corto, rápido y frecuente, con cambios de orientación y sentido.

Requerimientos metabólicos

La bibliografía disponible relacionada con los requerimientos fisiológicos del tenis nos da disparidad de opiniones.

Los diferentes autores, recurren a diferentes medidas para valorar el tipo de esfuerzo de este deporte. Los parámetros utilizados son: frecuencia cardiaca, concentración de lactato en sangre, tiempo de juego y tiempo de pausa, y por último los valores de consumo de oxígeno durante el juego. Según J. A. Aparicio (1998), hay tres capacidades primordiales: la resistencia, la velocidad y la fuerza. La agilidad y coordinación serán dos cualidades importantes para complementar a las anteriores.

En unas estadísticas publicadas en 1998 por la ATP, basadas en un estudio realizado entre los 150 clasificados del ranking de la ATP de partidos jugados sobre tierra batida, y que nos muestra J. A. Aparicio en su libro, los valores de los diferentes parámetros pueden verse en el cuadro 1.

El análisis de estos datos, nos permite conocer con bastante aproximación qué tipo de esfuerzo físico realizan los jugadores durante un partido. No obstante, en este análisis no se diferencia entre tipo de superficie ni sexo. Por ello, antes de llegar a conclusiones veamos otros valores que nos aportan otros autores.

Cuadro 1.

Duración media de un punto	6-10 seg.
Duración media de un punto pista rápida	4,3 seg.
Tiempo real de juego 22% del total	22% del total
Promedio de puntos por juego	6,2
Promedio de puntos por set	62
Promedio de puntos de un partido de 5 sets	310
Distancia media recorrida por golpe (con saque)	3 metros.
Distancia media recorrida por golpe (sin saque)	3,8 metros.
Distancia media recorrida por punto	8-12 metros.
Distancia media recorrida en un set	850 metros.
Distancia media recorrida en un partido (5 sets)	4.250 metros.
El 40 % de esta distancia se hace caminando	
El 47 % de los desplazamientos son hacia delante	
El 48 % son laterales	
El 5 % hacia atrás	
Consumo medio de energía en un partido (5 sets)	4.500- 5.000 kj.
Consumo medio de oxígeno	12,2% (aeróbico).
Promedio de la frecuencia cardiaca en partido hombres	143 ppm.
Promedio de la frecuencia cardiaca en partido mujeres	153 ppm.

Siguiendo en la valoración de los tiempos reales de juego, hay un estudio muy completo realizado por P. Talbot (1990), en el que nos muestra los tiempos reales de juego sobre diferentes superficies y diferencia entre hombres y mujeres:

Hombres:

- Tierra batida: superficie tipo Roland-Garros, es una superficie lenta, el tiempo real de juego va de 9 a 28 minutos por hora de juego. La media es de 13 minutos, 21,5%. Este tipo de superficie representa el utilizado en el 10-15% de los grandes torneos del circuito.
- Superficie sintética: tipo Flushing Meadow. Es una superficie rápida. El tiempo real de juego va de 5'45" hasta 13'15" por hora de juego y la media es de 8'30", o sea el 13,8 %. Este tipo de superficie representa el utilizado en el 80 % de los grandes torneos del circuito.
- Hierba: prácticamente solo se juega en Wimbledon. Es una superficie muy rápida. El tiempo real de juego va de 4'26" a 10'45" por hora de juego. La media es de 7 minutos lo que corresponde al 11,7 %.

Mujeres:

- Tierra batida: el tiempo real de juego va de 11 a 30 minutos por hora de partido. 33 %.
- Superficie sintética: T.R.J. de 8' a 20' por hora de partido. 25%.
- Hierba: T.R.J. de 7'30" a 15' por hora de juego. 18 %.

El tipo de superficie, influye más en el tiempo real de juego en hombres que en mujeres. Un aspecto interesante a considerar, es el que nos comenta el autor de este artículo. Hace referencia a que dentro de estos valores, cada jugador tiene un tiempo ideal de juego según sus características fisiológicas individuales. Y por tanto, cuando un jugador se ve forzado, por las características de su adversario, a jugar por periodos de tiempo no ideales para su aptitud fisiológica, disminuirán las posibilidades de vencer a su adversario.

Según este artículo, los esfuerzos máximos son muy extraños en el tenis y en el caso de existir son de una duración muy corta. En el caso de encontrarnos ante un tipo de juego de alta intensidad con golpes fuertes, la duración de los puntos tendrá tendencia a disminuir, es normal en este caso que el punto dure tan solo cinco

golpes como máximo. Por el contrario si la intensidad del juego disminuye y hablamos de un juego más de fondo, la duración del punto será más larga, de 10 a 20 golpes o incluso más.

