



Pradas, F.; Salvà, P.; González-Campos, G.; González-Jurado, J.A. (2015). Análisis de los indicadores de rendimiento que definen el tenis de mesa moderno. *Journal of Sport and Health Research.* 7(2):149-162.

Original

ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE RENDIMIENTO QUE DEFINEN EL TENIS DE MESA MODERNO

ANALYSIS OF PERFORMANCE INDICATORS THAT DEFINE THE MODERN TABLE TENNIS

Pradas, F.¹; Salvà, P.²; González-Campos, G.³; González-Jurado, J.A.⁴

¹University of Zaragoza

²University of Valencia

³University of Sevilla

⁴University of Pablo de Olavide (Sevilla)

Correspondence to:
Francisco Pradas de la Fuente
University of Zaragoza
Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte.
Plaza Universidad s/n
974238426
franprad@unizar.es

Edited by: D.A.A. Scientific Section
Martos (Spain)



Received: 22-7-2014
Accepted: 20-1-2015



RESUMEN

El tenis de mesa ha experimentado en la última década importantes modificaciones reglamentarias así como la incorporación de nuevos materiales que han afectado la dinámica de juego de este deporte. El objetivo de este estudio consiste en describir y analizar los indicadores de rendimiento que intervienen en la modalidad individual del tenis de mesa moderno. Un total de 18 jugadores de élite participaron en la investigación. Los indicadores de carga interna se obtuvieron mediante la realización de una ergometría máxima en laboratorio y una competición simulada (CS). Los indicadores de carga externa se hallaron a partir de la observación de la competición mediante análisis notacional. Los resultados de la ergometría fueron de $194 \pm 6,7 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ de frecuencia cardiaca máxima (FC_{\max}), $52,2 \pm 6,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ de consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\max}$) y $13 \pm 2,2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ de lactato (LA). El somatotipo obtenido fue de tipo mesomorfo balanceado (2,5-4,6-2,6). En la CS se registraron valores promedio de lactato de $1,7 \pm 1,97 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. La FC_{\max} se situó en un 76-82,7% respecto a la máxima FC. El esfuerzo realizado en la CS alcanzó el 60-70% del $\text{VO}_{2\max}$. La duración de los partidos fue de $37,7 \pm 15,6 \text{ min}$, distribuidos en $6,76 \pm 2,3 \text{ min}$ de juego y $30,9 \pm 14,3 \text{ min}$ de pausa. El número de golpes por jugada fue de $4,51 \pm 2,61$. Se realizaron $458,8 \pm 201,4$ desplazamientos recorriendose una distancia de $514,5 \pm 213,1 \text{ m}$. La respuesta fisiológica ha obtenido unos valores muy similares a los registrados antes de la incorporación de las modificaciones en el reglamento de juego. El análisis de los indicadores temporales muestra que la duración total de los partidos es similar. Sin embargo, los tiempos de juego y las técnicas efectuadas han aumentado, ejecutándose un mayor número de golpes por jugada. La duración y la intensidad del esfuerzo de las jugadas realizadas en el tenis de mesa moderno son ligeramente superiores.

Palabras clave: respuesta fisiológica, antropometría, análisis notacional, desplazamientos, tipo de golpeo, tiempo de juego, acciones de juego, deportes de raqueta, tenis de mesa.

ABSTRACT

Table tennis has experienced regulation changes and game materials improvements in the last decade that had affected several aspects. The objective of this study is to describe and analyze performance indicators involved in the individual category of modern table tennis. A total of 18 table tennis elite players participated in this study. Internal performance variables were obtained performing a maximum ergometer test and simulated competition (SC). External performance variables were obtained by observation and notational analysis. Elite table tennis players shown the following results in the ergometer test: $194 \pm 6.7 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ maximum heart rate (HR_{\max}), $52.2 \pm 6.8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, maximum oxygen consumption ($\text{VO}_{2\max}$) and $13 \pm 2.2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ lactate (LA). Mesomorph balanced (2,5-4,6-2,6) somatotype was obtained. Average LA values were 1.7 to 1.97 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Maximum HR stood at 76 to 82.7% compared to HR_{\max} . SC reached 60-70% $\text{VO}_{2\max}$ while duration was $37.7 \pm 15.6 \text{ min}$ (i.e. $2.3 \pm 6.76 \text{ min}$ playing time and $30.9 \pm 14.3 \text{ min}$ pause). Numbers of shots recorded were 4.51 ± 2.61 , and 458.8 ± 201.4 displacements were performed across a distance of $514.5 \pm 213.1 \text{ m}$. Physiological response and match durations obtained were very similar to those before the incorporation of regulation modifications. However, playing time and beatings were higher in our study. Based on data obtained we can suggest a higher duration and intensity of the effort during competition and an increase in number of beatings and displacements in modern table tennis.

Keywords: physiological response, anthropometry, notational analysis, player displacements, stroke type, match duration, rallies, racquet sports, table tennis.



INTRODUCCIÓN

La descripción y el análisis de las características físicas, metabólicas, técnicas o temporales que se producen en competición son aspectos determinantes para comprender el esfuerzo y la intensidad a la que son sometidos los deportistas durante la práctica del tenis de mesa. Conocer y cuantificar los indicadores de carga interna y externa que intervienen durante el juego, son datos muy relevantes para establecer con exactitud el perfil del deporte y los requerimientos necesarios con el fin de planificar de manera óptima el entrenamiento.

Los indicadores internos nos informan del metabolismo energético utilizado y sobre el impacto fisiológico que el organismo del deportista es capaz de soportar durante la competición o el entrenamiento. La valoración de este tipo de marcadores implica la utilización de tecnologías y métodos más o menos sofisticados que ofrecen la posibilidad de obtener una respuesta de manera directa e inmediata. En los deportes de raqueta y pala los parámetros más utilizados para evaluar la intensidad del esfuerzo han sido habitualmente el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$), la frecuencia cardíaca máxima ($FC_{\text{máx}}$), la concentración en sangre de lactato (LA) y la respuesta de diferentes hormonas (Baron et al., 1992; Carrasco et al., 2011; Ghosh et al., 1990; Kitahara et al., 1992; Kovacs, 2006; Kondrić et al., 2013; Montpetit, 1990).

Dentro de los indicadores internos podemos incluir la composición corporal y el somatotipo como variables que nos indican con precisión la influencia que tiene la práctica continuada de una disciplina sobre la morfología del deportista. La importancia que presenta para el rendimiento deportivo el conocimiento de estas variables, queda patente al observar el gran número de investigaciones realizadas en los últimos años interesadas en conocer el biotipo de referencia en deportes como el squash (Mellor et al., 1995; Alvero et al., 2006), el bádminton (Centeno et al., 1999; De Hoyo et al., 2007), el pádel (Castillo-Rodríguez et al., 2014; Pradas et al., 2014), el tenis (Juzwiak et al., 2008; Sanchis et al., 1998; Sánchez-Muñoz et al., 2007; Solanellas et al., 1996; Torres-Luque et al., 2006), o el tenis de mesa (Biener & Oechsli, 1979; Allen, 1991; Pradas et al., 2013).

