

# EFFECTIVIDAD TÉCNICA Y FRECUENCIA DE GOLPEO EN EL TENIS FEMENINO DE ÉLITE. ESTUDIO DE CASO

Baiget, E.<sup>2</sup>; Iglesias, X.<sup>1</sup>; Vallejo, L.<sup>1</sup>; Rodríguez, F.A.<sup>1</sup>

1. Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña, Universidad de Barcelona.
2. Departamento de Ciencias de la Actividad Física, Universidad de Vic.

---

## RESUMEN

La efectividad técnica de golpeo (ET) se ha identificado como un buen parámetro pronosticador del rendimiento en el tenis y la frecuencia de golpeo de pelotas (FG<sub>P</sub>), aunque es un parámetro de carga técnica y condicional poco utilizado, es un indicador capaz de detectar diferencias en el juego. El objetivo del estudio fue caracterizar la ET en función de la FG<sub>P</sub> en una jugadora profesional de máximo nivel competitivo, utilizando un protocolo maximal, continuo de intensidad progresiva y registrando paralelamente parámetros de carga y fisiológicos. Se ejecutaron un total de 212 golpes obteniendo una ET del 81.6 % de aciertos, los valores oscilaron a lo largo de la prueba entre un rango del 81.6 a 93.3 % de aciertos y únicamente disminuyeron hasta el 70.7 % en el último periodo alcanzado (UP) y a partir del punto de disminución de ET (PDET). Se alcanzó una FG<sub>P</sub> máxima (FGP<sub>max</sub>) de 21 golpes·min<sup>-1</sup>, una duración de la prueba (DP) de 14:07 (min:s) correspondiente a un UP de 7. Se concluye que la jugadora presenta una elevada ET y una importante capacidad de mantener unos elevados índices de ET, a pesar del incremento de la FG<sub>P</sub> y de la fatiga metabólica asociada.

**Palabras clave:** tenis, efectividad técnica, frecuencia de golpeo

## ABSTRACT

The technical effectiveness of scrimmage (ET) has been identified as a good parameter for performance prediction in tennis and the hitting balls frequency (FG<sub>P</sub>), although being a loading and conditional parameter seldom used, is a suitable indicator to detect differences in the game. The aim of this study was to characterize the ET in relation to the FG<sub>P</sub> in a top-level competition professional player, using a maximum, progressive and continuous protocol and recording at the same time loading and physiological parameters. He executed a total of 212 strokes, obtaining a 81.6% success in ET, the values vary along the test from a range of 81.6 to 93.3% and only decreased to a 70.7% in the fourth quarter reached (UP) and from the point of decreasing ET (PDET). A maximum FG<sub>P</sub> (FGP<sub>max</sub>) of 21 hits·min<sup>-1</sup> and a test duration (DP) of 14:07 (min:s) were obtained which corresponded to a 7-UP. We concluded that the player had a high ET and a remarkable capacity to maintain high indexes of ET, despite the increase in the FG<sub>P</sub> and the metabolic fatigue associated.

**Key Words:** tennis, technical effectiveness, hitting frequency,

---

### Correspondencia:

Ernest Baiget Vidal  
Departamento de Ciencias de la Actividad Física  
Facultad de Educación. Universidad de Vic.  
C. Sagrada Familia, 7. Vic - 08500  
ernest.baiget@uvic.cat  
Fecha de recepción: 29/07/2011  
Fecha de aceptación: 10/11/2011

## INTRODUCCIÓN

El tenis competitivo de alto nivel requiere por parte del atleta de un elevado grado de formación y habilidad en cuatro áreas principales: (i) táctica, (ii) técnica, (iii) física, y (iv) psicológica (Kovacs, 2007). En modalidades de precisión se exige un grado máximo de perfección técnica (Weineck, 2005), en este caso el tenis presenta una gran diversidad de movimientos la mayoría de los cuales se ejecutan con un considerable componente de precisión. A lo largo de un partido se ejecutan un elevado número de acciones de golpeo, en competiciones de Grand Slam se pueden ejecutar entre 806 y 1445 golpes por partido (Weber, 2003) y se han observado promedios de entre 2,5 y 3 golpes por intercambio dependiendo factores como el estilo de juego, tipo de pelota, superficie, género o estrategia (Fernández et al., 2006). En este sentido, cabe destacar que la mayor parte del elevado volumen de entrenamiento de los jugadores de competición se realiza en la misma pista de tenis, atendiendo a objetivos de entrenamiento predominantemente técnico - tácticos, siendo los entrenamientos orientados a objetivos del área condicional menores en volumen de entrenamiento diario. Se han registrado dedicaciones de  $3.7 \pm 0.5$  (2.5 - 4) horas diarias en pista de trabajo técnico - táctico y de  $1.5 \pm 0.4$  (1.0 - 2.0) horas de preparación del área condicional y prevención de lesiones (Baiget, 2008).

El entrenamiento del área técnica en el tenis es necesario enmarcarlo dentro de un contexto global de acuerdo con el carácter situacional del deporte, durante el juego se dan un gran número y variedad de situaciones, opciones y posibles soluciones asociadas. La capacidad de los jugadores para determinar con éxito «qué hacer» (táctica) y «cómo hacerlo» (técnica), es fundamental para un alto rendimiento en el tenis (Reid et al., 2007). No obstante, el nivel de habilidad técnica de los jugadores tiene una relación directa sobre el nivel competitivo, en este sentido la efectividad técnica de golpeo se ha identificado como un buen parámetro pronosticador del rendimiento (Birrer et al., 1986; Vergauwen et al., 1998; Smekal et al., 2000; Vergauwen et al., 2004; Baiget et al., 2008). Si se compara el nivel técnico entre jugadores de nivel profesional y no profesional se observan claras diferencias. Vergauwen et al. (1998) en una muestra de 27 jugadores (edad  $21 \pm 1$  años) encontraron que los mejores jugadores realizaban menos errores ( $P < 0.05$ ), que la velocidad y la precisión de sus golpes era superior ( $P < 0.05$ ), y que los índices de velocidad/precisión y velocidad/precisión/errores también eran mejores ( $P < 0.05$ ).

