

ASPECTOS FÍSICOS Y FISIOLÓGICOS DEL TENIS DE COMPETICIÓN (II)

PHYSICAL AND PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF TENNIS COMPETITION (II)

3. INTENSIDAD DE JUEGO

Para estimar la intensidad en el tenis se ha utilizado la frecuencia cardiaca (FC)^{13,19}, el consumo de oxígeno (VO₂), las concentraciones de lactato sanguíneo (LA)^{2,20,21}, la percepción subjetiva del esfuerzo (RPE)^{22,23} y estimaciones del gasto energético total²³. Son varios los estudios que han descrito cómo el comportamiento táctico de los jugadores (defensivo vs. ofensivo), la situación de juego (servicio o resto), la variedad de superficies, diámetros de pelota y ciertos factores ambientales tienen influencia sobre los patrones de actividad y recuperación (basados en la duración de los puntos y el tiempo efectivo de juego) y sobre los parámetros fisiológicos relacionados, como la FC, LA o el VO₂^{2,10,21,24}. La medición de todas estas variables durante el juego proporciona una mejor comprensión de la intensidad y el estrés fisiológico que se produce durante el mismo, lo que puede ser beneficioso para el desarrollo de protocolos de entrenamiento óptimos.

Las respuestas fisiológicas durante un partido de tenis se han descrito como menores del 60-70% del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max})^{13,25} y FC medias del 60 al 80% de las máximas¹⁴. Debido a la naturaleza intermitente del juego, los valores medios no nos facilitan lo suficiente la comprensión de las demandas del tenis de competición. Por lo tanto, la descripción de los periodos de alta intensidad que se producen a lo largo de un partido puede ser más relevante, porque durante estos periodos se pueden producir situaciones cruciales para el resultado final, y desde un punto de vista físico, una mala condición física podría ser un factor limitante del resultado de una competición.

3.1 Frecuencia Cardiaca (FC)

La FC registrada durante un partido de tenis se ha estado usando como medida de intensidad y para estimar el gasto energético, basado en la relación individual entre FC-VO₂^{2,13,14}. La FC media para jugadores entre 20 y 30 años oscila entre 140-160 latidos·min⁻¹ y de 94 ± 15.6 a 164 ± 15.8 latidos·min⁻¹ durante partidos individuales y de dobles, respectivamente, alcanzando los 190-200 latidos·min⁻¹ durante puntos largos e intensos (Tabla 2), reflejando fases de alta intensidad^{9,25-32}. Además, existen diferencias en la FC cuando se tiene en cuenta la situación de juego (servicio o resto). Comparando juegos al servicio y al resto, Smekal et al.² encontraron que las FC medias eran similares, con unos valores ligeramente superiores y no significativos durante el servicio. En cambio, Elliot y col.²⁶ registraron FC más altas durante juegos al servicio que al resto. Estos resultados se han atribuido a la necesidad de una mayor intensidad en el juego para mantener la posesión del servicio³.

Las respuestas de la FC deben interpretarse con cautela debido a que la FC no siempre refleja las variaciones del VO₂ durante el partido. Novas et al.²³ mostraron cómo los niveles de VO₂ se recuperaban más rápido que la FC, y que la relación FC-VO₂ estaba incrementada durante los periodos de recuperación. Cuando los valores de FC se convierten a VO₂ sobre la base de una relación individual existente entre FC-VO₂ observada durante el ejercicio continuo submáximo, debe tenerse en cuenta que existen factores que pueden confundir esta relación. Por ejemplo, olvidándose de la naturaleza intermitente del juego, la FC no es significativamente diferente durante los puntos y la recuperación, o incluso es algo más elevada durante los periodos de recupe-

Jaime Fernández Fernández^{1,2}

Alberto Méndez Villanueva^{3,4}

Babette M. Pluim⁵

Nicolás Terrados Cepeda^{1,2}

¹Dpto. Biología Funcional Univ. de Oviedo

²Unidad Regional de Medicina Deportiva del Principado de Asturias, Avilés

³Dpto. de Didáctica Fac. de CC de la Actividad Física y el Deporte Univ. de Alcalá Madrid

