

EL EFECTO DE LA DIMENSIONALIDAD DE LA ESCENA EN EL COMPORTAMIENTO VISUAL Y MOTOR DURANTE EL RESTO AL SERVICIO EN TENIS Y TENIS EN SILLA DE RUEDAS

Reina, R.¹; Moreno, F. J.²; Sanz, D.³; Damas, J. S.² & Luis, V.⁴

¹ Universidad Miguel Hernández, Alicante; ² Universidad de Extremadura, Cáceres;
³ Real Federación Española de Tenis, Madrid; ⁴ Comarca de la Comunidad de Calatayud

RESUMEN

El presente trabajo aborda la problemática del estudio del comportamiento visual y motor en una situación simulada de resto ante el servicio en tenis y tenis en silla de ruedas, en la que los sujetos deben responder ante los servicios efectuados por su oponente, tanto en situación de pista (3D) como ante una proyección de video en una pantalla (2D). En el estudio participaron tres grupos: uno de tenistas en sillas de ruedas novel, uno experimentado, y un grupo de tenistas sin discapacidad alguna. Los tres grupos observaron dos secuencias (2D y 3D) de 24 servicios liftados, efectuados por dos tenistas en silla y dos en bipedestación. Los sujetos mostraron un mayor número de fijaciones visuales en la situación de videoproyección, así como un mayor número y tiempo de fijación visual sobre localizaciones del miembro superior. En cambio, en la situación ante oponente real, mostraron un mayor número y tiempo de fijación visual sobre la bola. A tenor de los resultados obtenidos, parece ser que una menor habituación a situaciones simuladas de juego podría conllevar a una alteración de la estrategia de búsqueda visual desarrollada, con implicaciones en la estrategia de seguimiento de la trayectoria de la bola.

Palabras clave: Dimensionalidad, Comportamiento visual, Respuesta de reacción, Tenis en Silla de ruedas, Tenis, Resto al servicio.

ABSTRACT

The study of the visual and motor behaviour in a simulated situation of return to service in tennis and wheelchair tennis was carried out, where participants responded to the serves in both real-life (3D) and video-based settings (2D). Automated systems to acquire data were employed, trying to simulate the attentional demands of the game in the video-based situation. Three groups were analysed in the study: a novice wheelchair tennis players, experienced wheelers, and a group of non-disabled tennis players. They observed two series (2D and 3D) of 24 top-spin services, performed by two wheelchair tennis players and other two players in a biped position. Participants showed a higher number of visual fixations in the video-based situation, as well as a higher number and time of visual fixation on locations of the upper body. On the other hand, in the real-life setting, they showed a higher number and time of visual fixation on the ball. According to the results, it seems that a lesser familiarization with the video-based situation could modify the visual search strategy, especially in the pursuit of the trajectory of the ball.

Key-words: Dimensionality, Visual behaviour, Reaction response, Wheelchair tennis, Tennis, Return to service.

INTRODUCCIÓN

En la literatura del estudio del comportamiento visual se ha recurrido, en numerosas ocasiones, al paradigma de comparar el rendimiento manifestado por sujetos con mayores y menores niveles de experiencia (ver Moran, 2004, para más información). Sin embargo, Abernethy, Thomas y Thomas (1993) consideran que las tareas o situaciones experimentales ideadas para ser desarrolladas en laboratorio pueden alterar las potenciales ventajas que pueden tener los sujetos experimentados, en la medida que: a) se elimina de la tarea las bases experimentales de su ventaja, al sacarles de su contexto habitual de desempeño; b) se introducen efectos potenciales

del suelo y del techo en las medidas; y c) se puede provocar que los sujetos expertos actúen de forma distinta a como lo harían en situación real de juego, denegándoles el acceso a la información deseada al provocarles que lo hagan de una forma distinta a como lo hacen, o provocándoles que usen información diferente para resolver un problema particular. En este sentido, otro aspecto que podría actuar en detrimento de la validez de las medidas del rendimiento de los sujetos experimentados serían los efectos de los instrumentos empleados (Lidor, Argov y Daniel, 1998). Además, parece que los sujetos experimentados sólo muestran su mayor habilidad en la tarea cuando está presente en la escena toda la información normalmente disponible (Abernethy, Neal y Koning, 1994). Si tenemos en cuenta que, en numerosas ocasiones, no es posible estudiar todos los aspectos comportamentales, fisiológicos, biomecánicos, etc., en situaciones reales de competición, surge la cuestión de si situaciones ideadas en laboratorio podrían tener una gran validez interna para el estudio de esos aspectos del comportamiento que no podemos medir en situación real de juego.

Los primeros trabajos acerca del comportamiento visual en situaciones deportivas fueron realizados en entornos de laboratorio con imágenes estáticas en deportes como baloncesto o el lanzamiento de penalti en fútbol (ver Williams, Davids y Williams, 1999a), donde el propósito principal perseguido por trabajos de este tipo era el estudio de la localización de las fijaciones visuales, para así realizar inferencias sobre los tiempos empleados para analizar la escena presentada y resolverla de la manera más eficaz posible. Tales estudios recibieron numerosas críticas, ya que el empleo de diapositivas estáticas para representar situaciones deportivas dinámicas proporcionan información distinta al sujeto, en la medida que los objetos en movimiento aportan más información que aquellos en reposo (Cutting, 1978; Johansson, 1973). Además, la ausencia de información temporal, direccional y secuencial del movimiento respecto a un patrón o disposición de juego específica (sobre todo en la resolución de situaciones tácticas en deportes colectivos) podría influir en las estrategias de búsqueda visual empleadas en tales tareas (Bourgeaud y Abernethy, 1987).

Posteriormente se fueron desarrollando estudios que empleaban la proyección de imágenes dinámicas en numerosas situaciones deportivas (ver Reina, 2004). No obstante, sigue sin estar tan claro todavía que esas situaciones artificiales creadas en laboratorio, si bien están dotadas de un alto grado de control experimental, proporcionen un reflejo preciso del comportamiento visual de los deportistas mostrado en situación real de juego, donde aspectos como la motivación, la ansiedad o la emoción podrían influir en su rendimiento (Abernethy, 1987; Janelle, Singer y Williams, 1999), dada la dificultad de reproducir en esos entornos las limitaciones

temporales a las que son sometidos en entornos naturales. Una de las características de los deportes que requieren habilidades motrices abiertas es el equilibrio existente entre el tiempo disponible y el requerido para emitir una respuesta, debido a la presión temporal en la que el deportista está inmerso. De esta manera, si el sujeto no tiene un límite para la elaboración y emisión de su respuesta, éste tenderá a emplear todo el tiempo que estime oportuno para ello, cuando en realidad los requerimientos para esto son limitados en el tiempo (Ripoll, 1991) e, incluso, en el espacio. Esa situación fuerza al sujeto a fijar su propio criterio de decisión en un equilibrio entre la velocidad y la precisión de su respuesta. En este sentido, Ripoll, Kerlirzin, Stein y Reine (1995) defienden que las investigaciones llevadas a cabo en entornos de laboratorio deberían emplear tareas complejas, en las que una cantidad considerable de información presentada deba procesarse en una unidad de tiempo determinada. Para ello, se hace precisa la combinación de los siguientes factores: a) altos niveles de complejidad del evento presentado, replicando las demandas naturales de la tarea; b) altos niveles de complejidad de la respuesta a emitir, empleando múltiples tipos de asociación estímulo-respuesta; y c) altos niveles de estrés temporal, limitando el tiempo disponible de respuesta o empleando un flujo continuado de información.