Según Lees (2003), la capacidad técnica de los jugadores puede ser evaluada mediante análisis notacional, aunque ha habido pocos estudios en este ámbito de aplicación. En la literatura se describen algunos medios que permiten caracterizar la efectividad técnica de los jugadores en situaciones cerradas, la mayoría de los estudios evalúan la capacidad de los jugadores para dirigir la pelota hacia una zona de-

terminada de la pista. Se han propuesto pruebas de resistencia con evaluaciones técnicas (Van Dam y Pruijboom, 1992; Smekal et al., 2000; Caballero et al., 2005; Baiget et al., 2008) o pruebas de rendimiento de golpeo (Vergauwen et al., 1998; Vergauwen et al., 2004; Moya et al., 2010). La mayoría de pruebas están conducidas por máquinas lanzapelotas (Van Dam y Pruijboom, 1992; Vergauwen et al., 1998; Smekal et al., 2000; Vergauwen et al., 2004; Caballero et al., 2005; Baiget et al., 2008) debido a la mayor fiabilidad del protocolo, no obstante también existen protocolos en los cuales la pelota es enviada por un entrenador experimentado (Moya et al., 2010). Aunque algunos de los estudios se han llevado a cabo con jugadores de competición (Vergauwen et al., 1998; Baiget et al., 2008; Smekal et al., 2000) no existen registros con jugadores de máximo nivel mundial. En el presente estudio se caracterizan parámetros técnicos máximos y submáximos en función de la frecuencia de golpeo de pelotas ( $FG_P$ ) impuesta por una máquina lanzapelotas en una jugadora de élite mundial. Paralelamente se registran parámetros máximos y submáximos de carga y fisiológicos.

Aunque la  $FG_P$  es un parámetro de carga técnica y condicional poco utilizado en el entrenamiento del tenis, es un indicador capaz de detectar diferencias en el juego. En este sentido, Morante y Brotherhood (2006) evaluaron 44 jugadores (28 jugadores, 18 jugadoras) y 39 partidos de individuales diferentes en dos torneos de categoría Grand Slam (21 Australian Open; 18 Wimbledon), observando diferencias significativas en la  $FG_P$  en función del género ( $P < 0.02$ ) y en función de la superficie de juego ( $P < 0.01$ ). Los autores atribuyen estas diferencias al estilo de juego más atacante de los tenistas masculinos, a una mayor potencia de los golpes y al incremento de la velocidad de desplazamiento de la pelota en la superficie de hierba. En esta misma línea Smekal et al. (2001), en 20 jugadores de competición, observan diferencias significativas ( $P < 0.001$ ) en la  $FG_P$  entre los partidos disputados por jugadores atacantes (jugadores que preferían subir a la red) y partidos disputados por jugadores defensivos (jugadores que preferían jugar desde la línea de fondo).

El objetivo del estudio fue caracterizar la ET en función de la frecuencia de golpeo ( $FG_P$ ) en una jugadora profesional de máximo nivel competitivo, utilizando un protocolo maximal, continuo de intensidad progresiva.

## MÉTODO

### *Participantes*

Una jugadora de elite mundial (edad: 19 años, talla: 174 cm, peso: 78 kg, IMC = 25.82 kg/m<sup>2</sup>) participó en el estudio de forma voluntaria después de dar su consentimiento informado según los principios de la Declaración de Helsinki. La jugadora se encontraba clasificada en el puesto 5 de la Women Tennis Association (WTA)

y acreditaba una trayectoria de 5 años en el circuito profesional femenino y 12 años de práctica. Posteriormente al estudio realizado, la jugadora alcanzó la segunda posición de la WTA. La jugadora presenta una dominancia lateral derecha ejecutando el golpe de derecha a una mano y el de revés a dos manos.

### *Procedimiento*

Se utilizó un diseño descriptivo registrando parámetros máximos y submáximos de efectividad técnica (ET) acompañados de parámetros de carga y fisiológicos en una situación de juego cerrada. El control de la intensidad de participación se determinó mediante la frecuencia de golpeo de pelotas (FG<sub>p</sub>) impuesta por una máquina lanza-pelotas (Pop-Lob Airmatic 104, Francia). Se utilizó un protocolo maximal, continuo, escalonado realizado en la pista de tenis que incluye tareas motrices características del tenis como son los desplazamientos laterales y golpes (Specific Endurance Tennis Test, SET-Test) Baiget (2008), modificado de Smekal et al. (2000) y Baiget et al. (2008). La prueba empezó con una FGP de 9 tiros·min<sup>-1</sup> y se incrementó la carga por periodos de 2 minutos a razón de 2 tiros·min<sup>-1</sup> hasta que la jugadora fue incapaz de seguir el ritmo impuesto por la máquina, no consiguiendo golpear dos pelotas seguidas. La velocidad de lanzamiento de pelotas por parte de la máquina ( $68,6 \pm 1,9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) y la velocidad del viento ( $V_{\text{viento}} < 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) se mantuvieron constantes y fueron evaluadas mediante un radar (Stalker ATS 4.02, EUA) y un anemómetro digital (Plastimo, Francia). El ángulo y altura de salida de la pelota por el tubo de lanzamiento de la máquina respecto la horizontal del suelo fue de 13° y de 41 cm, respectivamente. La prueba se administró a principios de temporada en un periodo invernal no competitivo (25 días con ausencia de competiciones), a las 10:02 h:min con una temperatura ambiental de 11° centígrados.