⁴Team Sport Research Group, School of Human Movement and Exercise Science, The University of Western Australia

⁵Royal Lawn Tennis Association. The Netherlands

TABLA 2. Datos registrados durante situaciones de juego publicados en estudios previos

Estudios	Sexo	FC (latidos·min ⁻¹)	LA (mmol·L ⁻¹)	RPE	Superficie
Seliger y col. ³⁰	M	143 ± 13.9	—	—	—
Weber y col. ¹⁹	M	147 ± 10.5	2.15	—	Dura
Kindermann y col. ³¹	M	145 ± 19.8	2.0 ± 0.5	—	—
Schmitz ³²	M	143 ± 12.4	2.59 ± 1.02	—	Tierra
Bergeron y col. ²¹	M	144 ± 13.2	2.3 ± 1.2	—	Dura
Reilly & Palmer ²⁴	M	144 ± 19.0	2.0 ± 0.4	—	Dura
Novas y col. ²³	F	146 ± 20	—	4 ± 1 *	Dura
Girard & Millet ⁹	M ⁺	181 ± 11.9	3.08 ± 1.12	—	Tierra
		172 ± 17.2	2.36 ± 0.47	—	Dura
Ferrauti y col. ²⁰	M-F	—	1.53 ± 0.65	—	—
Fernández y col. ³⁴	M	147 ± 15	4.0 ± 1.1	12.5 ± 2.1**	Tierra
Fernandez y col. ²²	M	—	3.79 ± 2.03	13 ± 2.1**	Tierra
Smekal y col. ²	M	151 ± 19	2.07 ± 0.88	—	Tierra

(M) Masculino; (F) Femenino

*Escala de Percepción del Esfuerzo del 1 al 10

**Escala de Percepción del Esfuerzo del 6 al 20

+Jugadores de tenis jóvenes

ración entre puntos^{13,21}. Esa valoración indirecta del VO₂ sobreestima las respuestas fisiológicas durante un partido de tenis. Además, los valores de FC durante el juego pueden estar afectados por otros factores como la deshidratación o el estrés térmico. En este sentido, la FC está correlacionada con la temperatura corporal, y por lo tanto las condiciones ambientales influyen en ésta^{28,33}. Por lo tanto, estos factores han de tenerse en cuenta cuando se quieran usar los valores de FC como instrumento de valoración de la intensidad del ejercicio durante un partido de tenis, y a la hora de diseñar protocolos de entrenamiento.

3.2 Consumo de Oxígeno (VO₂)

Los valores de VO_{2max} de los jugadores de tenis han sido recogidos en varios estudios (Tabla 3) con valores medios de VO_{2max} alrededor de 45 mL·kg⁻¹·min⁻¹ en mujeres y 55 mL·kg⁻¹·min⁻¹ en hombres³. Estos valores de potencia aeróbica son menores que los registrados en otros deportes intermitentes como el rugby³⁶, el fútbol³⁷, y similares a otros deportes de raqueta como el badminton³⁸. La medición del VO₂ es una variable de interés para obtener información sobre la intensidad de juego durante un partido. Además,

la determinación del perfil de los jugadores de tenis a través de este método (ej. A la hora de diferenciar jugadores ofensivos y defensivos) puede servir como referencia que proporcione información práctica a la hora de afrontar la preparación de diferentes jugadores. El uso de equipos de análisis de gases portátiles proporciona mediciones válidas acerca de las intensidades medias y máximas durante un partido de tenis². Los estudios que han abordado este tema han registrado niveles de VO₂ durante un partido de tenis que oscilan entre 23-29 mL·kg⁻¹·min⁻¹ (Tabla 3). Estos valores se corresponden aproximadamente con el 50% del VO_{2max}, con valores que oscilan entre el 46% y el 56% del VO_{2max}^{2,8,9,35}. En términos relativos, existen pequeñas diferencias entre los valores de VO₂ registrados en jugadores profesionales y en jugadores con nivel nacional o regional^{2,9,13,25}, pero nadie hasta la fecha ha proporcionado valores de VO₂ válidos y precisos de jugadores profesionales de alto nivel. Los estudios realizados han registrado valores de VO₂ en pista más bajos en los hombres que en las mujeres, así como más bajos en adultos que en jugadores jóvenes^{9,22}, atribuidos a las diferencias existentes entre sexos, o a las mayores intensidades de juego registradas en jugadores jóvenes. Otra diferencia

