



**Pradas, F.; Floría, P.; González-Jurado, J.A.; Carrasco, L.; Bataller, V. (2012).** Development of an observational tool for single table tennis analysis. *Journal of Sport and Health Research*. 4(3):255-268.

**Original**

## DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE OBSERVACIÓN PARA EL ANÁLISIS DE LA MODALIDAD INDIVIDUAL DEL TENIS DE MESA

## DEVELOPEMENT OF AN OBSERVATIONAL TOOL FOR SINGLE TABLE TENNIS ANALYSIS

Pradas, F.<sup>1</sup>; Floría, P.<sup>2</sup>; González-Jurado, J.A.<sup>2</sup>; Carrasco, L.<sup>3</sup>; Bataller, V.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>University of Zaragoza

<sup>2</sup>University of Pablo de Olavide

<sup>3</sup>University of Sevilla

<sup>4</sup>University Institute of Research in Engineering of Aragón

---

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](mailto:franprad@unizar.es)

---

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



Received: 21-08-2011  
Accepted: 08-02-2012



## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es desarrollar un sistema notacional que permita observar, codificar y analizar las acciones de juego que se producen en la modalidad individual del tenis de mesa. El proceso seguido en este trabajo se ha basado en el diseño de una herramienta observacional en diferentes fases: construcción de un sistema taxonómico de codificación; confección de un protocolo de observación; entrenamiento de los observadores; codificación, registro y almacenamiento de los datos; análisis de la calidad del dato; y creación de una base de datos computerizada. Para desarrollar el sistema de observación se seleccionaron al azar y se analizaron tres partidos correspondientes a diferentes rondas del Campeonato de España Individual Absoluto 2008. Todos los partidos seleccionados fueron grabados mediante videocámaras digitales para su posterior visualización y análisis por los observadores. Los datos obtenidos para cada una de las categorías observadas fueron organizados, almacenados y cuantificados en una base de datos. Las correlaciones intra e interobservadores arrojaron un alto nivel de concordancia (índice Kappa de Cohen  $>0,8$ ). La creación de sistemas de observación fiables con los que podamos analizar y describir lo que sucede durante la competición nos permite tomar decisiones adecuadas para optimizar el entrenamiento y mejorar el rendimiento. Los resultados obtenidos indican que el sistema de observación utilizado es fiable para evaluar y describir objetivamente las acciones de juego así como la estructura temporal de la modalidad individual del tenis de mesa.

**Palabras clave:** análisis notacional, metodología observacional, herramienta computerizada, acciones de juego, estructura temporal, tenis de mesa.

## ABSTRACT

The purpose of this investigation was to develop a notational system that permits the observation, codification and the analysis of the game actions that are performed in the discipline of individual table tennis. The process that was followed in this study was based on the design of an observational tool in different phases: construction of a taxonomic system of codification; elaboration of an observational protocol; training the observers; codification, registry and storage of the data; analysis of the quality of data; and creation of a computerized database. To develop the observation system, three games that correspond to different rounds of the competition of "España Individual Absoluto" 2008 were randomly selected and analysed. All of the selected games were filmed with digital video cameras for a posterior visualization and analysis by the observers. The data obtained for each of the observed categories were organized, stored and analysed in a database. The correlations intra and interobservers produced a higher level of concordance (Cohen's Kappa index  $>0.8$ ). The creation of reliable observation systems which are able to analyse and describe what is happening during the competition permits us to make adequate decisions to optimize training and improve performance. The obtained results indicate that the system of observation used is reliable to evaluate and objectively describe game actions as well as temporal structure of the type of individual table tennis.

**Keywords:** notational analysis, observational methodology, computerized tool, game actions, temporal structure, table tennis.



## INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista del alto rendimiento deportivo el análisis de las acciones que se realizan en situación de competición ha despertado siempre gran interés en la bibliografía científica (Fullerton, 1912; Messersmith y Corey, 1931; Reep y Benjamin, 1968), siendo un aspecto de gran relevancia y motivo continuo de estudio en la gran mayoría de los deportes de raqueta (Cabello, 2000).

Son numerosos los estudios realizados en deportes como el squash, el bádminton o el tenis, en los que se indaga sobre la importancia de diferentes variables como la estructura temporal, las acciones motrices o los patrones tácticos de juego (Cabello y González-Badillo, 2003; Vuckovic, Dezman, Erculj, Kovacic y Pers, 2004; Girard, Chevalier, Habrard, Sciberras, Hot y Millet, 2007; Faude, Meyer, Rosenberger, Fries, Huber y Kindermann, 2007; Fernández, Méndez-Villanueva y Pluim, 2006; Fernández-Fernández, Méndez-Villanueva, Fernández-García y Terrados, 2007; Hornery, Farrow, Mujika y Young, 2007).

Sin embargo, en el tenis de mesa en particular se encuentran escasas investigaciones que describan con exactitud los indicadores de rendimiento que caracterizan el juego de esta disciplina deportiva. Existen algunas publicaciones realizadas con métodos poco sofisticados que intentan dar respuesta sobre la dinámica interna de este deporte, identificando variables técnicas y tácticas como patrón básico de estudio (Yoshida, Iimoto y Ushiyama, 1992; Schiltz, 1994; Wilson y Barnes, 1998; Drianovski y Otcheva, 2002; Djokic, 2006). Aunque en la actualidad estas investigaciones nos pueden resultar de gran interés, son anteriores a la profunda transformación realizada por la Federación Internacional de Tenis de Mesa (ITTF) sobre el reglamento técnico de juego, en donde se reducía el número de tantos por set de 21 a 11 puntos, se aumentaba el tamaño y peso de la pelota de 38 a 40 milímetros y de 2,49 a 2,67 gramos respectivamente y se incorporaba la regla del tiempo muerto.

