



**ACELERACIÓN Y VELOCIDAD EN COMPETICIÓN DE JUGADORES DE TENIS EN  
ETAPA DE FORMACIÓN  
YOUTHS TENNIS PLAYERS´ VELOCITY AND ACCELERATION IN MATCH PLAY**

**Carlos Galé Ansodi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Universidad del País Vasco, Vitoria, España. E-mail: gale\_carlos@hotmail.com.

**RESUMEN**

El objetivo del presente estudio fue describir las demandas físicas, a partir del registro de velocidades y aceleraciones, en partidos de competición en tenis. Se contó con la colaboración de 29 tenistas (12 varones y 17 féminas) con una edad media de  $14.0 \pm 2.9$  años. Se obtuvieron 87 registros pertenecientes a partidos del Máster de Tenis de la Comunidad de Aragón, gracias al uso de los dispositivos GPS (MinimaxXs4.0, Catapult Innovation, Australia) con una frecuencia de muestreo de 10 Hz. Los jugadores masculinos con mejor ranking desarrollaron aceleraciones superiores que el resto (AvA: 1<sup>o</sup>-3<sup>o</sup> Ranking=  $1.0 \pm 0.1$  vs. 4<sup>o</sup>-6<sup>o</sup> Ranking=  $0.8 \pm 0.1$  m·s<sup>-2</sup>; p=0.00). La velocidad media de los jugadoras fue superior en las eliminatorias finales (Cuartos de Final=  $2.7 \pm 0.3$  vs. Final=  $3.0 \pm 0.4$  m·s<sup>-1</sup>; p=0.04). Esta información permitirá diseñar entrenamientos más específicos, adaptados a las demandas de la competición.

**PALABRAS CLAVE:** deportes de raqueta, análisis del movimiento, tecnología GPS.

**ABSTRACT**

The aim of this study was to describe the physical profile in match-play tennis by analyses of accelerations and velocities. 12 male and 17 female high-level tennis players (mean age:  $14.0 \pm 2.1$  years) took part in the study. Portable GPS (10 Hz) devices (MinimaxXs4.0, Catapult Innovations) were used to assess physical variables in Aragon Tennis Master. Higher ranking players accelerated faster than lower ranking players (AvA: 1<sup>st</sup>-3<sup>rd</sup> Ranking=  $1.0 \pm 0.1$  vs. 4<sup>th</sup>-6<sup>th</sup> Ranking=  $0.8 \pm 0.1$  m·s<sup>-2</sup>; p=0.00). Female players' speed in final round was higher than in quarter-final round (quarter-final=  $2.7 \pm 0.3$  vs. final=  $3.0 \pm 0.4$  m·s<sup>-1</sup>; p=0.04). The GPS technology allows knowing which are the tennis physical demands and to propose specific trainings in tennis.

**KEYWORDS:** racket sports, time-motion, GPS technology.

## 1. INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico desarrollado en los últimos años, está permitiendo la optimización del rendimiento de los deportistas<sup>1</sup>, donde han adquirido un protagonismo creciente la utilización de dispositivos GPS para describir el perfil físico de los deportistas. El uso de estos dispositivos, permite tener un feed-back del entrenamiento y la competición con la que evaluar el rendimiento físico de los deportistas<sup>2</sup>. La utilización de la tecnología GPS se ha extendido en el ámbito de los deportes individuales, también de los deportes colectivos<sup>1</sup>, pero todavía es escasa su aplicación a la competición en tenis.

El estudio de las demandas físicas del tenis ha sido desarrollado mediante la observación de los partidos, analizando la duración de los puntos, el tiempo efectivo de juego, la relación trabajo:descanso o los metros recorridos en los diferentes juegos<sup>3</sup>.

La incorporación de los sistemas GPS al mundo del tenis surge debido a la necesidad de conocer cuáles son las exigencias físicas de los jugadores en un partido de competición, ya que hasta el momento únicamente se habían utilizado GPS en entrenamientos y partidos simulados<sup>4,5</sup>. Estos autores, concluyen que los desplazamientos en tenis se caracterizan por ser cortos e intensos, ya que las dimensiones de la pista no permiten alcanzar grandes velocidades ni recorrer grandes distancias, por lo que para su correcta evaluación los dispositivos deberán tener una alta frecuencia de muestreo<sup>6</sup>. En esta tesitura, probablemente la incorporación de

---

<sup>1</sup> CUMMINS, C., ORR, R., O'CONNOR, H. y WEST, C. "Global Positioning Systems (GPS) and Microtechnology Sensors in Team Sports: A Systematic Review." *Sports Medicine*. 2013, vol. 43, p. 1025–1042.

<sup>2</sup> CARLING, C., BLOOMFIELD, J., NELSEN, L. y REILLY, T. "The Role of Motion Analysis in Elite Soccer: Contemporary Performance Measurement Techniques and Work Rate." *Sports Medicine*. 2008, vol. 38, p. 839–862.

<sup>3</sup> FERNÁNDEZ- FERNÁNDEZ, J., MÉNDEZ-VILLANUEVA, A., PLUIM, B., FERNÁNDEZ-GARCÍA, B. y TERRADOS, N. "Aspectos físicos y fisiológicos del tenis de competición (I)." *Archivos de medicina del deporte*. 2006, vol. 23, p. 451–454.

<sup>4</sup> COMELLAS, J. y LÓPEZ, P. "Análisis de los requerimientos metabólicos del tenis." *Apunts: Educación física y deportes*. 2001, vol. 65 p. 60–63.

