

## ¿QUÉ CONOCEMOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO ANTICIPATORIO DE LOS JUGADORES DE TENIS EXPERTOS DURANTE EL RESTO DE UN PRIMER SERVICIO?.

CARLOS ALBERTO AVILÉS VILLARROEL<sup>1</sup>, LUIS MIGUEL RUIZ PÉREZ<sup>1</sup> & NICOLAS BENGUIGUI<sup>2</sup>

1 UNIVERSIDAD DE CASTILLA-LA MANCHA, ESPAÑA

2 UNIVERSIDAD DE PARIS-SUD 11, FRANCIA

### INTRODUCCIÓN

En el caso específico de la tarea de resto de un primer servicio en tenis, el defensor debe hacer frente a enormes exigencias temporales. El 50 – 70 % de todos los puntos de un partido dependen de la calidad del servicio o del resto. Los servidores profesionales de excelencia logran 8 – 14 aces en un partido al mejor de tres set. Los cuales equivalen al 10.2 – 17.9 % de todos los primeros servicios ejecutados (Schonborn, 1999). Además, ellos son capaces de imprimirle a la bola una velocidad media de 202 km/h (Michikami y cols., 2003). Por este motivo, parece de manera evidente que el tiempo de reacción del jugador debe ser el más corto posible y el dinamismo de su respuesta viene a ser un requisito fundamental porque la bola tarda aproximadamente 0.4 segundos en llegar a la zona del restador (USPTA, 2005). Por lo tanto, de un punto de vista comportamental, los jugadores de tenis aprenden a emplear una secuencia muy particular y sistemática que consiste en efectuar un *split step* (despegue) en los instantes previos al golpe del oponente para retomar el contacto con el suelo (caída) en los momentos consecutivos al golpe adverso y así contribuir a un explosivo desplazamiento lateral hacia la dirección de la bola. Según Schmidt (1993) el jugador utiliza dos tipos diferentes de anticipación. En primer lugar, la anticipación temporal, relacionada a un evento evidente que va a suceder donde el sujeto debe ser capaz de prever en que instante ocurrirá. Por ejemplo « *anticipar el instante del contacto bola-raqueta* ». Segundo, la anticipación espacial (o del evento) que permite ayudar al jugador a predecir lo que posiblemente va a pasar en el ambiente para organizar su movimiento con antelación. Por ejemplo, « predecir si el atacante en tenis va a dirigir la bola hacia la izquierda o hacia la derecha ».

Muchos estudios que han utilizado diferentes paradigmas experimentales han demostrado que la detección de la información precoz del gesto del servidor permite al restador experto de predecir la dirección del servicio. Esta habilidad perceptiva desarrollada gracias a una práctica específica permitiría una predicción más precisa de las características cinemáticas de la trayectoria para prepararse mejor a la acción. De esta manera, ellos recogen la información fundamental durante la fase preparatoria, el lanzamiento de la bola y los

instantes previos al contacto bola-raqueta (Issacs y Finch, 1983; Goulet y cols., 1988; Goulet, Bard y Fleury, 1989; Moreno y Oña, 1998; Farrow, Abernethy y Jackson, 2005).

También, ya existe evidencia de que los restadores expertos no perciben de manera estática o pasiva. Ellos ejecutarían el *split step* para aumentar la calidad en la extracción de la información esencial. De este modo, Farrow y Abernethy (2003) demostraron que los restadores aumentaban sus porcentajes de predicciones correctas cuando respondían dinámicamente con su patrón de ejecución habitual en comparación con las predicciones sólo perceptivas en ausencia de movimiento. Sin embargo, a pesar de los avances en la comprensión de los mecanismos anticipatorios, algunos estudios de oclusión y búsqueda visual han sido criticados por no preservar una validez ecológica similar al contexto natural donde actúan los deportistas y por desintegrar el vínculo entre información y movimiento. Por este motivo, los diseños experimentales actuales deberían favorecer un flujo de información continua (*online*) para contribuir a la comprensión de las adaptaciones, ajustes y regulaciones que son capaces de realizar los deportistas expertos durante la acción. (ver Van der Kamp, Rivas, Van Doorn y Savelsbergh, *pendiente de publicación*).