significativa es el tiempo de juego registrado en los diferentes estudios realizados al respecto, ya que hay investigaciones que registraron un segmento de juego, como un set³⁴, o partidos con el tiempo restringido^{2,13}, lo que obviamente puede afectar a las respuestas del VO_2 . Además parece importante resaltar la influencia de la táctica del jugador sobre el VO_2 , ya que hay evidencias de que el estilo de juego (ofensivo o defensivo) tiene influencia sobre las demandas del juego. Por ejemplo, un jugador defensivo, que prefiere jugar desde el fondo, tiene una demanda energética mayor que un jugador ofensivo, que prefiere servir y subir a la red². Por lo tanto, sería interesante describir o categorizar los diferentes perfiles fisiológicos de jugadores con diferentes comportamientos tácticos para elaborar programas de entrenamiento específicos. Por ejemplo, para preparar a un jugador ofensivo, especialista en pistas rápidas que quiera conseguir un buen resultado en Roland Garros (tierra batida).

3.3 Niveles de Lactato (LA)

Varios autores han valorado la intensidad del ejercicio usando las concentraciones de LA^{25,28}. Por lo general, los niveles de LA permanecen bajos ($1.8 - 2.8 \text{ mmol.L}^{-1}$) durante un partido de tenis (Tabla 2)^{14,21,35}. De todas formas, datos de nuestro grupo de trabajo así como de otros autores sugieren que durante puntos largos e intensos puede existir un incremento en los niveles de LA circulante^{13,22}, llegando a los 8 mmol.L^{-1} lo que sugiere un incremento en la participación del mecanismo de suministro de energía glucolítico². Parece interesante resaltar que, comparando juegos al servicio y al resto Smekal y col.² no encontraron diferencias significativas en las concentraciones de LA. A diferencia de estos resultados, en una investigación llevada a cabo por nuestro grupo de trabajo²², se encontró que las concentraciones de LA fueron significativamente mayores ($P = 0.02$) en juegos al servicio ($4.61 \pm 2.50 \text{ mmol.L}^{-1}$) que en juegos al resto ($3.20 \pm 1.35 \text{ mmol.L}^{-1}$), con valores máximos de 8.6 mmol.L^{-1} , registrados en jugadores profesionales y bajo condiciones de juego "reales" (torneo de exhibición, con premios en metálico). Estas diferencias registradas pueden ser debidas al rol

más activo y dominante del jugador al servicio²⁴ y a un incremento de la intensidad de juego según incrementa el nivel de los/as jugadores/as.

Aunque la literatura muestra niveles de LA similares durante un partido de tenis, hay que ser prudentes a la hora de observar partidos de competición, ya que son muchos los factores que pueden afectar los resultados³⁶. Entre éstos pueden estar incluidos el estado físico individual, el estrés emocional, cuándo se recoge la muestra o las condiciones ambientales. Los niveles de LA son sólo un reflejo del balance entre la producción del mismo y su aclarado. Además, las tomas están restringidas a los cambios permitidos por el reglamento y sólo se refleja el nivel de actividad durante los minutos previos a la muestra³⁷. Los niveles relativamente altos de LA durante los puntos largos e intensos registrados en investigaciones recientes^{2,22} podrían decidir el resultado final de situaciones cruciales durante un partido, como un punto de set o incluso un punto de partido. Parece ser que los periodos de descanso entre puntos, donde se realiza actividad de baja intensidad, probablemente son suficientes para permitir a los/as jugadores/as metabolizar el LA de manera efectiva. Pero cuando el periodo de descanso es demasiado corto, la velocidad de carrera para la preparación del golpeo, así como la velocidad del golpeo disminuyen⁵, por lo que parece importante preparar a los jugadores apropiadamente para superar estas situaciones de juego de alta intensidad.