Por el contrario, los indicadores externos son de muy

variada naturaleza e intentan dar respuesta a la carga física que el jugador soporta. En este caso el análisis de la competición se efectúa de forma indirecta, mediante procedimientos de observación y soportes informáticos, analizándose aquellas variables que aportan una información relevante y que permitan conocer y cuantificar el rendimiento obtenido. En la literatura podemos encontrar un gran número de investigaciones realizadas en diferentes deportes de raqueta y pala como el bádminton, pádel, squash, tenis y tenis de mesa, en donde se analizan como indicadores externos más importantes los parámetros temporales de pausa y esfuerzo (Cabello y González-Badillo, 2003; Faude et al., 2007; Fernández-Fernández et al., 2007; Fernández et al., 2006; Girard et al., 2007; Hornery et al., 2007; O'Donoghue y Liddle, 1998; Pradas et al., 2014; Pradas et al., 2012), las técnicas que se ejecutan (Cabello y González-Badillo, 2003; Faude et al., 2007; Fernández-Fernández et al., 2007), el número total de golpes efectuados (Fernández-Fernández et al., 2007; Hornery et al., 2007), el volumen y tipo de desplazamientos realizados (Fernández-Fernández et al., 2007; Hornery et al., 2007), y la distancia recorrida y su nivel de intensidad (Fernández et al., 2006; Hornery et al., 2007; Vučković et al., 2004).

El tenis de mesa está considerado como una disciplina intermitente en donde se alternan breves ciclos de trabajo de alta intensidad con incompletos períodos de recuperación. Se caracteriza por ser un deporte en donde se realizan de manera coordinada y a máxima velocidad diferentes acciones técnicas, con desplazamientos cortos y rápidos que implican continuos cambios de dirección. Las situaciones de juego que se producen son muy complejas con una pelota en movimiento que se desplaza a gran velocidad ante la cual el deportista debe reaccionar y actuar del modo más oportuno en el menor tiempo posible (Melero et al., 2005).

En los últimos años el tenis de mesa ha sufrido importantes modificaciones reglamentarias que han afectado de manera considerable a su dinámica de juego, creándose un nuevo contexto deportivo como consecuencia de las nuevas reglas y materiales incorporados por la Federación Internacional de Tenis de Mesa (ITTF). Como cambios más relevantes introducidos por la ITTF podemos destacar la regularización de la utilización de los revestimientos de picos (ITTF, 1998); la incorporación de la regla



del tiempo muerto (ITTF, 1999); el aumento del tamaño y peso de la pelota de 38 a 40 milímetros y de 2,49 a 2,67 gramos respectivamente (ITTF, 2000); la reducción del número de tantos a disputar por juego pasando de 21 a 11 puntos (ITTF, 2001); la modificación de la acción del servicio (ITTF, 2002); y la prohibición del uso de disolventes volátiles para encolar los revestimientos a la madera de la pala (ITTF, 2004).

A pesar de las profundas transformaciones introducidas en este deporte, se encuentran escasas investigaciones que detallen con exactitud los indicadores de rendimiento que lo caracterizan en la actualidad. Recientes estudios pretenden describir el tenis de mesa moderno a través de la creación de sistemas notacionales (Hughes, 1995), que permitan realizar un detallado análisis técnico, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo de las acciones de juego efectuadas, así como de la duración de las acciones de juego como indicadores externos más relevantes (Baca et al., 2004; Drianovski y Otcheva, 2002; Djokic, 2006; Pradas et al., 2010; Yoshida et al., 1992). Sin embargo, en los últimos años la mayor parte de los estudios realizados en este deporte se han centrado en identificar, como aspectos determinantes por su interés y aplicación al entrenamiento, variables internas como el $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (Kondrić et al., 2007; Zagatto & Gobatto, 2012; Zagatto et al., 2008a; Zagatto et al., 2008b; Zagatto et al., 2009), la concentración de LA en sangre (Morel & Zagatto, 2008; Melero et al., 2005) y la FC, ya sea en competición real o simulada, o mediante pruebas incrementales realizadas en laboratorio (Leso et al., 1982; Melero et al., 2005; Morel & Zagatto, 2008).

A pesar de estas investigaciones, tras un periodo de tiempo superior a la década compitiendo con nuevos materiales y reglas de juego, se encuentran escasos estudios que aborden de manera combinada y con mayor profundidad los indicadores de rendimiento que caracterizan a esta disciplina deportiva. En este sentido, el objetivo de esta investigación se centra en describir y analizar los indicadores de carga interna y externa que definen la modalidad individual del tenis de mesa actual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Participantes

Una muestra de 18 jugadores de tenis de mesa de élite de género masculino con una edad de $25,3 \pm 4,3$

años participaron de manera voluntaria en este estudio. En la Tabla 1 se presentan las características físicas de la muestra. Los deportistas seleccionados tenían una experiencia de $18,8 \pm 2,2$ años. Entrenaban un promedio semanal de $27,5 \pm 5,4$ horas en mesa, además de realizar un trabajo complementario de acondicionamiento físico de $4,3 \pm 1,9$ horas, compitiendo de manera regular durante los últimos tres años en la liga de la máxima categoría española y en competiciones de carácter internacional. Todos los deportistas analizados estaban clasificados entre los 30 primeros lugares del ranking nacional español absoluto, encontrándose seis entre los 200 mejores jugadores del mundo según el ranking oficial de la ITTF.

TABLA 1. Características generales de la muestra.

	Media (DT)	Rango
Edad (años)	25,3 ($\pm 4,07$)	19-38
Masa corporal (kg)	71,8 ($\pm 8,2$)	56,3-89,6
Altura (cm)	177 ($\pm 0,05$)	168-187,6
IMC (kg/m^2)	22,97 ($\pm 2,07$)	19,9-27,2

Antes de su participación en el estudio todos los deportistas fueron informados de manera verbal del procedimiento a seguir en esta investigación, tras lo cual dieron su consentimiento por escrito. Esta investigación fue aprobada por el Comité Ético de Investigación Clínica del Instituto Aragonés de Ciencias de la Salud del Gobierno de Aragón.