La inclusión de estas modificaciones ha supuesto la creación de nuevas condiciones que han afectado de manera importante la estructura y desarrollo del juego en tenis de mesa, marcando un antes y un después en este deporte (Takeuchi, Kobayashi, Hiruta y Yuza, 2002). Este nuevo y desconocido contexto

deportivo precisa la realización de estudios más actualizados centrados en investigar cómo han afectado los cambios introducidos por la ITTF en la dinámica de juego, y la distribución de los tiempos de actividad y descanso.

Existen algunas investigaciones que pretenden en cierta medida describir el perfil del tenis de mesa moderno (Baca, Baron, Leser y Kain, 2004; Pradas, Floría, Carrasco, Beamonte y González, 2010). Sin embargo, analizar este deporte en tiempo real resulta prácticamente imposible debido al gran número de situaciones motrices que se suceden en periodos muy cortos de tiempo y a máxima velocidad. Esta complejidad impone la necesidad de establecer un modelo fiable de análisis y recogida de datos que permita observar, diferenciar y sistematizar las acciones de juego que se producen en un partido (Hughes, 1995; Hughes, 1998; O'Donoghue, 2004; Hughes, Hughes y Behan, 2007; Hugues, Hughes y Behan, 2009).

Uno de los métodos de evaluación más utilizado para registrar de forma válida y coherente los elementos claves de la competición, y que puede representar una clara opción para el estudio científico del tenis de mesa es el análisis notacional (Hughes, 1995; Hughes, 1998; O'Donoghue e Ingram, 2001; O'Donoghue, 2004; Hughes et al., 2007; Nevill, Atkinson y Hughes 2008). Mediante la aplicación de este sistema de observación se hace posible la creación de una base de datos que nos permita realizar un análisis motriz así como una evaluación técnico-táctica de las conductas que los jugadores realizan en su entorno natural deportivo (Hughes et al., 2007).

En este sentido el objetivo de esta investigación ha sido diseñar y construir un sistema notacional que permita observar, codificar y analizar de forma automática las acciones de juego que se producen en la modalidad individual del deporte del tenis de mesa.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### *Planificación del estudio*

El estudio se ha llevado a cabo utilizando una metodología cualitativa de observación indirecta no participante, desarrollándose una herramienta computerizada de análisis notacional como instrumento básico de trabajo que nos permita de



manera automática analizar y estudiar esta disciplina deportiva.

Una vez acotado con precisión el objeto de estudio, se delimitó y planteó cuidadosamente la actividad y su contexto.

### Participantes

La competición seleccionada para desarrollar el sistema notacional de observación fue la modalidad individual masculina del Campeonato de España Absoluto 2008, torneo oficial de la Real Federación Española de Tenis de Mesa (RFETM). A partir de la ronda de octavos de final se eligieron aleatoriamente para su filmación tres encuentros mediante la función *random* de la hoja de cálculo Excel de Microsoft® Office 2003. En todos los partidos registrados durante el desarrollo de esta investigación participaron jugadores nacionales de alto nivel clasificados entre los diez primeros lugares del ranking nacional absoluto de la RFETM correspondiente a la temporada 2007-2008.

Todos los deportistas implicados en las grabaciones participaron de manera voluntaria, siendo informados de toda la metodología concerniente a esta investigación, tras lo cual dieron su consentimiento por escrito.

### Procedimiento

#### Construcción de un sistema taxonómico de codificación

Para evaluar las acciones de juego, y al igual que en investigaciones de carácter similar (Gorospe, Hernández, Anguera y Martínez, 2005; Alonso y Argudo 2008; Tenga, Kanstand, Ronglan y Bahr, 2009), se diseñó una herramienta observacional *ad hoc* compuesta por un sistema notacional que comprende las categorías necesarias a registrar para realizar un efectivo análisis de esta modalidad deportiva. En su diseño y construcción participaron un comité de expertos compuesto por cuatro entrenadores de tenis de mesa vinculados al deporte de alta competición. El sistema taxonómico de codificación fue elaborado siguiendo las directrices de la metodología observacional (Arnau, Anguera y Gómez, 1990; Anguera 2003) y considerando los indicadores señalados por Hughes y Barlett (2002).

Todas las categorías del formato de campo diseñado son de tipo cerrado, de codificación única y no autorregulables. Para su configuración se tuvo en cuenta la interacción de los elementos técnicos de juego del tenis de mesa individual, definiendo diferentes niveles de situaciones que se pueden dar de forma secuencial.

El proceso seguido para la construcción de la herramienta y que se enmarca dentro de la observación exploratoria (Anguera, Blanco, Losada y Hernández, 2000), se fundamenta en cinco sesiones iniciales sucesivas de observación, en donde se van incorporando al sistema notacional el listado de todas las posibles variables que aparecen en esta especialidad deportiva. Se consideraron diez criterios objeto de análisis (jugador, lateralidad, presa de raqueta, estilo de juego, inicio, fin, golpeo, técnica, zona de bote y rotación de campo) incluyendo en cada uno de ellos entre 2 y 7 categorías basándose en los principios de juego, estructura del juego, técnica de los jugadores y relaciones con el espacio de juego. Los criterios inicio y fin nos permiten determinar de forma indirecta el valor de todos los parámetros temporales que intervienen durante el juego.

Una vez comprobada la herramienta con el visionado de dos nuevas sesiones, se confirma que las categorías que conforman cada uno de los criterios del sistema de observación son exhaustivas y mutuamente excluyentes. Posteriormente se establece un sistema informatizado de notación de las categorías definidas, codificándolas mediante abreviaturas con letras mayúsculas (Figura 1).

