

Comparación de la frecuencia cardiaca en competición, entre jugadores de pádel de elite y de categoría nacional

Comparison of heartrate between elite and national paddle players during competition

Jesus Ramón Llin Mas, Jose Francisco Guzmán Luján, Rafa Martínez Gallego
Universidad de Valencia (España)

Resumen. Los objetivos fueron comparar la frecuencia cardiaca (FC) en pulsaciones/minuto (p/min), entre jugadores de pádel de elite y de categoría nacional, y establecer un perfil medio de intensidades de FC, controlando el tiempo de juego y de descanso, para contrastar el esfuerzo realizado por éstos en competición real. Se registró la FC a un total de 14 jugadores de categoría masculina en dos fases. Siete jugadores (31.14 ± 5.9 años) fueron registrados durante los partidos del campeonato del Valencia Pádel Pro Tour (PPT) 2011, estando clasificados entre el número 1 y 45 del ranking mundial y otros siete jugadores de la selección valenciana (SV) (25.4 ± 3.8 años) durante un torneo de categoría oro de la misma federación en 2013. Se calculó la FC media, la FC máxima en pista, la FC máxima teórica, sus relaciones y la distribución de tiempos en diferentes rangos de FC. Los resultados indicaron que los jugadores SV registraron valores más altos que los PPT tanto en la FC media (159.1 ± 13.8 p/min frente 151.7 ± 15.07 p/min) como en la FC máxima (188.6 frente 186.6 p/min). Ambas muestras superaron durante el juego su FC máxima teórica. A la hora de comparar los perfiles de ambas muestras, la principal diferencia radicó en que los jugadores de la selección valenciana estuvieron un 10% más de tiempo que los PPT entre 160 y 179 p/min. Ambas muestras presentaron valores casi nulos por encima de 200 p/min y por debajo de 100.

Palabras clave: pádel, deporte raqueta, análisis rendimiento, elite, esfuerzo fisiológico.

Abstract. The aims were to analyse heartrate (HR) of national and elite pádel players controlling work and rest ratio to compare effort performed in competition at the same time as performance time-intensity was also determined. HR was measured in Pádel Pro Tour 2011 tournament matches and gold federated tournament in 2013, both in Valencia. The sample (N= 14) was composed by 7 professional male players ranked between position 1 and 45 according to world classification (PPT) and seven players from the Valencia selection team (SV). Method: HR mean, maximal in-court HR, and maximal theoretical HR were calculated, as well as distribution of time in each zone of HR. Results: mean HR was set at 151.7 ± 15.07 beats/minute (b/min), maximal HR at 186.6 b/min, while maximal theoretical HR at 187.2 b/min. Players spent 32.5% of time between 140-159 b/min, 29.6% between 160-179 b/min and 14.3% between 189 and 199 b/min. Our results showed higher values of HR mean (159.1 ± 13.8 b/min vs. 151.7 ± 15.07 b/min) and maximal HR (188.6 vs. 186.6 p/min) in SV players. Both samples were found to exceed their maximal theoretical HR values during competition. When HR profiles were compared, the main difference was that SV players spent 10% more time than PPT players between 160 and 179 b/min. Both samples did not register values under 100 or over 200 b/min.

Key words: racquet sport, heart rate, elite players, paddle tennis.

Introducción

La frecuencia cardiaca (FC) al ser un parámetro no invasivo, ha sido utilizada para cuantificar el esfuerzo realizado en el deporte (Pino & Molina, 2013), siendo objeto de estudio tanto desde el ámbito de la salud como del rendimiento. Desde el punto de vista del entrenamiento, la FC ha sido el parámetro utilizado para cuantificar los esfuerzos en competición en diversos estudios (Fleming, Donne, Fletcher, & Mahony, 2012; Sultana et al., 2012). Reis, Van den Tillar, & Marques (2011) señalan que la forma más adecuada para evaluar la demanda de energía de una actividad física, es mediante la calorimetría indirecta en base al VO₂. Sin embargo, estos mismos autores indican que la forma de medición que más se ha utilizado para controlar la intensidad del ejercicio es a través de la FC. Así, se debe tener en cuenta que el potencial de la FC como indicador válido de la intensidad del ejercicio depende de la precisión y garantía de poder establecer una relación entre la FC y el VO₂ (Reis et al., 2011). No obstante, la precisión de la regresión entre la FC/VO₂ ya ha sido establecida y validada en atletas en cinta ergométrica (Reis et al., 2007) y también en pista (Reis, Duarte, Espirito-Santo, & Russell, 2004; Reis et al., 2011).

Se han realizado estudios sobre el registro fisiológico de la FC en diversas modalidades deportivas, los cuales normalmente presentan sus resultados en promedios de FC durante la actividad, además del porcentaje que la media representa sobre la FC máxima. Algunos ejemplos en deportes de colaboración-oposición son: fútbol playa (Castellano & Casamichana, 2010), fútbol (Tesitore et al., 2005) o baloncesto femenino (Matthew & Delextrat, 2009). También hay otros estudios que analizaron la FC en deportes de raqueta como por ejemplo en tenis (Comellas & López de Viñastre, 2001), tenis de mesa (Zagatto, Morel, & Gobatto, 2010), y squash (Alvero, Barrero, & Mesa, 2006).