<sup>5</sup> REID, M., DUFFIELD, R., DAWSON, B., BAKER, J. y CRESPO, M. "Quantification of the physiological and performance characteristics of on-court tennis drills." *British Journal of Sports Medicine*. 2007, vol. 42, p. 146–151.

<sup>6</sup> DUFFIELD, R., REID, M., BAKER, J. y SPRATFORD, W. "Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of movement patterns in confined spaces for court-based sports." *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2010, vol. 13, p. 523–525.

variables relacionadas con la aceleración, pueden adquirir un gran protagonismo en un deporte intermitente como el tenis, tal y como se ha realizado en pádel<sup>7</sup>.

Con todo, en este estudio se ha propuesto describir las demandas físicas del tenis en competición mediante la tecnología GPS. Para tal fin se ha llevado a cabo el registro de distancias, velocidades y aceleraciones en partidos de tenis oficiales de competición. Esto permitirá plantear en el futuro una propuesta de entrenamientos más acordes a las demandas de la competición, favoreciendo la mejora el rendimiento de los jugadores.

## 2. MÉTODO

### Participantes

En este estudio tomaron parte 29 tenistas (12 varones y 17 féminas) con una edad media de  $14.0 \pm 2.9$  años. Todos los participantes pertenecen a las Escuelas Territoriales de la Federación Aragonesa de Tenis y para su inclusión se tuvieron en cuenta una serie de requisitos, como que llevasen compitiendo al máximo nivel entre 3 y 5 años y que en la actualidad se encontrasen en los mejores puestos del ranking de su categoría. El número de registros disponibles tras la finalización del torneo fue de 87. El tipo de competición, por eliminatoria, hizo que el número de registros variara de uno a tres por jugador, dependiendo de las fases que los jugadores iban superando. La realización del proyecto ha sido autorizada por el Comité de Ética de la Universidad del País Vasco (CEISH) y todos los sujetos aceptaron libremente la participación en el estudio mediante la firma de un consentimiento informado.

### Variables

Las variables que fueron analizadas se dividieron en dos tipos, diferenciando entre las variables independientes y las dependientes.

#### Variables independientes

Se tuvieron en cuenta tres variables independientes para realizar el análisis: 1) ranking, es decir, el puesto que en ese momento ocupaba cada jugador en la clasificación por puntos de su categoría; 2) género, diferenciado los registros

---

<sup>7</sup> RODRÍGUEZ, A. C. *El pádel de competición. Análisis de las respuestas fisiológicas, físicas y psicológicas*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. Málaga, 2012.

obtenidos entre hombres y mujeres; y, 3) eliminatoria, se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos en función del partido que disputaban los jugadores, con intención de conocer la diferencias en la exigencia de los mismos.

#### Variables dependientes

En primer lugar se tuvieron en cuenta una serie de variables generales, como la velocidad máxima en  $m \cdot s^{-1}$  ( $V_{max}$ ) y velocidad media en  $m \cdot s^{-1}$  ( $V_{media}$ ) alcanzada por los jugadores. Debido a la reducida dimensión de la pista, al igual que ocurre en otras actividades deportivas<sup>8</sup> se vio la necesidad de incluir el registro de las aceleraciones ( $m \cdot s^{-2}$ ) en cada una de las direcciones del movimiento, diferenciando entre los desplazamientos hacia delante ( $AvA_f$ ), derecha ( $AvA_r$ ), izquierda ( $AvA_l$ ), y atrás ( $AvA_b$ ), así como la aceleración media en la suma de todas las direcciones del movimiento ( $AvA$ ).

#### Materiales e Instrumentos

En primer lugar, se utilizaron once unidades GPS del modelo MinimaxX Team Sports 4.0 (Catapult Innovation, Australia) con una frecuencia de muestreo de 10 Hz. Estos dispositivos GPS reciben la información codificada, a través de la señal emitida de al menos 3 satélites, para registrar la información referente al tiempo, a la posición y a la velocidad<sup>9</sup>. Gracias a ello, se puede monitorizar la carga externa de los deportistas en partidos y entrenamientos, y concretamente en el tenis ya que, autores como Castellano, Casamichana, Calleja-González, San Román y Ostojic<sup>10</sup> han validado el uso de estos dispositivos de 10 Hz en distancias cortas. En relación a la fiabilidad de los dispositivos, existen investigaciones realizadas, que han demostrado que en distintos momentos del día, se registran datos similares, con lo que no afecta la distinta configuración de los satélites<sup>11,12</sup>. El análisis estadístico realizado fue posible

---

<sup>8</sup> CASAMICHANA, D. y CASTELLANO, J. "Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size." *Journal of Sports Sciences*, 2010. vol. 28, p. 1615-1623.

<sup>9</sup> LARSSON, P. "Global Positioning System and Sport-Specific Testing." *Sports Medicine*. 2003, vol. 33, p. 1093-1101.

<sup>10</sup> CASTELLANO, J., CASAMICHANA, D., CALLEJA-GONZÁLEZ, J., SAN ROMÁN, J. y OSTOJIC, S. "Reliability and accuracy of 10 Hz GPS devices for short-distance exercise." *Journal of Sports Science and Medicine*. 2011, vol. 63, p. 233-234.

<sup>11</sup> MACLEOD, H., MORRIS, J., NEVILL, A. y SUNDERLAND, C. "The validity of a non-differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey." *Journal of Sports Sciences*. 2009, vol. 27, p. 121-128.