A la hora de llevar a cabo situaciones experimentales con proyección de vídeo (dos dimensiones), otro de los inconvenientes más usuales es la presentación de estímulos débiles, así como la medición de respuestas motrices poco realistas. Autores como Christensen (1995) llegan incluso a afirmar que las simulaciones basadas en video pueden romper el “link” natural entre los procesos de percepción y acción. Sin embargo, no existen muchos estudios que repliquen una misma situación de estudio en laboratorio y campo respectivamente. Un trabajo llevado a cabo por Ávila (2002) con entrenadores de tenis, mostró que no se encontraron diferencias consistentes sobre todas las localizaciones espaciales del comportamiento visual, cuando los sujetos eran sometidos a los dos niveles de la variable dimensionalidad (2D y 3D). En ese caso, estrategias de aprendizaje perceptivo, basadas en métodos de proyección audiovisual, podrían “desacoplar” el flujo normal de información y, por lo tanto, no ser un método útil para el entrenamiento de aspectos como la toma de decisiones en un deporte concreto (Christensen, 1995). De hecho, Williams y col. (1999b) plantean la hipótesis de que la pérdida de dimensionalidad de una situación a otra podría ser una dificultad para los sujetos a la hora de estimar con precisión la profundidad, así como una posible alteración de su estrategia perceptiva habitual, a la vez que sugieren la necesidad de estudios en situaciones reales de juego para contrastar los resultados obtenidos en laboratorio, dada la falta de evidencias claras existentes para la transferencia de aprendizajes con proyección de video a entornos naturales (Adolphe, Vickers y Laplante, 1997; Starkes y Lindley, 1994).

Otra cuestión que puede llegar a influir en la estrategia perceptiva de los sujetos es el tamaño de la imagen que se emplea en la situación de proyección. Si bien éste es otro aspecto que no ha recibido una gran atención en la literatura especializada (Al-Abood, Bennett, Moreno, Ashford y Davids, 2002), parece que tiene algunos efectos sobre la estrategia visual realizada (Reina, Luis, Sanz y Moreno, 2004), alterando el tiempo dedicado a determinadas localizaciones espaciales. Otros autores sugieren que las perturbaciones en la cinemática original/natural del movimiento (tamaño exagerado/aumentado) puede conllevar una degradación de la percepción del movimiento, ya que se alteran sustancialmente los detalles informativos del movimiento original (Pollick, Fidopiastis y Braden, 2001). De hecho, una de las críticas a algunos estudios llevados a cabo en situaciones de laboratorio con monitores es la pérdida de dimensionalidad y tamaño de la imagen (Williams et al., 1999a), de ahí que la necesidad de desarrollar situaciones de estudio lo más próximas a las demandas reales del juego sea un elemento esencial para el aumento de la validez ecológica de la medida, sin olvidar nunca el control experimental que una metodología experimental correcta requiere. También la reproducción de las características auditivas/sonoras de la escena es importante, ya que una pérdida de otras fuentes de información sensorial podría tener efectos perjudiciales sobre aspectos del rendimiento como la anticipación (Takeuchi, 1993). De hecho, Mead y Drowatzky (1997) sostienen que en deportes de raqueta como el nuestro, el sonido del impacto de la bola puede asistir al procesamiento de la información visual, reforzando la creencia de que existe interdependencia entre ambas modalidades sensoriales. Por lo tanto, se hace necesario replicar el mayor número de condiciones de la situación real de juego en la de estudio, no ciñéndonos tan sólo a la información de tipo sensorial visual. Finalmente, otro tipo de problemas que se achacan a este tipo de estudios es la degradación de algunos elementos del entorno, tales como la reducción del campo visual o la pérdida de resolución en la escena (Abernethy, Gill, Parks y Packer, 2001). De esta manera, Housner y French (1994) afirman que uno de los objetivos de las Ciencias del Deporte es ser capaz de estudiar las habilidades de los atletas en un entorno similar al que se le requiere competir.

El máximo exponente de trabajos que han tratado de reproducir en laboratorio la situación natural del juego, son estudios que han empleado grandes pantallas para la simulación de una situación en la que se requiere al sujeto la ejecución de una respuesta que involucre el movimiento de todo su cuerpo, y donde además éste esté limitado temporalmente por las acciones de su oponente (ver Shim, Chow, Carlton y Chae, 2005). La simulación en video parece ser efectiva como método para el desarrollo de la habilidad perceptiva, particularmente cuando esté asociada con técnicas apropiadas de instrucción (entrenamiento perceptivo) (Baker, Côté y

Abernethy, 2003; Hernández, 2005; McMorris y Hauxwell, 1997; Williams y Burwitz, 1993). Aún así, algunos autores se aventuran a afirmar que los resultados obtenidos en situaciones de laboratorio podrían no ser generalizables a entornos naturales de juego (Singer, Williams, Frehlich, Janelle, Radlo, Barba y Bouchard, 1998). Sin embargo, si concebimos el entrenamiento perceptivo como un medio válido para el desarrollo de la capacidad para comprender los índices disponibles del contexto (Farrow y Abernethy, 2002), estudios recientes muestran que si tales programas son llevados a cabo con unas apropiadas instrucciones y aportación de feedback, es posible que ayuden a desarrollar el conocimiento base necesario para mostrar habilidades de anticipación en situaciones reales de juego (Williams, Ward y Chapman, 2003).

Estos factores han provocado, gracias al desarrollo de nuevos elementos tecnológicos que lo permiten, el estudio de los procesos perceptivos en situaciones lo más similares al juego real, en situaciones de campo (ver Hernández, 2005; Reina, 2004). En la medida que los protocolos de entrenamiento perceptivo basados en técnicas de video pueden ser beneficiosos para el desarrollo de habilidades perceptivas y de toma de decisiones específicas (Abernethy, Wood y Parks, 1999), se hace preciso avanzar hacia el desarrollo de protocolos de registro del comportamiento (perceptivo y motriz en este caso) en entornos naturales, donde la validez ecológica de los experimentos sea máxima. Ello permitiría mantener la presencia de aquellos estímulos relevantes para el comportamiento y las limitaciones temporales de la tarea, con el fin de valorar sus efectos sobre los procesos perceptivos, de toma de decisiones y de respuesta, todo ello en un entorno que no le sea extraño al deportista objeto de estudio.

Si asumimos que, bajo las teorías del procesamiento de la información, el rendimiento hábil es directamente dependiente de la eficacia y precisión de los diferentes estadios que componen el procesamiento (Abernethy, Neal y Koning, 1994), el empleo de tests o pruebas que se diferencien mucho de su entorno natural podrían alterar la forma en la que se organiza, interpreta y utiliza la información presente usualmente. Por lo tanto, sería más probable encontrar diferencias entre grupos de sujetos con diferentes niveles de experiencia en un mismo dominio si son evaluados en entornos o con tareas específicas (Abernethy, 1996; Lidor et al., 1998), en las que estén presentes los requerimientos visuales de la tarea específica en cuestión (Sherman, 1980). Si no fuera así, se podrían inhibir las estrategias cognitivas empleadas por sujetos con diferentes niveles de experiencia (MacMahon y Ste Marie, 2002).