Dentro de los deportes de raqueta se encuentra el pádel. Desde su

creación en Méjico entre los años 1962 (Cachón, 2014) y 1969 (Sánchez-Alcaraz, 2013) por Enrique Corcuera este deporte ha incrementado su número de practicantes y el nivel de sus competiciones de forma muy rápida (Courel, Sánchez-Alcaraz, García, & Echeagaray, 2016) hasta convertirse en el 4º deporte con más licencias federativas en España (Villena-Serrano, Castro-Lopez, Lara-Sánchez, & Cachón-Zagalaz, 2016). Desde el punto de vista de la salud, la FC ya ha sido estudiada en pádel por Alba et al. (2015), siendo además el pádel un deporte recomendado por cardiólogos dada su intensidad teóricamente moderada (Alba et al., 2016). En este sentido, Alba et al. (2016) indicaron que una actividad física moderada como andar una hora al día podría reducir hasta un 31 % la probabilidad de sufrir una enfermedad cardiovascular, y de ahí que recomiende la práctica del pádel como actividad preventiva.

En el ámbito del rendimiento, el registro fisiológico en competiciones de pádel es escaso. Así, se han realizado estudios de FC en jugadores amateurs en partidos simulados a dos sets, (Amieba & Salinero, 2013) y en jugadores de elite de categorías de menores analizando un set por jugador (Carrasco, Romero, Sañudo, & de Hoyo, 2011; de Hoyo-Lora, Corrales, & Páez, 2008; Sañudo, de Hoyo, & Carrasco, 2007; Sánchez-Alcaraz, 2014). En los estudios de Carrasco et al. (2011), de Hoyo-Lora et al. (2008) y Sañudo et al. (2007), los autores realizaron una prueba sobre tapiz rodante y otra prueba en competición sobre jugadores de edad media correspondiente al primer año de juveniles (16,57±1,51 años). Los 3 estudios presentaron resultados relativos a FC y VO₂ max. El VO₂ alcanzó cifras inferiores al 50% del valor máximo en la prueba sobre tapiz, mientras que la FC media (FCmed) representó, aproximadamente, un 74% de la FC máxima (FCmáx) alcanzada en la prueba de laboratorio. También en una competición simulada, Pradas et al. (2014) analizaron la FC en jugadoras top 20 del ranking de padel pro-tour indicando una FCmáx de 177 ± 9 p/min y una FCmed de 151 ± 8 p/min. En el caso de jugadoras amateurs, Carbonell, Ferrándiz, & Pascual (2017) indicaron una FCmáx de 179 ± 9 p/min y una FCmed de 150 ± 8 p/min.

No obstante, algunos estudios registraron la FC en competición oficial. Sánchez-Alcaraz (2014) analizó en un torneo regional indicando

que jugadores de categoría cadete (edad $14,24 \pm 1,86$ años tenían una FCmed de 141 p/min y una FCmáx de 175 p/min. Castillo-Rodríguez, Alvero-Cruz, Hernández-Mendo, & Fernández-García (2015), analizaron a 24 jugadores de categoría absoluta de 3 niveles diferentes en 3 campeonatos nacionales indicando valores medios de FC más altos en nivel medio (156.4 p/min), luego en nivel bajo (150.8 p/min) y finalmente en alto (131.7 p/min). Cuando se habla de jugadores de máximo nivel que jueguen el circuito World Padel Tour o hayan jugado el circuito Pádel Pro Tour, aparecen dos resultados. Así, Ramón-Llin, Guzmán, Martínez-Gallego, Vuckovic, & James (2012) registraron FC media (151 p/min) y FC máxima (199 p/min) del jugador nº 1 del ranking mundial en el PPT, mientras que en Ramón-Llin, Guzmán, & Martínez-Gallego (2012) indicaron que cuatro jugadores en una competición de PPT tuvieron una FCmed de 159 p/min y una FCmáx de 196 p/min.

El presente estudio tiene como objetivo general comparar el esfuerzo realizado en competición entre jugadores que disputaron la fase final del circuito Padel Pro Tour (PPT) y jugadores de la selección valenciana (SV), controlando el tiempo de juego de descanso empleado en los partidos. A partir de aquí se establecieron dos objetivos específicos:

- El primer objetivo fue comparar los principales descriptivos de la FC (valores de la media, mediana, mínimo y máximo)
- El segundo objetivo consistirá en comparar la distribución de frecuencias según rangos de FC.

En ambos objetivos, se presupone que los jugadores de fase final del PPT jugarán a una intensidad más elevada que los de la SV y si descansan lo mismo, las hipótesis serían:

- La FCmed y FCmáx serán mayores en los jugadores de PPT
- Los jugadores de PPT pasarán más tiempo en los rangos más altos de FC.

Método

Participantes

Se registraron un total de 14 jugadores de categoría masculina en dos competiciones. Por un lado, se registró durante la fase final del torneo PPT de Valencia (2011) a siete jugadores clasificados a nivel mundial por la Federación internacional de pádel con rankings uno, nueve, nueve (había dos jugadores con el mismo ranking puesto que tenían los mismos puntos en la clasificación), 13, 17, 19 y 45. La edad media fue de $31,14 \pm 5,9$ años. De los siete jugadores, cuatro de ellos jugaron en la posición de la ventaja (izquierda), y los otros tres en la del *deuce* (derecha). La duración de los partidos fue de $81 \pm 15,2$ minutos.