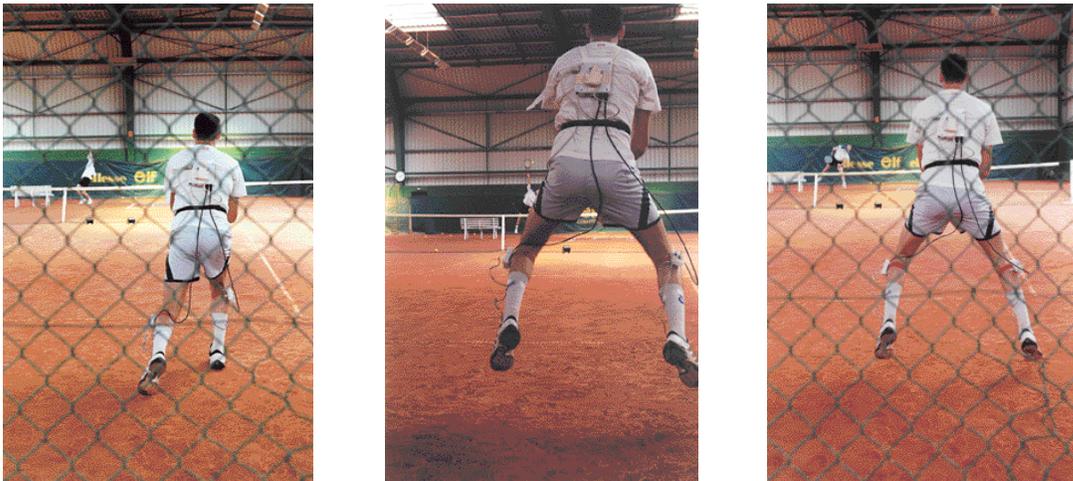
El propósito de este manuscrito es dar a conocer la totalidad de los resultados más relevantes de un experimento desarrollado en el *Laboratoire de Contrôle Moteur et Perception de l'Université Paris-Sud* y que fue dirigido por Nicolas Benguigui. En el artículo de Avilés y cols., (2002) sólo se hace referencia al análisis de 3 jugadores de los 19 que participaron en este experimento principal. El objetivo de este estudio era determinar si los restadores de diferente nivel de pericia eran capaces de anticipar la dirección del servicio y de adaptarse a él, cuando el *timing* del servicio era modificado. Por lo tanto, algunas de las preguntas planteadas en esta investigación fueron: *¿Cuáles son las diferencias entre restadores expertos e intermedios para anticipar y adaptarse al servicio del contrario?*, *¿Cuál es el momento (señal) exacto que determina la iniciación del movimiento hacia la bola?* y *¿Cuál es el primer movimiento que da inicio a la respuesta del restador?*

## MÉTODO

El experimento consistió en un análisis temporal de los apoyos del restador para determinar si la capacidad de extracción de información precoz sobre el servidor contribuía al rendimiento anticipatorio en una situación real llevada a cabo en una pista cubierta de tierra batida. Fueron 19 jugadores de tenis diestros los que participaron voluntariamente en el experimento. Un grupo de nivel intermedio (10 jugadores de tercera categoría francesa de 30 a 15/3) y un grupo de nivel experto (8 jugadores de segunda categoría francesa de 3/6 a -15 más 1 jugador profesional). Conseguimos la colaboración de dos servidores clasificados en la segunda categoría francesa quienes siguieron un entrenamiento específico para variar la altura del lanzamiento y la velocidad de los servicios. La diferencia entre

los lanzamientos altos y bajos, que se grabaron en vídeo, era de 1,50 m. La diferencia entre el lanzamiento y el punto de impacto aumentaba de 320 ms (+/- 40 ms) para el lanzamiento alto. El lanzamiento bajo tenía una duración de 920 ms y lanzamiento alto de 1240 ms. En cuanto a la velocidad, ella variaba de 130 km/h (velocidad lenta) a 170 km/h (velocidad rápida).