La tarea planteada en este trabajo mantiene la aproximación seguida por otros trabajos recientes de entrenamiento perceptivo, intentando preservar la validez ecológica de la situación de estudio (Farrow, Chivers, Hardingham y Sachse, 1998;

Luhtanen, Blonqvist, Keskinen, Brown y Valovirta, 2004; Shim et al., 2005). En el caso de la situación con proyección audiovisual, se trata de una simulación de video interactiva en la que los tenistas deben responder lo más rápido y precisamente posible ante una imagen a tamaño real, por lo que además de mantener un gran control experimental sobre la situación de estudio, nos permite medir aspectos de la conducta del tenista en un escenario similar al del juego real. Por lo tanto, se espera que la simulación refleje precisamente las demandas perceptivo-motrices experimentadas en pista durante la situación de resto al servicio. Así pues, uno de los propósitos de este trabajo consiste en la medición del comportamiento visual y motriz de los tenistas objeto de estudio, tanto en situación de laboratorio (proyección multimedia) como en pista (oponente real), pero manteniendo las mismas condiciones experimentales de medida, con el fin de testar las posibles diferencias existentes entre el comportamiento visual y motor manifestado en las dos situaciones de medida.

MÉTODO

Sujetos

Un primer grupo de estudio ($N = 7$), estaba compuesto por tenistas en silla de ruedas noveles, con no más de 30 meses practicando este deporte (1.78 ± 0.7 años de experiencia deportiva) y con un promedio de edad de 24.14 ± 5.46 años (dos mujeres y cinco varones). El segundo grupo ($N = 5$) eran tenistas en silla de ruedas con más de 3 años practicando este deporte (5.8 ± 2.17 años de experiencia deportiva), con experiencia en competiciones internacionales y con un promedio de edad de 28.8 ± 5.8 años (una mujer y cuatro varones). Se incluyó un tercer grupo de estudio ($N = 6$), compuesto por tenistas sin discapacidad alguna que tuvieran un volumen de entrenamiento y de experiencia en competición similar al que pudiera tener el grupo de tenistas en silla de ruedas experimentado. En este sentido, la edad del grupo era de 15.43 ± 0.79 años y con una experiencia deportiva de 7.43 ± 1.81 años.

Instrumental

Para el registro del comportamiento visual de los jugadores empleamos el sistema de seguimiento de la mirada ASL SE5000 (Applied Sciences Laboratories™), consistente en un sistema de video monocular que opera detectando la pupila y la reflexión corneal, permitiéndonos analizar datos acerca de la localización de las fijaciones visuales, su duración y su orden. El sistema automatizado para el registro de los parámetros de la respuesta motora en las dos situaciones de medida, se ha desarrollado a partir de un sistema de simulación para

el entrenamiento de habilidades deportivas abiertas, también aplicado al tenis (Moreno, Oña, Martínez y García, 1998), con las modificaciones y optimizaciones oportunas para que fuere fácilmente aplicable en situaciones de campo y de laboratorio (ver Moreno, Reina, Luis, Damas y Sabido, 2003).

Para la filmación de los servicios que se emplearon para la reproducción de la situación de servicio-resto con proyección audiovisual, se emplearon dos videocámaras de calidad digital, que filmaron los mismos servicios con dos alturas o planos de filmación diferentes; una para los servicios que serían proyectados a los tenistas de pie (Sony DCR-TRV20E -Mini DV-) y otra para los servicios de los dos grupos de tenistas en silla de ruedas (Sony DSR-200AP -DVCam-). Se seleccionaron aquellos servicios que tuvieron una precisión adecuada en su ejecución, editándose las películas finales mediante un computador equipado con una tarjeta de captura de video analógico y digital (Pinnacle™ DV500) y software Adobe Premiere 5.1™. Para la reproducción de las películas elaboradas se emplearon los siguientes dispositivos: a) una pantalla de retroproyección de 5 x 3 metros; b) un proyector LCD multimedia (Hitachi CP-S310W); c) la anterior videocámara DVCAM como reproductor; y d) dos altavoces (Primax PMPO 240W) que amplificaban la señal de audio procedente del soporte reproductor.

Procedimiento



FIGURA 1. Situación de estudio de tridimensión (izq.) y de bidimensión (der.).

Los tres grupos fueron medidos en una situación de simulación de resto ante el servicio, tanto en situación de proyección multimedia (2D) como ante oponente real (3D) (ver figura 1). Los sujetos debían responder ante los servicios efectuados/proyectados por dos tenistas (bipedestación) y otros dos en silla de ruedas, dirigidos a la cruz o la esquina del cuadro de servicio. Ambas situaciones de estudio fueron llevadas en el mismo entorno. El tamaño de imagen proyectada sobre

la pantalla fue de 2.07 x 1.54 m, proporcionando una altura de un tenista en posición bípeda de 25.5 cm sobre la pantalla (cálculo sobre un tenista de 1.91 m de estatura). Dicho tamaño fue obtenido a través de la relación entre la distancia a la que el sujeto se ubica delante de la pantalla (3 m.), la distancia real a la que se encontraría el oponente en situación real de juego (22.52 m.) y la altura real del oponente empleado para realizar los cálculos.

Nos centraremos aquí en los efectos que la dimensionalidad (análisis *intra-grupo*) ha tenido sobre el comportamiento visual y motor de los tres grupos de estudio (2D vs. 3D), ya que el efecto de otras variables intra-grupo como la posición del oponente (bipedestación vs. en silla de ruedas) ha sido objeto de discusión de otros trabajos (Reina, Moreno, Sanz y Luis, 2004). Para ello, se ha realizado un contrabalanceo incompleto para la variable dimensionalidad, donde cada grupo de estudio se dividió en dos subgrupos equivalentes, de manera que uno de ellos realizó 2D-3D y el otro 3D-2D, en ese orden. En cambio, dado que los servicios eran efectuados por tenistas en silla de ruedas y en bipedestación, se realizó un contrabalanceo completo, de manera que la mitad de los sujetos de cada grupo observaron la secuencia P-S-P-S-P, mientras que los otros tres observan S-P-S-P-S (P = Pie; S = Silla). La dirección de los servicios siguió una distribución aleatoria, con el único requisito que no se podían realizar los tres servicios asignados a una misma zona en uno de los dos turnos que tienen cada sacador en la secuencia global (2 zonas x 4 oponentes x 3 servicios/oponente = 24 servicios).

Los parámetros temporales de la respuesta motora se registraron de la siguiente manera: a) *tiempo de reacción* (TR), comprendido desde el momento que se registraba el golpeo de la pelota por parte del jugador al servicio, hasta que el sujeto en situación de resto emitía su primera respuesta aparente (levantado la mano dominante de una placa presensible ubicada delante de él); b) *tiempo de movimiento* (TM), considerado desde que ha iniciado esa primera respuesta aparente hasta que la finaliza (en nuestro caso consistía en golpear sendos dispositivos a su derecha e izquierda, que simulan la primera fase del armado de un golpeo de derechas y uno de revés respectivamente); y c) *respuesta de reacción* (RR), resultante de la suma de los dos parámetros anteriores. En lo que al comportamiento visual se refiere, se analizan el número y tiempo de fijación visual sobre distintas localizaciones corporales del oponente, la raqueta y la bola. El número de fijaciones visuales (NF) se considera el número de ocasiones en las que el sujeto centra su visión en fóvea sobre una de las localizaciones propuestas, mientras que el tiempo (TF) será expresado en función del porcentaje dedicado sobre tales localizaciones respecto al tiempo total empleado en observar el servicio, o una parte/fase del mismo. Dichos parámetros en los que se ha operativizado el comportamiento visual

de los jugadores en la situación de resto se han analizado considerando el gesto en su totalidad, como para las siguientes fases del mismo: a) fase A, que transcurre desde el momento en el que el sujeto separa las manos desde la posición de partida o de preparación al servicio (inicio del análisis del comportamiento visual para cada ensayo) hasta el momento en el que se produce el lanzamiento de la bola con el brazo auxiliar; b) fase B, que transcurre desde el lanzamiento de la bola hasta el momento en el que la cabeza de la raqueta alcanza el punto más bajo en el armado; c) fase C, que transcurre desde que la cabeza de la raqueta empieza a ascender hasta que se produce el momento del golpeo con la raqueta (fase excéntrica); y d) fase D, que transcurre desde el momento en el que la bola es golpeada hasta que bota en la pista (final del análisis del comportamiento visual). Esta diferenciación del gesto en diferentes fases permite hacer un análisis de la estrategia de búsqueda visual elaborada por el sujeto ante la situación que se la presenta (Nagano, Kato y Fukuda, 2004).