Por otro lado, se registró a siete jugadores de la selección valenciana (SV) de 2013 durante un torneo federado de máximo nivel. Los jugadores tenían una edad media de $25,4 \pm 3,8$ años, jugando también cuatro jugadores en la posición de la ventaja y tres en la posición de *deuce*. La duración de los partidos fue de $59,6 \pm 13,5$ minutos.

Para la realización del estudio se obtuvo un permiso de la dirección del torneo PPT de Valencia 2011 y otro permiso del Servicio de Deportes de la Universidad de Valencia. Todos los jugadores aceptaron un consentimiento de participación para este estudio, en el cual se respetaron todos los principios éticos de la declaración de Helsinki (2008) y con los estándares éticos de la revista International Journal of Sports Medicine (Harris & Atkinson, 2009).

Instrumentos

Para el registro de la FC se utilizaron cuatro pulsómetros modelo RS 800 de la marca Polar (Polar Electro, Kemple, Finlandia) que registraba con frecuencia en modo R-R (Pino & Molina, 2013). La validez de estos módulos se constató en el estudio realizado por Gamelin, Berthoin, & Bosquet (2006), quienes analizaron las correlaciones entre los parámetros de la VRC (variabilidad del ritmo cardiaco) obtenidos por el Polar con los conseguidos mediante ECG (Electrocardiografía), con valores que variaron entre $r = .97$ y $.99$.

La exportación de los datos registrados del módulo fue realizada con el programa Polar Pro Trainer 5 (Plews, Laursen, Kilding, & Buchheit, 2014) y con el programa Excel 2013 (Microsoft, Redmond,

USA). El análisis de datos se realizó mediante el programa SPSS 22.0 (IBM, Nueva York, USA).

Procedimiento

El estudio se realizó en dos fases. La primera fase del estudio se realizó durante la competición del circuito Pádel Pro Tour celebrado en Valencia en noviembre del 2011. Se registró a los jugadores en la primera ronda de la fase final, en una pista cubierta. Por otro lado, la segunda fase del estudio se realizó durante un torneo categoría «oro» de la federación valenciana de pádel en febrero de 2013, en pistas al aire libre.

A los jugadores que aceptaron participar en el estudio se les colocó, en los minutos previos al partido un pulsómetro ya descrito. El módulo se activaba antes del periodo concedido para realizar el calentamiento en pista, y se paraba una vez ya había finalizado el partido. Concretamente, el módulo se colocaba a los jugadores entre el calentamiento general y el específico. Se calculó que la media de tiempo que se registraba la FC previa al partido era de $18,7 \pm 8,9$ minutos y entre uno y dos minutos tras finalizar el partido.

Para la sincronización entre el registro de la FC y el tiempo de juego se utilizó un cronómetro. Se anotó el tiempo del inicio de registro de los pulsómetros, y luego se tuvo en cuenta la diferencia entre el momento de inicio y final de partido. El inicio se consideró cuando se realizó el impacto de la pala con la pelota en el primer saque del partido y el final se consideró justo cuando terminó el último punto del partido.

Del registro de FC obtenido se estableció como criterio de exclusión los datos en que la FC fluctuaba por encima de las 30 pulsaciones entre dos datos consecutivos y además fuese un valor máximo o mínimo del registro. De esta forma, se eliminaron 17 datos de un total superior a 100.000 registros. Posteriormente se realizó la exportación y el análisis de datos.

Variables analizadas

El Polar Pro Trainer 5 indicaba la FC media (FCmed), la FC máxima en pista (FCmáx) para el intervalo de tiempo seleccionado del registro. Por otro lado, se calcularon la FC máxima teórica (FCMáxteo) = $209 - (0,7 \times \text{edad})$ extraída de Lucio & Gómez-Castañeda (2004), la relación FCmed/FCmáx y la relación FCMáx/FCMáxteo.

Para el segundo objetivo del estudio, se establecieron ocho zonas de frecuencia cardiaca designadas por el software Polar Pro Trainer 5 en función de la intensidad (ver tabla 1). La zona 1 correspondía a intervalos de FC entre 50 y 79 pulsaciones/minuto (p/min). A la zona 2 el intervalo entre 80 y 99 p/min y sucesivamente cada zona comprendía un intervalo de FC de 20 p/min más que la zona anterior, hasta un total de ocho zonas. Para cada jugador se calculó el tiempo que había pasado en cada zona desde el inicio del partido hasta el final de éste.

Tabla 1
Rangos de pulsaciones/min.

Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
50-79	80-99	100-129	120-139	140-159	160-179	180-199	200-220

Como variables de control se tuvieron en cuenta:

- La edad puesto que la FC máxima depende de la edad del sujeto (de Lucio & Gómez-Castañeda, 2004).
- La duración del punto y de los tiempos de recuperación (entre puntos y en cambios de lado) que afectan a la carga de entrenamiento (Andrés, Griego, Selene, & Hernández, 2016).
- Finalmente, dado que la FC también se ve afectada por aspectos psicológicos (Murillo, Álvarez, & Manomelles, 2016) como la ansiedad (Tretilova & Rodimili, 1976), se controló la ronda de competición. De los siete partidos de la selección valenciana se realizaron dos registros en semifinales y tres en cuartos de final, mientras que a todos los jugadores del PPT se les registró en primera ronda.