Procedimiento

Análisis de indicadores internos

Para establecer los valores máximos correspondientes a la FC, $\text{VO}_{2\text{máx}}$, niveles de LA y determinar el umbral aeróbico (U_a) y anaeróbico (U_{an}), se realizó una prueba en laboratorio de carácter máximo, continua e incremental hasta el agotamiento sobre un tapiz rodante Pulsar HP (Cosmos, Nussdorf, Alemania). El protocolo de la prueba consistió en un calentamiento preliminar sobre el ergómetro de cinco minutos a una velocidad de $6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, iniciándose el test a una velocidad de $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ con incrementos de $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ cada minuto y con una pendiente constante del 1%. Los valores cardíacos y la recogida de gases espirados se efectuaron mediante determinación directa utilizando un cardiofrecuencíometro Cosmos (Nussdorf, Alemania) y un analizador Oxycon Pro (Jaegger, Alemania). La valoración de la



concentración de lactato en sangre se realizó a la finalización de la prueba mediante análisis fotoenzimático (Dr. Lange LP-20, Berlín, Alemania).

Una semana después de la realización del test máximo en laboratorio los jugadores efectuaron un test de campo en donde se desarrollaba un partido en unas condiciones idénticas a las de una situación competitiva de carácter oficial. Los partidos se disputaron al mejor de siete juegos. Para que la competición tuvieran las mismas características en cuanto a intensidad y nivel de juego los encuentros se organizaron siguiendo el método de la “escalera” que consiste en distribuir a los jugadores por orden de ranking y enfrentarlos de la siguiente forma: 1 vs 2, 3 vs 4, 5 vs 6, etc. Antes de disputarse los partidos los deportistas efectuaron un calentamiento estandarizado de 15 minutos de duración. Los 3 primeros minutos correspondían a actividad física genérica y los 12 minutos restantes a la realización de un calentamiento específico en mesa.

Previo al calentamiento se tomó una muestra de sangre capilar de 10 µl del lóbulo de la oreja para establecer los niveles de lactacidemia basales de los deportistas. Durante los partidos se determinaron nuevos valores de lactato tomándose muestras de sangre a la finalización de cada juego y en los minutos 1, 3 y 5 del periodo de recuperación. Los valores de FC fueron registrados cada cinco segundos de manera telemétrica utilizando un pulsómetro Polar S-610 (Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia).

Los partidos se desarrollaron en mesas oficiales de competición (Centrefold 25®, Butterfly, Japón) provistas de redes Elite clip® (Butterfly, Japón), empleando para cada partido un kit de tres bolas nuevas Nittaku Premium***® (Nittaku, Japón). La competición se desarrolló en unas condiciones de humedad y temperatura de $48 \pm 2,6\%$ y $22 \pm 0,8$ grados centígrados respectivamente. Todos los materiales de juego utilizados se encontraban homologados por la ITTF.

El perfil antropométrico de los jugadores fue determinado utilizando los protocolos propuestos por la International Society for the Advancement of Anthropometry (ISAK) y las recomendaciones del Grupo Español de Cineantropometría (GREC). Las medidas realizadas para las determinaciones antropométricas incluyeron: masa corporal (kg), altura (cm), ocho pliegues (bíceps, tríceps,

subescapular, suprailíaco, supraespinal, abdominal, muslo y pierna (mm)), cuatro perímetros (brazo relajado, brazo contraído y flexionado, muslo y pierna (cm)) y tres diámetros (bicondileo femoral, biepicondileo de húmero y biestiloideo radiocubital (cm)). Para la medición de los pliegues se utilizó un plicómetro (Holtain Ltd, Crymych, UK) con una precisión de 0,2 mm. La altura y la masa corporal fueron medidas con una báscula modelo Seca 714 (Seca Instruments Ltd, Hamburg, Germany). Los diámetros fueron evaluados con un paquímetro y los perímetros con una cinta metálica flexible con precisión de 1 mm (Holtain Ltd, Crymych, UK) utilizándose un lápiz dermográfico.

A partir de las evaluaciones realizadas se calcularon diferentes índices y porcentajes con el fin de determinar el índice de masa corporal (IMC), la composición corporal y el somatotipo. El IMC fue calculado mediante la fórmula: [masa (kg) x altura (m)]². La composición corporal fue estimada usando el método de De Rose & Guimaraes (1980). El porcentaje de grasa corporal fue calculado utilizando la fórmula de Faulkner (1968), para el peso óseo se utilizó la de Von Doblen a partir de la modificación propuesta por Rocha (1975) y para el peso residual la de Würch (1974). El análisis del somatotipo se realizó utilizando el método propuesto por Heath-Carter (Carter, 1990).

Análisis de indicadores externos

Todos los encuentros disputados durante la prueba de campo fueron grabados mediante dos cámaras de vídeo Sony HDR-CX300E (Sony, Japón), situadas en los laterales de las mesas a una distancia mínima de 3 m y elevadas a una altura de 2,5 m sobre unos soportes telescópicos (Manfrotto, 007U, Italia). Los partidos fueron registrados con una velocidad de obturación de 1/500 segundos. Cada cámara filmaba media mesa obteniéndose dos registros con las acciones de juego realizadas por cada uno de los jugadores. Posteriormente a las grabaciones se efectuaba en laboratorio un proceso de sincronización de ambas cámaras para realizar el estudio de la estructura temporal de juego.

El análisis de los datos registrados en las filmaciones se realizó mediante una herramienta de observación previamente validada (Pradas et al., 2012) organizada mediante un sistema notacional que permitía estudiar parámetros temporales (tiempos de esfuerzo y pausa)



y acciones de juego (tantos disputados, tipo de desplazamientos efectuados y técnicas realizadas) como indicadores externos más relevantes.

RESULTADOS

Prueba en laboratorio máxima

Los jugadores de tenis de mesa obtuvieron durante la ergometría unos valores de $FC_{\text{máx}}$ de $194 \pm 6,7$ latidos por minuto ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$) y un $VO_{2\text{máx}}$ de $52,2 \pm 6,8$ $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$. La carga máxima movilizada expresada en velocidad fue de $17,8 \pm 1,4$ $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$. Los niveles de LA alcanzados al finalizar la prueba fueron de $13 \pm 2,2$ $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Las FC registradas en los umbrales ventilatorios (VT) durante la prueba en laboratorio se presentan junto al resto de valores obtenidos en la Tabla 2.

TABLA 2. Valores de carga interna: prueba de esfuerzo.

	Media (DT)	Rango
$FC_{\text{máx}}$ ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$)	$194 (\pm 6,76)$	176-208
$VO_{2\text{máx}}$ ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$)	$52,2 (\pm 6,84)$	41-63,1
Velocidad máxima ($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	$17,8 (\pm 1,4)$	14-20
LA ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$)	$13 (\pm 2,26)$	9,7-18,6
FC_{VT_1} ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$)	$153 (\pm 7,7)$	130-161
FC_{VT_2} ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$)	$173 (\pm 7,95)$	151-179

Los datos referentes al perfil antropométrico se muestran en la Tabla 3. El porcentaje muscular presenta unos valores del 46,9% predominando sobre los componentes graso ($12 \pm 2,7$), óseo ($16,8 \pm 1$) y residual ($24,09 \pm 0,05$). Los resultados obtenidos en el cálculo del somatotipo indican que existe una mesomorfia dominante ($4,6 \pm 1,2$) y una ectomorfia ($2,6 \pm 1,0$) mayor que la endomorfia ($2,5 \pm 0,8$).