3.4 Percepción subjetiva del esfuerzo (RPE)

La percepción del esfuerzo puede ser definida como "la intensidad subjetiva de esfuerzo, estrés, malestar y/o fatiga que se experimenta durante el ejercicio físico"³⁹. Hasta la fecha hay muy poca información que describa la respuesta del RPE durante un partido de tenis (Tabla 2) aunque la aplicación de las escalas de RPE ha sido llevada a cabo durante ejercicio aeróbico, ejercicio de fuerza⁴⁰ y deportes de equipo⁴¹, indicando que es un método que parece un buen indicador de la carga interna que soporta el deportista.

Novas y col.²³ registraron el RPE durante 60 min. de juego simulado en los cuales el jugador

TABLA 3. Valores de Consumo de Oxígeno Máximo (VO_{2max}) en condiciones de laboratorio y en situaciones de juego.

Estudios	Sexo (Número)	Nivel	VO_{2max} ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	VO_2 en pista ($mL \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	% VO_{2max} *	Superficie
Seliger y col. ³⁰	M (16)	Nacional	—	27.3 ± 5.5 59.2 ± 7.0	50	—
Ferrauti y col. ²⁰	M-F (12)	Nacional Senior	41.1 ± 6 (F) 47.5 ± 4.3 (M)	23.1 ± 3.0 (F) 24.2 ± 2.0 (M)	(F) 54.3 ± 3.1 (M)	Dura
Reilly & Palmer ²⁴	M (8)	Club alto	53.2 ± 7.3	—	—	Dura
Vodak y col. ⁴⁴	M-F (25-25)	Club alto	50.2 ± 5.7 (M) 44.2 ± 5.4 (F)	—	—	—
Christmass y col. ¹³	M (8)	Estatad	54.2 ± 1.89	—	74.4 ± 5.1	Dura
Kraemer y col. ⁴²	F (30)	Universitario	49.4 ± 4.4	—	—	—
Bergeron y col. ²¹	M (10)	Estatad	58.5 ± 9.4	—	—	Dura
Girard & Millet ⁹	M (7)	Club**	50.3 ± 3.9	40.3 ± 5.7 37.9 ± 7.5	80.1 ± 10.8 71.6 ± 15.3	Tierra Dura
Smekal y col. ²	M (20)	Nacional	57.3 ± 5.1	29.1 ± 5.6	51.1 ± 5.6	Tierra
Fernández y col. ²²	M (6)	Internacional	58.2 ± 2.2	26.62 ± 3.3	46.4 ± 7.2	Tierra

(M) Masculino; (F) Femenino

*Porcentaje del VO_{2max} con respecto a la prueba realizada en el laboratorio

**Jugadores de tenis jóvenes

daba un dato global de RPE al final del juego. Los resultados del estudio mostraron que el registro del RPE puede ser usado para estimar el costo energético del juego del tenis a nivel individual, cuando se compara el gasto energético con el RPE. En un estudio de nuestro grupo de trabajo²² se registró el RPE de manera individual, durante 7 partidos, a jugadores profesionales y bajo condiciones de juego “reales”, encontrando valores más altos durante los juegos al servicio que durante los juegos al resto. A su vez, los valores de RPE estaban significativamente correlacionados con las variables que describen las características del partido (golpes por punto y duración de los puntos), mostrando una mejor correlación durante los juegos al servicio. Estos resultados (valores que oscilan entre 11 o una percepción del esfuerzo de “fácil”, hasta 14 o “algo duro”) muestran que el RPE podría ser una herramienta útil para los entrenadores ya que proporciona información relativamente útil y fiable acerca del esfuerzo realizado por los/as jugadores/as durante la competición, aunque se necesita más investigación al respecto.

4. CONCLUSIONES

Los programas de entrenamiento y las características físicas de los/as jugadores/as de tenis han cambiado drásticamente a lo largo de los últimos 10-15 años. A lo largo de un partido de tenis existe una combinación de períodos de baja y alta intensidad, por lo que el tenis puede ser considerado como un deporte anaeróbico intermitente con una fase de recuperación aeróbica⁴⁵. Las conclusiones de los estudios acerca de los patrones de actividad, así como de la monitorización de la intensidad del ejercicio (ej. A través de los datos que describen las características fisiológicas de los/as jugadores/as), proporcionan una información a tener en cuenta en relación a las demandas físicas del juego así como a los patrones de actividad que se desarrollan (ej. Tiempo de juego y períodos de descanso). Toda esta información puede ser una herramienta muy útil para los entrenadores y preparadores físicos a la hora de programar un entrenamiento eficiente, tanto a nivel físico como a nivel estratégico.