Durante la prueba se registró la frecuencia cardíaca de forma continua mediante un cardiotacómetro (Polar S-810, Finlandia) y almacenándose los valores a intervalos de 5 segundos. Durante el registro se diferenciaron cuatro fases: calentamiento, descanso, prueba y recuperación (figura 4). De forma simultánea se realizó la valoración objetiva de ET registrada en tiempo real por un investigador experimentado mediante el cálculo de las frecuencias relativas (porcentajes) de aciertos-errores, evaluando tanto la precisión como la potencia de los golpes mediante zonas marcadas en la pista (figura 1). La jugadora realizó golpes de izquierda a derecha de la pista (derecha-revés) desplazándose en sentido lateral intentando enviar la pelota dentro de la zona marcada (diana). Los golpes se evaluaron como aciertos o errores en función de los criterios de precisión (la pelota enviada por la jugadora debía botar en la diana) y de potencia (una vez la pelota había botado dentro de la diana, debía sobrepasar la línea de potencia antes de realizar el segundo bote). Para que un

golpe se considerara como acierto debía cumplir los dos requisitos (precisión y potencia). La figura 1 es un esquema ilustrativo de la disposición de la pista y de la dinámica espacial del protocolo utilizado.

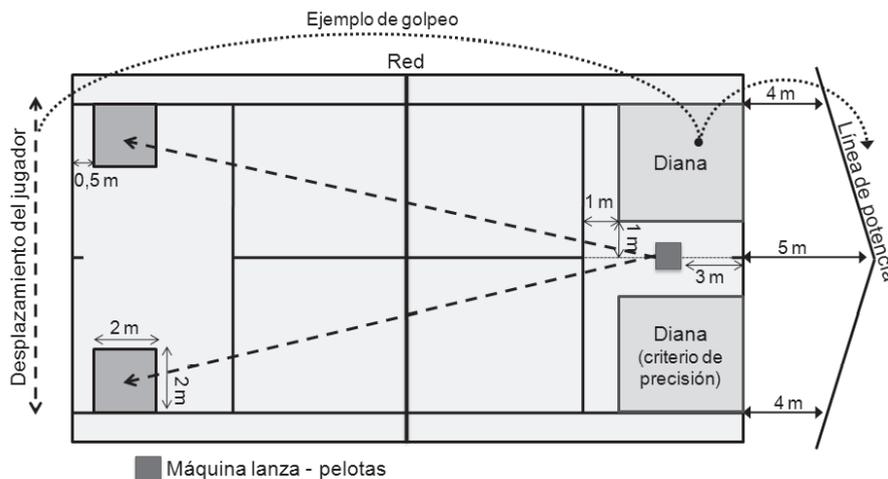


FIGURA 1: Esquema ilustrativo de la prueba (SET-Test) (Baiget et al., 2008)

La prueba se llevó a cabo en una pista de tenis reglamentaria al aire libre, de superficie dura y velocidad mediana (Green set®), previamente marcada con cinta adhesiva blanca. Se utilizaron 40 pelotas de tenis nuevas (BabolatTeam®, Japón) homologadas y aprobadas por la International Tennis Federation (ITF). Se dieron instrucciones a la jugadora para que ajustara su velocidad de desplazamiento, de manera que llegase a la zona de golpeo coincidiendo con el bote de la pelota. Para asegurar un coste energético homogéneo de los golpes en relación a la técnica utilizada, únicamente se le permitió realizar los elementos técnicos de golpe de derecha y revés liftado. La jugadora no participó en ninguna competición, prueba o entrenamiento de alta exigencia en las 48 horas previas a la prueba. La prueba fue precedida de un calentamiento estándar consistente en tres fases (figura 2):

- 1) calentamiento general (10 min.): carrera continua, diferentes tipos de desplazamiento, aceleraciones y movimientos del tren superior y ejercicios de movilidad articular.
- 2) calentamiento específico en pista (5 min.): peloteo de intensidad moderada.
- 3) familiarización con el desarrollo de la prueba (2 min.) con una  $FG_P$  de 9 tiros·min<sup>-1</sup>. La jugadora recibió por parte de los investigadores y entrenadores instrucciones de llegar al máximo esfuerzo y se la animó durante la prueba.