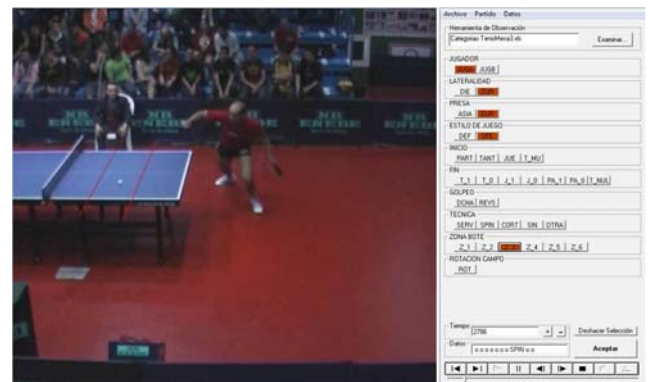


Figura 1. Herramienta de observación codificada en categorías.

Paralelamente, con el objetivo de conseguir la máxima fiabilidad posible, se confecciona un protocolo de observación en donde se describe cada uno de los criterios y categorías con la mayor



claridad y detalle posible, sin dejar margen para la ambigüedad, con objeto de facilitar al máximo la posterior labor de los observadores a la hora de visualizar los partidos y registrar todas y cada una de las acciones observadas.

El sistema notacional desarrollado, con los criterios y categorías establecidos para la realización de esta investigación, se muestra de manera resumida en la Tabla 1.

*TABLA 1. Codificación del sistema notacional de observación en criterios y categorías.*

<b>Jugador</b>	
<b>JUGA</b>	Jugador que inicia el partido sirviendo
<b>JUGB</b>	Jugador que inicia el partido restando
<b>Lateralidad</b>	
<b>DIE</b>	Jugador diestro
<b>ZUR</b>	Jugador zurdo
<b>Presa de raqueta</b>	
<b>ASIA</b>	El jugador utiliza la presa asiática
<b>EUR</b>	El jugador utiliza la presa europea
<b>Estilo de juego</b>	
<b>DEF</b>	El jugador utiliza el estilo defensivo o mixto
<b>OFE</b>	El jugador utiliza el estilo ofensivo
<b>Inicio</b>	
<b>PART</b>	Se inicia el partido
<b>TANT</b>	Se inicia el tanto
<b>JUE</b>	Se inicia el juego
<b>T_MU</b>	Se solicita un tiempo muerto
<b>Fin</b>	
<b>T_1</b>	El jugador gana el tanto disputado
<b>T_0</b>	El jugador pierde el tanto disputado
<b>J_1</b>	El jugador gana el juego disputado
<b>J_0</b>	El jugador pierde el juego disputado
<b>PA_1</b>	El jugador gana el partido
<b>PA_0</b>	El jugador pierde el partido
<b>T_NUL</b>	El tanto disputado es considerado como nulo
<b>Golpeo</b>	
<b>DCHA</b>	Golpeo realizado por la cara derecha de la pala

<b>REVS</b>	Golpeo realizado por la cara de revés de la pala
<b>Técnica</b>	
<b>SERV</b>	Servicio (saque)
<b>SPIN</b>	Golpe de distancia corta próxima a la red (flip) o alejada de la mesa (topspin o sidespin) donde se le imprime a la bola un efecto liftado con un movimiento de la raqueta de abajo-arriba y detrás-delante
<b>CORT</b>	Golpe de distancia corta dentro de la mesa (corte) o de distancia larga, alejada de la mesa (defensa) donde se le imprime a la bola un efecto cortado con un movimiento de la raqueta de arriba-abajo y detrás-delante
<b>SIN</b>	Golpe de distancia corta cerca de la mesa (bloqueo) o de distancia intermedia (ataque o remate) donde no se le imprime a la bola ningún tipo de efecto con un movimiento detrás-delante
<b>OTRA</b>	Cualquier otra técnica no descrita en ninguno de los casos anteriores
<b>Zona de bote</b>	
<b>Z_1</b>	La pelota bota en el cuadrante izquierdo próximo a la red
<b>Z_2</b>	La pelota bota en el cuadrante derecho próximo a la red
<b>Z_3</b>	La pelota bota en el cuadrante izquierdo intermedio
<b>Z_4</b>	La pelota bota en el cuadrante derecho intermedio
<b>Z_5</b>	La pelota bota en el cuadrante izquierdo más alejado de la red
<b>Z_6</b>	La pelota bota en el cuadrante derecho más alejado de la red
<b>Rotación de campo</b>	
<b>ROT</b>	Cambio de campo en el juego de desempate

#### *Elaboración del protocolo de filmación*

Los partidos seleccionados para el estudio fueron grabados en cintas miniDV en el lugar donde se desarrolló la competición. Se utilizaron cuatro cámaras de vídeo digitales (Panasonic NV-GA15), alejadas de la mesa a una distancia de tres metros de su lateral y elevadas sobre unos soportes telescópicos (Manfrotto-007U) a dos metros y medio de altura.

Para la grabación la mesa de juego se dividió en dos mitades independientes, cada una de ellas enfocada con una cámara (figura 2). Cada cámara registró una



mitad del campo de juego, obteniéndose dos registros temporalmente simultáneos pero diferentes, ya que cada uno de ellos se correspondía con las acciones de juego realizadas por cada uno de los deportistas. Para registrar una imagen nítida de la pelota y evitar errores de apreciación se configuraron las videocámaras con una velocidad de obturación de 1/500 segundos. Con esta velocidad de exposición se consigue que la pelota, aunque se desplace a gran velocidad, se vea congelada.

