

Revista Latinoamericana de Psicología

www.elsevier.es/rlp



ORIGINAL

Diferencias en el comportamiento visual y motor de tenistas en laboratorio y en pista de tenis

Vicente Luis del Campo^{a,*}, Raúl Reina Vaíllo^b, Rafael Sabido Solana^b
y Francisco Javier Moreno Hernández^b

^aLaboratorio de Aprendizaje y Control Motor, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Extremadura, Badajoz, España

^bCentro de Investigación del Deporte, Facultad Universidad Miguel Hernández, Elche, Alicante, España

Recibido el 5 de marzo de 2012; aceptado el 18 de julio de 2014

PALABRAS CLAVE

Comportamiento visual y motor;
Precisión de respuesta;
Dimensión imagen;
Laboratorio;
Pista de tenis

Resumen

El estudio compara el comportamiento visual y motor de 40 tenistas noveles en laboratorio (2D) y en pista de tenis (3D) cuando visualizan una secuencia de *passing-shots* ejecutada por un oponente experto desde el fondo de la pista. Los tenistas deben responder rápida y precisamente mediante un armado de volea de derecha o de revés según la dirección del golpeo. Para el registro del comportamiento visual, se utiliza el sistema tecnológico ASL SE 5000, mientras que para el comportamiento motor, se adapta un sistema tecnológico para el entrenamiento de las habilidades motoras abiertas. Las variables dependientes son: el tiempo de fijación visual en cada localización corporal o espacial; el tiempo de reacción y de movimiento, tiempo de respuesta (o suma de las dos variables anteriores), y eficacia de la respuesta. Los resultados evidencian que la muestra de tenistas noveles se fija más en la zona central del cuerpo del oponente (tronco, cadera) y son más rápidos en 2D. En cambio, en 3D se fijan más en la zona superior del oponente (cabeza, hombros). Por lo tanto, los tenistas desarrollan un comportamiento visual y motor diferenciado según perciban el movimiento del oponente de forma videoproyectada o en pista de tenis. Se recomienda diseñar tareas representativas en laboratorio que ofrezcan a los deportistas procesos de percepción y de acción similares a situaciones reales de competición.

© 2015, Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: viluca@unex.es (V. Luis del Campo).

KEYWORDS

Visual and motor behavior;
Response accuracy;
Dimensionality image;
Laboratory;
Tennis court

Visual and motor behavior of tennis players in laboratory versus on tennis-court**Abstract**

This study addresses the visual and motor behavior, and success rate, of 40 novice tennis players in a laboratory setting and an on-court situation when viewing a passing-shots rally performed by an expert tennis player located at the back line of the court. The tennis players had to move fast and quickly through forehand or backhand volleys. Visual search strategies were recorded with an ASL SE5000 eye tracking system, and a computerized system was used to analyze the time parameters of the motor response. The dependent variables are the time of visual fixation on the corporal or spatial locations, reaction and movement times, response time (or the sum of the two variables), and success rate of the responses. The results show that the sample of novice players were faster in 2D and fixed more time on the central area of the opponent body (e.g., trunk, hip). Thus, novice players fixed more on the upper body of the opponent (e.g., head, shoulders) in 3D. Therefore, tennis players develop a differentiated visual and motor behavior according to the way they perceive the opponent's movement, whether in a video projection or on the tennis court. It is recommended to carry out representative tasks in the laboratory to provide perceptive and motor processes similar to real situations.

© 2015, Konrad Lorenz University Foundation. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons CC BY-NC ND Licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Apenas existen estudios científicos en el deporte que hayan comparado explícitamente las diferencias en el rendimiento deportivo cuando se percibe una secuencia deportiva simulada en laboratorio (a través de videoproyección) o de forma natural en situación real (Dicks, Davids & Button, 2009; Mann, Williams, Ward & Janelle, 2007), a pesar de que el diseño de tareas empíricas y sus condicionantes sea un tema importante para la psicología experimental (Dharmi, Hertwig & Hoffrage, 2004; Hammond & Stewart, 2001).