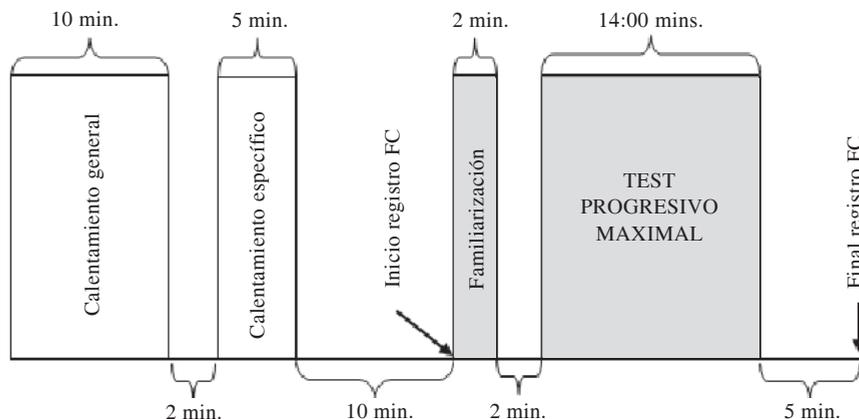


FIGURA 2: Cronograma de la administración de la prueba

### Variables

- Parámetros técnicos:
  - o Efectividad técnica (ET) (% aciertos): Cálculo objetivo del número total y porcentaje de aciertos durante la prueba en función de los criterios de precisión y potencia. En el porcentaje de aciertos por periodo y a intervalos de 30 segundos, únicamente se contemplan dichos intervalos de tiempo completados en su totalidad.
  - o Punto de deflexión de efectividad técnica (PDET) (núm. periodo): Punto de inflexión determinado mediante el último valor de ET por periodo a partir del cual el sujeto está por debajo de su media de ET (media aritmética de los valores durante toda la prueba) y ya no vuelve a superar este valor medio (Baiget et al., 2008) (figura 6).
  - o Frecuencia de golpeo de pelotas ( $FG_P$ ) ( $\text{golpes} \cdot \text{min}^{-1}$ ): Frecuencia de golpeo de pelotas por parte del jugador como variable que determina la carga de carácter técnico.
  - o Frecuencia de golpeo máxima ( $FG_{P_{\max}}$ ) ( $\text{golpes} \cdot \text{min}^{-1}$ ): Frecuencia de golpeo de pelotas máxima alcanzada por el jugador durante la prueba como medida máxima de carga técnica.
- Parámetros de Carga
  - o Duración de la prueba (DP) (min:s): Duración total de prueba indicando el tiempo que el sujeto tarda en llegar al agotamiento.
  - o Periodo (núm.): Número de periodo durante la prueba correspondiente a una duración de 2 minutos durante la prueba.
  - o Último periodo alcanzado (UP) (núm.): Último periodo que el sujeto es capaz de alcanzar durante el desarrollo de la prueba.

- o Frecuencia de lanzamiento de pelotas ( $FL_P$ ) ( $\text{tiros}\cdot\text{min}^{-1}$ ): Frecuencia de lanzamiento de pelotas por parte de la máquina en tiros por minuto.
- Parámetros fisiológicos
  - o FC ( $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ ): Frecuencia cardíaca como medida indirecta de la carga interna de la jugadora y como caracterización de la respuesta cardiocirculatoria al esfuerzo.
  - o  $FC_{\text{max}}$  ( $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ ): Frecuencia cardíaca máxima como medida de intensidad máxima. Se determinó mediante el valor máximo medio de 15 segundos alcanzado en el último minuto de la prueba.
  - o Punto de deflexión de frecuencia cardíaca (Heart rate deflection point, HRDP) (PDFC) ( $\text{lat}\cdot\text{min}^{-1}$ ): Intensidad en la cual cesa la linealidad de la relación entre la carga y la FC en una prueba progresiva (Conconi et al., 1982; Bodner y Rhodes, 2000). Para determinar este punto se utilizó el análisis de regresión, con detección de la serie temporal con un valor de coeficiente de regresión lineal máximo (figura 3), más objetivo que el método de inspección visual utilizado convencionalmente (Bodner y Rhodes, 2000).

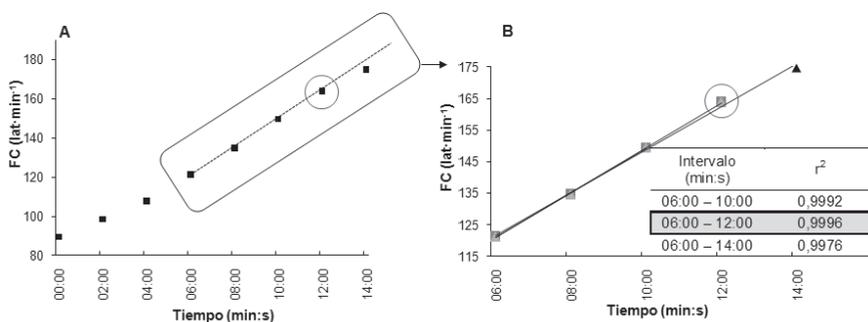


FIGURA 3: Evolución de la FC media cada 2 minutos durante la prueba (A) y análisis de regresión iterativa para determinar el PDFC (B). Se indican los intervalos de tiempo y los coeficientes de determinación ( $r^2$ ) calculados en base a las FC medias cada 2 minutos.

### Análisis estadístico

El análisis descriptivo incluye registros de FC cada 5 segundos y valores promedios de 15 y 30 segundos y 2 minutos. El registro de ET se realizó a intervalos de 30 segundos mostrándose también valores medios de 2 minutos. Para el cálculo del PDFC se utilizó el método de análisis de regresión lineal iterativo, utilizando el cálculo del coeficiente de determinación ( $r^2$ ) por cada conjunto de valores de FC de cada 2 minutos contados desde el inicio de la prueba. El intervalo de tiempo en que

se da el valor máximo, a partir del cual el valor disminuye, es el escogido como PDFC (figura 3). El tratamiento estadístico se efectuó mediante una hoja de cálculo Microsoft Excel 2003.

### RESULTADOS

La figura 4 muestra la relación lineal entre la carga externa expresada mediante los diferentes periodos de la prueba y la carga interna expresada por la FC. También se observan las 4 fases en la aplicación de la prueba, una primera fase de baja intensidad que corresponde a la familiarización con la prueba, seguido de un descanso de 2 minutos previo al test progresivo. Finalmente se observa la fase de recuperación donde la FC disminuye hasta un 89.2% de los valores iniciales de reposo, diferenciándose tres zonas. Una primera zona de descenso rápido de la FC (A) en la que se disminuye un 73.7% en un periodo de 01:45 (min:s), una segunda zona de descenso intermedio o menos pronunciado (B) en la que disminuye un 9.2% en 01:00 (min:s), y una tercera zona de descenso lento de la FC (C) en la que se disminuye un 7.8% de los valores iniciales de reposo en 02:15 (min:s).