El momento de golpeo en el servicio era captado por un micrófono ubicado al lado del servidor. Los diferentes apoyos eran grabados por el intermedio de captores *footswitches* colocados en las plantillas de las zapatillas de los restadores (Figura 1). La frecuencia de adquisición era de 200 hz. Los datos fueron grabados por intermedio de una *interface Data Link* (Biometrics). El instrumental permitió un análisis cronométrico de los apoyos del restador cada 5 ms (antes y después del impacto). Después de cada bloque, los datos eran transferidos al ordenador. El procesamiento de datos permitió obtener gráficos (imágenes) con la cronología de cada ensayo. De este modo, pudimos identificar objetivamente los eventos que nos interesaban. La tarea del participante consistía entonces en restar el servicio adverso con la mayor precisión posible hacia una diana rectangular (0 a 11 puntos) ubicada en la esquina del fondo del campo contrario. Los participantes efectuaron tres bloques de diez y seis restos (48 en total).



**Figura 1.** El participante equipado posee libertad total de movimiento durante el *split step*. El restador se prepara para despegar durante el lanzamiento de la bola del servidor (izquierda). El restador está en el aire en el momento del contacto bola-raqueta (centro). El restador va a caer cuando ya ha comenzado el vuelo de la bola (derecha).

Las variables independientes manipuladas fueron: el factor pericia (jugadores expertos vs. jugadores de nivel intermedio), la altura del lanzamiento de la bola (bajo y alto) y la velocidad (lenta y rápida). Las variables dependientes fueron: la precisión del resto, la sincronización de los eventos del *split step* (despegue, vuelo y caída) con el golpe del servicio y la variabilidad de estas tres fases. Todos estos datos fueron analizados a partir de un análisis de la varianza (ANOVA) según un plan experimental: Pericia 2 x Altura 2 x Velocidad 2. En el

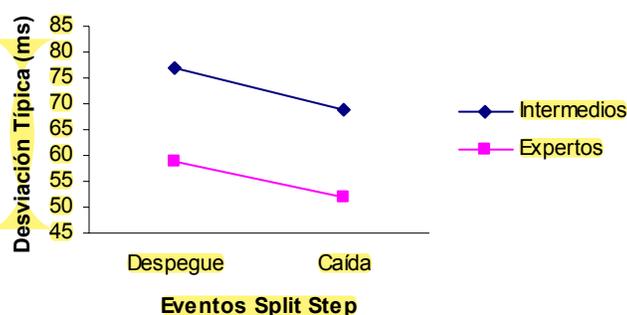
análisis de la precisión tomamos en cuenta a la totalidad de los participantes. Sin embargo, para las otras variables dependientes sólo tomamos ocho jugadores por grupo. Tres jugadores (2 intermedios y 1 experto) no ejecutaban el *split step* en su patrón habitual de comportamiento. Por consecuencia, los datos de esos jugadores, no pudieron ser explotados.

## RESULTADOS

**Tabla 1.** Resumen de datos. Medias de la precisión de los restos (en unidades arbitrarias) y de los tiempos de los diferentes eventos expresados en milisegundos (desviaciones típicas en paréntesis).

VARIABLES	EXPERTOS	INTERMEDIOS
Precisión resto en saques lentos	6.3	4.7
Precisión resto en saques rápidos	4.9	3.2
Total Precisión resto	5.6	3.9
Tiempo Despegue Lanzamientos bajos	-28	-6
Tiempo Despegue Lanzamientos altos	-32	-41
Total Tiempo Despegue	-30 (59)	-24 (77)
Tiempo Vuelo	158 (27)	154 (45)
Tiempo Caída Lanzamientos bajos	122	145
Tiempo Caída Lanzamientos altos	125	124
Total Tiempo Caída	124 (52)	35 (69)

*Variabilidad del despegue, vuelo y caída.* El análisis de la varianza muestra un efecto significativo de la Pericia sobre la variabilidad del momento del despegue ( $F(1,14) = 6.57$  ;  $p < .05$ ), del tiempo de vuelo ( $F(1,14) = 6.75$  ;  $p < .02$ ) y del momento de la caída ( $F(1,14) = 5.91$  ;  $p < .05$ ). (Figura 2). Ningún otro efecto fue encontrado.



**Figura 2.** Disminución progresiva de la variabilidad del despegue a la caída según el nivel de pericia.

*Momento de ocurrencia del despegue.* El análisis de la varianza revela un efecto principal de la Altura ( $F(1,14) = 8.02$  ;  $p < .05$ ), y una interacción significativa entre la Pericia y la Altura ( $F(1,14) = 4.98$  ;  $p < .05$ ). Un test *a posteriori* de Newman-Keuls muestra que los jugadores intermedios son

afectados por la Altura comparados a los jugadores expertos, comenzando el despegue muy tarde para el lanzamiento bajo (-6 ms) y un poco más temprano para el lanzamiento alto (-41 ms) (Tabla 1). Ningún otro efecto fue encontrado (Figura 4).