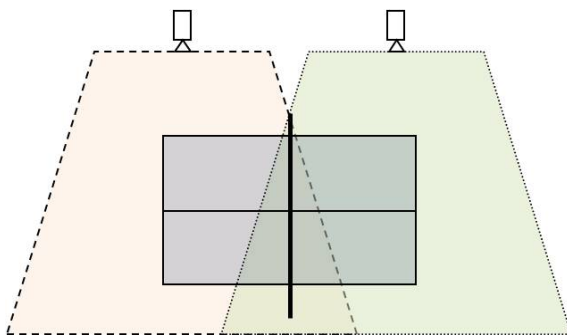


Figura 2. Vista cenital de la ubicación de las cámaras de video durante la filmación de un partido.

Posteriormente a las grabaciones se utiliza el software Adobe Premiere Pro® v.1.5 para realizar un proceso de sincronización de los vídeos registrados, con el objetivo de que un mismo instante de tiempo coincida en las dos cámaras. Para la sincronización es necesario que exista en el campo de visión de cada una de las cámaras un espacio común; en este caso se utilizó la red. El criterio usado para la sincronización fue el instante en el que la pelota golpea la red durante el calentamiento previo al partido, ya que es muy habitual que en el intercambio de golpes entre jugadores la pelota toque la red.

Con la utilización de dos cámaras de vídeo se obtienen dos grabaciones suficientemente claras de las acciones que realiza cada jugador. Con el posterior proceso de sincronización se consigue que ambos vídeos tengan el mismo código de tiempos logrando así que los instantes de grabación de ambas cámaras coincidan a nivel temporal.

Antes de empezar el partido y para facilitar el posterior análisis, se subdividió la superficie de juego de cada lado de la mesa en seis zonas, ubicando sobre la misma un sistema de referencias, registrado por las cámaras antes del inicio del encuentro.

A continuación y tras el tratamiento informático, las grabaciones mostrarían a tiempo real el desarrollo del

partido con la superposición en la mesa de las 6 zonas de juego de idénticas dimensiones (Figura 3).



Figura 3. Sistema de referencia insertado en la grabación del partido tras el tratamiento informático.

#### Entrenamiento de los observadores

El entrenamiento de los dos observadores que participaron en el estudio se desarrolló siguiendo las directrices propuestas por Medina y Delgado (1999). En este caso, y a pesar de que la experiencia muestra que el acuerdo entre los observadores acerca de la definición operacional de las categorías no es suficiente y es necesario que los mismos entiendan dichas definiciones operacionales plenamente (O'Donoghue, 2007), se obvió la primera fase de las dos que componen este proceso de entrenamiento por ser ambos observadores entrenadores de tenis de mesa con un alto grado de experiencia en este deporte, habiendo participado además en la determinación de las variables a analizar durante un partido de tenis de mesa.

En la segunda fase los dos observadores, siguiendo el protocolo de observación establecido, analizaron tres juegos de tres partidos diferentes seleccionados de manera aleatoria. La misma visualización se realizó dos veces, dejando transcurrir un tiempo de dos semanas entre la primera y segunda observación. Una vez concluido el proceso se analizó el nivel de fiabilidad de los observadores, presentando ambos un error menor del 3%, esperando, por tanto, elevados índices de concordancia intra e interobservador a lo largo del periodo de observación.



### *Codificación, registro y almacenamiento de los datos*

La codificación y registro de los datos se efectuó de forma continua y secuencial, registrándose los partidos en distintos momentos del día. La ruptura de la continuidad de la sesión de observación superó el 10% del total de la misma (Anguera, 2003). En cada caso, los dos observadores utilizaron el sistema notacional construido y soportado en el programa informático Match Visión Studio<sup>®</sup> v. 3.0 (Perea, Alday y Castellano, 2004), que entre otras funcionalidades permite visualizar los encuentros de manera ralentizada, fotograma a fotograma, aspecto fundamental para lograr un correcto registro de las acciones dada la elevada velocidad de juego del tenis de mesa. Los datos obtenidos quedaron almacenados según el orden temporal de registro en una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2007 y posteriormente introducidos en una base de datos computerizada para su tratamiento.

### *Análisis de la calidad del dato*

El análisis de la calidad del dato se ha abordado desde dos perspectivas: una cualitativa, mediante la concordancia consensuada por expertos en tenis de mesa, y la otra, más cuantitativa, donde se estiman correlaciones y concordancias de los datos entre las distintas observaciones y observadores. En este sentido, y a través del software estadístico SPSS para Windows (v.15), se llevaron a cabo los siguientes cálculos:

- Error intra e intersujeto. A este respecto aclarar, tal y como afirma O'Donoghue (2007), que la obtención de un buen nivel de fiabilidad intraobservador únicamente indica que dicho observador puede hacer un uso preciso y correcto de la herramienta, pero que otros podrían no hacerlo de tal modo, y por tanto no concluye que la herramienta sea válida ni fiable. Para ello es necesario el cálculo de la fiabilidad interobservadores.
- El índice Kappa de Cohen ( $\kappa$ ). Este coeficiente determina la proporción de casos en los que hay acuerdo entre los observadores una vez excluida la proporción de casos en los que el acuerdo entre los mismos es consecuencia de la casualidad

(Robinson y O'Donoghue, 2007). El índice  $\kappa$  se considera el único estadístico para comprobar la fiabilidad de herramientas de análisis de parámetros temporales (Choi, O'Donoghue y Hughes, 2007).