Análisis de datos

Las gráficas, los estadísticos descriptivos considerados (mínimo, media, mediana y máximo), y el perfil de FC por zonas, se calcularon con los programas Polar Pro Trainer 5 y Excel, ya descritos.

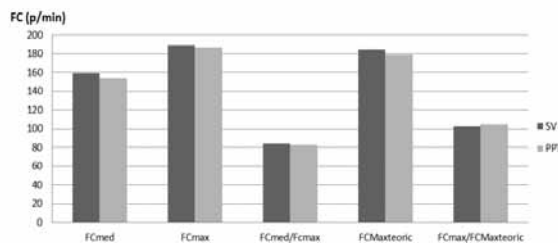
La prueba Kolmogorov-Smirnov determinó que para el análisis inferencial (SPSS) se realizaran pruebas no paramétricas, U de Mann-Whitney, para comparar los registros de FC y los tiempo de juego (*rally*) y de recuperación.

Para la comparativa del perfil de FC por zonas se realizó una prueba chi-cuadrado con pruebas Z posteriores de comparación de las proporciones de columna. Para la comparativa del registro de FC se realizó una prueba t para muestras independientes. El grado de significatividad se ajustó para valores de $p < .05$.

Resultados

Resultados del objetivo 1: Compara los principales descriptores de FC.

La FC media (FCmed) de 159.1 \pm 13.8 p/min de los jugadores de la selección valenciana (SV) fue significativamente mayor que la media de 153.7 \pm 14.6 de los jugadores del Pádel Pro Tour (PPT) ($t_{112822} = 37.7$, $p < .001$). La figura 1 muestra como los jugadores de la selección valenciana (SV) dos pulsaciones más de FC máxima (FCmáx) (188.6 frente a 186.6) que los jugadores del Pádel Pro Tour (PPT). La relación de la FCmed/FCmáx fue muy similar ya que la FC media supuso un 84,3% de la FC máxima en los jugadores de la SV frente al 82,4 % de los jugadores de PPT. En ambos grupos la FCmáx registrada superó a la FCmáx teórica de De Lucio & Gómez-Castañeda (2004).



FCmed = FC media, FCmax = FC máxima en partida, FCMaxteoric = FC máxima según Lucio & Gómez-Castañeda, (2004).

Figura 1. Comparativa de los descriptivos de FC entre jugadores SV y PPT

En la tabla 2 se observa que los valores mínimos de FCmed fueron inferiores en los jugadores de PPT (133 p/min) frente a los jugadores del SV (139 p/min), y lo mismo ocurrió con el valor mínimo de la FCmáx (168 p/min frente a 180). Sin embargo, cuando se compararon los valores máximos de FCmed y FCmáx los jugadores de PPT alcanzaron valores superiores en ambos registros (5 p/min superiores en el valor máximo de FCmed y 12 p/min superiores en el valor máximo de FCmáx).

Tabla 2. Comparativa estadísticos descriptivos de FC entre jugadores SV y jugadores PPT.

Frecuencia cardiaca	Descriptivos FC (p/min)			DT
	Mínimo	Máximo	Media	
Selección Valenciana (SV)				
FCmed	139	175	159,1	13,8
FCmax	180	196	188,6	5,9
FCmed/FCmax	77,2	90,2	84,3	4,9
FCmax/Maxteo	0,98	1,07	1,02	3,6
Maxteo	176,4	186,3	184,16	3,4
Padel Pro Tour (PPT)				
FCmed	133,1	180,8	153,7	14,6
FCmax	168	208	186,6	15,2
FCmed/FCmax	76,4	86,9	82,4	3,7
FCmax/Maxteo	0,94	1,15	1,04	0,08
Maxteo	173,7	189	179	5,3

Resultados del objetivo 2: Comparar la distribución de frecuencias de FC.

La figura 2 muestra que los jugadores de PPT y de la SV pasaron la mayor parte del tiempo zonas 5 y 6, pero mientras que los jugadores de la SV tuvieron su mayor registro en zona 6 (39% del tiempo total), los jugadores de PPT los tuvieron en zona 5 (32,5 % del tiempo total). Valores intermedios presentaron las zonas 4 y 7 pasando un porcentaje ligeramente mayor los jugadores del PPT en la zona 4, pero viceversa en la zona 7. Las zonas 8, 2 mostraron valores mínimos y la zona 1 valor nulo. El porcentaje de tiempo que pasaron los jugadores SV en zona 5 fue significativamente menor, y en zona 6 significativamente mayor,

que el que pasaron los jugadores de PPT ($\chi^2 = 22.8$ $gl = 6$; $p < .001$). No hubo diferencias significativas en el resto de zonas de FC.

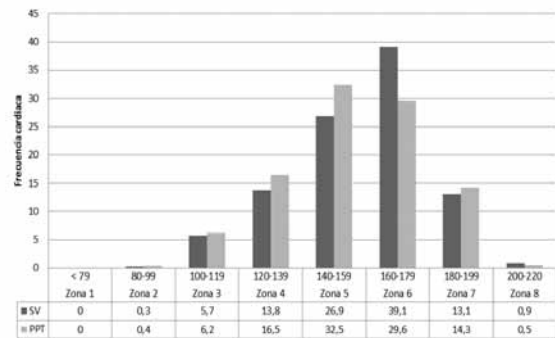


Figura 2. Comparativa de la distribución por tiempo (%) según intervalos de FC.