*Duración del vuelo (fase de suspensión).* El análisis de la varianza no revela ningún efecto significativo de la Pericia, de la Altura y de la Velocidad. Los restadores de ambos grupos tienen tiempos de vuelo muy similares (Tabla 1).

*Momento de ocurrencia de la caída.* El análisis de la varianza revela una interacción significativa entre la Pericia y la Altura ( $F(1,14) = 6.98 ; p < 0.5$ ). Un test *a posteriori* de Newman-Keuls muestra que los jugadores intermedios son afectados por la modificación de la Altura del lanzamiento de la bola. En cambio, los restadores expertos efectúan la caída en tiempos análogos (Figura 3). No se encontraron diferencias significativas en los tiempos medios de la caída entre los dos grupos. Los restadores expertos caen sólo 11 ms más temprano que los restadores intermedios (Figura 4 y Tabla 1).

*Precisión del resto.* El análisis de la varianza revela un efecto principal de la Pericia,  $F(1,17) = 42.47 ; p < .000005$  y un efecto principal de la Velocidad,  $F(1,17) = 75.64 ; p < .000000$  (Tabla 1).

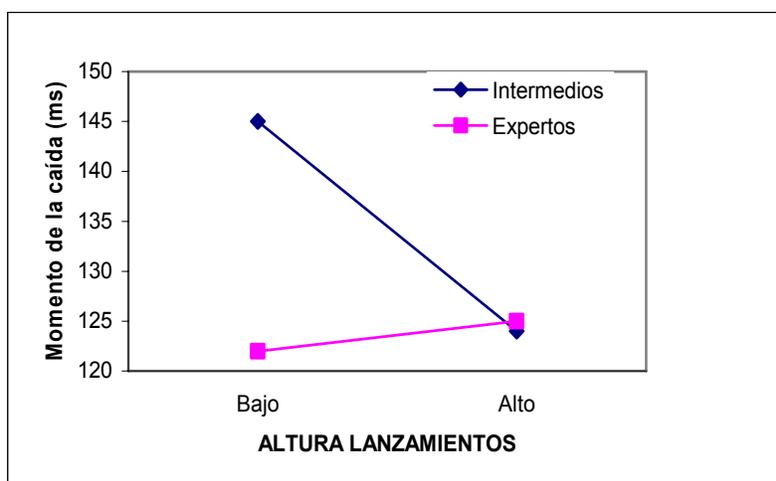
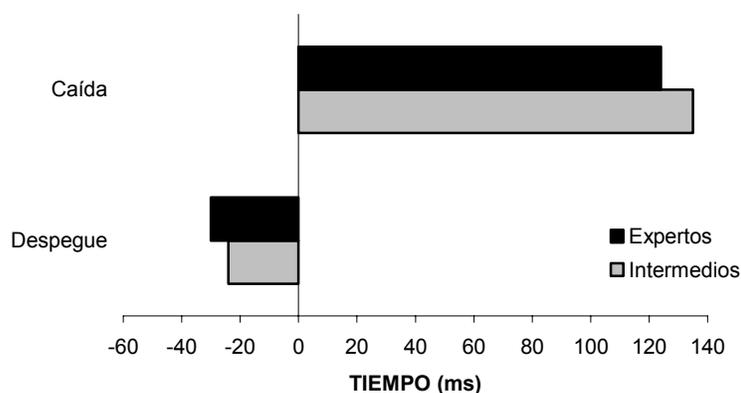


Figura 3. Momento de la caída (ms) en función de la pericia y de la altura de los lanzamientos.



**Figura 4.** Medias del despegue y de la caída de los restadores expertos e intermedios. El tiempo de 0 ms corresponde al momento del contacto bola-raqueta por el servidor.