### *Creación de una base de datos computerizada*

La utilización de sistemas informáticos para almacenar los registros obtenidos mediante análisis notacional, posibilita crear bases de datos que podrían ayudar, entre otras funciones, a establecer patrones de juego de un deportista individual o de una muestra de deportistas de una misma especialidad (Hughes y Franks, 2004).

La gran cantidad de datos brutos que se obtienen de cada una de las categorías observadas a lo largo de la competición, tiene muy poca utilidad práctica, si éstos no están organizados y cuantificados (Nevill, Atkinson, Hughes y Cooper, 2002). Por este motivo se hace necesario crear una base de datos, en nuestro caso construida con el sistema MySQL, que organice y almacene esos datos. Del mismo modo, para que esta base de datos sea práctica se elabora una interfaz de usuario que permite de forma sencilla analizar los datos obtenidos mediante menús, ventanas, etc., logrando una integración de todas las aplicaciones informáticas para que el proceso sea automático, rápido y eficaz.

A través de la base de datos diseñada y una vez realizado el oportuno tratamiento de los datos brutos resultantes de todas y cada una de las categorías del análisis notacional efectuado, se extrae una información muy precisa e interesante sobre diferentes aspectos técnicos, tácticos y temporales. De esta manera, se puede cuantificar de forma objetiva lo acontecido en un partido o en una competición.

## **RESULTADOS**

El cálculo del porcentaje de error (coeficiente de variación) se ha utilizado para la valoración de la precisión intra e interobservador en lo que a las variables temporales se refiere. Por otro lado, la precisión sobre las variables relacionadas con las acciones de juego se ha calculado a través del coeficiente  $\kappa$ . Ambas determinaciones dan muestras



de la precisión o confiabilidad de los observadores. Los resultados obtenidos en el cálculo del porcentaje de error por los observadores (intraobservador e interobservador) en la determinación de las variables temporales se recogen en la Tabla 2.

**TABLA 2.** Frecuencias y error obtenido en cada una de las categorías relacionadas con las variables temporales.

	% Error intrasujeto observador A	% Error intrasujeto observador B	% Error intersujeto observador A	% Error intersujeto observador B
Duración set 1	0,00	0,00	0,00	0,00
Duración set 2	0,00	0,00	0,00	0,00
Duración set 3	0,00	0,00	0,00	0,00
Duración total partido	0,14	0,00	0,02	0,05
Tiempo de juego set 1	5,04	0,00	1,72	3,45
Tiempo de juego set 2	1,44	0,00	1,18	2,37
Tiempo de juego set 3	0,00	0,00	1,34	2,68
Tiempo total de juego del partido	1,68	0,60	0,00	0,00
Tiempo de descanso set 1	1,97	1,02	1,30	1,30
Tiempo de descanso set 2	0,51	0,00	0,51	0,51
Tiempo de descanso set 3	0,00	0,00	0,78	0,78
Duración total descanso	0,39	0,00	0,06	0,06

Los dos observadores presentaron un elevado nivel de fiabilidad (error menor del 3%) salvo en la variable tiempo de juego set 1 para el error intrasujeto del observador A y en el error intersujeto del observador B. En cualquier caso, en estudios deportivos de tipo observacional se entiende como aceptable un error intra o interobservador por debajo del 3% (O'Donoghue, 2004).

Los valores de los índices  $\kappa$  obtenidos de las diferentes observaciones para los criterios tanteo, golpeo, técnica y zona de bote se muestran en la Tabla 3.

**TABLA 3.** Valores de los índices  $\kappa$  relacionados con las categorías tanteo, golpeo, técnica y zona de bote.

Grupo de categorías	Concordancia intra-observador A	Concordancia intra-observador B	Concordancia inter-observadores A - B
Tanteo	1,000	1,000	1,000
Golpeo	0,978	0,979	0,967
Técnica	0,952	0,947	0,931
Zona de bote	0,923	0,958	0,828

Siguiendo el planteamiento realizado por Landis y Koch (1977), quienes propusieron los márgenes para valorar el grado de acuerdo en función del índice  $\kappa$  (Tabla 4), en nuestro estudio la concordancia es *casi perfecta*, ya que todos los valores se encuentran entre 0,81 y 1,00.

**TABLA 4.** Valoración del coeficiente  $\kappa$  (Landis y Koch, 1977).

Coefficiente kappa	Fuerza de la concordancia
0,00	Pobre ( <i>Poor</i> )
0,01 - 0,20	Leve ( <i>Slight</i> )
0,21 - 0,40	Aceptable ( <i>Fair</i> )
0,41 - 0,60	Moderada ( <i>Moderate</i> )
0,61 - 0,80	Considerable ( <i>Substantial</i> )
0,81 - 1,00	Casi perfecta ( <i>Almost perfect</i> )

Como se puede apreciar en la Tabla 3 la fiabilidad interobservadores es elevada. Si comparamos los valores de concordancia interobservadores obtenidos se puede comprobar que también arrojan unos valores muy satisfactorios, ya que en todos los casos se alcanzan valores superiores a 0,75 (Altman, 1991; O'Donoghue, 2007). De esta forma, se puede afirmar que las categorías que conforman esta herramienta tienen un alto nivel de precisión, indicando la fiabilidad en la evaluación.