Tabla 3. Comparativa de la distribución por tiempo (s) según intervalos de FC.

Variable	Selección Valenciana				Padel ProTour			
	Min	M	Mn	Mx	Min	M	Mn	Mx
Punto	,8	9,6	7,8	46,9	,7	10,3	8,6	54,3
Descanso entre puntos	1,9	11,4	10,4	113,9	1,7	14,2	13	115,7
Descanso en cambio de lado	22,1	68,8	69,7	128	29,4	108	109	257,5

El análisis del tiempo de juego y de descanso (tabla 3) mostró que la mediana de tiempo de juego por *rally* (jugada) fue significativamente mayor en jugadores del PPT que en jugadores de la SV ($U = 378345$; $Z = -2.7$; $p = .006$). A su vez la mediana del tiempo de descanso entre *rallies* y en los cambios de lado fue significativamente mayor en los jugadores de PPT que en los de SV ($U = 238111$; $Z = -11.2$; $p < .001$; $U = 772$; $Z = -5.7$; $p < .001$, respectivamente).

Discusión

En cuanto al primer objetivo del estudio, en contra de nuestra hipótesis, la FCmed fue significativamente mayor en los jugadores de la SV (159.1 p/min) que en los jugadores de PPT (153.7 p/min), a pesar de que el punto duró más en los jugadores de PPT. No obstante, la explicación puede estar en que los jugadores de PPT emplearon más tiempo para recuperar entre puntos y especialmente en los cambios de lado, reduciendo así la densidad de carga (Andrés et al., 2016) y como consecuencia obteniendo una FCmed menor. Estos resultados coincidirían con el mayor tiempo de descanso de los jugadores de PPT frente a los jugadores de nivel alto indicado por Ramón-Llin (2013). Por otra parte, los niveles de ansiedad y activación fisiológica que también afectan a la FC (Tretilova & Rodimiki, 1979) podrían favorecer a obtener mayores registros de FC en jugadores de SV, puesto que había dos registros en semifinales y tres en cuartos de final, mientras que a todos los jugadores del PPT se les registró en primera ronda. Además, estos resultados de menor FC media también se podrían justificar por la posibilidad de que hubiese un nivel más alto de resistencia física (Andrés et al., 2016) por parte de los jugadores del PPT.

Referente al segundo objetivo, las diferencias significativas entre ambas muestras estibarón en las zonas 5 (149-159 p/min) y 6 (160-179 p/min). Los jugadores de la SV pasaron un 10 % más que los de PPT en zona 6 y casi un 6 % menos en zona 5, siendo esta la razón fundamental de la diferencia de medias de FC. Los jugadores de PPT, prácticamente pasaron un tercio del tiempo entre 140 y 160 p/min y otro tercio entre 160 y 180 p/min. Se constató también que los porcentajes en ambas muestras por debajo de 100 p/min y por encima de 200 p/min fueron casi nulos.

Dado que los participantes del presente estudio eran deportistas de élite en competiciones de máximo nivel, se esperó que las exigencias fisiológicas del juego fuesen las máximas que el pádel puede requerir. En cuanto a la FCmáx fue muy parecida en ambas muestras (188.6 y 186.6 p/min) pese a que los jugadores de SV tenían una media de edad de seis años menos que los de PPT. Así, los datos de FC máxima han sido los más altos obtenidos, únicamente superados por los estudios de Ramón-

Llin et al. (2012) y Ramón-Llin et al. (2014). Los resultados de la FC media obtenida (153.7 y 159.1 p/min) fueron algo superiores a las (148.3 p/min) de de Hoyo et al. (2008), Carrasco et al. (2011) y Sañudo et al. (2007) en jugadores de 16.5 años, mientras que Sánchez-Alcaraz (2014) indicó un registro de 141 p/min de media en jugadores de 14 años. Sin embargo, con respecto al estudio de Castillo et al. (2015) existe una gran diferencia entre nuestros resultados y los suyos correspondientes a nivel alto (131.7 p/min), mientras que sus niveles medio (156.4) y bajo (150.8) obtuvieron registros de FC que sí se aproximan a nuestros resultados. También Carbonell et al. (2017) indicaron que jugadoras amateurs mayores de 30 años alcanzaron una FCmed de 150 p/min, la cual supuso un 78.5 % de la FCmáx teórica de Tanaka, Monoha, & Seals, (2001) mientras que su FCmáx en pista supuso el 94 % de la FCmáx teórica. En nuestro caso, en ambas muestras la FC media representó cerca de un 85 % de la FCmáx en pista y esta última superó la FCmáx teórica de De Lucio & Gómez-Castañeda (2004).

En comparación con otros deportes de raqueta, Fernández, Villanueva, Plum, & Cepeda, (2007) indicaron que la FCmed en tenis oscilaba entre las 140 y 160 p/min. En comparación con el tenis, la FCmed de los jugadores de pádel de alto nivel fue muy parecida a la obtenida por otros deportistas en tenis: FCmed = 158 p/min (Torres, Cabello, & Carrasco, 2004). En este sentido, de Hoyo et al. (2008) ya habían indicado que el pádel exigía un esfuerzo fisiológico similar al tenis individual. Sin embargo, en comparación con otros deportes de raqueta, las FC medias de nuestro estudio son algo inferiores al tenis de mesa (FCmed = 164 p/min; Zagatto et al., 2010) y también con el squash, siendo este último el que aparentemente tenga mayor exigencia cardiovascular, con una FCmed entre 170 p/min (Alvero et al., 2006) y 177 p/min (Girard et al., 2007).