<sup>12</sup> PETERSEN, C. J., PYNE, D., DAWSON, B., PORTUS, M. y KELLETT, E.A. "Movement patterns in cricket vary by both position and game format." *Journal of Sports Sciences*. 2010, vol. 28, p. 45-52.

gracias a la utilización del paquete estadístico IBM SPSS Statistics 20.0. Para constatar la duración de los partidos se utilizó un cronómetro CASIO HS-3 Basic Trainer V. 1.2.0. Por último, se utilizó el Microsoft Office 2010, en concreto el Microsoft Word como procesador de textos y Microsoft Excel para la elaboración de tablas y transcripción de los datos recogidos en la toma de registros.

## **Procedimiento**

Para disponer de datos cuantitativos (continuos) referidos a las demandas físicas de la competición, se utilizó la tecnología GPS, que permite obtener información en torno a la distancia recorrida (total y a diferentes rangos de intensidad), así como el número y tipología de las aceleraciones de los desplazamientos de los jugadores. En primer lugar, se llevaron a cabo una serie de pruebas con los participantes, a los cuales se les colocaron los dispositivos GPS en nueve sesiones de entrenamiento y en partidos simulados, con el objetivo de familiarizar a los deportistas con la presencia del nuevo material. Durante las sesiones de entrenamiento, los jugadores probaron diferentes chalecos hasta encontrar la talla con la cual se encontraban más cómodos.

Se procedió al registro de 77 partidos de competición de los cuales se obtuvieron 87 registros pertenecientes al Máster Regional de la Comunidad de Aragón, celebrado en las instalaciones de la Federación Aragonesa de Tenis (FAT) los días 26, 27, 28 y 29 de Diciembre de 2012 y 2013. Todos los partidos fueron de la modalidad de individuales y se disputaron en cinco de las pistas reglamentarias de las instalaciones de la FAT, con la presencia de un juez de silla y un juez árbitro quien permitió el registro de los partidos mediante los GPS. Además, cabe destacar que los partidos se desarrollaron en horario de tarde, entre las 15:00 y las 20:00, con unas condiciones climatológicas muy similares en relación al viento, temperatura y humedad. Los jugadores disponían de 24 horas de recuperación como mínimo entre los partidos de las diferentes eliminatorias.

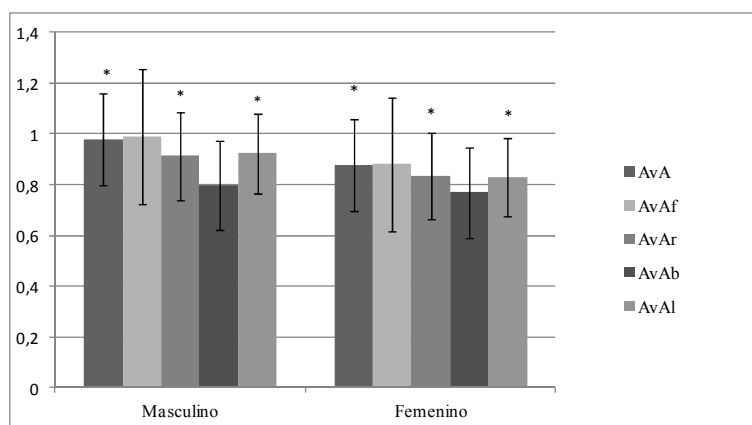
Los participantes en el estudio estaban citados media hora antes del comienzo del partido, momento en el cual se les colocaba el chaleco que ellos habían elegido previamente, y a continuación realizaban un calentamiento estandarizado y similar para todos ellos. Una vez que los participantes terminaban el calentamiento, se les colocaba el dispositivo asignado en el chaleco que llevaban puesto, con la seguridad

de que el jugador se encontrase cómodo y no presentase ningún problema de movilidad. Se registró la duración del partido y al finalizar éste, el jugador se retiraba el chaleco con el dispositivo GPS donde el responsable lo recogía.

Después del registro, los datos fueron descargados a un ordenador portátil a través del software Catapult Sprint 5.0 y posteriormente se ejecutaron los análisis estadísticos pertinentes, para describir las demandas físicas de los jugadores, al tiempo que establecer comparaciones entre los diferentes niveles de juego o categorías que se van a estudiar.

### 3. RESULTADOS

Los resultados muestran que existieron (Figura 1) diferencias significativas entre género en las aceleraciones realizadas en las diferentes direcciones de movimiento ( $AvA$ : masculino= $1.0 \pm 0.1$  vs. femenino= $0.8 \pm 0.1$   $m \cdot s^{-2}$ ;  $p=0.00$ ). Analizando cada una de las direcciones del movimiento se puede apreciar que los jugadores de género masculino aceleraron más rápido que las chicas hacia ambos lados. ( $AvA_r$ : masculino= $0.9 \pm 0.1$  vs. femenino= $0.8 \pm 0.1$   $m \cdot s^{-2}$ ;  $p=0.04$  /  $AvA_l$ : masculino= $0.9 \pm 0.1$  vs. femenino= $0.8 \pm 0.1$   $m \cdot s^{-2}$ ;  $p=0.00$ ).