TABLA 3. Valores de carga interna: variables antropométricas.

	Media (DT)
$\sum 6$ pliegues (mm)	$58,6 (\pm 18,3)$
Peso graso (%)	$12 (\pm 2,7)$
Peso muscular (%)	$46,9 (\pm 2,4)$
Peso óseo (%)	$16,8 (\pm 1)$
Peso residual (%)	$24,09 (\pm 0,05)$
Endomorfia	$2,5 (\pm 0,8)$
Mesomorfia	$4,6 (\pm 1,2)$
Ectomorfia	$2,6 (\pm 1)$

Prueba de campo

Los resultados correspondientes a las variables fisiológicas analizadas durante la prueba de campo se presentan en la Tabla 4. Los jugadores obtuvieron en los partidos unos valores máximos de LA

comprendidos entre los $1,11$ y $2,85$ $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Los niveles de lactacidemia alcanzaron un promedio mínimo y máximo de $1,70$ y $1,97$ $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ respectivamente. Los datos registrados durante el periodo de recuperación reflejan a los cinco minutos, tras la finalización de los partidos, un valor promedio de $1,27 \pm 0,19$ $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, muy próximos a los niveles basales ($1,01 \pm 0,15$ $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$).

TABLA 4. Valores de carga interna: prueba de campo.

	Media (DT)	Rango
$FC_{\text{máx}}$ ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$)	$167 (\pm 7,7)$	142-177
FC_{med} ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$)	$135 (\pm 7,9)$	122-160
FC_{min} ($\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$)	$93 (\pm 10,9)$	80-111
LA_{basal} ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$)	$1,01 (\pm 0,15)$	0,75-1,27
LA_1 ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$)	$1,77 (\pm 0,41)$	1,3-2,66
LA_2 ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$)	$1,82 (\pm 0,42)$	1,12-2,58
LA_3 ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$)	$1,97 (\pm 0,39)$	1,44-2,85
LA_4 ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$)	$1,7 (\pm 0,21)$	1,39-2
LA_5 ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$)	$1,88 (\pm 0,4)$	1,12-2,51
LA_6 ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$)	$1,74 (\pm 0,35)$	1,11-2,21
LA_7 ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$)	$1,8 (\pm 0,16)$	1,6-1,99

Los registros cardíacos alcanzados por los deportistas durante los diferentes juegos disputados en la competición sitúan el esfuerzo máximo en una horquilla de 142 - 177 $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$, con unos valores medios para la FC máxima, mínima y media respectivamente de $167 \pm 7,7$, $135 \pm 7,9$, $93 \pm 10,9$ $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$. Los valores porcentuales de la $FC_{\text{máx}}$ en cada uno de los juegos disputados se situaron entre el 76% y el 82,7% respecto al máximo registro cardíaco obtenido en laboratorio, encontrándose el esfuerzo realizado en una franja del 60% al 70% del $VO_{2\text{máx}}$.

Los valores de carga externa correspondientes a la estructura temporal de la competición simulada indican que la duración de los partidos es de $37,7 \pm 15,6$ min, distribuidos en $6,76 \pm 2,3$ min de actividad y $30,9 \pm 14,3$ min de pausa. Las jugadas realizadas presentan una ratio esfuerzo-descanso respectivamente de $3,79 \pm 0,61$ s - $1,23 \pm 15,6$ min. El resto de variables temporales analizadas se muestran en la Tabla 5.

TABLA 5. Valores de carga externa obtenidos durante la prueba de campo: estructura temporal.

	Media (DT)	Rango
Duración partido (min)	$37,7 (\pm 15,6)$	16,5-59,13
Tiempo total actividad (min)	$6,76 (\pm 2,32)$	3,61-11,06
Tiempo total de pausa (min)	$30,94 (\pm 14,3)$	12,95-48,07
Pausa entre tantos (min)	$24,08 (\pm 11,04)$	8,85-38,8
Pausa entre juegos (min)	$6,86 (\pm 2,5)$	3,73-9,8



Duración de los tantos (s)	3,79 ($\pm 0,61$)	0,96-22,4
Descanso entre tantos (min)	1,23 ($\pm 0,41$)	0,65-2,3
Duración de los juegos (min)	7,32 ($\pm 2,69$)	2,32-14,2

Durante la competición se han disputado un total de $105,38 \pm 32,12$ jugadas. La distribución de los tantos disputados por juego y las técnicas realizadas por los jugadores se presentan en la Tabla 6. El número de golpeos totales efectuados ha sido de $453,8 \pm 149,09$ de los cuales $105 \pm 32,8$ han sido realizados mediante la técnica del servicio.

TABLA 6. Valores de carga externa obtenidos durante la prueba de campo: acciones de juego.

	Media (DT)	Rango
Tantos totales	105,38 ($\pm 32,12$)	62-153
Tantos Juego ₁	18,63 ($\pm 2,88$)	14-23
Tantos Juego ₂	19,75 ($\pm 5,15$)	14-30
Tantos Juego ₃	18 ($\pm 4,87$)	13-27
Tantos Juego ₄	16,38 ($\pm 2,83$)	13-22
Tantos Juego ₅	20,83 ($\pm 1,33$)	13-22
Tantos Juego ₆	22,75 ($\pm 4,86$)	19-22
Tantos Juego ₇	22,5 ($\pm 0,71$)	22-23
Golpeos totales	453,88 ($\pm 149,09$)	231-671
Golpeos sin saque	348,88 ($\pm 118,2$)	169-518
Golpeos por jugada	4,51 ($\pm 2,65$)	1-27
Técnicas de derecha	144,56 ($\pm 50,9$)	73-235
Técnicas de revés	87,87 ($\pm 42,9$)	35-181
Técnicas cortadas	67,38 ($\pm 18,9$)	38-101
Técnicas liftadas	149,25 ($\pm 62,2$)	76-262
Técnicas sin efecto	131,38 ($\pm 45,4$)	54-213
Técnicas de saque	105 ($\pm 30,01$)	62-153
Desplazamientos	458,8 ($\pm 201,4$)	163-752

Los golpeos realizados se distribuyen en $144,56 \pm 50,9$ y $87,87 \pm 42,9$ efectuados respectivamente de derecha y de revés. Las técnicas que predominan son las realizadas con efecto liftado ($149,2 \pm 62,2$), a continuación las de sin efecto ($131,3 \pm 45,4$) y por último las de efecto cortado ($67,3 \pm 18,9$). El número de golpeos por jugada ha sido de $4,51 \pm 2,61$.