Limitaciones y futuras investigaciones

Las comparativas de FCmed entre diferentes estudios de pádel probablemente indiquen que la FCmed va a depender más de otros factores diferentes al nivel de los participantes y de la competición. Así, futuras líneas de investigación, además de la edad, el nivel de juego, el tipo de competición, el grado de preparación física, la densidad de carga (Murillo et al., 2012), pensamos que deberían también controlar la ansiedad estado (Cox, Martens, & Russell, 2003) de los jugadores previamente al partido, y el nivel de disputa de los partidos (Ramón-Llin, Guzmán, Llana Vuckovic, & James., 2010). Además, si el registro de la FC en pista tiene como objetivo cuantificar la intensidad del juego o carga de competición (Murillo et al., 2017) habría que separar el registro de FC durante las fases de juego y las fases de descanso (Ramón-Llin et al., 2014)

Aplicaciones prácticas

Courel & Sanchez-Alcaraz (2017) definieron el pádel como un deporte intermitente con periodos de juego de 5-10 segundos y periodos de descanso entre 10-20 segundos. Referente al tipo de resistencia predominante en pádel, habría que considerar que estudios precedentes han indicado que el umbral anaeróbico (UAN) se sitúa próximo al 90 % de la FC máxima (Bangsbo, 1997; Raya, Sánchez, & Yagüe 2003). Además este dato se aproxima a los resultados aportados en pádel por Carrasco et al. (2011) donde el UAN se situaba exactamente al 91.9 % de la FC máxima. Por tanto, durante las fases de juego es probable que los jugadores alcancen y superen en muchas ocasiones el UAN, y en las fases de descanso entre puntos, juegos y sets, la FC vuelva a zona aeróbica. Esto coincidiría con las conclusiones de otros estudios precedentes (Carrasco et al., 2011; de Hoyo et al., 2007; Sañudo et al., 2008). Es más, en este mismo sentido Castillo et al. 2015 señalaban que jugadores de tres niveles de juego diferentes habían pasado más de un 15 % del tiempo total por encima del 90 % de la FC máxima, a pesar de que ese estudio obtuvo los valores más bajos de frecuencia cardiaca media registrada en jugadores de nivel alto (131.7 p/min).

De cara al diseño de ejercicios para jugadores de elite y alto nivel, que busquen una mayor especificidad de la carga tanto física (Andrés et al., 2016) como desde el punto de vista táctico (Serra-Olivares & García-Rubio, 2017) deben considerar la duración del punto, número de golpes por punto, tipo de golpes, intensidad de los desplazamientos y tiempo de trabajo y descanso. Una propuesta concreta sería realizar entre 8 y 9 series de 6 y 7 repeticiones, simulando el promedio de juegos y puntos disputados por set en jugadores de elite indicado por García-Benítez, Pérez-Bilbao, Echegaray & Felipe (2016) en jugadores de PPT, realizando entre 7 y 8 golpes por repetición (García-Benítez et al., 2016), entrenando ejercicios aislados o situaciones de juego que trabajen combinaciones de golpes de bandeja y volea para tener efectividad en ataque (Courel, Sánchez-Alcaraz y Cañas, 2015) contra golpes de chiquita y globos en defensa para tratar de ganar la posición en red (Muñoz-Marín et al., 2017), con una densidad de carga (Andrés et al., 2016) de 10 segundos de trabajo y 10 segundos de descanso basada en estudio de jugadores de elite (Courel & Sanchez, Alcaraz, 2017; Courel, Sánchez-Alcaraz & Cañas, 2017). La intensidad de los desplazamientos, en base a los resultados del presente estudio, indicaría que los jugadores registren de media en torno al 85 % de su FC máxima teórica, contrastando fases de juego y descanso donde la FCmed esté entre 77 y el 100% de la FCmáx teórica. Por último, se recomienda a los jugadores de nivel nacional aprovechar al máximo los tiempos de descanso entre puntos y especialmente entre juegos para recuperar mejor la FC, como hicieron los jugadores de PPT de este estudio.

Conclusiones

Los jugadores de la SV registraron una FCmed superior a los de PPT, pese a que los puntos del PPT fueron más largos, los jugadores de PPT también descansaban más entre puntos y especialmente en los cambios de lado. Las FCmed y FCmáx registradas alcanzaron valores muy altos en comparación con estudios previos, siendo muy parecidas a las obtenidas por Ramón-Llin et al. (2012) también en jugadores de elite. La FCmed de este estudio, fue similar a algunos estudios realizados en tenis, pero inferior a otros deportes de raqueta como tenis de mesa y squash. El perfil de FC indicó que los jugadores estuvieron la mayor parte del tiempo (60-70%) a una FC entre 140 y 179 p/min. Ambas muestras de jugadores (PPT y SV) superaron en pista la FCmáx teórica de De Lucio & Gómez-Castañeda (2004).