Entre las evidencias previas que apuntan a diferencias en el rendimiento de deportistas entre ambos entornos de investigación, destacan el metanálisis de Mann et al. (2007), quienes concluyen que el tipo de estímulo presentado (i.e., imagen real: 3D o videoproyectada: 2D) es una variable moderadora entre el nivel deportivo y la destreza perceptivo-cognitiva. Otros estudios —como el de Moreno, Ávila, Reina y Luis (2006) en entrenadores de tenis; Reina, Moreno, Sanz, Damas y Luis (2006) en tenistas de pie y en silla— han confirmado diferencias en las estrategias de búsqueda visual según la dimensionalidad de la imagen proyectada. También, Dicks, Button y Davids (2010) encuentran diferencias en el comportamiento visual y motor en porteros de fútbol cuando perciben los penaltis en 2D o 3D.

Específicamente, la investigación del comportamiento visual y motor de deportistas en situación de laboratorio ha pasado por varias fases y su evolución ha sido paralela al desarrollo tecnológico. Así, en los comienzos se realizaban trabajos donde se presentaban imágenes estáticas que hacían referencia a secuencias deportivas dinámicas (Bourgeois & Abernethy, 1987; Johansson, 1973). Posteriormente, los deportistas percibían secuencias deportivas que simulaban las condiciones de estímulo reales y exigían a los propios deportistas respuestas motrices específicas (Helsen & Starkes, 1999; Williams & Davids, 1998). Por último, los avances tecnológicos posibilitaron el estudio de las estrate-

gias de búsqueda visual en situación real de juego, así como el desarrollo de la anticipación (Reina, Moreno & Sanz, 2007; Singer et al., 1998; Williams, Singer & Weigelt, 1998).

Sin embargo, a pesar de estos avances tecnológicos (Craig et al., 2009; Farrow & Abernethy, 2003; para una revisión, véase Miles, Pop, Watt, Lawrence & John, 2012) y de las posibilidades que ofrece la realidad virtual en el deporte respecto al conocimiento que las variables ópticas podrían tener como guía de la acción (Craig, 2014), existen reservas en la utilización de entornos simulados como lugar de evaluación del deportista. La razón fundamental es que tienden a eliminar el efecto de la destreza deportiva (i.e., encontrar diferencias en el rendimiento entre deportistas expertos y noveles; véase Dicks et al., 2010; Mann et al., 2007; Travassos et al., 2013) mediante el uso de metodologías simplificadas de análisis del comportamiento (van der Kamp, Rivas, van Door & Savelsbergh, 2008) en aras de un mayor control experimental (Araújo, Davids & Passos, 2007).

El resultado es una peor predicción de las características espaciotemporales del vuelo de la pelota (Féry & Crognier, 2001) y percepción de los índices contextuales en videos de corta duración (Williams, Ward, Knowles & Smeeton, 2002), así como un desacople de los procesos motores a los perceptivos (Farrow & Abernethy, 2002). Además, la falta de proyecciones egocéntricas dinámicas (i.e., desde la propia perspectiva del deportista) podría condicionar el tipo de información recogida del entorno (Craig, 2014; van der Kamp et al., 2008; van Doorn, van der Kamp & Savelsbergh, 2007) según se tratase de tareas orientadas a la percepción de objetos (i.e., predominio del sistema ventral; e.g., juzgar un movimiento) frente a otras orientadas a la percepción y acción (i.e., predominio del sistema dorsal; e.g., interceptar una pelota en tenis).

El desarrollo de patrones perceptivos diferenciados en 2D y 3D podría además estar condicionado por otros aspectos

más concretos, por ejemplo, las dificultades que tienen las proyecciones audiovisuales en incluir aspectos como la motivación, la ansiedad, la emoción o las limitaciones temporales de muchas acciones deportivas (Abernethy, 1987). También, la pérdida de nitidez de ciertos elementos de la escena deportiva, reducción del campo visual, pérdida de resolución en la escena, medición de respuestas motrices asociadas poco realistas (Abernethy, Gill, Parks & Packer, 2001), tamaño de la imagen presentada (Al-Abood, Bennett, Moreno, Ashford & Davids, 2002; Reina, Luis, Moreno & Sanz, 2004) o incluso la pérdida de información estroboscópica (i.e., índices de profundidad) en los objetos video-proyectados (Hayashibe, 2002) podrían derivar en estrategias de búsqueda visual específicas a cada entorno de investigación.