El volumen total de desplazamientos registrados durante la competición ha sido de $458,8 \pm 201,4$ distribuidos en $173,7 \pm 96,7$ de tipo corto e inferiores a 0,75 metros (m), $314,8 \pm 142,8$ de tipo intermedio (0,75-1,5 m) y $24 \pm 17,3$ desplazamientos de tipo largo (>1,5 m). La distancia total recorrida ha sido de $514,5 \pm 213,1$ m, siendo la distancia menor de 210 m y la mayor de 843,7 m.

DISCUSIÓN

Son diversas las investigaciones que en el pasado y con anterioridad a las modificaciones introducidas por la ITTF se han interesado por definir los indicadores de carga interna que definen a esta disciplina olímpica. En este sentido, encontramos estudios como el realizado por Lundin (1973) con siete jugadores de élite suecos de $23,2 \pm 3,1$ años de edad y en donde se evaluaba la respuesta máxima de los deportistas en laboratorio. Los valores obtenidos fueron $64,9 \pm 2,6 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ y $186,4 \pm 8,5 \text{ l min}^{-1}$ de FC máxima, con niveles de LA de $12,2 \pm 1,5 \text{ mmol l}^{-1}$. Similares resultados fueron obtenidos en jugadores franceses de élite con $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de $67,9 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ y FC máximas de 204 l min^{-1} (Orfeuil, 1982).

Faccini et al. (1989) reprodujeron un estudio de características similares a los anteriores realizado con los dos mejores jugadores de Italia. Los datos obtenidos en la ergometría revelaron $\text{VO}_{2\text{máx}}$ de $55,05 \pm 2,85 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$, FC de $195,5 \pm 6,5 \text{ l min}^{-1}$ y niveles de LA de $10,1 \pm 1,2 \text{ mmol l}^{-1}$, con cargas máximas movilizadas por los jugadores durante la prueba de esfuerzo de $17,1 \pm \text{km h}^{-1}$. Recientes investigaciones (Segun y Toriola, 2002) han obtenido en una muestra de jugadores consumos máximos muy similares a los hallados en este estudio.

Los registros cardíacos obtenidos en las diferentes investigaciones consultadas se encuentran dentro de los valores obtenidos por los jugadores analizados en este estudio. Si comparamos los registros obtenidos para la máxima capacidad aeróbica podemos comprobar que la muestra examinada alcanza valores muy similares a los estudios presentados, aunque más próximos a los obtenidos por Faccini et al. (1989) que a los efectuados por Lundin (1973) y Orfeuil (1982). Sin embargo, los niveles de LA hallados en este estudio son ligeramente superiores a los encontrados en las investigaciones analizadas. Aunque los datos obtenidos son concluyentes debemos tomar estos resultados con mucha cautela ya que las investigaciones presentadas se han realizado en todos los casos con muestras muy pequeñas ($n = 2-4$).

El análisis y estudio de la respuesta fisiológica en competición, ya sea real o simulada, es un indicador de carga interna que ha despertado un gran interés como consecuencia de su relevancia para conocer las



demandas metabólicas de la competición, y en consecuencia para poder planificar y orientar adecuadamente la preparación física específica de este deporte.

Diferentes investigaciones se han centrado en analizar la respuesta fisiológica obtenida en competición simulada, ya sea en laboratorio o en partidos de entrenamiento, hallándose valores medios de consumo de oxígeno de $47,8 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ que representan el 71,6% del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (Lundin, 1973), y que sitúan la intensidad del esfuerzo en este deporte entre un 50-75% del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ teórico (Faccini et al., 1989). Estos valores se encuentran en consonancia con los datos obtenidos en esta investigación que sitúan el esfuerzo desarrollado durante los diferentes partidos realizados en la franja porcentual del 60 al 70% del $\text{VO}_{2\text{máx}}$.

Si examinamos las FC descritas en las diferentes publicaciones revisadas podemos comprobar que son del orden de $20-30 \text{ l min}^{-1}$ inferiores a la máxima, encontrándose la FC de trabajo en una horquilla de $140-180 \text{ l min}^{-1}$, con tasas cardíacas que solo en momentos puntuales suelen superar las $160-170 \text{ l min}^{-1}$ (Leso et al., 1982; Lundin, 1973, Orfeuil, 1982), representando un 70-75% de la máxima FC (Faccini et al., 1989). Los registros obtenidos en la prueba de campo realizada sitúan los valores de FC dentro del rango de esfuerzo obtenido en las diferentes investigaciones consultadas. Los porcentajes de esfuerzo son similares a los encontrados en recientes investigaciones (Zagatto et al., 2010).

Las concentraciones de LA halladas en sangre durante la realización de partidos simulados sitúan el esfuerzo entre los $2-4 \text{ mmol l}^{-1}$ (Faccini et al., 1989), pudiendo oscilar entre los 1,5 y $4,3 \text{ mmol l}^{-1}$ (Barchukova y Salanova, 1988), con valores promedio de $2,2 \pm 0,4 \text{ mmol l}^{-1}$ (Lundin, 1973) y niveles máximos de lactacidemia comprendidos entre los $4-5 \text{ mmol l}^{-1}$ (Leso et al., 1982). Estos valores son superiores a los hallados en esta investigación que pueden variar entre los 1,7 y $1,9 \text{ mmol l}^{-1}$ de media, en función de las acciones de juego, y que sitúa la concentración de LA en valores máximos que no suelen superar los $2,5 \text{ mmol l}^{-1}$. Resultados similares han sido descritos en un reciente estudio publicado por Zagatto et al. (2010).

Las variables corporales altura y masa corporal son similares a las halladas por Lentini et al. (2004) en jugadores de élite argentinos de $24,9 \pm 6,9$ años de edad y por Allen (1991) en jugadores australianos de alto nivel. El somatotipo de los jugadores fue mesomorfo balanceado coincidiendo con los datos presentados por Pradas et al. (2013) en un estudio realizado sobre una muestra internacional de jugadores de élite. Sin embargo, Lentini et al. (2004) encontró en sus jugadores un somatotipo endomesomórfico. A pesar de las diferencias reflejadas en el componente endomórfico, en ambos estudios predomina el componente mesomórfico. Las diferencias obtenidas por Lentini et al. (2004) podrían explicarse como consecuencia de la realización de su investigación sobre jugadores que practicaban este deporte con la anterior reglamentación. Las modificaciones incorporadas por la ITTF sobre el reglamento de juego podrían haber inducido una mayor duración de los esfuerzos en el tenis de mesa, provocando una disminución del componente graso.