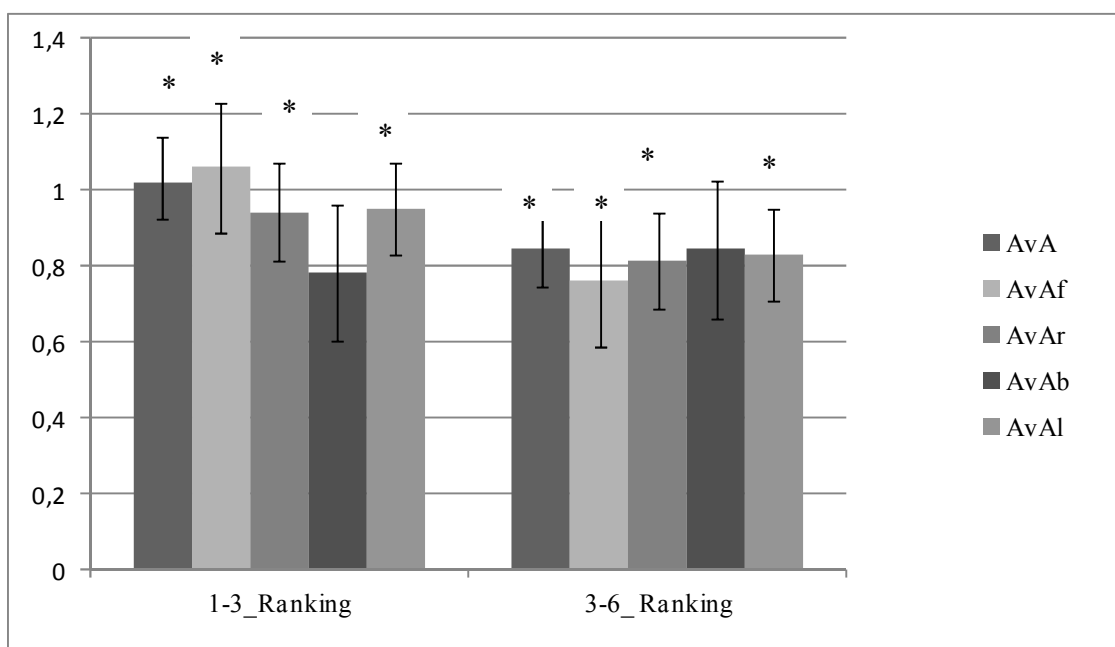
**Figura 1. Aceleraciones en cada dirección del movimiento según el género.**

\*Nota:  $AvA$ : media de las aceleraciones en todas las direcciones del movimiento en  $m \cdot s^{-2}$ ;  $AvA_f$ : aceleraciones hacia la delante en  $m \cdot s^{-2}$ ;  $AvA_r$ : aceleraciones hacia la derecha en  $m \cdot s^{-2}$ ;  $AvA_l$ : aceleraciones hacia la izquierda en  $m \cdot s^{-2}$ ;  $AvA_b$ : aceleraciones hacia detrás en  $m \cdot s^{-2}$ .

\* representa diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los jugadores de distinto género en la media de las aceleraciones en todas las direcciones ( $AvA$ ), en las aceleraciones hacia la derecha ( $AvA_r$ ) y en las aceleraciones hacia la izquierda ( $AvA_l$ ).

Profundizando en el análisis del género de los jugadores y teniendo en cuenta el ranking que ocupaban en la clasificación, aparecieron nuevamente diferencias

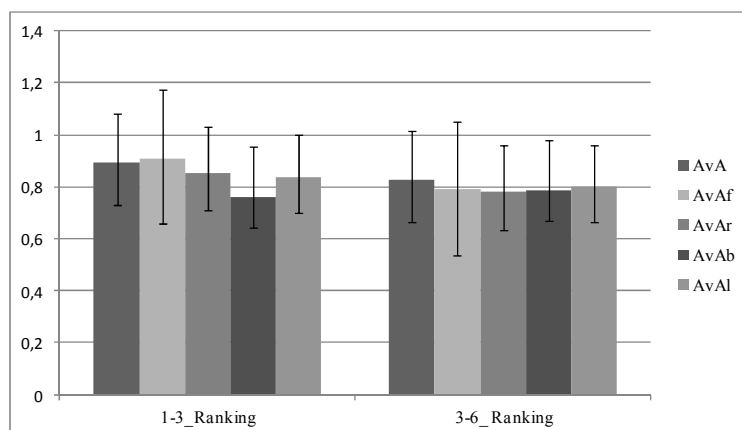
significativas. En lo referente al género masculino, tal y como muestra la Figura 2, los jugadores que ocupaban mejores posiciones en el ranking, desarrollaron mayores aceleraciones que el resto en el total de las direcciones estudiadas (AvA: 1°-3° Ranking=1.0 ±0.1 vs. 4°-6° Ranking=0.8±0.1 m·s<sup>-2</sup>; p=0.00). Al analizar las aceleraciones en las diferentes direcciones del movimiento se obtuvieron los mismos resultados, los jugadores masculinos de mayor ranking aceleraron más rápido que los de menor ranking. (AvA<sub>f</sub>: 1°-3° Ranking=0.9 ±0.2 vs. 4°-6° Ranking=0.8±0.2 m·s<sup>-2</sup>; p=0.00). La Figura 3, muestra las aceleraciones realizadas por el género femenino, donde se puede observar que las mejores posicionadas en el ranking aceleraron a mayor intensidad respecto a las peor clasificadas (AvA: 1°-3° Ranking=1.0 ±0.1 vs. 4°-6° Ranking=0.8±0.1 m·s<sup>-2</sup>; p=0.20).



**Figura 2. Aceleraciones en cada dirección del movimiento en el género masculino.**

\*Nota: AvA: media de las aceleraciones en todas las direcciones del movimiento en m·s<sup>-2</sup>; AvA<sub>f</sub>: aceleraciones hacia la delante en m·s<sup>-2</sup>; AvA<sub>r</sub>: aceleraciones hacia la derecha en m·s<sup>-2</sup>; AvA<sub>l</sub>: aceleraciones hacia la izquierda en m·s<sup>-2</sup>; AvA<sub>b</sub>: aceleraciones hacia detrás en m·s<sup>-2</sup>

\* representa diferencias significativas (p<0.05) entre los jugadores de distinto ranking en la media de las aceleraciones en todas las direcciones (AvA), en las aceleraciones hacia delante (AvA<sub>f</sub>), en las aceleraciones hacia la derecha (AvA<sub>r</sub>) y en las aceleraciones hacia la izquierda (AvA<sub>l</sub>).