## DISCUSIÓN

La investigación en deportes de gran complejidad como el tenis de mesa requiere del desarrollo de herramientas de evaluación fiables con las que podamos analizar y describir su juego. La creación de





sistemas de observación que posibiliten la realización de una valoración objetiva de lo que sucede durante la competición, nos permite tomar decisiones adecuadas para optimizar los procesos de entrenamiento y por ende mejorar el rendimiento (Hong, Robinson, Chan, Clark y Choi, 1996; Castellano, Hernández, Gómez, Fontetxa y Bueno, 2000; Tong y Hong, 2000; Garay, 2003; Gorospe et al., 2005; Alonso y Argudo, 2008; Lupo, Tessitore, Minganti y Capranica, 2010). Existen diversos estudios en donde se exponen ejemplos de sistemas de observación desarrollados para deportes de raqueta como el bádminton o el squash, proponiéndose mejoras en los métodos de entrenamiento a partir de los resultados obtenidos con estas herramientas (Sanchís, González, López, Dorado y Chavarren, 1998; Cabello, Carazo, Ferro, Oña y Rivas, 2004; Lee, Xie y Teh, 2005).

Sin embargo, en el caso del deporte del tenis de mesa resulta muy comprometido realizar un registro observacional directo, ya que la velocidad a la que se suceden las acciones de juego junto al gran número de técnicas utilizadas hace que sea ciertamente compleja su observación con altos niveles de fiabilidad. En este sentido y para analizar esta disciplina con rigurosidad, se han seguido los procedimientos utilizados previamente en tenis, squash y bádminton (Hughes y Clarke, 1995; Brown y Hughes, 1995; Blomqvist, Luhtanen y Laakso, 1998), desarrollando una herramienta computerizada mediante un sistema notacional *ad hoc* que permita estudiar de manera objetiva esta especialidad deportiva, al igual que en investigaciones de índole similar (Gorospe et al., 2005; Alonso y Argudo, 2007).

Los resultados obtenidos del sistema desarrollado en relación con las variables temporales fueron las que tuvieron un mayor porcentaje de error intra e interobservador. Siete de las doce categorías consideradas presentaron errores intra e interobservador inferiores al 1%, siendo este porcentaje inferior al 5% en todos los casos excepto en uno. Esta particularidad podría ser debida a la dificultad que conlleva identificar los fotogramas concretos de inicio y final de juego, así como también al breve tiempo que duran las jugadas. El inicio del juego se definió como el primer fotograma en el que se observaba claramente cómo el jugador, partiendo desde parado, comenzaba a realizar el

servicio, moviendo cualquier segmento corporal para lanzar la pelota hacia arriba desde la palma de la mano. Esta acción de juego puede ser difícil de observar en función de si se realiza de derecha o de revés. Asimismo, el instante que indica el final del juego depende de las diferentes situaciones que se producen sobre la pelota tras la última acción técnica ejecutada: no bota en la mesa, golpea en el lateral de la mesa, no es golpeada por el contrario o toca en la red. Todas estas peculiaridades sugieren que para mejorar los registros temporales de los futuros usuarios de la herramienta será necesario tener especialmente en cuenta la ubicación de las cámaras durante el proceso de filmación, así como entrenar convenientemente a los observadores para que puedan identificar con mayor exactitud estos instantes.

En relación al análisis de las concordancias, los hallazgos alcanzados indican un alto nivel de concordancia en las valoraciones intra e interobservadores, ya que el menor valor del índice  $\kappa$  obtenido es de 0,828. Similares resultados de concordancia fueron obtenidos por Castellano et al. (2000) en la validación de una herramienta de observación para codificar y analizar comportamientos en el fútbol. En cualquier caso, estos valores pueden considerarse óptimos, pues se obtuvieron en todas las categorías consideradas valores superiores a 0,75 (Altman, 1991; Castellano et al., 2000; Perea, 2008).

Desde la perspectiva del rendimiento deportivo desarrollar sistemas de observación y análisis resulta sumamente interesante (Hughes, 1998; O'Donoghue, 2004, Choi et al., 2007), ya que hacen posible obtener datos fiables sobre las conductas ejecutadas y sus niveles de eficacia (Franks y Goodman, 1986; Hughes et al., 2009; Gillet, Leroy, Thouvarecq y Stein, 2009), permitiendo establecer comparaciones de las estrategias seguidas por los deportistas de forma que maximicen sus oportunidad de vencer (O'Donoghue e Ingram, 2001). Facilitar este tipo de información a deportistas de alto nivel puede ser clave para conseguir mejorar sus expectativas de éxito (McGarry y Franks, 1994).

Atendiendo a procesos didácticos, el sistema notacional construido se perfila como un óptimo instrumento de enseñanza, ya que permite proporcionar feedback muy específicos (Brown y Hughes, 1995; Choi, O'Donoghue y Hughes 2009).



Establecer situaciones de aprendizaje es muy ventajoso tanto para los deportistas de alto nivel como para los debutantes (Leser y Baca, 2009), ya que permite optimizar, entre otros, técnicas defectuosas, tácticas no idóneas e incluso crear estrategias para mejorar las conductas motrices ante determinados estilos de juego.

## CONCLUSIONES

Los resultados hallados en el presente estudio indican que el sistema de análisis desarrollado resulta fiable para estudiar y evaluar la modalidad individual del tenis de mesa. Las informaciones que se desprenden de su aplicación tienen una gran relevancia, pudiendo ser consideradas una pieza clave para optimizar el rendimiento deportivo.

El sistema notacional diseñado nos permite evaluar de forma objetiva y cuantificable las técnicas y tácticas realizadas por los jugadores en competición junto a sus niveles de eficacia. Disponer de esta información permite al deportista y al entrenador valorar el rendimiento y proporcionar feedback inmediato sobre las estrategias más adecuadas para mejorar aspectos relacionados con el entrenamiento.

La herramienta desarrollada proporciona una información muy relevante y precisa sobre la estructura temporal de juego en cuanto a tiempos de actividad y descanso. El estudio de este tipo de marcadores es imprescindible para analizar con mayor exactitud los requerimientos físicos y metabólicos necesarios en esta modalidad deportiva.