Los mayores beneficios del entrenamiento ocurren cuando el estímulo de entrenamiento simula las demandas específicas del deporte, tanto a nivel de patrón de movimiento como a nivel fisiológico⁴. La información presentada en este artículo sugiere que los sistemas de proporción de energía más solicitados durante el tenis son el aeróbico y anaeróbico alácticos. Aunque la intensidad global media durante un partido de tenis es submáxima, los niveles de lactato pueden incrementarse durante puntos largos y decisivos. Así que de manera global, estos datos sugieren la necesidad de entrenar a nivel específico los sistemas de energía anaeróbico aláctico, anaeróbico glucolítico y aeróbico. Por lo tanto, se sugiere la utilización de métodos de entrenamiento interválico, caracterizados por actividades y distancias que están específicamente relacionados con la competición. Esto significa que el entrenamiento debería incluir ejercicios que duren entre 5 y 20 seg., con descansos de entre 20 y 90 seg., lo que supondría una relación trabajo:descanso de 1:3 a 1:5.

RESUMEN

El tenis es uno de los deportes con mayor popularidad en el mundo, practicado por hombres y mujeres, niños y gente mayor, con diferentes niveles de juego. Como en otros deportes, el tenis no es una ciencia, pero la ciencia aplicada al mismo puede ayudar a la mejora en el rendimiento. Se sabe poco sobre los factores fisiológicos y otros factores relacionados con el rendimiento en el tenis. El rendimiento en tenis depende de un conjunto de factores técnicos, tácticos, físicos, fisiológicos y mentales. Este artículo proporciona una visión general de la literatura más importante relacionada con la fisiología del tenis y proporciona tanto a entrenadores como a jugadores/as una información útil que pueda ayudar a mejorar el rendimiento en la pista.

Palabras Claves: Tenis; Fisiología; Rendimiento; Competición.

SUMMARY

Tennis is one the most popular sports in the world, performed by men and women, children and adults with different levels of expertise. As with other sports, tennis is not a science but science may help to improve tennis performance. Little is known about physiological and other factors related to tennis performance. Tennis performance depends upon several factors such as technical, tactical, physical, physiological and mental areas. This article provides an overview of important literature in tennis physiology and it also provides useful information which may help coaches and players to implement effective training protocols to improve on-court tennis performance.

Key words: Competitive Tennis; Physiology; Performance; Competition

B I B L I O G R A F Í A

- Vergauwen L., Spaepen A.J., Lefevre J. & Hespel P.** Evaluation of stroke performance in tennis. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1998; 30:1281-8.
- Smekal G., Von Duvillard SP., Rihacek C., Pokan R., Hofmann P., Baron R., Tschan H. & Bachl N.** A physiological profile of tennis match play. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2001; 33:999-1005.
- König D., Hounker M., Schmid A., Halle M., Berg A. & Keul J.** Cardiovascular, metabolic, and hormonal parameters in professional tennis players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000; 33:654-8.
- Müller E., Benko U., Raschner C. & Schwameder H.** Specific fitness training and testing in competitive sports. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000; 32:216-20.
- Perry AC., Wang X., Feldman B.B., Ruth T. & Signorile J.** Can laboratory-based tennis profiles predict field tests of tennis performance?. *J. Strength Cond. Res.* 2004; 18; 136-43.
- Chandler T.J.** Exercise training for tennis. *Clin. Sports Med.* 1995; 14:33-46
- O'Donoghue P, Ingram B.** A notational analysis of elite tennis strategy. *J. Sport Sci.* 2001; 19:107-15.
- Ferrauti A, Pluim M.B & Weber K.** The effect of recovery duration on running speed and stroke quality during intermittent drills in elite tennis players. *J. Sport Sci.* 2001; 19:235-42.
- Girard O, Millet G.P.** Effects of the ground surface on the physiological and technical responses in young tennis players. En: *Science and racket sports III.* Reilly T, Hughes M, Lees A, ed. London; E & F N Spon 2004; 43-48.
- Cooke K, Davey P.** Tennis ball diameter: the effect on performance and the concurrent physiological responses. *J. Sport Sci.* 2005; 23:31-39.
- Pluim B.M.** Physiological demands of the game. En:

- From Breakpoint to advantage: a practical guide to optimal tennis health and performance. Plum B, Safran M, ed. Vista, CA: USRSA 2004; 17-23.
12. **ITF.** Official rules of tennis. Chicago, IL.; Triumph Books; 2002; 10-11.
 13. **Christmass M.A., Richmond S.E., Cable N.T., Arthur P.G. & Hartmann P.E.** Exercise intensity and metabolic response in singles tennis. *J. Sports Sci.* 1998; 16:739-47.
 14. **Ferrauti A, Weber K & Wright P.R.** Endurance: Basic, Semi-specific and Specific. En: *Strength and Conditioning for Tennis.* Reid M, Quinn A, Crespo M ed. ITF, Ltd; London 2003; 93-111.
 15. **Parsons L.S, Jones M.T.** Development of Speed, Agility and Quickness for tennis athletes. *J. Strength Cond.* 1998; 20:14-19.
 16. **Deutsch E, Deutsch S.L & Douglas P.S.** Exercise Training for competitive Tennis. *Clin Sports Med* 1998; 2:417-27.
 17. **Kovacs M.** A comparison of work/rest intervals in men's professional tennis. *Medicine & Science in Tennis;* 2004; 3:10-11.
 18. **ITF.** Approved tennis balls and classified court surfaces. ITF 2005. (Consultado el 10/10/2005). Disponible en http://www.itftennis.com/shared/medialibrary/pdf/original/IO_6256_original.PDF
 19. **Weber K., Franken R., Papouschek U., Hech H. & Hollman W.** The behaviour of heart rate and arterial blood lactate during competitive tennis. (Das Verhalten von Herzfrequenz und der arteriellen Laktatkonzentration im Leistungstennis). En: *Kölner Beiträge zur Sportwissenschaft.* Richarz, St. Augustin. Band 7 ed. 1978; 195-208.
 20. **Ferrauti A, Schulz H, Strüder H.K, Heck H. & Weber K.** Metabolism in tennis and running with similar oxygen uptake and duration [abstract]. *Int. J. Sports Med.* 1998;19: (Suppl 22).
 21. **Bergeron M.F, Maresh C.M, Kraemer W.J, Abraham A., Conroy B. & Gabaree C.** Tennis: a physiological profile during match play. *Int. J. Sports Med.* 1991; 12:474-9.
 22. **Fernandez J., Fernandez-Garcia B., Mendez-Villanueva A. & Terrados N.** Activity patterns, lactate profiles and ratings of perceived exertion (RPE) during a professional tennis singles tournament. En: *Quality coaching for the future. 14th ITF Worldwide coaches workshop.* ITF, London. Crespo M, McInerney P, Miley D ed; 2005.
 23. **Novas A.M.P, Rowbottom D.G & Jenkins D.G.** A practical method of estimating energy expenditure during tennis play. *J. Sci. Med. Sport;* 2003; 6:40-50.
 24. **Reilly T., Palmer J.** Investigation of exercise intensity in male singles lawn tennis. En: *Science and Racket Sports.* Reilly T, Hughes M, Lees A eds. London; E & F N Spon; 1994; 10-13.
 25. **Bergeron M., Keul J.** The physiological demands of tennis. En: *Tennis: handbook of sports medicine and science.* Renström PA ed. Oxford; Blackwell Publishing Co. 2002; 46-54.
 26. **Elliott B.C., Dawson B., Pyke F.** The energetics of single tennis. *J. Hum. Mov. Stud.* 1985; 11:11-20.
 27. **Docherty D.** A comparison of heart rate responses in racquet games. *Br. J. Sports Med.* 1982; 16:96-100.
 28. **Therminarias A., Dansou P., Chirpaz-Oddou M.F., Gharib C. & Quirion A.** Hormonal and metabolic changes during a strenuous tennis match: effect of ageing. *Int. J. Sports Med.* 1991; 12:10-16.
 29. **Morgan L., Jordan D., Baeyens D. & Franciosa J.** Heart rate responses during singles and doubles tennis competition. *Physician Sportsmed.* 1987; 15:67-74.
 30. **Seliger V., Ejem M., Pauer M. & Safarik V.** Energy metabolism in tennis. *Int. Z. Angew Physiol.* 1973; 31:333-40.
 31. **Kindermann W, Schnabel A, Schnitt WM, Flöthner K., Biro G. & Lehmann M.** Behaviour of pulse rate and metabolism in tennis and squash. *Dtsch Z Sportmed.* 1981; 9:229-38.
 32. **Schmitz A.** The behavior of heart rate and blood lactate in competitive tennis players (Das Verhalten von Herzfrequenz und des Blutlaktats bei Leistungstennispielern). En: *University Köln; Tesis Doctoral.* 1991; 911.