## DISCUSIÓN

Una de las características que identificaron a los jugadores expertos fue la regularidad o estabilidad del despegue, del vuelo y de la caída a pesar de que el servidor variaba el *timing* en sus ejecuciones. Los jugadores expertos mostraron una disminución progresiva de la variabilidad del despegue a la caída (Figura 2). Estos datos son similares a los hallados durante el acercamiento a la tabla de batida en salto de longitud e indicarían un control prospectivo o una regulación visual de los restadores expertos para coordinar sus apoyos antes y después del impacto del servidor (ver Montagne, 2005).

Es importante remarcar que los jugadores de nivel intermedio estuvieron muy afectados en la sincronización de la secuencia despegue – caída por las alturas del lanzamiento de la bola que eran manipuladas por el servidor. Sobre todo, ellos mostraron un retraso temporal importante cuando debían restar los servicios con lanzamiento bajo, iniciando el despegue y la caída más tarde que los jugadores expertos (Tabla 1). Por el contrario, los expertos fueron capaces de adaptarse a la variación del lanzamiento manteniendo su despegue – caída con una gran estabilidad. Esta diferencia importante indica que el nivel de destreza determina la adaptabilidad en relación al lanzamiento de bola del servidor. Existía una fuerte relación información - movimiento entre la información dada continuamente por el servidor y la organización (sincronización) motriz del restador. Del mismo modo, un jugador de tenis de clase mundial posee un *timing* extraordinario y no se ve perturbado por las variaciones de altura efectuadas en el lanzamiento de la bola (Avilés y cols., 2002). La gran exactitud temporal mostrada por los restadores expertos determina que ellos utilizan la información del lanzamiento de la bola para iniciar el despegue. Esta utilización de la información del lanzamiento de la bola ya había sido puesta en evidencia por Singer y cols. (1998). Precisamente, los dos mejores restadores del experimento, seguían con la mirada la bola hasta su

ápex. Al contrario, los otros jugadores expertos pero de menor nivel, utilizaban más bien, una estrategia predictiva de comportamiento visual.

Por otro lado, nosotros esperábamos encontrar diferencias significativas en las medias de los tiempos de anticipación durante el *split-step* (despegue y caída) entre los jugadores de nivel experto e intermedio. Sin embargo, nuestras expectativas no se cumplieron y los resultados revelaron tiempos muy cercanos entre los dos grupos (Figura 4). Los jugadores expertos e intermedios efectuaron la caída en una media de 124 ms y 135 ms después del impacto (diferencia de sólo 11 ms). Estos tiempos al parecer indicarían que la información fundamental que determina hacia donde va la bola es detectada en un momento muy próximo al impacto. Esto nos induce a pensar que la información precoz (anterior al contacto bola-raqueta) no permite anticipar espacialmente en una tarea de fuerte exigencia temporal y espacial. La información temprana contribuiría a la anticipación temporal pero no permitiría predecir verdaderamente la dirección del servicio. Por lo tanto, la ausencia de anticipación espacial supondría que la detección de la información precoz no permitiría ganar tiempo en la respuesta, si no más bien, de reaccionar con mayor estabilidad. Hennemann y Keller (1983) afirmaban que la información recogida en el instante del despegue ayudaba a disminuir la incertidumbre temporal; y que la información de la bola detectada cuando esta salía de la raqueta, contribuía a reducir la incertidumbre de la dirección de la trayectoria de la bola. Esto supondría que la información esencial necesaria para confirmar la dirección de la trayectoria de la bola es detectada después del impacto del servidor y que el restador actuaría más bien de un modo reactivo y no predictivo. Para ilustrar este hecho, haciendo alusión al talentoso tenista John McEnroe. Douglas (1982 p. 197) señala que a alto nivel los servidores profesionales aprenden a esconder y a disfrazar sus intenciones hasta el último momento. Este elemento sorpresa hace muy difícil la tarea al restador para predecir la dirección exacta con la información del pre-vuelo. Así, esta puede ser una de las razones que explicaría porque un restador de nivel profesional espera hasta casi el instante del impacto para iniciar su despegue. Él se asegura aguardando hasta los últimos milisegundos para obtener más información y así no pagar caro un error de anticipación (ver Avilés y cols., 2002). Al respecto, varios estudios recientes han confirmado el hallazgo de que en diversas situaciones deportivas los atletas expertos prefieren esperar en vez de adelantarse para no cometer un desacierto en la elección de la respuesta (Oudejans y cols., 1997; Savelsbergh y cols., 2002; Shim y cols., 2005). Haciendo referencia a los jugadores expertos de su estudio, Shim y cols. (2005, p. 173) aluden: *“Parece que los jugadores esperan hasta que ellos tienen suficiente información de la dirección de la bola antes de moverse. Esta estrategia fue evidente en el segundo experimento de un total de 480 ensayos (8 participantes x 2 condiciones x 30 ensayos)”*.