RESULTADOS

Dado el número reducido de sujetos que componen cada uno de los grupos experimentales, y con anterioridad al análisis inferencial de los datos obtenidos, se realizó una prueba Kolmogorov-Smirnov (K-S) para considerar la oportunidad del empleo de estadística paramétrica, a partir del cuál se pudo dictaminar su utilización para el análisis del comportamiento visual y motor.

Se ha realizado un análisis de varianza de medidas repetidas sobre los valores mostrados por cada uno de los grupos de estudio entre las dos situaciones de medida, diferenciando cuando el oponente que se hallaba al servicio estaba en bipedestación o en silla de ruedas. En primer lugar, cuando el oponente que se encontraba al servicio estaba en silla de ruedas, encontramos que los tres grupos de estudio, en su conjunto, realizaron un mayor número de fijaciones visuales en la situación de 2D ($M = 9.84$) que en la de 3D ($M = 8.55$) (ver tabla 1). Refiriéndonos a localizaciones concretas, se encontraron diferencias en el tiempo dedicado sobre la bola, con valores superiores de fijación visual en la situación de tres dimensiones ($M = 42.16\%$) que en la de dos dimensiones ($M = 32.45\%$). Respecto a la raqueta, encontramos un mayor NF y TF realizado en la situación de 2D sobre esta localización ($M = 0.37$; 3.35%) que en la de 3D ($M = 0.15$; 1.48%), aunque podemos observar que la fijación en fovea sobre esta localización no es muy alta.

Pasando a localizaciones concretas del jugador al servicio, hayamos que los sujetos dedicaron un mayor TF sobre el miembro superior (localización que agrupa el torso, la cabeza, los dos brazos, así como la raqueta), con un mayor porcentaje dedicado sobre esta localización en la situación de videoproyección. También se

obtuvieron diferencias, en este sentido, para el tiempo dedicado sobre esta localización en la fase A del gesto (M 2D = 67.24%; M 3D = 58.27%). Teniendo en cuenta las localizaciones que componen el miembro superior, también podríamos destacar las diferencias que se obtuvieron para el TF sobre el brazo auxiliar en la fase A del gesto, con superiores valores en la situación de tridimensión en este caso. En cambio, para esta misma localización, en la fase B del gesto, las diferencias se obtuvieron tanto para el número como para el tiempo de fijación visual, con valores superiores ahora en la situación de 2D ($M = 0.22$; 4.9%) respecto a la de 3D ($M = 0.07$; 1.01%).

Considerando a cada grupo de forma independiente, cabe resaltar las diferencias halladas sobre el número de fijaciones visuales realizadas sobre el segmento brazo-raqueta en la fase C ($F_{2,11} = 4.8$; $p < 0.05$). Los valores manifestados por los dos grupos de tenistas en silla de ruedas fueron superiores en la situación de 2D (SN = 0.36; SE = 0.5) que en la de 3D (SN = 0.23 y SE = 0.13), mientras que el grupo de tenistas de pie presentó una tendencia opuesta (2D = 0.3 y 3D = 0.46). Debe tenerse en cuenta que el tiempo en el que transcurre esta fase es muy breve, cuyos tiempos oscilan entre 480-600 ms, por lo que en la mayoría de ocasiones los sujetos suelen realizar tan sólo una o dos fijaciones visuales durante esta fase excéntrica del servicio.

Por lo que respecta al comportamiento manifestado cuando el oponente era un jugador en bipedestación, nuevamente encontramos diferencias entre el número fijaciones visuales realizadas entre una y otra situación experimental, con valores superiores en la situación de 2D ($M = 9.95$) que en la de 3D ($M = 9.24$). En esta ocasión, la bola es la localización en la que más diferencias se obtuvieron, el TF para el gesto completo y las fases B y C, además de en el NF realizadas sobre esta localización en la fase C (ver tabla 1). En todas estas variables que acabamos de apuntar, los sujetos mostraron unos valores superiores en la situación de tridimensión respecto a la de videoproyección, al igual que ocurriera ante los oponentes en silla de ruedas. Cabe destacar aquí el mayor tiempo de fijación visual realizado sobre el área posterior a la posición de la bola durante su trayectoria tras el golpeo ($F_{1,11} = 5.35$; $p < 0.05$), con un mayor TF en la situación de 2D ($M = 6.52\%$) respecto a la de 3D ($M = 3.37\%$). Relacionado con esto, también encontramos diferencias en el porcentaje del número de fijaciones visuales realizadas en el área anterior a la bola en la trayectoria tras el golpeo ($F_{1,11} = 5.16$; $p < 0.05$), si bien en este caso los valores han sido superiores ante oponente real (M 2D = 15.37%; M 3D = 18.84%). Por último, cabría indicar las diferencias obtenidas nuevamente para el NF y TF sobre el miembro inferior en la fase B del servicio, nuevamente con valores superiores obtenidos en la situación de 2D, así como en el porcentaje de fijaciones

visuales realizadas considerando el gesto en su totalidad ($F_{1,11} = 6.19$; $p < 0.05$) ($M_{2D} = 21.44\%$; $M_{3D} = 8.66\%$).

TABLA 1

Variables con significación estadística en el ANOVA de medidas repetidas entre las situaciones de bidimensión (2D) y tridimensión (3D)

Medida	Fase	<i>F (gl)</i>	<i>Sig.</i>	<i>M 2D</i>	<i>M 3D</i>
Oponentes en silla de ruedas					
NF	--	7.754 (1,11)	0.018	9.84	8.55
TF_BO	--	6.118 (1,11)	0.031	32.45	42.16
NF_RA	--	6.906 (1,11)	0.023	0.37	0.15
TF_MS	--	7.496 (1,11)	0.019	26.35	22.25
TF_BA	A	6.526 (1,11)	0.027	39.98	51.77
TF_MS	A	5.647 (1,11)	0.037	67.24	58.27
NF_BA	B	6.478 (1,11)	0.027	0.22	0.07
TF_BA	B	7.954 (1,11)	0.017	4.9	1.01
Oponentes en bipedestación					
NF	--	5.265 (1,11)	0.042	9.95	9.24
TF_BO	--	5.207 (1,11)	0.043	26.49	37.41
TF_BO	B	7.832 (1,11)	0.017	44.69	73.55
NF_MS	B	5.481 (1,11)	0.039	0.78	0.42
TF_MS	B	6.192 (1,11)	0.030	21.44	8.66
NF_BO	C	5.241 (1,11)	0.043	0.52	0.8
TF_BO	C	6.730 (1,11)	0.025	45.14	72.84

(BO = bola; RA = raqueta; BA = brazo auxiliar; MS = miembro superior).