En el primer caso, el metabolismo más relevante sería el anaeróbico aláctico. En el segundo caso, el metabolismo energético predominante será el anaeróbico aláctico y el anaeróbico láctico.

En este sentido hay autores que nos proporcionan valores de porcentaje de utilización de uno u otro sistema. Según Bruce Elliot y Rob Kilderry (1983), el tenis es una actividad intermitente, donde el metabolismo aeróbico representa el 20 % y el metabolismo anaeróbico será el responsable de suministrar el 80 % de la energía utilizada. Esta opinión nos parece errónea pues no se correlaciona con los valores de tiempo real de juego. En nuestra opinión, durante el tiempo de juego existe un claro predominio del metabolismo anaeróbico aláctico, debido a la intensidad del juego. En el tiempo de pausa, que como hemos visto es muy superior al de juego, el metabolismo será el aeróbico y por tanto una buena capacidad aeróbica será importante para una mejor recuperación en estos periodos.

En contra de la opinión de Elliot y Kilderry, Carlo Rossi (1990), ve en el tenis un deporte con una clara tendencia anaeróbica aláctica en el que el sistema aeróbico, solo se verá implicado en las fases de recuperación.

Esta opinión nos parece más acertada y se ajusta más a nuestra forma de entender este deporte. En este mismo sentido existe otro estudio: Seliger *et al.* (1973) citado por J. L. Groppe y E. P. Roeter (1992), afirma que "el metabolismo energético es 88 % aeróbico y 12 % anaeróbico. Los valores de frecuencia cardíaca son los típicos de un esfuerzo submáximo." Estamos de acuerdo con las conclusiones de estos dos estudios y no creemos que el tenis deba verse como un deporte de larga duración y intensidad moderada. Está claro que el tenis es un deporte muy intenso. Los valores de frecuencia cardíaca pueden no ser un buen indicador de lo que está pasando debido a la corta duración de los puntos. Los va-

lores de lactato en sangre que aparecen en la bibliografía pueden llevarnos también a confusiones. De este aspecto hablaremos más adelante. Veamos primero por qué la frecuencia cardíaca puede no ser un buen indicador de la intensidad en el tenis.

En la bibliografía encontramos muchas veces valores diferentes de participación de un sistema energético u otro. La explicación en algunos casos es la poca rigurosidad de los estudios. La valoración de la frecuencia cardíaca durante el juego, se utiliza pensando en una relación lineal entre F.C. y consumo de oxígeno. Si bien esto es cierto en ejercicios de carácter continuo submáximo, puede no ser válido para ejercicios de carácter intermitente, donde la F.C. suele estar por encima de la relación F.C. - $\dot{V}O_2$. Esto se debe a un aumento de los niveles de catecolaminas y a una acumulación de bioproductos metabólicos como el CO_2 (Ballor y Bolovsek, 1992; Bangsbo, 1994; citado por Christamass *et al.*, 1998).

Otro estudio que considera gran variedad de parámetros fisiológicos para determinar el tipo de esfuerzo a lo largo de un partido es Bergeron *et al.* (1991), que concluye como muchos otros estudios que a pesar de los periodos de alta intensidad, la respuesta metabólica global es la típica de un ejercicio prolongado y de baja intensidad. A pesar de que la respuesta metabólica global sea de estas características, a la hora de planificar la preparación física del tenista, no podemos olvidar que son los momentos de alta intensidad los que definen el desenlace del partido, por lo que será de vital importancia la capacidad de realizar esfuerzos intensos de forma repetida.

Estos autores observaron que los valores de glucosa durante un partido se mantienen constantes con una ligera tendencia a disminuir. Todo lo contrario que en un esfuerzo máximo, donde los valores aumentan progresivamente debido al catabolismo inducido por las catecolaminas. Este perfil de tendencia a la disminución de la glucosa en sangre, se observa también en esfuerzos de larga duración y baja intensidad. Posiblemente, la producción de glucosa hepática vía gluconeogénesis y

glucogenólisis, no puede satisfacer el incremento de la glucosa utilizada por la musculatura. Es por ello que en este deporte es muy relevante la dieta pre y per competición.