Contradictoriamente, Saviano (2000) descubrió el fenómeno de que los restadores profesionales si eran capaces de determinar la dirección de la bola cuando estaban en la fase de suspensión justo antes de caer. En su análisis de partidos de competición grabados con cámara digital de alta velocidad; él constató que los restadores ejecutaban un movimiento anticipatorio para ganar

valiosos milisegundos durante el vuelo. Así, el pie que se encontraba más alejado de la dirección de la trayectoria de la bola era el que aterrizaba primero. En el aire, el pie más cercano a la bola se giraba hacia afuera antes de tomar contacto con la pista. Los jugadores realizaban esta estrategia anticipatoria de manera inconsciente cuando hacían frente a servicios muy rápidos y precisos. Pero cuando el nivel de exigencia era menor, ellos no necesitaban moverse lejos y rápido, y entonces ambos pies caían simultáneamente. Por el contrario, Avilés y cols. (2002) en el primer experimento, no encontraron diferencias analizando el orden temporal de caída de los pies de los restadores (pie izquierdo o derecho). Este hecho requiere de nuevos estudios para ser verificado y podría indicar que la información clave es extraída en un intervalo de tiempo muy cercano al impacto. Esto, si tomamos como referencia tiempos mínimos de latencia (o cortos ajustes del movimiento) del orden de 105-129 ms (Bootsma y Van Wieringen, 1990; Shim y cols., 2005).

Aunque, las observaciones de Saviano (2000) indican que los jugadores profesionales anticipan espacialmente durante la fase de vuelo. En su análisis cualitativo, él no aporta ningún dato temporal y además, también debemos considerar de que en los partidos oficiales examinados, los restadores profesionales podrían haber utilizado otras fuentes de información como las provenientes de las probabilidades de la situación o las relacionadas con el conocimiento adquirido de tendencias y preferencias de los oponentes (Abernethy, Gill, Parks y Parker, 2001). Otros resultados que muestran la relevancia de la información posterior al contacto bola-raqueta son los obtenidos por Farrow y Abernethy (2003). Los restadores sólo alcanzaron un alto porcentaje de precisión en las predicciones en t5 cuando podían percibir la información del vuelo de la bola. No obstante, en el experimento 1 y 2 los restadores respondieron a servicios de muy baja exigencia temporal (80 km/h). En futuros estudios, un aumento de las limitaciones temporales a 170-200 km/h complicaría aun más las posibilidades de predicción de los participantes.

Por otro lado, en relación con la precisión de los restos, los jugadores expertos mostraron una neta superioridad sobre los jugadores intermedios lo que confirma la diferencia de nivel entre ambos grupos (Tabla 1). Sin embargo, los dos grupos de jugadores se vieron afectados por el incremento de la velocidad del servicio. El aumento de 40 km/h produjo un deterioro significativo de la precisión de los envíos hacia la diana. Los restadores expertos disminuyeron la precisión de 6.3 (velocidad lenta) a 4.9 (velocidad rápida). Las estadísticas recientes facilitadas por la *A.T.P.*, el 17 del julio de 2006 ([www.atptennis.com/en/players/matchfacts/](http://www.atptennis.com/en/players/matchfacts/)), van en el sentido de nuestros resultados, indicando que los mejores restadores del mundo también se ven afectados con el aumento de la velocidad. Ellos logran sólo un 35% de puntos ganados contra el primer servicio (velocidad rápida). En cambio, estos mismos restadores alcanzan un 55% de puntos ganados contra el segundo servicio (velocidad lenta).

Nuevos estudios deberían centrar su atención en examinar la correspondencia entre el primer movimiento que da inicio a la respuesta del

restador y el momento exacto en el que es recogida la información que determina la dirección de la trayectoria de la bola. Para ello, es preciso analizar temporalmente el movimiento de la cabeza de la raqueta, el cambio de empuñadura, el *split step* (despegue, vuelo, caída) o el apoyo subsiguiente a la caída para comparar las medias entre jugadores de diferente nivel de pericia. También es necesario testar a jugadores profesionales de máximo nivel sometidos a altas velocidades de servicio para confirmar los hallazgos analizados en las líneas precedentes.