Para evitar estas diferencias de rendimiento deportivo entre un entorno simulado y uno real de investigación, se recomienda que el laboratorio incorpore diseños representativos (Brunswick, 1955), representatividad en las tareas (Travassos et al., 2013) o diseños de aprendizaje representativos de la tarea (Araújo, Davids & Hristovski., 2006; Araújo et al., 2007; Davids, Button, Araújo, Renshaw & Hristovski, 2006; Pinder, Davids, Renshaw & Araújo, 2011) centrados en la selección y manipulación de los *constraints* de la tarea y la exploración de *affordances* del entorno deportivo. La idea es conseguir un entorno simulado de investigación que preserve la especificidad de la tarea, la relación entre deportista y entorno y el acople entre procesos perceptivos y motores (Mann, Dick, Cañal-Bruland & van der Kamp, 2013) y favorezca de este modo la aparición de movimientos y acciones naturales en los deportistas.

Para ello, los entornos simulados deberían introducir: *a)* grandes pantallas de simulación que exijan a los deportistas mover cabeza, ojos y segmentos corporales e interactuar con objetos y deportistas (Psokta, 1995); *b)* limitaciones temporales en la observación de las acciones del oponente (Helsen & Pauwels, 1993; Singer, Cauraugh, Chen, Steinberg & Frehlich, 1996; Williams, Davids, Burwitz & Williams, 1994), y *c)* emplear tareas complejas en las que una cantidad considerable de información presentada deba procesarse en un tiempo determinado (Savelsbergh, Williams, van der Kamp & Ward, 2002) a fin de acercar las condiciones de estímulo y respuesta del laboratorio a las presentes en situaciones reales de juego y competición.

Por otra parte, Castel, Pratt y Drummond (2005) concluyen que la visualización de situaciones de juego mediante el video y su posterior análisis permite a los deportistas mejorar los valores de respuesta inhibiendo la atención en los estímulos pasados y mejorando la compatibilidad entre los estímulos y las respuestas asociadas.

Sin embargo, el entorno simulado solo será útil en la mejora del rendimiento deportivo de los deportistas cuando estos sean capaces de establecer relaciones entre los índices visuales relevantes y el comportamiento motor posterior (Farrow, Chivers, Hardingham & Sachse, 1998) a través de un proceso de instrucción y administración de *feedback* que conduzca a aumentar el conocimiento en la tarea (Janelle, Champenoy, Coombes & Mousseau, 2003; Williams & Ward, 2003; Williams et al., 2002). En todo caso, Williams, Davids y Williams (1999) señalan la necesidad de complementar estos estudios de laboratorio con mediciones en si-

tuaciones reales de juego para contrastar los resultados de ambas situaciones, dada la falta de evidencia empírica sólida en la transferencia de aprendizajes con proyección de video a entornos naturales (Adolphe, Vickers & Laplante, 1997; Scott, Scott & Howe, 1998).

En esta línea, la presente investigación analiza la influencia que percibir una secuencia deportiva en tenis simulada en laboratorio (2D) o en situación real de juego (3D) tiene en las estrategias de búsqueda visual, así como la capacidad y la precisión en la respuesta de una muestra de tenistas noveles y en la situación de investigación de aproximación a red en tenis para ganar el punto en la volea.

Sugerimos que la muestra de tenistas noveles desarrollará estrategias de búsqueda visual diferentes según la dimensionalidad (2D-3D) con que perciba el movimiento del oponente, debido a la diferente complejidad de estímulos del entorno simulado de laboratorio y el real de pista. Además los tenistas, debido a su baja destreza perceptiva, tendrán peores tiempo y precisión de respuesta en pista de tenis, ya que mostrarán mayor dificultad para usar esta información visual relevante (i.e., vincular la información percibida y el resultado de la acción) en situaciones reales de juego. En concreto, su falta de experiencia y conocimiento dificultará la percepción de *affordances* presentes en la pista de tenis y su adaptación motriz a la tarea.

Método

Participantes

La muestra estaba formada por 40 deportistas jóvenes universitarios (24 hombres y 16 mujeres) con una media de edad de 20.2 años ($s = 1.71$). Todos los participantes, antes de comenzar la investigación, habían completado un curso teórico-práctico de iniciación al tenis de 60 h. Ninguno de ellos tenía experiencia previa en competición de tenis. Así, los 40 tenistas noveles realizaron un test en laboratorio (2D) y otro en pista de tenis (3D) para evaluar su capacidad de respuesta y precisión en la tarea. El orden de aplicación del test fue contrabalancedo en la muestra de forma que la mitad de los participantes realizaron el orden 2D-3D y la otra mitad, el orden 3D-2D. Todos participaron voluntariamente en la investigación y se obtuvo informe de consentimiento de los mismos participantes de acuerdo con las normas éticas de la universidad.