**Figura 3. Aceleraciones en cada dirección del movimiento en el género femenino.**

\*Nota: AvA: media de las aceleraciones en todas las direcciones del movimiento en  $m \cdot s^{-2}$ ; AvAf: aceleraciones hacia la delante en  $m \cdot s^{-2}$ ; AvAr: aceleraciones hacia la derecha en  $m \cdot s^{-2}$ ; AvAl: aceleraciones hacia la izquierda en  $m \cdot s^{-2}$ ; AvAb: aceleraciones hacia detrás en  $m \cdot s^{-2}$ .

Por otro lado, se evaluaron variables como la velocidad máxima y velocidad media de los jugadores del mismo género, diferenciando entre las diferentes posiciones del ranking. La Tabla 1 muestra que los jugadores de mayor ranking, independientemente del género al que pertenecían, alcanzaron velocidades máximas superiores que los jugadores de menor ranking. (masculino: 1<sup>o</sup>-3<sup>o</sup> Ranking=4.7  $\pm$ 0.5 vs. 4<sup>o</sup>-6<sup>o</sup> Ranking=4.2 $\pm$ 0.3  $m \cdot s^{-1}$ ; p=0.03; femenino: 1<sup>o</sup>-3<sup>o</sup> Ranking=4.1  $\pm$ 0.5 vs. 4<sup>o</sup>-6<sup>o</sup> Ranking=3.8 $\pm$ 0.5  $m \cdot s^{-1}$ ; p=0.19). En lo referente a la velocidad media, fueron los jugadores de menor ranking los que desarrollaron velocidades medias superiores, indistintamente del género al que pertenecían (masculino: 1<sup>o</sup>-3<sup>o</sup> Ranking=3.2  $\pm$ 0.5 vs. 4<sup>o</sup>-6<sup>o</sup> Ranking=3.4 $\pm$ 0.3  $m \cdot s^{-1}$ ; p=0.41; femenino: 1<sup>o</sup>-3<sup>o</sup> Ranking=2.7  $\pm$ 0.4 vs. 4<sup>o</sup>-6<sup>o</sup> Ranking=2.9 $\pm$ 0.3  $m \cdot s^{-1}$ ; p=0.15). Estos resultados parecen indicar que los mejores jugadores del ranking tienen una velocidad máxima y aceleración superior al resto. Mientras que los jugadores de menor ranking se desplazan a una velocidad media superior.

Si se analiza la evolución de estas variables a lo largo del torneo, es decir, entre las diferentes eliminatorias (Tabla 2), aparece que los jugadores desarrollaron aceleraciones superiores en las eliminatorias de mayor exigencia. Los jugadores de género masculino desarrollaron en las eliminatorias finales, aceleraciones superiores a las realizadas en las eliminatorias previas (Cuartos de Final: AvA=0.9  $\pm$ 0.1 vs. Final: AvA=1.0  $\pm$ 0.1  $m \cdot s^{-2}$ ; p=0.59). Estos resultados fueron similares entre las jugadoras del



GÉNERO	RANKING	VARIABLES	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DES. TÍP.
MASCULINO	1°-3°	Vmax	23	3.70	5.86	4.70*	0.52
		Vmedia	23	2.44	4.38	3.25	0.44
		AvA	23	0.8	1.2	1.02*	0.12
	4°-6°	Vmax	7	3.80	4.59	4.24*	0.29
		Vmedia	7	2.86	3.88	3.40	0.35
		AvA	7	0.7	1.0	0.84*	0.09
FEMENINO	1°-3°	Vmax	42	2.92	5.40	4.05	0.54
		Vmedia	42	1.88	3.68	2.74	0.41
		AvA	42	0.5	1.2	0.89	0.18
	4°-6°	Vmax	15	2.97	4.59	3.84	0.50
		Vmedia	15	2.01	3.36	2.91	0.34
		AvA	15	0.6	1.1	0.82	0.16

género femenino (Cuartos de Final: AvA=0.8 ±0.2 vs. Final: AvA=0.9 ±0.2 m·s<sup>-2</sup>; p=0.58).

**Tabla 1. Velocidad y aceleración media según el ranking y género de los jugadores.**

\*Nota: Vmax: velocidad máxima en m·s<sup>-1</sup>; Vmedia: velocidad media en m·s<sup>-1</sup>; AvA: media de las aceleraciones en todas las direcciones del movimiento en m·s<sup>-2</sup>.

\* representa diferencias significativas (p<0.05) entre los jugadores de distinto ranking en el género masculino en la velocidad máxima (Vmax) y en la media de las aceleraciones en todas las direcciones del movimiento (AvA).