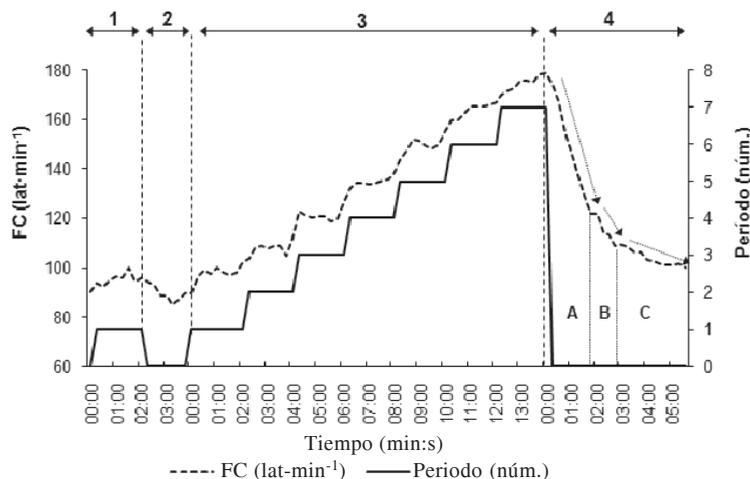


FIGURA 4: Evolución de la FC media cada 15 segundos en función de la carga impuesta con representación de los periodos. Se indican las cuatro fases de registro de la FC: 1- Familiarización, 2- Descanso, 3- Test progresivo, 4- Recuperación. También se indican 3 zonas en la fase de recuperación: A- Descenso rápido de la FC, B- Descenso intermedio de la FC, C- Descenso lento de la FC.

En la tabla 1 y 2 se presentan los datos descriptivos de los parámetros máximos y submáximos (PDET) de carácter técnico. Durante la prueba se ejecutaron un considerable número de golpes obteniéndose un elevado porcentaje de aciertos. Los valores submáximos se expresan en valores absolutos y relativos a los parámetros técnicos máximos. El PDET se registró en el tramo final de la prueba.

TABLA 1  
 Datos relativos a parámetros máximos  
 de ejecución técnica conseguidos en la prueba

Parámetros máximos			
Golpes (núm.)	Aciertos (núm.)	ET (% aciertos)	FG <sub>Pmax</sub> (golpes·min <sup>-1</sup> )
212	173	81.6	21

ET = Efectividad técnica; FG<sub>Pmax</sub> = Frecuencia de golpeo máxima.

TABLA 2  
 Datos relativos a parámetros submáximos  
 de ejecución técnica, se presentan los valores registrados  
 en el momento de detección del PDET

Parámetros submáximos					
PDET					
Período (núm.)	% UP	Tiempo (min:s)	ET (% aciertos)	FG <sub>P</sub> (golpes·min <sup>-1</sup> )	% FG <sub>Pmax</sub>
6	85.7	12:00	81.6	19	90.4

PDET = Punto de disminución de efectividad técnica; UP = Último periodo alcanzado; ET = Efectividad técnica; FG<sub>P</sub> = Frecuencia de golpeo de pelotas; FG<sub>Pmax</sub> = Frecuencia de golpeo máxima.

En la figura 5 se presenta la evolución de la ET media cada 30 segundos en función del tiempo con representación del incremento de la FG<sub>P</sub>. Se observa cómo a pesar de ir aumentando progresivamente la FG<sub>P</sub> y por lo tanto la carga técnica y condicional, la jugadora mantiene elevados porcentajes de aciertos, situándose por encima del 70% en todos los intervalos, excepto en dos intervalos situados en el último periodo de la prueba. En ninguno de los dos casos la ET desciende más allá del 50%. Se observan 5 intervalos en los que se consigue un 100% de aciertos, éstos se sitúan en el inicio y mitad de la prueba y determinan los periodos de máxima eficacia técnica. Durante los últimos 7 segundos de la prueba se ejecutaron dos golpes considerados errores, no obstante éstos no se muestran como valores relativos por intervalo o periodo por no completarse totalmente el intervalo de tiempo.

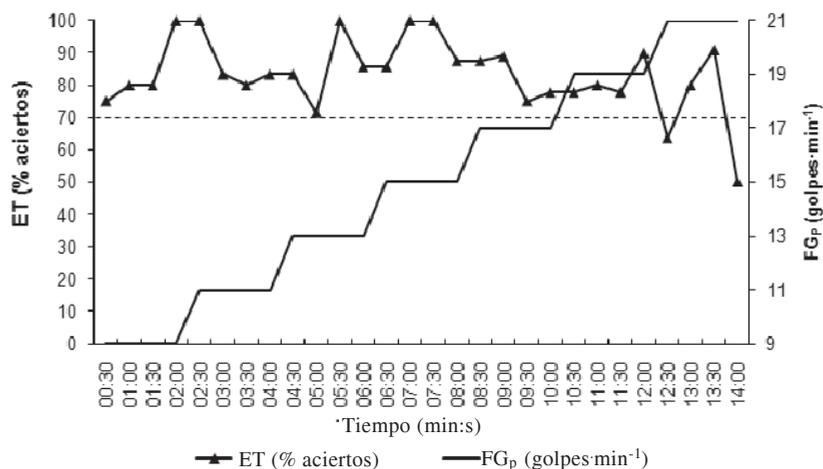


FIGURA 5: Evolución de la efectividad técnica (ET) media cada 30 segundos en función del tiempo con representación de la frecuencia de golpeo de pelotas (FGp).

En la tabla 3 y 4 se presentan los datos descriptivos referentes a los parámetros máximos y submáximos de carga y fisiológicos.