Referencias

- Alba, A., Álvarez, M., Ortega, S., Díaz, A., Oliva, F., & Sainz, J. (2015). Respuesta cardiovascular en la práctica de pádel. En *Libro de Actas del Congreso Internacional de Pádel* (p.-20), Granada (5 y 6 de marzo).
- Alvero, J., Barrera, J., & Mesa A. (2006). Correlations of physiological responses in squash players during competition. En A. Lees, D. Cabello, & G.Torres, (Eds) *Science and Racket Sports IV* (pp. 64-69), Madrid.
- Amieba, C., & Salinero, J. (2013). Aspectos generales de la competición del pádel y sus demandas fisiológicas. *AGON*, 3(2), 60-67.
- Andrés, R., Griego, H., Selene, C., & Hernández, G. (2016) Influencia del Volumen e Intensidad de la Carga de Entrenamiento en la Frecuencia Cardiaca de Recuperación (Influence of Training Load Volume and Intensity on Heart Rate Recovery). *Retos*, 30, 180-183.
- Bangsbo, J. (1997). *El entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona: Paidotribo.
- Cachón-Zagalaz, J. (2014). ¿Entusiasmo, delirio, deporte, fervor, pasión, pádel? *Journal of Sport and Health Research*, 6(1), 3-6.
- Carbonell, J., Ferrándiz, J., & Pascual, N. (2017). Análisis de la frecuencia cardiaca en el pádel femenino amateur (Analysis of heart rate in amateur female padel). *Retos*, 32, 204-207.
- Carrasco, L., Romero, S., Sañudo, B., & de Hoyo, M. (2011). Game analysis an energy requirements of paddle tennis competition. *Science & Sports*, 26(6), 338-44.
- Castellano, J., & Casamichana, D. (2010). Heart rate and motion analysis by GPS in beach soccer. *Journal os Sports Science and Medicine*,