GÉNERO	ELIMINATORIA	VARIABLES	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DES TIP.
MASCULINO	CUARTOS	AvA	15	0.7	1.2	0.96	0.14
		AvA <sub>f</sub>	15	1	1	0.97	0.23
		AvA <sub>r</sub>	15	0.6	1.1	0.87	0.13
		AvA <sub>b</sub>	15	0.5	1.0	0.75	0.14
		AvA <sub>l</sub>	15	0.7	1.1	0.90	0.11
	SEMIFINAL	AvA	10	0.8	1.2	1.00	0.12
		AvA <sub>f</sub>	10	1	1	1.02	0.18
		AvA <sub>r</sub>	10	0.8	1.2	0.96	0.13
		AvA <sub>b</sub>	10	0.6	1.1	0.83	0.19
		AvA <sub>l</sub>	10	0.8	1.1	0.94	0.10
	FINAL	AvA	5	0.8	1.1	1.00	0.14
		AvA <sub>f</sub>	5	1	1	0.98	0.22
		AvA <sub>r</sub>	5	0.8	1.1	0.94	0.11
		AvA <sub>b</sub>	5	0.7	1.1	0.86	0.18
		AvA <sub>l</sub>	5	0.8	1.2	0.96	0.18
FEMENINO	CUARTOS	AvA	25	0.5	1.1	0.86	0.18
		AvA <sub>f</sub>	25	0	1	0.88	0.27
		AvA <sub>r</sub>	25	0.5	1.2	0.81	0.17
		AvA <sub>b</sub>	25	0.4	1.1	0.75	0.18
		AvA <sub>l</sub>	25	0.5	1.1	0.81	0.14
	SEMIFINAL	AvA	19	0.5	1.2	0.87	0.16
		AvA <sub>f</sub>	19	0	1	0.89	0.27
		AvA <sub>r</sub>	19	0.5	1.1	0.84	0.16
		AvA <sub>b</sub>	19	0.4	1.0	0.78	0.15
		AvA <sub>l</sub>	19	0.5	1.1	0.83	0.13
	FINAL	AvA	13	0.5	1.2	0.90	0.20
		AvA <sub>f</sub>	13	1	1	0.88	0.25
		AvA <sub>r</sub>	13	0.5	1.1	0.86	0.19
		AvA <sub>b</sub>	13	0.4	1.1	0.76	0.20
		AvA <sub>l</sub>	13	0.5	1.1	0.85	0.19

**Tabla 2. Aceleraciones en cada dirección del movimiento según el género de los jugadores y la eliminatoria del torneo.**

\*Nota: AvA: media de las aceleraciones en todas las direcciones del movimiento en  $m \cdot s^{-2}$ ; AvA<sub>f</sub>: aceleraciones hacia la delante en  $m \cdot s^{-2}$ ; AvA<sub>r</sub>: aceleraciones hacia la derecha en  $m \cdot s^{-2}$ ; AvA<sub>l</sub>: aceleraciones hacia la izquierda en  $m \cdot s^{-2}$ ; AvA<sub>b</sub>: aceleraciones hacia detrás en  $m \cdot s^{-2}$ .

Siguiendo con el análisis de las variables a lo largo de las diferentes eliminatorias, en la Tabla 3, se puede observar como a medida que fue transcurriendo el torneo, los

jugadores vieron incrementada su velocidad media, en ambos géneros (masculino: Cuartos de Final=3.3±0.5 vs. Final=3.9±0.3 m·s<sup>-1</sup>; p=0.89; femenino: Cuartos de Final=2.7±0.3 vs. Final=3.0±0.4 m·s<sup>-1</sup>; p=0.04). En lo referente a la velocidad máxima se aprecia como en el género femenino existieron diferencias significativas entre las eliminatorias de cuartos de final y la final, siendo superiores los registros de la eliminatoria final (Cuartos de Final =2.7±0.3 vs. Final=3.0±0.4 m·s<sup>-1</sup>; p=0.04).

GÉNERO	ELIMINATORIA	VARIABLES	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	DES. TIP.
MASCULINO	CUARTOS	Vmax	15	3.93	5.86	4.65	0.51
		Vmedia	15	2.44	4.38	3.34	0.49
		AvA	15	0.7	1.2	0.96	0.14
	SEMIFINAL	Vmax	10	3.70	5.50	4.58	0.58
		Vmedia	10	2.60	3.63	3.16	0.32
		AvA	10	,8	1.2	1.00	0.12
	FINAL	Vmax	5	3.80	4.80	4.42	0.38
		Vmedia	5	3.05	3.94	3.38	0.35
		AvA	5	0.8	1.1	1.00	0.14
FEMENINO	CUARTOS	Vmax	25	2.92	4.70	3.88*	0.45
		Vmedia	25	2.07	3.36	2.72*	0.31
		AvA	25	0.5	1.1	0.86	0.18
	SEMIFINAL	Vmax	19	2.99	5.00	3.93	0.49
		Vmedia	19	1.88	3.27	2.74	0.47
		AvA	19	0.5	1.2	0.88	0.16
	FINAL	Vmax	13	3.00	5.40	4.30*	0.63
		Vmedia	13	2.01	3.68	2.96*	0.38
		AvA	13	0.5	1.2	0.90	0.20

Tabla 3. Velocidad y aceleración media según el género de los jugadores y la eliminatoria del torneo.

\*Nota: Vmax: velocidad máxima en m·s<sup>-1</sup>; Vmedia: velocidad media en m·s<sup>-1</sup>; AvA: media de las aceleraciones en todas las direcciones del movimiento en m·s<sup>-2</sup>.

\* representa diferencias significativas (p<0.05) entre los jugadores del género femenino en diferente eliminatoria del torneo en la velocidad máxima (Vmax) y en la velocidad media (Vmedia).

#### 4. DISCUSIÓN

El presente estudio ha tenido como objetivo describir las aceleraciones y velocidades desarrolladas por jugadores de tenis en etapa de formación durante partidos de competición mediante el uso de la tecnología GPS. En conocimiento de los autores este es el primer trabajo que estudia mediante dispositivos GPS el perfil físico de

jugadores en tenis en partidos oficiales de competición. Los resultados muestran diferencias en las aceleraciones y velocidad en función de variables tales como el género, la posición en el ranking o la eliminatoria del torneo.