También encontramos diferencias con significación estadística en el NF realizadas sobre la bola en la fase D ($F_{2,11} = 5.91$; $p < 0.05$). Para esta variable, los dos grupos de tenistas en silla de ruedas mostraron un mayor número de fijaciones visuales en esta fase sobre la bola en la situación de 3D ($SN = 1.59$ y $SE = 1.27$) que en la de 2D ($SN = 1.08$ y $SE = 1.17$), aunque sólo el grupo de tenistas en silla de ruedas novel es el que ha mostrado significación estadística en este sentido ($F_{1,5} = 39.9$; $p < 0.01$). En cambio, el grupo de tenistas realiza un ligero mayor número de fijaciones en la situación de 2D (1.48) que en la de 3D (1.32).

Respecto a los parámetros de respuesta motora, en la tabla 2 puede apreciarse que, ante oponentes en silla de ruedas, se han obtenido diferencias para el TR cuando los servicios iban dirigidos al lado de revés del jugador. En el caso de los servicios dirigidos al lado de derechas, el nivel de significación está próximo al establecimiento de diferencias con significación estadística, tanto para el TR ($p =$

0.055) como para la RR ($p = 0.075$). En cualquier caso, si atendemos a los valores medios mostrados por los grupos estudiados, observamos que los valores de TR y RR son más altos en las situaciones de pista, mientras que los de TM son ligeramente inferiores respecto a los de la situación con videoproyección.

Atendiendo a las respuestas emitidas ante los servicios ejecutados por tenistas en bipedestación, observamos que se obtienen diferencias en los valores de TR, tanto en las respuestas a los servicios dirigidos al lado de derechas como al de revés. En ambas ocasiones, todos los grupos presentaron TR más rápidos en la situación de 2D. Además, en esta ocasión, también se han obtenido diferencias para el TM cuando los servicios iban dirigidos al lado de revés ($F_{1,11} = 6.55$; $p < 0.05$), donde todos los grupos presentaron valores más altos de respuesta en la situación de videoproyección.

TABLE 2

Resultados del ANOVA de medidas repetidas para el análisis del efecto de la dimensionalidad sobre las variables de la respuesta motriz en los servicios dirigidos al lado dominante y no dominante.

	<i>F</i> (gl)	<i>Sig.</i>	<i>M</i> 2D	<i>M</i> 3D	<i>F</i> (gl)	<i>Sig.</i>	<i>M</i> 2D	<i>M</i> 3D
Lado de derechas								
	Oponentes en silla				Oponentes en bipedestación			
TR	4.6 (1,11)	0.055	265.90	316.75	10.88 (1,11)	0.007	210.23	276.61
TM	0.38 (1,11)	0.549	157.08	147.91	1 (1,11)	0.339	150.68	139.15
RR	3.85 (1,11)	0.075	413.20	464.41	3.63 (1,11)	0.083	364.65	412.93
Lado de revés								
	Oponentes en silla				Oponentes en bipedestación			
TR	5.63 (1,11)	0.037	240.01	333.49	11.01 (1,11)	0.007	209.32	297.18
TM	0.55 (1,11)	0.474	208.19	188.70	6.55 (1,11)	0.027	213.67	183.66
RR	2.39 (1,11)	0.150	447.78	520.68	1.91 (1,11)	0.194	420.02	480.47

DISCUSIÓN

Uno de los hallazgos comunes cuando hemos comparado entre las dos situaciones de estudio, es que los tres grupos experimentales mostraron un mayor promedio de número de fijaciones visuales en la situación de videoproyección respecto a la de pista. En un principio, estos resultados no estarían en consonancia con los encontrados por Williams y colaboradores en deportes colectivos como hockey y fútbol, en los que hallaron que jugadores expertos de ambos deportes mostraron un número similar de fijaciones visuales de duración equivalente (Williams, Swarbick, Grant y Weigelt, 1999b). En nuestro caso, debemos considerar que para cada uno de los tres grupos de estudio, dicha situación es novedosa

respecto a su experiencia habitual en entrenamiento y/o competición. Esa novedad de la situación podría provocar una alteración de la estrategia de búsqueda visual normalmente empleada, realizando una estrategia más “activa”, encaminada a obtener información de un mayor número de índices informativos, o bien, a fijar sobre los mismos en un mayor número de ocasiones. Esta hipótesis creemos que puede estar apoyada por los resultados obtenidos para la bola y la raqueta. En el caso concreto de la bola, tanto ante oponentes en silla de ruedas como en bipedestación, el mayor tiempo de fijación visual dedicado a ésta en la situación de pista iría en detrimento de la fijación de otras localizaciones que, como en el caso de la raqueta, han recibido un mayor número de fijaciones visuales en la situación de videoproyección. El análisis realizado para cada grupo por separado mostró que, para la raqueta en la fase de golpeo (fase C), los dos grupos de tenistas en silla de ruedas realizaron un mayor número de fijaciones visuales en la situación de videoproyección antes oponentes en silla de ruedas, mientras que el grupo de tenistas de pie mostraba la tendencia contraria. Así pues, la familiaridad y el bagaje de experiencias de juego ante un tipo de oponente u otro, podría estar subyacente en datos como éste. En este sentido, atendiendo al efecto de la posición del oponente al servicio, encontramos tiempos superiores de fijación visual sobre la bola ante oponentes en silla (Reina et al., 2004), lo que podría deberse al hecho de que el jugador en silla agarra una de las ruedas para dar estabilidad al conjunto silla-jugador, de manera que el acompañamiento del lanzamiento de la bola previo al servicio es más reducido que el de los oponentes en bipedestación. Esta hipótesis se vio apoyada por diferencias obtenidas en los tiempos de fijación visual sobre el brazo auxiliar en la fase de lanzamiento de la bola (fase A) ante los oponentes en bipedestación.

De acuerdo con otros autores (Ávila, 2002; Ávila y Moreno, 2003), probablemente exista un efecto del aprendizaje sobre la motilidad ocular extrínseca (habilidad visual aquí estudiada), así como en la secuencia de la localización de las fijaciones. Pensamos que la familiarización con la tarea requerida, la práctica y el aprendizaje conseguido a través de la misma, puede permitir a los jugadores automatizar su proceso atencional hacia aquellos aspectos de la ejecución de mayor relevancia para la preparación de sus respuestas. De esta manera, podría pensarse que los sujetos, debido a la pérdida de dimensionalidad respecto a la situación habitual de juego, tratarían de obtener información de un mayor número de puntos informativos, reflejado en ese mayor número de fijaciones visuales realizadas, con el consiguiente decremento en el número de ocasiones en las que se fijan los estímulos en fase atenta durante el proceso de búsqueda visual en la situación de pista (Neisser, 1967). La teoría de la automatización de la atención de Logan (1988) aporta ideas interesantes en este sentido, que podrían apoyar el descenso del número

de fijaciones manifestado en la situación de pista. Según esta teoría, una práctica continuada o visualización de unos estímulos determinados permitiría, a priori, un mejor reconocimiento de los mismos, así como de las respuestas asociadas. De esta manera, una vez identificada la información clave en ese entorno familiar para ellos, el número de fijaciones visuales se reduciría.