- 9,98-103.
- Castillo-Rodríguez, A., Alvero-Cruz, J., Hernandez-Mendo, A., & Fernandez-García, J. (2015). Physical and physiological responses in paddle tennis competition. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14, 524-544.
- Comellas, J., & Lopez de Viñaspre, P. (2001). Análisis de los requerimientos metabólicos del tenis. *Apunts Educación Física y Deportes*, 65, 61-62.
- Courel, J., & Sanchez-Alcaraz, B. (2017). Efecto de las variables situacionales sobre los puntos en jugadores de elite. *Apunts*, 127, 68-74.
- Courel-Ibáñez, J., Sánchez-Alcaraz, B.J., & Cañas, J. (2015). Effectiveness at the net as a predictor of the final match outcome in professional paddle players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15, 632-640.
- Courel-Ibáñez, J., Sánchez-Alcaraz, B.J., y Cañas, J. (2017). Performance and length of rally in professional paddle players. *Journal of Human Kinetics*, 55, 201-208. DOI: 10.1515/hukin-2016-0045
- Courel, J., Sanchez-Alcaraz, B., & Cañas, J. (2016). *Innovación e investigación en pádel*. Sevilla: Wanceulen.
- Courel-Ibáñez, J., Sánchez-Alcaraz, B.J., García, S., y Echegaray, M. (2017). Evolución del pádel en España en función del género y edad de los practicantes. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 34(12) 39-46.
- Cox, R. H., Martens, M. P., & Russell, W. D. (2003). Measuring anxiety in athletics: the revised competitive state anxiety inventory-2. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 25(4), 519-533.
- De Hoyo Lora, M., Corrales, B., & Páez, L. (2008). Demandas fisiológicas de la competición en pádel. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 3 (8) 53-58.
- De Lucio, V., & Gomez Castañeda, P. (2004). Entrenamiento aeróbico: control del gasto calórico a través de la frecuencia cardiaca. *Educación Física y Deportes*, 69 (sin páginas). Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd69/aerob.htm>
- Fernández, J., Villanueva, A., Pluim, B., & Cepeda, N. (2007). Aspectos físicos y fisiológicos del tenis de competición (II). *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, (117), 37-43.
- Fleming, N., Donne, B., Fletcher, D., & Mahony, N. (2012). A biomechanical assessment of ergometer task specificity in elite flatwater kayakers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 11, 16-25.
- Gamelin, F., Berthoin, S., & Bosquet, L. (2006). Validity of the polar rs810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Medicine & Science in Sport & Exercise*, 38, 887-893.
- García-Benitez, S., Pérez-Bilbao, T., Echegaray, M., & Felipe, J.L. (2016). Influencia del género en la estructura temporal y las acciones de juego del pádel profesional. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 33(11), 241-247.
- Girard, O., Chevalier, R., Habrard, M., Sciberras, P., Hot, P., & Millet, G. (2007). Game analysis and energy requirements of elite squash. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21, 909-914.
- Harris, D., & Atkinson, G. (2009). International Journal of Sports Medicine-ethical standards in sport and exercise science research. *International Journal of Sports Medicine*, 30(10), pp.701-702.
- Matthew, D., & Delextrat, A. (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of Sports Science*, 27, 813-821.
- Murillo, V., Alvarez, J., & Marqueta, P. (2016). Control of training loads through perceived exertion. Prediction of heart rate (Control de las cargas de entrenamiento a través de la percepción subjetiva. Predicción de la frecuencia cardíaca). *Retos*, 30, 82-86.
- Muñoz-Marín, D., Courel-Ibáñez, J., Sánchez-Alcaraz, B.J., Díaz, J., Grijota F.J., & Muñoz, J. (2017). Análisis del uso y eficacia del globo para recuperar la red en función del contexto de juego en pádel. *Retos*, Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, 31, 19-22.
- Pino, J., & Molina, I. (2013). Revisión sobre los sistemas tecnológicos empleados en detectar y registrar la frecuencia cardiaca en deporte. *Revista de Ciencias del Deporte*, 9(2), 91-104.
- Plews, D. J., Laursen, P. B., Kilding, A. E., & Buchheit, M. (2014). Heart-rate variability and training-intensity distribution in elite rowers. *International journal of sports physiology and performance*, 9(6), 1026-1032.
- Pradas de la Fuente, F.; Cachón Zagalaz, J.; Otín Benedí, D.; Quintas Hijós, A.; Arraco Castellar, S.I., & Castellar Otín, C. (2014). Análisis antropométrico, fisiológico y temporal en jugadoras de pádel de elite. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 25(1), 107-112.
- Ramón-Llin, J. (2013). *Análisis de la distancia recorrida y velocidad de desplazamiento en pádel*. Tesis doctoral. Universidad de Valencia.
- Ramón-Llin, J., Guzmán, J.F., Vučković, G., Llana, S. y James, N. (2010). Players' covered distance according playing level and balance between teams: a preliminary analysis in paddle. En M. Hughes (ed.) *Research in Sports Science 6*. Szombathely:Universidad West-Hungary , Hungría, pp. 188-193.
- Ramón-Llin, J., Guzmán, J., & Martínez-Gallego, R. (2012). Frecuencia cardiaca en competición de los mejores jugadores de pádel del mundo. *En libro de actas del VII Congreso Internacional de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*. Universidad de Granada (15, 16 y 17 de Noviembre), p. 455.
- Ramón-Llin, J., Guzmán, J.F., Martínez-Gallego, R., Vučković, G., & James, N. (2014). Time motion analysis in two matches of the 2011 Pro Tour. In D.M. Peters and P.G O'Donoghue (Eds.). *Performance Analysis of Sport IX*. Routledge, London
- Raya, A., Sanchez, J., & Yagüe, J. (2003). El entrenamiento aeróbico del futbolista. *Revista Digital-Buenos Aires*, 8(58), (sin páginas). Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd58/aerob.htm>.
- Reis, V. M., Van den Tillaar, R., & Marques M. (2011). Higher precision of heart rate compared with VO₂ to predict exercise intensity in endurance-trained runners. *Journal of Sport Science and Medicine*, 10, 164-168.
- Reis, V., Duarte, J., Espírito-Santo, J., & Russell, A. (2004). Determination of Accumulated Oxygen Deficit during a 400 m run. *Journal of Exercise Physiology*, 7, 77-83.
- Reis, V., Guidetti, L., Duarte, J., Ascensão, A., Silva, A., Sampaio, J., Russell, A., & Baldari, C. (2007) Slow component of VO₂ during level and uphill treadmill running: relationship to aerobic fitness in endurance runners. *Journal of Sports Medicine & Physical Fitness*, 47, 135-140.
- Sánchez-Alcaraz, B.J. (2013). Historia del pádel. *Materiales para la historia del deporte*, 11, 57-60.
- Sánchez-Alcaraz, B. (2014). Análisis de la exigencia competitiva del pádel en jóvenes jugadores. *Kronos*, 13(1), 1-7.
- Sañudo, B., De Hoyo, M., & Carrasco, L. (2008). Demandas fisiológicas y características estructurales de la competición en el pádel masculino. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 4, 23-28.
- Serra-Olivares, J., & Garcia-Rubio, J. La problemática táctica, clave en el diseño representativo de tareas desde el enfoque de la pedagogía no lineal aplicada al deporte (Tactical problems, key within the representative task design under the non-linear approach for games teaching). *Retos*, 32, 261-269
- Sultana, F., Abbiss, C., Louis, J., Bernard, T., Hausswirth, C., & Brisswalter, J. (2012). Age-related changes in cardio-respiratory responses and muscular performance following an Olympic triathlon in well-trained triathletes. *European Journal of Applied Physiology*, 112(4), 1549-1556.
- Tesitore, A., Meeusen, R., Tiberi, M., Cortis, C., Pagano, R., & Capranica, L. (2005) Aerobic and anaerobic profiles, heart rate and match analysis in older soccer players. *Ergonomics*, 48, 1365-1377.
- Tanaka, H., Monahan, K., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153-156.
- Torres, G., Cabello, D., & Carrasco, L. (2004). Functional differences between tennis and badminton in young sportsmen. In A. Lees A, J. F. Khan & I. W. Maynard (Eds.) *Science and Racket Sports III*. Oxon: Routledge.
- Tretilova, T. A., & Rodimiki, E. M. (1979). *Investigation of the emotional state of rifle shooters. Theory and Practice of Physical Culture*, 5, 28.
- Zagatto, A. M., Morel, E. A., & Gobatto, C. A. (2010). Physiological responses and characteristics of table tennis matches determined in official tournaments. *Journal of Strength & Conditioning Research*; 24 (4), 942-949.
- Villena-Serrano, M., Castro-López, R., Lara-Sánchez, A., & Cachón-Zagalaz, J. (2016). Revisión sistemática de las características e incidencia del pádel en España. Estado del arte. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 126(4), 7-22.