TABLA 3  
Datos relativos a parámetros fisiológicos y de carga máximos conseguidos en la prueba

Parámetros máximos			
FC <sub>max</sub> (lat·min <sup>-1</sup> )	DP (min:s)	UP (núm.)	FL <sub>p</sub> (trios·min <sup>-1</sup> )
178.9	14:07	7	21

FC<sub>max</sub>=Frecuencia cardíaca máxima; DP = Duración de la prueba; UP = Último período alcanzado; FL<sub>p</sub> = Frecuencia de lanzamiento de pelotas.

TABLA 4  
Datos relativos a parámetros fisiológicos y de carga submáximos conseguidos en la prueba. Se presentan los valores registrados en el momento de detección del PDFC

Parámetros submáximos						
PDFC						
FC (lat·min <sup>-1</sup> )	% FC <sub>max</sub>	Periodo (núm.)	% UP	Tiempo (min:s)	FG <sub>p</sub> (trios·min <sup>-1</sup> )	% FG <sub>pmax</sub>
163.9	91.6	6	85.7	12:00	19	90.4

PDFC = Punto de deflexión de frecuencia cardíaca; UP = Último período alcanzado; FG<sub>p</sub> = Frecuencia de lanzamiento de pelotas; FG<sub>pmax</sub> = Frecuencia de golpeo máxima.

En la figura 6 se presenta la evolución de la ET y FC media cada 2 minutos. Se constata la gran estabilidad de la ET a lo largo de la prueba, observándose como a pesar de ir incrementando la carga fisiológica a lo largo de la prueba, se supera en todos los casos el 80% de aciertos, excepto en el último periodo en el que consigue un 70.7%. También se observa como coinciden en el tiempo y periodo los parámetros técnicos (PDET) y fisiológicos (PDFC) submáximos.

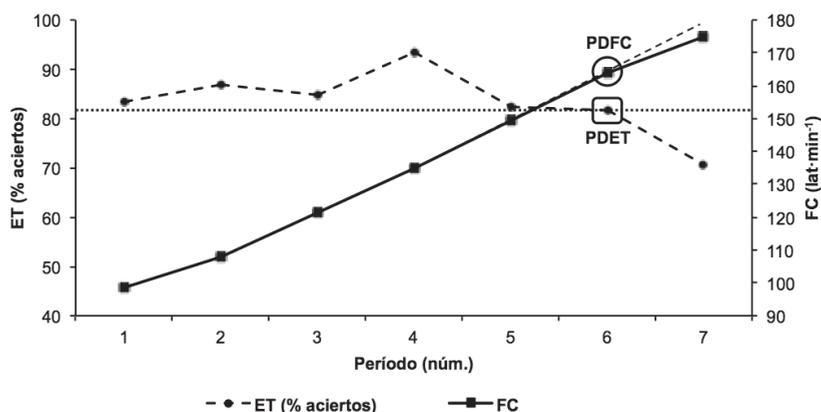


FIGURA 6: Relación entre la evolución de la ET y FC media cada 2 minutos durante la prueba. Se indican el punto de deflexión de frecuencia cardíaca (PDFC) y el punto de disminución de efectividad técnica (PDET) en función del valor medio de ET delimitado por la línea a puntos horizontal.

## DISCUSIÓN

Los resultados indican que la jugadora presenta unos elevados registros de ET y que consigue mantener una estabilidad en los valores a pesar del aumento de la  $FG_P$  y de la intensidad de participación. Estos registros son netamente superiores a los obtenidos en protocolos similares en jugadores masculinos de nivel nacional y atienden al elevado nivel internacional del sujeto evaluado. El presente trabajo se trata de un estudio de caso único y los resultados deben ser corroborados en trabajos futuros.

Por otro lado cabe señalar que, a pesar de que los resultados nos aportan una información valiosa referente al nivel técnico de la jugadora, debemos considerar que el estudio se lleva a cabo en una situación semi-específica de carácter cerrado y no representa el carácter situacional de este deporte. El tenis es un juego dinámico y complejo y los jugadores toman constantemente decisiones en relación al posicionamiento y a los golpes (O'Donoghue y Ingram, 2001; Gillet et al., 2009). Así pues, la evaluación realizada no contempla las capacidades perceptivas y analíticas del entorno ni las constantes tomas de decisiones determinantes en el juego real y en el rendimiento del jugador.

El protocolo utilizado permite determinar la  $FG_P$  y controlar la carga técnica y condicional a partir de esta variable, ejecutando dos de los golpes más utilizados en el tenis como son la derecha y revés liftado. Cuando un jugador está sirviendo, el golpe que más realiza por juego es el servicio ( $8.9 \pm 4.7$  golpes), seguido de la derecha liftada ( $4.4 \pm 4.2$  golpes) y revés liftado ( $3.0 \pm 3.6$  golpes); y cuando el jugador se encuentra restando, el golpe que más realiza es el revés liftado ( $3.0 \pm 1.9$  golpes), seguido de la derecha liftada ( $2.6 \pm 3.1$  golpes) (Johnson et al., 2006). Un punto de 5 segundos puede requerir hasta cuatro cambios de dirección (Roetert y Ellenbecker, 2008), en este caso, las acciones de derecha y revés se ven condicionadas por los continuos cambios de sentido en el desplazamiento lateral y por la velocidad de dichos desplazamientos. La ejecución técnica correcta requería que la jugadora se encontrara en el sitio y posición adecuada. Por otro lado, el protocolo exige una elevada implicación de las capacidades coordinativas de la jugadora debido a los desplazamientos rápidos con la evidente implicación del tren inferior mientras, al mismo tiempo, la jugadora no debía precipitarse en la acción del tren superior en el momento del impacto. Bourquin (2003) observa que este hecho requiere la capacidad de diferenciar y coordinar los miembros superiores e inferiores.