Los valores de carga externa relacionados con la estructura temporal de juego son un parámetro de gran interés para conocer la intensidad de los esfuerzos que se producen durante la competición. Yuza et al., (1992) analizaron la duración de los juegos y la situaron entre los 4,13-9,25 min, mientras que la duración total del partido era de $28,4 \pm 7,5$ min. Sin embargo, estos datos fueron obtenidos en partidos disputados a 21 tantos según la anterior regulación de juego. En investigaciones desarrolladas con la actual reglamentación, como la realizada por Katsikadelis et al. (2007), se indica que la duración promedio de un partido disputado al mejor de 7 juegos se encuentra comprendida entre los $18,3 \pm 7,9$ min y los $25,8 \pm 5,23$ min, algo inferior a los $38,1 \pm 15,6$ min encontrados en este estudio, pero en consonancia con los resultados descritos por Kasai et al. (2010), en donde se señala que la duración media de un partido se encuentra alrededor de los 30 min. El tiempo total de juego ha situado su valor en $6,76 \pm 2,32$ min con una horquilla temporal de 3,61 y 11,06 min, valores ambos dentro de los descritos por Katsikadelis et al. (2007), y superiores a los 5,36 obtenidos por Allen (1992) con la anterior reglamentación de juego.

La duración de las jugadas se sitúa en un promedio de $3,79 \pm 0,61$ s de manera similar a los tiempos



obtenidos por Watanabe et al. (1992) y Yoshida, et al. (1992). Sin embargo, resulta complejo contrastar los datos obtenidos en estos estudios con los hallados en esta investigación, ya que los autores no tienen en consideración algunas de las variables que influyen de manera determinante sobre los parámetros temporales, como el número de juegos al que se disputa la competición (5 o 7 juegos), el estilo de juego de los jugadores (ofensivo, mixto o defensivo), los materiales de juego (tipo de madera y caucho), el nivel de la competición analizada (internacional, nacional, regional, universitaria, etc.) y la fase de la competición objeto de análisis (final, semifinal, cuartos de final, etc.).

El análisis de las acciones de juego realizado en esta investigación indica que existe un predominio del juego de derecha sobre el de revés así como de los golpeos liftados sobre el resto de técnicas. El número de golpeos efectuados por jugada es bastante elevado siendo superior a uno por segundo. Yuza et al. (1992) investigaron el número de golpeos que se efectúa en un partido comparando a jugadores de estilo ofensivo (con revestimientos de caucho de picos hacia el interior y picos cortos hacia el exterior) frente a jugadores de estilo defensivo. Esta investigación, a pesar de haberse realizado con la anterior reglamentación, resulta de gran interés ya que discrimina entre estilos de juego y materiales. Los resultados obtenidos por Yuza et al. (1992) confirman que los jugadores que desarrollan un estilo de juego ofensivo realizan un menor promedio de golpeos por jugada (3,9-4,8 golpeos), con acciones de juego de menor duración (2,9-3,4 s) respecto a los jugadores defensivos. Los registros temporales y el volumen de golpeos obtenidos por Yuza et al. (1992) son inferiores a los hallados en los jugadores ofensivos analizados en esta investigación, pero similares a los registrados por Li et al. (2005) y Takeuchi et al., (2002) en jugadores asiáticos.

En un deporte como el tenis de mesa, caracterizado por la ejecución de manera coordinada de diferentes acciones técnicas a máxima velocidad, con desplazamientos rápidos y cortos que implican continuos cambios de dirección (Pradas et al., 2013) y desarrollado en un reducido espacio de juego de 49 m² por jugador (Yuza et al., 1992), conocer la distancia recorrida en competición y la intensidad a la que se realiza es un factor importante a considerar. Sin embargo, existen muy pocos estudios que

analicen los tipos de desplazamientos realizados y las distancias recorridas. Una de las posibles causas de los limitados estudios existentes en este sentido podría ser su elevada complejidad de análisis como consecuencia de la cantidad de acciones que se producen por segundo (Pradas, 2002).

De entre los escasos estudios existentes cabe mencionar el realizado por Yoshida et al. (1992) en donde se analizan las distancias medias recorridas durante la final de los 9th Asian Table Tennis Championships, competición desarrollada según la anterior reglamentación. Los resultados obtenidos indican que las distancias recorridas por los jugadores fueron de 444,9 m y 382,2 m respectivamente. Estos resultados son inferiores a los hallados en esta investigación con distancias promedio ligeramente por encima del medio kilómetro.

CONCLUSIONES

Los resultados hallados en el presente estudio indican que las modificaciones realizadas en el reglamento y en los materiales de juego no han provocado diferencias relevantes en los indicadores de carga interna analizados.

El análisis de la estructura temporal muestra que la duración total de los partidos es similar. No obstante, los tiempos de juego, las técnicas efectuadas y la distancia recorrida, como indicadores de carga externa más relevantes, han aumentado, ejecutándose un mayor número de golpeos y desplazamientos por jugada.

La duración y la intensidad del esfuerzo de las jugadas del tenis de mesa moderno, en donde reglamentariamente se juegan menos tantos por juego, son ligeramente superiores.