Un aspecto que consideremos muy interesante es que para todos los casos la mayor parte de la distancia recorrida por los jugadores en un partido de tenis se realiza mediante aceleraciones (89.2%). Por lo que tal y como se ha realizado en otros deportes<sup>13</sup>, parece indispensable centrarse en el análisis de las aceleraciones para poder proponer entrenamientos específicos y mejorar el rendimiento de los jugadores de tenis.

Únicamente se han podido comparar datos referentes a velocidades con otros estudios que han utilizado los dispositivos GPS en tenis pero únicamente en el ámbito del entrenamiento<sup>14</sup>. Como los ejercicios practicados por los participantes son distintos, se observaron diferencias en las velocidades medias registradas por GPS de 5 Hz. En los ejercicios que duran 60 segundos las velocidades medias son inferiores que en los ejercicios de 30 segundos de duración<sup>15</sup>. Al contrastar estos resultados con los del presente estudio se aprecia como todas las velocidades medias son inferiores a las obtenidas en partidos reales de competición, lo que puede deberse a la mayor exigencia física a la que están sometidos los tenistas en los partidos oficiales. Esta afirmación contrasta con la investigación de Fernández-Fernández et al. (2005), donde analizan la carga interna del deporte, comparando los ejercicios habituales de entrenamiento con las exigencias de la competición, demostrando que la carga interna de los ejercicios técnicos de entrenamiento en pista es significativamente superior a los valores de ésta en competición.

En un estudio aplicado en pádel, Rodríguez<sup>16</sup> muestra que los hombres fueron capaces de moverse a velocidades superiores que las mujeres, tal y como sucede en nuestro estudio. Comparando los dos deportes (tenis y pádel), se aprecia como las

---

13 GAUDINO, P., IAIA, F. M., ALBERTI, G., STRUDWICK, A. J., ATKINSON, G. y GREGSON, W. "Monitoring Training in Elite Soccer Players: Systematic Bias between Running Speed and Metabolic Power Data." *Int J Sports Med.* 2013, vol. 34, p. 963-968.

14 DUFFIELD, R., REID, M., BAKER, J. y SPRATFORD, W. "Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of movement patterns in confined spaces for court-based sports." *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2010, vol. 13, p. 523-525

15 REID, M., DUFFIELD, R., DAWSON, B., BAKER, J. y CRESPO, M. "Quantification of the physiological and performance characteristics of on-court tennis drills." *British Journal of Sports Medicine.* 2007, vol. 42, p. 146-151.

16 RODRÍGUEZ, A. C. El pádel de competición. Análisis de las respuestas fisiológicas, físicas y psicológicas. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. Málaga, 2012

velocidades en tenis son muy superiores a las alcanzadas en pádel en ambos sexos, lo que puede deberse a que en pádel las dimensiones de la pista impiden alcanzar grandes velocidades.

En lo que respecta a las diferencias entre género en las aceleraciones realizadas en las diferentes direcciones del movimiento, nuevamente los jugadores del género masculino superan a las jugadoras del género femenino. En este sentido parece que las diferencias fisiológicas y físicas entre ambos géneros dan como resultado diferentes patrones de movimiento, donde los hombres muestran una mayor capacidad para desplazarse más rápido. El análisis de las aceleraciones en función del ranking que ocupan los jugadores de ambos sexos en la clasificación se han comparado con resultados encontrados en otros deportes como el pádel y el squash, ya que no se ha encontrado bibliografía en el campo del tenis. En pádel, los resultados obtenidos en referencia a la velocidad media y máxima de los jugadores se asemejan a los obtenidos en el presente estudio. Rodríguez <sup>17</sup> demuestra que la velocidad media fue superior en los jugadores de menor nivel. Estos datos podrían indicar que los jugadores de menor nivel son menos eficientes en su juego<sup>18,19</sup> y tienen que desplazarse a más velocidad que los jugadores de mayor nivel, a los cuales su técnica y/o capacidad de lectura del juego, les permite anticiparse y por tanto, moverse más despacio.

En lo referente a las aceleraciones, los jugadores de mayor ranking son capaces de acelerar más que las menores, lo que concuerda con un estudio basado en el análisis notacional, donde Hughes y Franks<sup>20</sup> analizaron las características de los desplazamientos de los seis mejores jugadores del ranking de squash a nivel internacional, concluyendo que el número uno del ranking era capaz de acelerar un 50% más por juego que el resto de los jugadores observados.

Finalmente se ha propuesto en el presente trabajo describir cómo evolucionan las variables anteriormente estudiadas a lo largo del torneo. Debido a la escasa literatura

---

<sup>17</sup> RODRÍGUEZ, A. C. El pádel de competición. Análisis de las respuestas fisiológicas, físicas y psicológicas. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. Málaga, 2012

<sup>18</sup> MCPHERSON, S. L. y THOMAS, J. R. "Relation of knowledge and performance in boys' tennis: Age and expertise." *Journal of experimental child psychology*. 1989, vol. 48, p. 190-211.

<sup>19</sup> DEL VILLAR, F., GARCÍA GONZÁLEZ, L., IGLESIAS, D., PERLA MORENO, M. y CERVELLÓ, E. M. "Expert-novice differences in cognitive and execution skills during tennis competition." *Perceptual and Motor Skills*. 2007, vol. 104, p. 355-365.