33. **Bergeron M., Lawrence E., Armstrong N. & Maresh C.** Fluid and electrolyte losses during tennis in the heat. *Racquet Sports* 1995; 14:23–32.
34. **Fernandez J., Fernandez-Garcia B., Mendez-Villanueva A. & Terrados N.** La intensidad del trabajo en el tenis: el entrenamiento frente a la competición. *Archivos de Medicina del Deporte*. 2005; XXII(2), Núm. 107; 187-192.
35. **Smekal G, Von Duvillard SP, Pokan R, Tschan H., Baron R., Hofmann P., Wonisch M. & Bachl N.** Changes in blood lactate and respiratory gas exchange measures in sports with discontinuous load profiles. *Eur. J. Appl. Physiol*. 2003; 89:489–95.
36. **Coutts A., Reaburn P. & Murphy A.** Changes in physiological characteristics of semi-professional rugby league players in relation to training load: a case study [abstract]. *J. Sci. Med. Sport*; 2003; 6:(S37).
37. **Bangsbo J.** The physiology of soccer: with special reference to intense intermittent exercise. *Acta Physiol. Scand*. 1994; 15:1-156.
38. **Faccini P., Dalmonte A.** Physiologic demands of badminton match play. *Am. J. Sports Med*. 1996; 24:564-6.
39. **Robertson RJ, Noble BJ.** Perception of physical exertion: methods, mediators and applications. En: *Exercise and sport sciences reviews*. Holloszy JO ed. BA; Williams and Wilkins; 1997; 407-52.
40. **Gearhart RF, Goss FL, Lagally KM, Jakicic J.M, Gallagher J., Gallagher K.I. & Robertson R.J.** Ratings of perceived exertion in active muscle during high-intensity and low-intensity resistance exercise. *J. Strength Cond. Res*. 2002; 16:87–91.
41. **Impellizzeri FM, Rampinini E, Coutts AJ, Sassi A. & Marcora S.M.** Use of RPE-Based Training Load in Soccer. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2004; 36:1042–7.
42. **Kraemer W.J., Triplett N.T., Fry A.C., Koziris L.P., Bauer J.E., Lynch J.M., McConnell T., Newton R.U., Gordon S.E., Nelson R.C. & Knuttgen H.G.** An in-depth sports medicine profile of women college tennis players. *J. Sport Rehab*. 1995; 4:79-98.
43. **Smekal G., Pocan R., Von Duvillard S.P., Baron R., Tschan H. & Bachl N.** Comparison of laboratory and on-court endurance testing in tennis. *Int. J. Sports Med*. 2000; 21:242–9.
44. **Vodak P.A., Savin W.M., Haskell W.L. & Wood P.D.** Physiological profile of middle-aged male and female tennis players. *Med. Sci. Sports Exerc*. 1980; 12:159–63.
45. **Groppe J.L., Roetert E.P.** Applied Physiology of Tennis. *Sports Med*. 1992; 14:260-8.

Correspondencia:

Jaime Fernández Fernández

Avenida del Cristo nº18, 1ºD. CP 33006. Oviedo. Asturias.

e-mail: jauma_fernandez@hotmail.com**Aceptado:** 20-04-2006 / Revisión nº 193