AGRADECIMIENTOS

A todos los deportistas participantes en el estudio y al Grupo de Investigación “Movimiento Humano” de la Universidad de Zaragoza por su desinteresada colaboración. A la Real Federación Española de Tenis de Mesa por el apoyo prestado.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Allen, G.D. (1991). Physiological characteristics of elite australian table tennis athletes and their responses to high level competition. *Journal of Human Movement Studies.* 20(3):133-47.
2. Alvero, J.R.; Barrera, J.; Mesa, A.; Cabello, D. (2006). Correlations of physiological responses in squash players during competition. En Lees, A., Cabello, D. y Torres, G. (Eds.), *Science and Racket Sports IV.* London: Routledge.
3. Baca, A.; Baron, R.; Leser, R.; Kain, H. (2004). A process oriented approach for match analysis in table tennis. En A. Lees, J. F. Khan e I.W. Maynard (Eds.). *Science and Racket Sports III.* London: Routledge.
4. Baron, R.; Petschnig, R.; Bachl, N.; Raberger, G.; Smekal, G.; Kastner, P. (1992). Catecholamine excretion and heart rate as factors of psychophysical stress in table tennis. *Int. J. Sports Med.* 13:501-505.
5. Barchukova, G.V.; Salakova, E.V. (1988). Ergometric characteristics of table tennis. *Teoriya i Praktika Fitzicheskoi Kultury.* 7(50):164.
6. Biener, K.; Oechslin, M. (1979). Sportmedizinisches profil des tischtennisspielers. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin,* 30(12):406-410.
7. Cabello, D.; González-Badillo, J.J. (2003) Analysis of the characteristics of competitive badminton. *Br J Sports Med.* 27:62-66.
8. Carrasco, L.; Romero, S.; Sañudo, B.; de Hoyo, M. (2010). Game analysis and energy requirements of paddle tennis competition *Science & Sports.* 26(6):338-344.
9. Carter, J.E.L.; Heath, B.H. (1990). *Somatotyping: Development and applications.* Cambridge: Cambridge University Press.
10. Castillo-Rodríguez, A.; Hernández-Mendo, A.; Alvero-Cruz, J.R. (2014). Morfología del Jugador de Élite de Pádel - Comparación con Otros Deportes de Raqueta. *International Journal of Morphology.* 32(1):177-182.
11. Centeno, R.A.; Naranjo, J.; Guerra, V. (1999). Estudio cineantropométrico del jugador de bádminton de élite juvenil. *Archivos de Medicina del Deporte.* 16(70):115-119.
12. De Hoyo, M.; Sañudo, B.; París, F.; de la Fuente, L. (2007). Estudio del biotipo y la composición corporal en jóvenes jugadores de bádminton. *MD Revista científica en Medicina del Deporte.* 7:9-14.
13. De Rose, E.H.; Guimaraes, A.C.A. (1980). Model for optimization of somatotype in young athletes. En: Ostin, M.; Buenen, G. y Simons, J. *Kinanthropometry II.* Baltimore: University Park Press.
14. Djokic, Z. (2006). Differences in tactics in game of top players and others factors of success in top table tennis. En X.P. Zhang, D.D. Xiao e Y. Dong (Eds.). *The Proceedings of the Ninth International Table Tennis Federation Sports Science Congress.* Beijing: People's Sports Publishing House of China.
1. Drianovski, Y.; Otcheva, G. (2002). Survey of the game styles of the best Asian players at the 12th World University Table Tennis Championships (Sofia, 1998). En N. Yuza, S. Hiruta, Y. Iimoto, Y. Shibata y J.R. Harrison (Eds.). *Table Tennis Sciences.* Lausanne: International Table Tennis Federation.
2. Faccini, P.; Faina, M.; Scarpellini, E.; Dal Monte, A. (1989). Il costo energetico nel tennistavolo. *Scuola dello sport.* 8(17):38-42.
3. Faude, O.; Meyer, T.; Rosenberger, F.; Fries, M.; Huber G.; Kindermann, W. (2007). Physiological characteristics of badminton match play. *European Journal Applied Physiology.* 100:479-485.
4. Faulkner, J.A. (1968). Physiology of swimming and diving. En H. Falls (Ed.). *Exercise Physiology.* Baltimore: Academic Press.
5. Fernández, J.; Méndez-Villanueva, A.; Pluim, B.M. (2006). Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med.* 40:387-391.
6. Fernández-Fernández, J.; Méndez-Villanueva, A.; Fernández-García, B.; Terrados, N. (2007). Match activity and physiological responses during a junior female singles tennis tournament.



- British Journal of Sports and Medicine.* 41(11):711-716.
7. Ghosh, A.K.; Mazumdar, P.; Goswani, A.; Ahuja, A.; Puri, T.P.S. (1990). Heart rate and blood lactate response in competitive badminton. *Annals of Sports Medicine.* 5:85-88.
 8. Girard, O.; Chevalier, R.; Habrard, M.; Sciberras, P.; Hot, P.; Millet, G.P. (2007). Game analysis and energy requirements of elite squash. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 21(3):909-914
 9. Horner, D.J.; Farrow, D.; Mujika, I.; Young, W. (2007). An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *British Journal of Sports and Medicine.* 41(11):531-536.
 10. Hughes, M. (1995). Computerised notation of racket sports. En T. Reilly, M. Hughes y A. Lees (Eds.). *Science and racket sport.* London: E&FN Spon.
 11. International Table Tennis Federation. (1998). *Technical Leaflet T4.* England: I.T.T.F.
 12. International Table Tennis Federation. (1999). *Handbook* (28^a Ed.). England: I.T.T.F.
 13. International Table Tennis Federation. (2000). *Handbook* (29^a Ed.). Switzerland: I.T.T.F.
 14. International Table Tennis Federation. (2001). *Handbook* (30^a Ed.). Switzerland: I.T.T.F.
 15. International Table Tennis Federation. (2002). *Handbook* (31^a Ed.). Switzerland: I.T.T.F.
 16. International Table Tennis Federation. (2004). *Handbook* (33^a Ed.). Switzerland: I.T.T.F.
 17. Juzwiak, C.R.; Amancio, O.M.; Vitalle, M.S.; Pinheiro, M.M.; Szejnfeld, V.L. (2008). Body composition and nutritional profile of male adolescent tennis players. *J Sports Sci.* 26(11):1209-1217.
 18. Kasai, J.-I.; Akira, O.; Eung, J.T.; Mori, T. (2010). Research on table tennis player's cardio-respiratory endurance. *International Journal of Table Tennis Sciences.* 6:6-8.
 19. Katsikadelis M.; Pilianidis T.; Vasilogambrou, A. (2007). Real play time in table tennis matches in the XXVIII Olympic Games «Athens 2004». En Kondrić, M. y Furjan-Mandić, G. (Eds.), *Proceedings book 10th Anniversary ITTF Sports Science Congress.* Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Kinesiology.
 20. Kitahara, S.; Tanaka, H.; Imamura, E.; Yamauchi, M.; Tanaka, M.; Yamamoto, K.; Shindo, M. (1992). Plasma testosterone levels in freshmen in collegiate table tennis team. *International Journal of Table Tennis Sciences.* 1:19-22.
 21. Kondrić, M.; Milić, R.; Furjan-Mandić, G. (2007). Physiological anaerobic characteristics of Slovenian elite table tennis players. *Acta Universitatis Palackianae Olomucenae Gymnica.* 37(3):69-78.
 22. Kondrić, M., Zagatto, A. M., Sekulić, D. (2013). The physiological demands of table tennis: A review. *Journal of Sports Science and Medicine.* 12:362-370.
 23. Kovacs, M.S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med.* 40:381-386.
 24. Lentini, N.A.; Gris, G.M.; Cardey, M.L.; Aquilino, G.; Dolce, P.A. (2004). Estudio somatotípico en deportistas de alto rendimiento de Argentina. *Archivos de Medicina del Deporte.* 21(104):497-509.
 25. Leso, J.; Demetrovic, E.; Piric, J. (1982). Physiological requirements of superior table tennis players. *Teorie a praxe telesne vychovy.* 30 (2):81-86.
 26. Li, J.L.; Zhao, X.; Zhang, C. H. (2005). Changes and development: influence of new rules on table tennis techniques. En Zhang, X. P., Xiao, D. D. y Dong, Y. (Eds.). *The Proceedings of the Ninth International Table Tennis Federation Sports Science Congress.* Beijing: People's Sports Publishing House of China.
 27. Lundin, A. (1973). *Bordtennis.* Stockholm: Trygg-Hansa.
 28. Melero, C.; Pradas, F.; Sánchez, C.; Vargas, M.C. (2005) Physiological course to apply in table tennis. *MD revista científica en Medicina del Deporte.* 2:17-24.
 29. Melero, C.; Pradas, F.; Vargas, M.C. (2005). Control biomédico del entrenamiento en tenis de mesa. Ejemplo de test de campo. *Apunts Educació Física y Deportes.* 81(3):67-76.