También encontramos algunos resultados que podrían estar en sintonía con la hipótesis que acabamos de exponer, concretamente los obtenidos acerca del brazo auxiliar y el miembro superior, localización agrupada que engloba a la anterior. Ante oponentes en silla de ruedas, encontramos diferencias en el tiempo de fijación visual sobre el brazo auxiliar en la fase B, con valores superiores en la situación de dos dimensiones. Sin embargo, para esta misma localización, hallamos diferencias en el tiempo de fijación visual en la fase A, aunque esta vez con valores superiores en la situación de pista. Debemos tener en cuenta que la bola permanece en la mano del jugador al servicio durante toda la fase A del servicio, por lo que parece razonable pensar que este último dato guarde relación con los resultados que expusimos anteriormente respecto a la bola, donde se realiza un seguimiento de la misma, durante más tiempo, en la situación de pista. En cambio, los resultados de la fase B, podrían estar relacionados con los obtenidos para el miembro superior, donde se obtuvieron también valores superiores en la situación de videoproyección, tanto ante oponentes en silla de ruedas como en bipedestación. Teniendo en cuenta de nuevo la posición del oponente al servicio, hayamos que, tanto en la situación de pista como de videoproyección, los jugadores analizados mostraron superiores tiempos de fijación visual sobre el brazo auxiliar y el miembro superior ante oponentes en bipedestación. La posición más “estable” del jugador sobre la silla, dotándole a este de un menor rango de movimiento (determinado por la ausencia de flexión de las rodillas), se apuntó como una de las posibles causas a estos resultados (Reina et al., 2004).

En última instancia, cabría mencionar los resultados obtenidos acerca del seguimiento de la bola, en función de la dimensionalidad de la escena que se está observando, concretamente para las diferencias obtenidas en el área anterior su posición en la trayectoria de vuelo. Los valores superiores obtenidos sobre este área en la situación de videoproyección parecen indicar que la pérdida de dimensionalidad podría facilitar la estrategia de seguimiento de la bola (Abernethy et al., 2001). No obstante, Abernethy (1990) argumenta que cuando se compara la situación real de juego con el vídeo, la obtención de información visual de la pelota durante el vuelo parece más importante en la primera de ellas. Podría ser que la bola pierda antes su valor informativo en la situación de videoproyección, ya que la sensación de cercanía hacia el jugador al resto es, al menos, diferente. En este

sentido, Chamberlain y Coelho (1993) afirman que en deportes de raqueta como el tenis o el bádminton los jugadores son más eficientes a la hora de predecir la dirección que la fuerza (profundidad) del golpeo, aspecto este último que podría verse afectado por esa pérdida de dimensionalidad de la que estamos hablando. Además, éste es uno de los problemas que se le suele achacar a situaciones de estudio con pantallas para una percepción correcta de la profundidad del servicio (Abernethy y Russell, 1987; Isaacs y Finch, 1983; Salmela y Fiorito, 1979).

Estudios recientes (Savelsbergh, Williams, Van der Kamp y Ward, 2002) llevados a cabo en la situación de penalti en fútbol, han demostrado que es más difícil predecir la altura que la dirección del lanzamiento, aspecto achacado a la pérdida de dimensionalidad. Por lo tanto, creemos que la explicación más plausible a estos resultados es la pérdida de información esteroscópica de la profundidad existente en la situación de videoproyección (Abernethy et al., 2001; Hayashibe, 2002), que podría alterar la estrategia de seguimiento de la trayectoria de la bola una vez que se ha producido el golpeo de la misma, de ahí que debamos ser cautos a la hora de extrapolar los resultados obtenidos en situaciones de laboratorio a las de juego real. De hecho, algunos estudios llevados a cabo desde la perspectiva interpretativa de la percepción como un proceso directo, defienden que situaciones simuladas (con proyección de las imágenes) suelen conllevar a que el sujeto infraestime el tiempo de contacto para la interceptación del móvil (Schiff y Oldak, 1990; Kaiser y Mowafy, 1993; Tresilian, 1995).

No obstante, se pueden plantear otros argumentos acerca de estos valores respecto al seguimiento de la bola, atendiendo a las propiedades intrínsecas de la videoproyección. Por un lado, debería valorarse el efecto de la mayor nitidez de la imagen proyectada, así como el desplazamiento angular de la pelota en esa situación, lo que facilitaría la anticipación de la posición del móvil. Aunque esta hipótesis debería ser contrastada en futuros trabajos o trabajos con medidas optométricas, es posible que la bola recorra una mayor distancia angular en menor tiempo en la situación de videoproyección respecto a la pista, dada la distancia relativa del sujeto respecto al plano donde se ubica el servidor, así como la ulterior trayectoria de la bola. En cuanto a los resultados obtenidos para la bola atendiendo a la posición del oponente, los jugadores mostraron superiores tiempos de fijación sobre esta localización ante los oponentes en silla, tal y como apuntamos anteriormente, tanto en la situación de pista como la de videoproyección. Estos resultados se vieron acompañados por un menor tiempo de fijación visual sobre el área donde se producía el golpeo de la bola, manifestando así un menor tiempo para iniciar el primer movimiento sacádico para el seguimiento de la bola ante los oponentes en silla de ruedas. La explicación apuntada en este sentido fue que los servicios de los jugadores en silla de ruedas eran más lentos que los de los jugadores

en bipedestación, hipótesis que se vio apoyada por un mayor número de fijaciones visuales realizadas en las áreas anteriores a la posición de la bola en su vuelo de aproximación, pudiendo así anticipar posiciones futuras de su trayectoria. También se hallaron mayores tiempos y número de fijaciones en las áreas posteriores a la posición de la bola en su trayectoria en los servicios realizados por tenistas en bipedestación, constatando la dificultad para poder seguirla dada su mayor velocidad (Reina et al., 2004).

Antes de proceder con la discusión de los resultados de los parámetros temporales de la respuesta, cabe indicar que se han descartado para el análisis aquellos servicios que golpearan la red en la situación de tridimensión, aquellos servicios en los que el sujeto emitiera una respuesta incorrecta en su acción simulada de resto, así como aquellos servicios en los que la precisión del mismo no fuera adecuada (servicios que fueron al centro del cuadro de saque o al área contraria a la que debían dirigirse –ver sistema para el control de la precisión de los servicios en Moreno et al., 2003). En este sentido, el trabajo de Moreno, Oña y Martínez (2002) demostró una influencia en el TR de los servicios dirigidos al centro, causando un mayor porcentaje de error en las respuestas y peores TR, ya que el oponente presentaba índices informativos intermedios a los mostrados cuando los servicios iban dirigidos a la izquierda o a la derecha. Indicar también que no se ha tenido en cuenta la distinción entre géneros porque, por un lado, recordemos que la clasificación actual federativa (por ranking) no establece distinciones en este sentido y, en segundo lugar, estudios recientes que han hallado superiores velocidades de respuesta en deportistas masculinos en comparación con féminas no aclaran las bases teóricas que subyacen a esas diferencias (Lum, Enns y Pratt, 2002).