Los valores de lactato que observaron en este estudio son estables. El carácter intermitente del tenis y la larga duración de las pausas, permite aclarar el lactato que se pueda producir en los momentos más intensos. La combinación de ejercicio moderado con intervalos de descanso proporciona las condiciones necesarias para que predomine el metabolismo oxidativo sobre el anaeróbico. El lactato puede ser oxidado localmente o transportado a las fibras de otras regiones musculares que lo puedan metabolizar y por último el que no puede ser utilizado en las fibras es transportado vía sangre hasta el hígado para ser metabolizado. Este mecanismo puede llevarnos a conclusiones erróneas si analizamos las cantidades de lactato al final de un juego o de un partido. Dicha medición puede no reflejar la realidad por dos razones: 1) se han dado numerosas oportunidades en las pausas para aclarar el lactato; 2) esta medición puede no reflejar lo que sucede a nivel localizado de algunas fibras de contracción rápida y con poca resistencia a la fatiga.

Para determinar el catabolismo durante un partido, se valoraron en dicho estudio la presencia de hormonas catabólicas y anabólicas en sangre. El ratio cortisol-testosterona, nos da una idea del grado de catabolismo o anabolismo en que se encuentra el organismo. En ejercicios de intensidad superior al 60-70 % del $\dot{V}O_{2max}$, hay una tendencia a aumentar las concentraciones en sangre de cortisol. Por debajo de estas intensidades, hay una tendencia a la disminución del cortisol. En un partido de tenis, la tendencia es la disminución del cortisol. Lo cual, da soporte a que la intensidad del esfuerzo valorada de forma global, es moderada. Por otro lado, en esfuerzos moderados o intensos, hay un aumento de la testosterona en sangre. Ello produce un aumento progresivo del ratio testosterona-cortisol, que sugiere un predominio de la actividad anabólica sobre la catabólica.

Conclusiones

Basándonos en los estudios que se encuentran en la bibliografía y en nuestra experiencia, los requerimientos metabólicos del tenis son el anaeróbico aláctico (ATP-PCr) y el metabolismo aeróbico. En menor medida el metabolismo anaeróbico láctico. Debemos huir de la creencia de que el tenis es un deporte de baja intensidad y larga duración. El tenis es un deporte muy intenso.

La comprensión de estos aspectos será fundamental en la orientación de la preparación física y también puede ser de interés para determinar las posibles ayudas ergogénicas a utilizar.

La utilización del metabolismo anaeróbico láctico quedará en segundo lugar. No obstante para que se cumpla la anterior afirmación, los valores de consumo de oxígeno en tenistas de elite deberían situarse alrededor de 55 ml/kg/min para mujeres y 60 ml/kg/min. para hombres. Además, el umbral anaeróbico, será un parámetro muy relevante. Deberá ser lo más alto po-

sible. De esta forma disminuirémos la posibilidad de que se utilice el metabolismo anaeróbico láctico y que por tanto se den situaciones de partido con presencia de fatiga. Por tanto este deberá ser uno de los aspectos que incluyamos en los objetivos cuando realicemos la programación del entrenamiento.

La cantidad de lactato en sangre durante un partido es muy baja, no obstante cabe considerar que algunas fibras FT soporten cantidades muy elevadas de lactato. Por tanto si cabe la posibilidad de que entrenar la tolerancia al lactato de estas fibras específicas sea importante.

Una base de resistencia aeróbica puede ser muy importante para favorecer la recuperación entre puntos, resistir los entrenos o los torneos con muchos partidos por semana.

Bibliografía

Bergeron, M. F.; Maresh, C. M.; Draemer, W. J.; Abraham, A.; Conry, B. y Gabaree, C.:

"Tennis: a physiological profile during match play." *Int. J. Sports Med*, 12 (1991), pp. 474-479.

Castellani, A.; D'Aprile, A. y Tamorri, E.: *Tennis Training*.

Christmass, M. A.; Richmond, S. E.; Cable, N. T.; Arthur, P. G. y Hartmann, P.E.: "Exercise intensity and metabolic response in singles tennis", *Journal of Sports Sciences*, 15 (1998), pp. 739-747.

Elliot, B. y Kilderry, R.: "Training for tennis", *The art and science of tennis*, 1983, Saunders College Publishing.

Groppel, J. L. y Paul Roeter, E. *Applied Physiology of Tennis*.

Grosser, Brüggemann, Zintl: *Alto Rendimiento Deportivo*, Ed. Martínez Roca.

Powers, S. K. y Walker, R.: "Physiological and anatomical characteristics of outstanding female junior tennis players", *Research Quarterly for exercise and sport*, 1982, Vol. 53 (2), pp. 172-175

Rossi, C.: *Tennis senza racchetta*, 1990, Ediciones.

Società Stampa Sportiva-Roma, 1992.

Sports Medicine, 14 (4) (1992), pp. 260-268.

Talbot, P.: "Filières énergétiques et temps réels de jeu", *JN: E.P.S.* 226 nov./dic., 1990, pp. 24-26.