30. Mellor, S.; Hughes, M.; Reilly, T.; Robertson, K. (1995). Physiological profiles of squash players of different standards. En Reilly, T., Hughes, M. y Lees, A. (Eds). *Science and Racket Sports*. London: E & FN SPON.
31. Montpetit, R.R. (1990). Applied physiology of squash. *Sports Medicine*, 10(1):31-41.
32. Morel, E.A.; Zagatto, A.M. (2008) Adaptation of the lactate minimum, critical power and anaerobic threshold tests for assessment of the aerobic/anaerobic transition in a protocol specific for table tennis. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 14(6):518-522.
33. O'Donoghue, P.G.; Liddle, S.D. (1998). A notational analysis of time factors of elite men's and ladies' singles tennis on clay and grass surface. En: Lees, A., Mainard, I., Hughes, M. y Reilly, T. (Ed.). *Science and racket sports II*. London: E & FN Spon.
34. Orfeuil, F. (1982). *Le tennis de table physiologie et entraînement*. Paris: INSEP.
35. Pradas, F. (2002). De la iniciación al perfeccionamiento en el juego de dobles. Un caso práctico en tenis de mesa. En Cabello, D. (Ed.). *Fundamentos y enseñanza de los deportes de raqueta y pala*. Granada: Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Granada.
36. Pradas, F.; Cachón, J.; Otín, D.; Quintas, A.; Arraco, S.I.; Castellar, C. (2014). Análisis antropométrico, fisiológico y temporal en jugadoras de pádel de élite. *Retos. Nuevas tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*. 25:107-112.
37. Pradas, F.; Floría, P.; Carrasco, L.; Beamonte A.; González, J.A. (2010). Design and development of an observational tool for evaluating table tennis singles matches. *International Journal of Table Tennis Sciences*. 6:181-185.
38. Pradas, F.; Floría, P.; González-Jurado, J.A.; Carrasco, L.; Bataller, V. (2012). Desarrollo de una herramienta de observación para el análisis de la modalidad individual del tenis de mesa. *Journal of Sport and Health Research*. 4(3):255-268.
39. Pradas, F.; González-Jurado, J.A.; Molina, E.; Castellar, C. (2013). Características antropométricas, composición corporal y somatotipo de jugadores de tenis de mesa de alto nivel. *International Journal of Morphology*. 31(43):1355-1364.
40. Pradas, F.; Martínez, P.; Rapún, M.; Bataller, V.; Castellar, C.; Carrasco, L. (2012). Assessment of table tennis temporary structure. *International Journal of Table Tennis Sciences*. 7:80-85.
41. Rocha, M.S.L. (1975). Peso ósseo do brasileiro de ambos os sexos de 17 a 25 años. *Arquivos de Anatomia e Antropología*. 1:445-451.
42. Sánchez-Muñoz, C.; Sanz, D.; Zabala, M. (2007). Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite junior tennis players. *Br J Sports Med*. 41(11):793-799.
43. Sanchís, J.; Dorado, C.; Calbet, J.A. (1998). Regional body composition in professional tennis players. En Lees, A.; Maynard, I.; Hughes, M. y Reilly, T. (Eds.). *Science and Racket Sports II*. London, E & FN Spon.
44. Schiltz, P. (1994). Duration of the rallies in top table tennis: statistics and conclusions. *International Journal of Table Tennis Sciences*. 2:20.
45. Segun, G.; Toriola, A.L. (2002). ITTF Longer reach table tennis experiment; Does a longer table promote more rallies and physical fitness in South African players? *International Journal of Table Tennis Sciences*. 5:177-205.
46. Solanellas, F.; Tuda, M.; Rodríguez, F.A. (1996). Valoración cineantropométrica de tenistas de diferentes categorías. *Apunts, Educación Física y Deportes*. 44-45:122-133.
47. Takeuchi, T.; Kobayashi, Y.; Hiruta, S.; Yuza, N. (2002). The effect of the 40mm diameter ball on table tennis rallies by elite players. *International Journal of Table Tennis Sciences*. 5:267-277.
48. Torres-Luque, G.; Alacid, F.; Ferragut, C.; Villaverde, C. (2006). Estudio cineantropométrico del jugador de tenis adolescente. *Cultura, Ciencia y Deporte*. 2(4):27-32.
49. Vučković, G.; Dežman, F.; Erčulj, S.; Kovačić G.; Perš, J. (2004). Differences between the



- winning and the losing players in a squash game in terms of distance covered. En: Lees, A., Kahn, J. F. y Maynard, I. W. (Ed.). *Science and Racket Sports III*. London: Routledge.
50. Watanabe, M.; Yano, H.; Nagata, M.; Kitahara, T.; Oka, S.; Shu, J.Z.; Kyung, J.L.; Kasai, J.; Mori, T. (1992). Evaluation of table tennis practice by blood lactate concentration. *International Journal of Table Tennis Sciences*. 1:38.
51. Wilson, K.; Barnes, C.A. (1998). Reliability and validity of a computer based notational analysis system for competitive table tennis. En A. Lees, I. Maynard, M. Hughes y T. Reilly (Eds.). *Science and Racket Sports II*. London: E&FN Spon
52. Würch A. (1974). La femme et le sport. *Med Sport Française*. 4:441-445.
53. Yoshida, K.; Iimoto, Y; Ushiyama, Y. (1992). A game analysis of table tennis using a direct linear transformation method (DLT method). *International Journal of Table Tennis Sciences*. 1:43.
54. Yuza, N.; Sasaoka, K.; Nishioka, N.; Matsui, Y.; Yamanaka, N.; Ogimura, I.; Takashima, N.; Miyashita, M. (1992). Game analysis of table tennis in top Japanese players of different playing styles. *International Journal of Table Tennis Sciences*. 1:79-89.
55. Zagatto, A.M.; Gobatto, C.A. (2012). Relationship between anaerobic parameters provided from MAOD and critical power model in specific table tennis test. *International Journal of Sports Medicine*. 33(8):613-620.
56. Zagatto, A.M.; Morel, E.A.; Gobatto, C.A. (2010). Physiological responses and characteristics of table tennis matches determined in official tournaments. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 24(4):942-949.
57. Zagatto, A.M.; Papoti, M.; Gobatto, C.A. (2008a) Anaerobic capacity may not be determined by critical power model in elite table tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine*. 7(1):54-59.
58. Zagatto, A.M.; Papoti, M.; Gobatto, C.A. (2008b). Validity of critical frequency test for measuring table tennis aerobic endurance through specific protocol. *Journal of Sports Science and Medicine*. 7(4):461-466.
59. Zagatto, A.M.; Papoti, M; Gobatto, C.A. (2009) Comparison between specific and conventional ergometers in the aerobic capacity determination in table tennis players. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 15(3):204-208.