El estudio sistemático de la información obtenida mediante esta herramienta constituye un medio básico para mejorar el conocimiento del deporte del tenis de mesa moderno.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido realizada gracias a la financiación concedida por el Consejo Superior de Deportes para desarrollar el Proyecto de Investigación 10/UPB/10, titulado *TEMENOT: Estudio del rendimiento deportivo de jugadores de tenis de mesa de alto nivel mediante análisis notacional computerizado*, y por el apoyo prestado por la Real Federación Española de Tenis de Mesa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Alonso, J.I.; Argudo F. (2007). Utilización estratégica del espacio como indicador de rendimiento en el frontenis olímpico masculino. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 19: 77-95
2. Alonso, J.I.; Argudo F. (2008). Indicadores de rendimiento del saque en frontenis olímpico femenino. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 10 (4): 59-76.
3. Altman, D.G. (1991). *Practical Statistics for Medical Research*. London: Chapman & Hall.
4. Anguera, M.T. (2003). Observational Methods (General). En R. Fernández-Ballesteros (Ed.), *Encyclopedia of Psychological Assessment*. London: Sage.
5. Anguera, M.T.; Blanco, A.; Losada, J.L.; Hernández, A. (2000). La metodología observacional en el deporte: conceptos básicos. *EF y Deportes. Revista Digital*, 24. Extraído el 28 de julio, 2011, de <http://www.efdeportes.com/efd24b/obs.htm>
6. Arnau, J.; Anguera, M.T.; Gómez, J. (1990). *Metodología de la Investigación en Ciencias del Comportamiento*. Murcia: Universidad de Murcia.
7. 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.
8. Blomqvist, M.; Luhtanen, P.; Laakso, L. (1998). Validation of a notational analysis system in badminton. *Journal of Human Movement Studies*, 35: 137-150.
9. Brown, D.; Hughes, M. (1995). The effectiveness of quantitative and qualitative feedback on performance in squash. En T. Reilly, M. Hughes y A. Lees (Eds.). *Science and Racket Sports*. London: E&FN Spon.
10. Cabello, D. (2000). *Análisis de las características del juego en el bádminton de competición. Su aplicación al entrenamiento*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada, Granada.



11. Cabello, D.; Carazo, A.; Ferro A.; Oña, A.; Rivas, F. (2004). Análisis informatizado del juego en jugadores de bádminton de élite mundial. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 1 (1): 25-31.
12. Cabello, D.; González-Badillo, J.J. (2003). Analysis of the characteristics of competitive badminton. *British Journal of Sports Medicine*, 37 (1): 62-66.
13. Castellano, J.; Hernández, A.; Gómez, P.; Fontetxa, E.; Bueno, I. (2000). Sistema de codificación y análisis de la calidad del dato en el fútbol de rendimiento. *Psicothema*, 12 (4): 635-641.
14. Choi, H.J.; O'Donoghue, P.G.; Hughes, M.D. (2007). An investigation of inter-operator reliability test for real-time analysis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 7 (1): 49-61.
15. Choi, H.J.; O'Donoghue, P.G.; Hughes, M.D. (2009). A comparison of whole match and individual set data in order to identify valid performance indicators for real-time feedback in men's single tennis matches. En A. Lees, D. Cabello y G. Torres (Eds.). *Science and Racket Sports IV*. London: Routledge.
16. 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.
17. 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.
18. 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.
19. Franks, I.M.; Goodman, D. (1986). A systematic approach to analyzing sports performance. *Journal of Sports Sciences*, 4: 49-59.
20. 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 Medicine*, 41 (11): 711-716.
21. Fernández, J.; Méndez-Villanueva, A.; Pluim, B.M. (2006). Intensity of tennis match play. *British Journal of Sports Medicine*, 40 (5): 387-391.
22. Fullerton, H.S. (1912). The inside game: The science of baseball. *The American Magazine*, LXX: 2-13.
23. Garay, J.O. (2003). *Observación y análisis de la acción de juego del tenis de dobles*. Tesis doctoral, Universidad de Málaga, Málaga.
24. Gillet, E.; Leroy, D.; Thouwarecq, R.; Stein, J.F. (2009). A notational analysis of elite tennis serve and serve-return strategies on slow surface. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23 (2): 532-539.
25. Girard, O.; Chevalier, R.; Habrard, M.; Sciberras, P.; Hot, P.; Mille, G.P. (2007). Game analysis and energy requirements of elite squash. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (3): 909-914.
26. Gorospe, G.; Hernández, A.; Anguera, M.T.; Martínez, R. (2005). Desarrollo y optimización de una herramienta observacional en el tenis de individuales. *Psicothema*, 17 (1): 123-127.
27. Hong, Y.; Robinson, P.D.; Chan, W.K.; Clark, C.R.; Choi, T. (1996). Notational analysis of game strategy used by the world's top male squash players in international competitions. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 28 (1): 18-23.
28. Hornery, D.J.; Farrow, D.; Mujika I.; Young, W. (2007). An integrated physiological and performance profile of professional tennis.