Los valores de ET (81.6% de aciertos) se obtuvieron a partir de un considerable número de acciones técnicas de revés y derecha ( $n = 212$ ), estos registros son netamente superiores a los obtenidos por Smekal et al. (2000) ( $40.9 \pm 11.7$  % de aciertos), Baiget et al. (2008) ( $58.2 \pm 5.3$  % aciertos) o Caballero et al. (2005) (58.8 y 61.1 % de aciertos) en protocolos muy similares y en jugadores masculinos de nivel nacional. La notable diferencia observada posiblemente se debe a los distintos niveles de los sujetos, aunque los estudios citados se han llevado a cabo con jugadores de competición, en el presente estudio se evalúa a una jugadora de máximo nivel mundial. Por otro lado, estas diferencias también pueden ser debidas a las diferencias en el protocolo de evaluación, así pues, los estudios citados empiezan la evaluación con una  $FG_P$  inicial de  $12$  tiros $\cdot$ min $^{-1}$ , mientras que en el presente estudio se empieza con una  $FG_P$  de  $9$  tiros $\cdot$ min $^{-1}$ . Vergauwen et al. (1998), en una prueba para evaluar el rendimiento de los golpes simulando las condiciones de un partido en diferentes situaciones (neutral, defensiva y ofensiva) (Leuven Tennis Performance Test, LTPT), obtiene porcentajes de aciertos parecidos en una situación neutral de juego (jugadores nacionales: 74%; jugadores internacionales: 84%). En cambio, en una situación defensiva, más parecido a la dinámica que se da en el protocolo utilizado, los porcentajes fueron peores (jugadores nacionales 64%; jugadores internacionales 73%). En el presente estudio y en una situación de juego forzada como es el penúltimo periodo ( $FG_P = 19$  golpes $\cdot$ min $^{-1}$ ), la jugadora obtiene un 81.6% de aciertos.

Referente a la evolución de la ET a lo largo de la prueba, se observa una gran estabilidad de los resultados a pesar del incremento progresivo de la  $FG_P$  y de la intensidad de los desplazamientos. Si atendemos a los valores medios cada 30 segundos, la ET se mantiene en el intervalo de entre el 70 y el 100% de aciertos hasta el último periodo en que oscila del 50 al 90%. Si atendemos a los valores medios cada 2 minutos, la ET oscila entre un rango del 81.6 a 93.3 % de aciertos y únicamente disminuye hasta el 70.7% en el último periodo. En contraposición a este comportamiento de la ET, Baiget et al. (2008) en jugadores masculinos de menor nivel, observan que la ET se muestra oscilante a lo largo de la prueba, con aumentos y descensos discontinuos. Cabe destacar que la jugadora obtiene prácticamente los mismos resultados de ET en el primer periodo ( $FG_P$  de 9 golpes·min<sup>-1</sup>; 83.3% de aciertos) que en el sexto periodo ( $FG_P$  de 19 golpes·min<sup>-1</sup>; 81.6% de aciertos). Aunque se ha constatado que la fatiga disminuye la precisión de los golpes (Davey et al., 2002; Lees, 2003) e incrementa los errores de los golpes de fondo y el servicio (Vergauwen et al., 1998), en este caso y en una jugadora de máximo nivel, se mantienen elevados % de aciertos a pesar del incremento progresivo de la intensidad y por lo tanto de la fatiga.

El PDET señala una zona a partir de la cual la jugadora disminuye el rendimiento de los golpes en precisión y potencia, éste se detectó al final de la prueba (85.7% UP) y coincide en el tiempo y periodo con el PDFC (sexto periodo, minuto 12). En esta misma línea Baiget et al. (2008) encuentran una relación significativa entre el PDFC y el PDET ( $r = 0.855$ ,  $P < 0.05$ ), y que éstos coinciden en el tiempo en el 57% de los casos. Los mismos autores argumentan que resulta lógico pensar que la tendencia a disminuir la ET a partir del PDFC sea debida al hecho de que el jugador entra en un estado de fatiga metabólica y nerviosa que se acompaña de una afectación de la coordinación motora y, consecuentemente, de la ET. Este descenso de la ET posiblemente también es debido al acumulo de fatiga de los periodos anteriores y a la elevada intensidad del último periodo ( $FG_P$  de 21 golpes·min<sup>-1</sup>). En este sentido y como factor que puede influir sustancialmente al PDET, es importante considerar que el incremento progresivo de la  $FG_P$  hasta un nivel de 21 golpes·min<sup>-1</sup>, implica una modificación de los parámetros temporales de los golpes disminuyendo los tiempos de preparación de los golpes en cada periodo provocando una progresiva precipitación de los mismos.

No obstante es importante remarcar que, aunque se produce un descenso de la ET a partir del PDET, esta disminución únicamente se produce hasta el 70.7% de aciertos, demostrando la importante capacidad de la jugadora para mantener unos elevados indicios de ET a pesar de la fatiga metabólica y la elevada intensidad de los desplazamientos. Baiget et al. (2008) observan el PDET en el periodo  $4.3 \pm 0.5$

lo que supone una  $FG_P$  de 18 golpes·min<sup>-1</sup>, por la  $FG_P$  de 19 golpes·min<sup>-1</sup> observada en el presente estudio.

Respecto a los parámetros de carga, Baiget et al. (2008) obtienen una menor DP y UP (08:40 ± 00:26 min.s; 5.0 ± 0.5 periodos) pero empezando con una FG inicial superior. Los parámetros técnicos ( $FG_{Pmax}$ ) y de carga (UP) máximos junto con los parámetros fisiológicos submáximos (PDFC), pueden ser un indicador útil para prescribir cargas de entrenamiento en la pista, especialmente en las tareas orientadas a la resistencia con un componente técnico. En este sentido se ha propuesto que los entrenamientos de resistencia en el tenis pueden realizarse en la pista mediante el lanzamiento de pelotas por parte del entrenador y la práctica de ejercicios de carácter específico que incluyan golpes y situaciones simuladas de juego, pero en un entorno cerrado que permita controlar los diferentes parámetros de carga (Baiget, 2011).