## BIBLIOGRAFÍA

Abernethy, B., Gill, D., Parks, S. y Parker, S. (2001). "Expertise and the perception of kinematic and situational probability information". *Perception*, 30, 233-252.

Avilés, C., Benguigui, N., Beaudoin, E., y Godart, F. (2002). "Developing early perception and getting ready for action on the return of serve". *ITF Coaching and Sport Science Review*, 28, 6-8.

Bootsma, R. J., y Van Wieringen, P. C. W. (1990). "Timing an attacking forehand drive in table tennis". *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 21-29.

Douglas, P. (1982). *Manual de Tenis*. Madrid: H. Blume Ediciones.

Farrow, D., y Abernethy, B. (2003). "Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance?". *Perception*, 32, 1127-1139.

Farrow, D., Abernethy, B., y Jackson, R.C. (2005). "Probing expert anticipation with the temporal occlusion paradigm: Experimental investigations of some methodological issues". *Motor Control*, 9, 330-349.

Goulet, C., Bard, Ch. y Fleury, M. (1989). "Expertise differences in preparing to return a tennis serve: a visual information processing approach". *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11, 382-398.

Goulet, C., Fleury, M., Bard, C., Yerlès, M., Michaud, D., y Lemire, L. (1988). « Analyses des indices visuels prélevés en réception de service au tennis ». *Canadian Journal of Sport Sciences*, 13, 1, 79-87.

Hennemann, M.C., y Keller, D. (1983). "Preparatory behavior in the execution of a sport-related movement. The return of service in tennis". *International Journal of Sport Psychology*, 14, 149-161.

Isaacs, L.D., y Finch, A.E. (1983). "Anticipatory timing of beginning and intermediate tennis players". *Perceptual and Motor Skills*, 57, 451-454.

Michikami, S., Ae, M., Sato, Y., Suda, K., y Umebayashi, K. (2003). En M. Crespo, M. Reid y D. Miley (Eds.), *Applied Sport Science for High Performance Tennis – Proceedings of the 13th ITF WWCW*. London: ITF.

Montagne, G. (2005). "Prospective control in sport". *International Journal of Sport Psychology*, 36, 127-150.

Moreno, F.J. y Oña, A. (1998). "Analysis of a professional tennis player to determine anticipatory pre-cues in service". *Journal of Human Movement Studies*, 35, 219-231.

Oudejans, R.R.D., Michaels, C.F., y Bakker, F.C. (1997). "The effects of baseball experience on movement initiation in catching fly balls". *Journal of Sports Sciences*, 15, 587-595.

Savelsbergh, G.J.P., Williams, A.M., Van der Kamp, J., y Ward, P. (2002). "Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers". *Journal of Sports Sciences*, 20, 279-287.

Saviano, N. (2000). "Dispelling Technical Myths: The Split Step and Racquet Preparation". *High Performance Coaching*, United States Tennis Association.

Schmidt, R.A. (1993). *Apprentissage moteur et performance*. Paris: Vigot.

Schonborn, R. (1999). The Return of Serve. En M. Crespo, D. Miley y M. Reid (Eds.), *Top Tennis Coaching – Proceedings of the 11th ITF WWCW*. London: ITF.

Shim, J., Carlton, LG, Chow, JW, y Chae, W. (2005). "The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players". *Journal of Motor Behavior*, 37(2):164-75.

Singer, R.N., Williams, A.M., Frehlich, S.G., Janelle, C.M., Radlo, S.J., Barba, D.A., y Bouchard, L.J. (1998). "New frontiers in visual search: An exploratory study in live tennis situations". *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 290-296.

USPTA (2005). "Anatomy of a modern shot". *USPTA Player Development Program*, 3, 1-8.

Van der Kamp, J., Rivas, F., Van Doorn, H., y Savelsbergh, G.. "Ventral and dorsal contribution to visual anticipation in fast ball sports". (documento no publicado).

**NOTA:** Este estudio se ha realizado gracias a una beca de investigación concedida por la *International Tennis Federation (ITF)*.