Así pues, partimos del supuesto de que las estrategias de búsqueda visual (movimiento de los ojos) están relacionadas con el tiempo de reacción, así como con la habilidad cognitiva del sujeto (Schweizer, 1998; Ando, Kida y Oda, 2002). Trabajos realizados en deportes como waterpolo, voleibol y baloncesto, achacaron la falta de diferencias para el tiempo de reacción al empleo de una tarea inespecífica de cada deporte en cuestión (Kioumourtoglou, Kourtessis, Michalopoulou y Derri, 1998). En nuestro caso, encontramos que, tanto para los servicios de los oponentes en silla de ruedas como los de bipedestación, los sujetos manifestaron valores superiores de TR y RR en la situación de pista. Algunos investigadores (Singer, 1980) sugieren que los sujetos dan mayor importancia a la información adquirida por sí mismos en vez de la información que se les proporciona externamente, tal y como ocurre en la situación de videoproyección (recordemos que era una situación desconocida para ellos). Es posible que, en esa situación, los jugadores no perciban la limitación temporal en la que se encuentran para emitir su respuesta (ausencia de

un móvil aproximándose hacia ellos) de igual forma que en la de pista (Alain y Proteau, 1978), aunque nuestros datos no parecen estar en consonancia con estos estudios. Podría pensarse, pues, que esa búsqueda más activa que podría provocar la ausencia de dimensionalidad, podría a su vez conllevar a la emisión de una respuesta más rápida, de manera que el tiempo de reacción del sujeto podría ser una consecuencia de la combinación entre la probabilidad subjetiva que otorga a que ocurra un evento y el tiempo disponible para ejecutar la respuesta (Alain y Sarrazin, 1990; Alain, Sarrazin y Lacombe, 1986; Proteau, Lévesque, Laurencelle y Girouard, 1989).

Una posible explicación a estos mejores valores de respuesta en la situación de videoproyección, podría residir en la mayor incertidumbre que podría existir en la situación ante oponente real, aspecto que vendría determinado por la selección realizada de los servicios para el montaje audiovisual. Los servicios filmados, y posteriormente seleccionados, eran servicios con una direccionalidad muy clara, ya que fueron escogidos a tal efecto. En cambio, los servicios de la situación de pista no tienen esta particularidad, por lo que su direccionalidad no pudiera ser tan manifiesta, o presentarse más tardíamente, a pesar de que eliminamos del análisis aquellos servicios erróneos o dirigidos al cuerpo del restador. En ese caso, un visionado de trayectoria de la bola en situación de juego podría depender más del empleo de la visión periférica de los sujetos, de manera que los estímulos percibidos a través de la misma provocarían un mayor tiempo de reacción (Ando, Kida y Oda, 2001).

En resumen, creemos que la pérdida de dimensionalidad de la situación real a la de videoproyección puede tener algunas implicaciones sobre el comportamiento visual y motor del deportista en situaciones como la propuesta, especialmente sobre la estrategia de seguimiento de la trayectoria de aproximación de la bola. Por lo tanto, a pesar de que las situaciones de estudio llevadas a cabo en laboratorio mantienen un mayor control experimental sobre las medidas (p.e. mayor precisión en los servicios) deberían llevarse a cabo estudios acerca de la transferencia de los resultados obtenidos a situaciones reales de juego.

REFERENCIAS

- ABERNETHY, B. (1987). Selective attention in fast ball sports II: Expert-Novices differences. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 19, 7-16.
- ABERNETHY, B. (1990). Anticipation in squash: Differences in advances cue utilization between expert and novice players. *Journal of Sport Sciences*, 8, 17-34.
- ABERNETHY, B. (1996). Training the visual-perceptual skills of athletes. Insights from the study of motor expertise. *The American Journal of Sports Medicine*, 24 (6), S89-92.

- ABERNETHY, B., Y RUSSELL, D.G. (1987). The relationship between expertise and visual search strategies in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6, 283-319.
- ABERNETHY, B., GILL, D.P., PARKS, S.L., Y PACKER, S.T. (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, 30, 233-252.
- ABERNETHY, B., NEAL, R.J. Y KONING, P. (1994). Visual-perceptual and cognitive differences between expert, intermediate, and novice snooker players. *Applied Cognitive Psychology*, 8, 185-211.
- ABERNETHY, B., THOMAS, K.T., Y THOMAS, J.T. (1993). Strategies for improving understanding of motor expertise (or mistakes we have made and things we have learned!). En J.L. Starkes y F.Allard (Eds.), *Cognitive Issues in Motor Expertise* (pp. 317-356). Amsterdam: Elsevier Science.
- ABERNETHY, B., WOOD, J.M., Y PARKS, S. (1999). Can anticipatory skills of experts be learned by novices? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 70 (3), 313-318.
- ADOLPHE, R.M., VICKERS, J.N., Y LAPLANTE, G. (1997). The effects of training visual attention on gaze behaviour and accuracy: A pilot study. *International Journal of Sports Vision*, 4 (1), 28-33.
- AL-ABOOD, S.A., BENNETT, S.J., MORENO, F., ASHFORD, D., Y DAVIDS, K. (2002). Effect of verbal instructions and image size on visual search strategies in basketball free throw shooting. *Journal of Sport Sciences*, 20, 271-278.
- ALAIN, C., Y PROTEAU, L. (1978). Etude des variables au traitement de l'information en sports de raquette. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 3, 27-35.
- ALAIN, C., Y SARRAZIN, C. (1990). Study of decision-making in squash competition: A computer simulation approach. *Canadian Journal of Sport Science*, 15 (3), 193-200.
- ALAIN, C., SARRAZIN, C., Y LACOMBE, D. (1986). The use of subjective expected values in decision making in sport. En D.M. Landers (Ed.), *Sport and elite performers*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- ANDO, S., KIDA, N., Y ODA, S. (2001) Central and peripheral visual reaction time of soccer players and nonathletes. *Perceptual and Motor Skills*, 92, 786-794.
- ÁVILA, F. (2002). *Las estrategias de búsqueda visual y la localización de la atención desarrolladas por los entrenadores de tenis durante un proceso de detección de errores de la ejecución: Aplicación al saque de tenis*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.
- ÁVILA, F., Y MORENO, F.J. (2003). Visual search strategies elaborated by tennis coaches during execution error detection process. *Journal of Human Movement Studies*, 44, 209-224.
- BAKER, J., CÔTÉ, J., Y ABERNETHY, B. (2003). Learning from the experts: practice activities of expert decision makers in sport. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74 (3), 342-347.
- BOURGEAUD, P., Y ABERNETHY, B. (1987). Skilled perception in volleyball defense. *Journal of Sport Psychology*, 9, 400-406.