<sup>20</sup> HUGHES, M. D. y FRANKS, I. M. "A time-motion analysis of squash players using a mixed-image video tracking system." *Ergonomics*, 1994, vol. 37, p. 23.

existente en relación a esta variable no se han podido contrastar los resultados de nuestro trabajo. Existe una clara tendencia en el aumento de la velocidad máxima y aceleraciones a medida que los jugadores van pasando eliminatorias, es decir, estas variables son mayores en la final que en la primera ronda del torneo. Lo que nos indica un aumento considerable de la exigencia de los partidos y como consecuencia, los jugadores ven incrementados los registros referentes a sus aceleraciones y velocidad.

## 5. CONCLUSIONES

- La tecnología GPS aplicada al tenis permite un conocimiento más detallado y preciso de las exigencias físicas del deporte. Los datos obtenidos procedentes de los partidos de competición pueden aportar información valiosa a los técnicos para proponer un entrenamiento específico y adaptado a las exigencias físicas de la competición.
- El género es una variable determinante en variables físicas como la velocidad y las aceleraciones, siendo superiores en el género masculino frente al femenino.
- Los jugadores que mayores registros obtienen en velocidad máxima y aceleraciones son los que mejor clasificados están en el ranking, por lo que el aspecto físico puede tener gran relevancia en el rendimiento de los jugadores.
- Las eliminatorias más exigentes para los jugadores de ambos sexos son las finales, donde ven incrementados sus parámetros de velocidad media y aceleración respecto al inicio del torneo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- CARLING, C., BLOOMFIELD, J., NELSEN, L. y REILLY, T. "The Role of Motion Analysis in Elite Soccer: Contemporary Performance Measurement Techniques and Work Rate." *Sports Medicine*. 2008, vol. 38, p. 839–862.
- CASAMICHANA, D. y CASTELLANO, J. "Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size." *Journal of Sports Sciences*, 2010. vol. 28, p. 1615-1623.
- CASTELLANO, J., CASAMICHANA, D., CALLEJA-GONZÁLEZ, J., SAN ROMÁN, J. y OSTOJIC, S. "Reliability and accuracy of 10 Hz GPS devices for

- short-distance exercise." *Journal of Sports Science and Medicine*. 2011, vol. 63, p. 233–234.
- COMELLAS, J. y LÓPEZ, P. "Análisis de los requerimientos metabólicos del tenis." *Apunts: Educación física y deportes*. 2001, vol. 65 p. 60–63.
  - CUMMINS, C., ORR, R., O'CONNOR, H. y WEST, C. "Global Positioning Systems (GPS) and Microtechnology Sensors in Team Sports: A Systematic Review." *Sports Medicine*. 2013, vol. 43, p. 1025–1042.
  - DEL VILLAR, F., GARCÍA GONZÁLEZ, L., IGLESIAS, D., PERLA MORENO, M. y CERVELLÓ, E. M. "Expert-novice differences in cognitive and execution skills during tennis competition." *Perceptual and Motor Skills*. 2007, vol. 104, p. 355-365.
  - DUFFIELD, R., REID, M., BAKER, J. y SPRATFORD, W. "Accuracy and reliability of GPS devices for measurement of movement patterns in confined spaces for court-based sports." *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2010, vol. 13, p. 523–525.
  - FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J., FERNÁNDEZ-GARCÍA, B., MÉNDEZ-VILLANUEVA, A. y TERRADOS, N. "La intensidad de trabajo en tenis: el entrenamiento frente a la competición." *Archivos de medicina del deporte*. 2005, vol. 22, p. 187–192.
  - FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J., MÉNDEZ-VILLANUEVA, A., PLUIM, B., FERNÁNDEZ-GARCÍA, B. y TERRADOS, N. "Aspectos físicos y fisiológicos del tenis de competición (I)." *Archivos de medicina del deporte*. 2006, vol. 23, p. 451–454.
  - GAUDINO, P., IAIA, F. M., ALBERTI, G., STRUDWICK, A. J., ATKINSON, G. y GREGSON, W. "Monitoring Training in Elite Soccer Players: Systematic Bias between Running Speed and Metabolic Power Data." *Int J Sports Med*. 2013, vol. 34, p. 963-968.

- HUGHES, M. D. y FRANKS, I. M. "A time-motion analysis of squash players using a mixed-image video tracking system." *Ergonomics*, 1994, vol. 37, p. 23.
- LARSSON, P. "Global Positioning System and Sport-Specific Testing." *Sports Medicine*. 2003, vol. 33, p. 1093–1101.
- MACLEOD, H., MORRIS, J., NEVILL, A. y SUNDERLAND, C. "The validity of a non-differential global positioning system for assessing player movement patterns in field hockey." *Journal of Sports Sciences*. 2009, vol. 27, p. 121–128.
- MCPHERSON, S. L. y THOMAS, J. R. "Relation of knowledge and performance in boys' tennis: Age and expertise." *Journal of experimental child psychology*. 1989, vol. 48, p. 190-211.
- PETERSEN, C. J., PYNE, D., DAWSON, B., PORTUS, M. y KELLETT, E.A. "Movement patterns in cricket vary by both position and game format." *Journal of Sports Sciences*. 2010, vol. 28, p. 45–52.
- REID, M., DUFFIELD, R., DAWSON, B., BAKER, J. y CRESPO, M. "Quantification of the physiological and performance characteristics of on-court tennis drills." *British Journal of Sports Medicine*. 2007, vol. 42, p. 146–151.
- RODRÍGUEZ, A. C. *El pádel de competición. Análisis de las respuestas fisiológicas, físicas y psicológicas*. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. Málaga, 2012.