#### CONCLUSIONES

La jugadora presenta una elevada ET y consigue mantener una estabilidad en los valores a pesar del aumento de la  $FG_P$  y de la intensidad de participación. Los registros obtenidos son netamente superiores a los observados en protocolos similares en jugadores masculinos de nivel nacional y atienden al elevado nivel internacional del sujeto de estudio. El PDFC y PDET se detectan al final de la prueba y coinciden en el tiempo delimitando un ligero descenso de la ET, no obstante la reducida magnitud del descenso denota la importante capacidad de la jugadora para mantener unos elevados índices de ET, a pesar de la elevada intensidad de participación y de la fatiga metabólica asociada.

Considerando la necesidad de más estudios con muestras superiores que corroboren los resultados obtenidos, parece que el mantenimiento de buenos niveles de efectividad técnica a elevadas frecuencias de golpeo e intensidades fisiológicas puede ser un objetivo de entrenamiento técnico y condicional importante en el tenis femenino de alto nivel.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración inestimable de la jugadora y sus técnicos y a la Academia Sánchez-Casal de Barcelona.

#### REFERENCIAS

- Baiget, E. (2008). *Valoración funcional y bioenergética de la resistencia específica en jugadores de tenis*. Tesis doctoral, Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Baiget, E. (2011). Metodología del entrenamiento de la resistencia específica en el tenis de competición. Revisión y propuesta. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 6 (7), 45-54.

- Baiget, E., Iglesias, X., y Rodríguez, F.A. (2008). Prueba de campo específica de valoración de la resistencia en tenis: respuesta cardiaca y efectividad técnica en jugadores de competición. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 3(93), 19-28.
- Birrer, R.B., Levine, R., Gallippi, L., y Tischler, H. (1986). The correlation of performance variables in preadolescent tennis players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 26(2), 137-139.
- Bodner, M.E., y Rhodes, E.C. (2000). A review of the concept of the heart rate deflection point. *Sports Medicine*, 30(1), 31-46.
- Bourquin, O. (2003). *Coordination. In International Tennis Federation. Strength and Conditioning for Tennis*. Londres: International Tennis Federation.
- Caballero, P.J., de Teresa, C., Vargas, M. C., y Caballero, J. F. (2005). Propuesta sobre un test de resistencia específico en tenis. *Revista Científica en Medicina del Deporte*, 3, 3-9.
- Conconi, F., Ferrari, M., Ziglio, P.G., Droghetti, P., y Codeca, L. (1982). Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners. *Journal of Applied Physiology*, 52(4), 869-873.
- Davey, P.R., Thorpe, R.D., y Williams, C. (2002). Fatigue decreases skilled tennis performance. *Journal of Sports Sciences*, 20(4), 311-318.
- Fernández, J., Méndez-Villanueva, A., y Pluim, B.M. (2006). Intensity of tennis match play. *British journal of sports medicine*, 40(5), 387-391.
- Gillet, E., Leroy, D., Thouvarcq, R., y Stein, J.F. (2009). A notational analysis of elite tennis serve and serve-return strategies on slow surface. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(2), 532-539.
- Johnson, C.D., McHugh, M.P., Wood, T., y Kibler, B. (2006). Performance demands of professional male tennis players. *British journal of sports medicine*, 40(8), 696-699.
- Kovacs, M.S. (2007). Tennis physiology: training the competitive athlete. *Sports Medicine*, 37(3), 189-198.
- Lees, A. (2003). Science and the major racket sports: a review. *Journal of Sports Sciences*, 21(9), 707-732.
- Morante, S., y Brotherhood, J. (2006). Match characteristics of Professional Singles Tennis. *Medicine & Science in Tennis*, 10(3), 12-13.
- Moya, M., Bonete, E., y Santos-Rosa, F.J. (2010). Efectos de un periodo de sobrecarga de entrenamiento de dos semanas sobre la precisión en el golpeo en tenistas jóvenes. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 24, 77-93.
- O' Donoghue, P., y Ingram, B. (2001). A notational analysis of elite tennis strategy. *Journal of Sports Sciences*, 19(2), 107-115.
- Reid, M., Crespo, M., Lay, B., y Berry, J. (2007). Skill acquisition in tennis: research and current practice. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10(1), 1-10.
- Roetert, E. P., y Ellenbecker, T. S. (2008). *Preparación física completa para el tenis*. Madrid, Tutor.
- Smekal, G., Pokan, R., von Duvillard, S.P., Baron, R., Tschan, H., y Bachl, N. (2000). Comparison of laboratory and on-court endurance testing in tennis. *International Journal of Sports Medicine*, 21(4), 242-249.

- Smekal, G., von Duvillard, S.P., Rihacek, C., Pokan, R., Hofmann, P., Baron, R., et al. (2001). A physiological profile of tennis match play. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6), 999-1005.
- Van Dam, B., y Pruijboom, L. (1992). Un nuevo test en tenis. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 6(3), 29-33.
- Vergauwen, L., Spaepen, A. J., Lefevre, J., y Hespel, P. (1998). Evaluation of stroke performance in tennis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(8), 1281-1288.
- Vergauwen, L., Madou, B., y Behets, D. (2004). Authentic evaluation of forehand groundstrokes in young low- to intermediate-level tennis players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(12), 2099-106.
- Weber, K. (2003). *Demand profile and training of running - speed in elite tennis*. In Crespo, M., Reid, M., Miley, D. Applied sport science for high performance tennis (pp. 41-48). Spain: International Tennis Federation.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Barcelona: Paidotribo.