- British Journal of Sports Medicine*, 41 (8): 531-536.
29. Hughes, M. (1995). Computerised notation of racket sports. En T. Reilly, M. Hughes and A. Lees (Eds.). *Science and Racket Sports*. London: E&FN Spon.
  30. Hughes, M. (1998). The application of notational analysis to racket sports. En A. Lees, I. Mainard, M. Hughes y T. Reilly (Eds.). *Science and Racket Sports II*. London: E&FN Spon.
  31. Hughes, M.; Clarke, S. (1995). Surface effect on elite tennis strategy. En T. Reilly, M. Hughes y A. Lees (Eds.). *Science and Racket Sports*. London: E&FN Spon.
  32. Hughes, M.; Barlett, R. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. *Journal of Sport Sciences*, 20: 739-754.
  33. Hughes, M.; Meyers, R. (2005). Movement patterns in elite men's single tennis. *International Journal of Performance Analysis in sport*, 5 (2): 110-134.
  34. Hughes, M.; Franks, I. (2004). *Notational Analysis of Sport*. London: E&FN Spon.
  35. Hughes, M.; Hughes, M.T.; Behan, H. (2007). The evolution of computerised notational analysis through the example of racket sports. *International Journal of Sports Science and Engineering*, 1 (1): 3-28.
  36. Hughes, M.D.; Hughes, M.T.; Behan, H. (2009). Computerized notational analysis and performance profiling in racket sports. En A. Lees, D. Cabello and G. Torres (Eds.). *Science and Racket Sports IV*. London: Routledge.
  37. James, N.; Taylor, J.; Stanley, S. (2007). Reliability procedures for categorical data in Performance Analysis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 1 (7): 1-11.
  38. Landis, J.R.; Koch, G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33: 159-174.
  39. Lee, K.T.; Xie, W.; Teh, K.C. (2005). Notational analysis of international badminton competitions. En W. Quing (Ed.). *Proceedings 23 International Symposium on Biomechanics in Sports*. Beijing: China.
  40. Leser, R.; Baca, A. (2009). Practice oriented match analyses in table tennis as a coaching aid. En A. Lees, J.F. Kahn e I.W. Mainard (Eds.). *Science and Racket Sports III*. London: Routledge.
  41. Lupo, C.; Tessitore, A.; Minganti, C.; Capranica, L. (2010). Notational analysis of elite and sub-élite water polo matches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (1): 223-229.
  42. McGarry, T.; Franks, I.M. (1994). Winning squash: predicting championship performance from a priori observation. En T. Reilly, M. Hughes y A. Lees (Eds.). *Science and Racket Sports*. London: E&FN Spon.
  43. Medina, J.; Delgado, M.A. (1999). Metodología de entrenamiento de observadores para investigaciones sobre Educación Física y deporte en las que se utilice como método la observación. *Motricidad*, 5: 69-86.
  44. Messersmith, L.L.; Corey, S.M. (1931). Distance traversed by a basketball player. *Research Quarterly*, 2: 57-60.
  45. Nevill, A.; Atkinson, G.; Hughes, M. (2008). Twenty-five years of sport performance research in the Journal of Sports Sciences. *Journal of Sports Sciences*, 26: 413-426.
  46. Nevill, A.; Atkinson, G.; Hughes, M.; Cooper, S.M. (2002). Statistical methods for analysing discrete and categorical data recorded in performance analysis. *Journal of Sports Sciences*, 20: 829-844.
  47. O'Donoghue, P.; Ingram, B. (2001). A notational analysis for elite tennis strategy. *Journal of Sports Sciences*, 19: 107-115.
  48. O'Donoghue, P. (2004). Match analysis in racket sports. En A. Lees, J.-F. Kahn y I.W. Mainard (Eds.). *Science and Racket Sports III*. Routledge: London.



49. O'Donoghue, P. (2007). Reliability Issues in Performance Analysis. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 1 (7): 35-48.
50. Perea, A. (2008). *Análisis de las acciones colectivas en el fútbol de rendimiento*. Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco, San Sebastián.
51. Perea, A.; Alday, L.; Castellano, J. (2004). Software para la observación deportiva Match Vision Studio. *Actas III Congreso Vasco del Deporte. Socialización y Deporte/ Kirolaren III Euskal Biltzarra. Sozializazioa eta Virola*. Vitoria.
52. 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.
53. Reep, C.; Benjamin, B. (1968). Skill and chance in association football. *Journal of the Royal Statistical Society A*, 131: 581-585.
54. Robinson, G.; O'Donoghue, P. (2007). A weighted kappa statistic for reliability testing in performance analysis of sport. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 1 (7): 12-19.
55. Sanchís, J.; González, J.C.; López, J.A.; Dorado, C.; Chavarren, J. (1998). Propuesta de un modelo de entrenamiento de squash a partir de parámetros obtenidos durante la competición. *Apunts: Educación Física y Deporte*, 52: 43-52.
56. Schiltz, P. (1994). Duration of the rallies in top table tennis: statistics and conclusions. *International Journal of Table Tennis Sciences*, 2: 20.
57. Takeuchi, T.; Kobayashi, Y.; Hiruta S.; Yuza, N. (2002). The effect of the 40 mm diameter ball on table tennis rallies by elite players. En N. Yuza, S. Hiruta, Y. Iimoto, Y. Shibata y J.R. Harrison (Eds.). *Table Tennis Sciences*. Lausanne: International Table Tennis Federation.
58. Tenga, A.; Kanstad, D.; Ronglan, L.T.; Bahr, R. (2009). Developing a new method for team match performance analysis in professional soccer and testing its reliability. *International Journal of Performance Analysis of Sports*, 9: 8-25.
59. Tong, Y.M.; Hong, H. (2000). The playing pattern of world's top single badminton players in competition - A notational analysis. *J. Hum. Mov. Stud*, 38: 195-200.
60. Vuckovic, G.; Dezman, B.; Erculj, F.; Kovacic, S.; Pers, J. (2004). Differences between the winning and the losing players in a squash game in terms of distance covered. En A. Lees, J.-F. Kahn y I.W. Maynard (Eds.). *Science and Racket Sports III*. London: Routledge.
61. 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.
62. 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.