- CHAMBERLAIN, C.J., Y COELHO, A. J. (1993). The perceptual side of action: Decision-making in sport. En J.L. Starkes y F.Allard (Eds.), *Cognitive Issues in Motor Expertise* (pp. 135-157). Amsterdam: Elsevier Science.
- CHRISTENSEN, S. (1995). Is it trainable: Decision-making in team sports. *Decision-making and sports performance workshop* (pp. 37-44). Canberra: Australian Sports Commission.
- CUTTING, J.E. (1978). Generation of synthetic male and female walkers through manipulation of a biomechanical invariant. *Perception*, 7, 393-405.
- FARROW, D., Y ABERNETHY, B. (2002). Can anticipatory skills be learned through implicit video-based perceptual training? *Journal of Sport Sciences*, 20, 471-485.
- FARROW, D., CHIVERS, P., HARDINGHAM, C., Y SACHSE, S. (1998). The effect of video-based perceptual training on the tennis return serve. *International Journal of Sport Psychology*, 29, 231-242.
- HAYASHIBE, K. (2002). Apparent distance in actual, three-dimensional video-recorded, and virtual reality. *Perceptual and Motor Skills*, 95, 573-582.
- HERNÁNDEZ, E. (2005). *Efectos de la aplicación de un sistema automatizado de proyección de preíndices en la mejora de la efectividad de la acción de bloqueo en voleibol*. Tesis Doctoral: Universidad de Granada.
- HOUSNER, L.D., Y FRENCH, K.E. (1994). Future directions for research on expertise in learning, performance, and instruction in sport and physical activity. *Quest*, 4, 241-246.
- ISAACS, L.D., Y FINCH, A.E. (1983). Anticipatory timing of beginners and intermediate tennis players. *Perceptual and Motor Skills*, 57, 451-454.
- JANELLE, C.M., SINGER, R.N. Y WILLIAMS, A.M. (1999). External distraction and attentional narrowing: Visual search evidence. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 21, 70-91.
- JOHANSSON, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception and Psychophysics*, 14, 201-211.
- KAISER, M.K., Y MOWAFY, L. (1993). Optical specification of time-to-passage: Observer's sensitivity to global tau. *Journal of Experimental Psychology*, 19, 1028-1040.
- KIOUMOURTZOGLU, E., KOURTESSIS, T., MICHALOPOULOU, M. Y DERRI, V. (1998). Differences in several perceptual abilities between expert and novices in basketball, volleyball and water-polo. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 899-912.
- LIDOR, R., ARGOV, E., Y DANIEL, S. (1998). An exploratory study of perceptual-motor abilities of women: Novice and skilled players of team handball. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 279-288.
- LOGAN, G.D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, 95, 492-527.
- LUHTANEN, P., BLOMQUIST, M., KESKINEN, E., BROWN, E., Y VALOVIRTA, E. (2004). Development and validation of a video based game understanding test in youth soccer. *Journal of Human Movement Studies*, 47, 47-60.
- LUM, J., ENNS, J.T. Y PRATT, J. (2002). Visual orienting in college athlete: Explorations of athlete type and gender. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 73 (2), 156-167.

- MACMAHON, C., Y STE MARIE, D. (2002). Decision-making by experienced rugby referees: Use of perceptual information and episodic memory. *Perceptual and Motor Skills*, 95, 570-572.
- MCMORRIS, T., Y HAUXWELL, B. (1997). Improving anticipation of soccer goalkeepers using video observation. En T. Reilly, J. Bangsbo y M. Hughes (Eds.), *Science and football III* (pp. 290-294). London: E & FN Spon.
- MEAD, T.P., Y DROWATZKY, J.N. (1997). Interdependence of vision and audition among inexperienced and experienced tennis players. *Perceptual and Motor Skills*, 85, 163-166.
- MORAN, A. (2004). *Sport and exercise psychology: A critical introduction*. London: Routledge/Psychology Press.
- MORENO, F.J., OÑA, A., Y MARTÍNEZ, M. (2002). Computerized simulation as a means of improving anticipation strategies and training in the use of the return in tennis. *Journal of Human Movement Studies*, 42, 31-41.
- MORENO, F.J., OÑA, A., MARTÍNEZ, M., Y GARCÍA, F. (1998). Un sistema de simulación como alternativa en el entrenamiento de habilidades deportivas abiertas. *Motricidad*, 4, 75-95.
- MORENO, F.J., REINA, R., LUIS, V., DAMAS, J.S., Y SABIDO, R. (2003). Desarrollo de un sistema tecnológico para el registro del comportamiento de jugadores de tenis y tenis en silla de ruedas en situaciones de respuesta de reacción. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 10, 165-190.
- NAGANO, T., KATO, T., Y FUKUDA, T. (2004). Visual search strategies of soccer players in one-on-one defensive situations on the field. *Perceptual and Motor Skills*, 99, 968-974.
- NEISSER, U.N. (1967). *Cognitive Psychology*. New York: Appleton Press.
- POLLICK, F.E., FIDOPASTIS, C., Y BRADEN, V. (2001). Recognising the style of spatially exaggerated tennis serves. *Perception*, 30, 323-338.
- PROTEAU, L., LEVESQUE, L., LAURENCELLE, L., Y GIROUARD, Y. (1989). Decision making in sport: The effect of stimulus-response probability on the performance of a coincidence-anticipation task. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60 (1), 66-76.
- REINA, R. (2004). *Análisis del comportamiento visual y motor de reacción de jugadores de tenis y tenis en silla de ruedas en el resto al servicio*. Tesis Doctoral: Universidad de Extremadura.
- REINA, R., LUIS, V., SANZ, D., Y MORENO, F. J. (2004). Influencia del tamaño de la imagen sobre las estrategias de búsqueda visual en situación simulada del resto en tenis. *Revista de Psicología del Deporte*, 13 (2), 175-193.
- REINA, R., MORENO, F.J., SANZ, D., Y LUIS, V. (2004). Effect of seated/biped opponents and differences between experienced and novice wheelchair tennis players. *Medicine and Science in Tennis*, 9 (1), 12-13.
- RIPOLL, H. (1991). The understanding-acting process in sport: the relationship between the semantic and the sensorimotor visual function. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 221-243.

- RIPOLL, H., KERLIRZIN, Y., STEIN, J.F., Y REINE, B. (1995) Analysis of information processing,, decision making, and visual strategies in complex problem solving sport situations. *Human Movement Science*, 14, 325-349.
- SALMELA, J.H., Y FIORITO, P. (1979). Visual cues in ice hockey goal tending. *Canadian Journal of Applied Sport Sciences*, 4, 56-59.
- 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 Sport Sciences*, 20, 279-287.
- SCHIFF, E., Y OLDAK, R. (1990). Accuracy of judging time-to-arrival: Effects of modality, trajectory, and gender. *Journal of Experimental Psychology*, 16, 303-316.
- SCHWEIZER, K. (1998). Visual search, reaction time, and cognitive ability. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 79-84.
- SHERMAN, A. (1980). Overview of research information regarding vision and sports. *Journal of the American Optometric Association*, 51, 61-66.
- SHIM, J., CHOW, J.W., CARLTON, L.G., Y CHAE, W. (2005). The use of anticipatory visual cues for highly skilled tennis players. *Journal of Motor Behavior*, 37 (2), 164-175.
- SINGER, R.N. (1980). *Motor learning and human performance: An application to motor skills and movement behaviors*. New York: Macmillan.
- 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 (3), 290-296.
- STARKES, J.L., Y LINDLEY, S. (1994). Can we hasten expertise by video simulations? *Quest*, 46, 211-222.
- TAKEUCHI, T. (1993). Auditory information in playing tennis. *Perceptual and Motor Skills*, 76, 1323-1328.
- TRESILIAN, J.R. (1995). Perceptual and cognitive processes in time-to-contact estimation: Analysis of prediction-motion and relative judgement tasks. *Perception and Psychophysics*, 57, 231-245.
- WILLIAMS, A.M., Y BURWITZ, L. (1993). Advance cue utilization in soccer. En T. Reilly, J. Clarys y A. Stibbe (Eds.), *Science and football II* (pp. 239-243). London: E & FN Spon.
- WILLIAMS, A.M., DAVIDS, K., Y WILLIAMS, J. G. (1999a). *Visual perception and action in sport*. London: E & FN Spon.
- WILLIAMS, A.M., SWARBICK, L.C., GRANT, A., Y WEIGELT, C. (1999b). Visual search strategy, recall ability, and expertise in field hockey. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 21, S123.
- WILLIAMS, A.M., WARD, P., Y CHAPMAN, C. (2003). Training perceptual skills in field hockey: is there transfer from the laboratory to the field? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74 (1), 98-103.