Material

Para el análisis de las estrategias de búsqueda visual, se utilizó el sistema tecnológico de seguimiento de la mirada ASL SE5000 (Applied Sciences Laboratories®), que permite registrar en tiempo real y objetivamente el conjunto de fijaciones visuales; concretamente su número, tiempo y localización. La determinación de la fijación visual en dicho sistema monocular se basa en la determinación de los umbrales de la pupila y reflexión corneal; junto con una pequeña cámara de video acoplada en su lateral izquierdo, permite grabar de manera integrada una película que contiene el punto de fijación visual y la escena deportiva visualizada.

El concepto de fijación visual se entiende como el tiempo que transcurre entre dos movimientos sacádicos, en el que el globo ocular se detiene para fijar en fovea la zona de la imagen que más interesa (Moreno, Ávila & Damas, 2001), el tiempo mínimo de fijación visual es de 100 ms (Williams et al., 1999) y el arco visual, 3° (Navia, Ruíz, Avilés, Graupera & van der Kamp, 2010). El análisis del comportamiento visual se realizó con un video (Panasonic NV-HS1000ECP) a una frecuencia de 50 cuadros por segundo. Por lo tanto, para considerar la fijación visual en el estudio se requiere un mínimo de cinco fotogramas centrando la visión en una misma localización espacial o corporal. No obstante, los valores de tiempo de fijación visual se expresan en porcentaje (%) del tiempo dedicado a fijar la visión en una localización concreta respecto del tiempo total observado en cada ensayo. La razón se encuentra en que el tiempo de cada fase, y por lo tanto el tiempo final de cada ensayo, es distinto de uno a otro.

Por lo tanto, las variables obtenidas del comportamiento visual son el porcentaje de tiempo que el participante dedica a cada localización visual. Se diferencian cuatro fases para tener un conocimiento más detallado del comportamiento visual: fase A, o tiempo que transcurre desde que la pelota sale de la máquina lanzapelotas hasta que aparece en el campo visual del participante; fase B, o tiempo que transcurre desde que la pelota aparece en el campo visual del participante hasta que bota en el suelo; fase C, o tiempo que transcurre desde que la pelota bota en el suelo hasta que el tenista oponente golpea la pelota con su raqueta; y fase D, o tiempo que transcurre desde que el tenista oponente golpea la pelota hasta que la pelota desaparece de nuevo del campo visual del participante.

Para el análisis del comportamiento visual, se establece un conjunto de localizaciones visuales sobre determinados segmentos corporales o zonas espaciales, de las que resultan las siguientes localizaciones agrupadas: miembro ejecutor (MEJ), formado por las localizaciones brazo ejecutor y mano-raqueta; bola (BL), formado por la zona de impacto y trayectoria de la pelota; miembro superior (MSUP), formado por cabeza, hombros y brazo auxiliar; zona intermedia (INTER), formada por tronco y cadera, y miembro inferior (MINF), formado por la pierna del brazo ejecutor y pierna del brazo auxiliar. Se decide realizar un análisis de categorías agrupadas a fin de obtener una interpretación más comprensiva y no tan analítica del comportamiento visual.

Para registrar los parámetros temporales del tiempo de respuesta y la precisión en la tarea, se utilizó una modificación del sistema tecnológico generado por Moreno, Reina, Luis, Damas y Sabido (2003) para el entrenamiento de habilidades deportivas abiertas. Dicho sistema incorpora un micrófono y un receptor inalámbrico, así como un interruptor de sonido (Lafayette 63040°C) que permite recoger el momento de golpeo del tenista oponente con la pelota (T1). De igual modo, mediante un sensor de contacto ubicado delante del participante, el sistema detecta el momento en que el participante experimental inicia su movimiento (T2) y el final de este (T3) mediante sensores de contacto ubicados en el interior de dos plataformas circulares situadas en sus laterales. Todas estas señales están conectadas a una computadora portátil, que contiene un *software* específico para el registro de la respuesta motriz.

Las variables dependientes a medir son el tiempo de reacción ($TR = T2 - T1$) o tiempo que transcurre desde que el tenista oponente golpea la pelota y el participante levanta la mano del sensor colocado delante de él; tiempo de movimiento ($TM = T3 - T2$) o tiempo desde que el participante levanta la mano del sensor de delante y golpea uno de los laterales, y tiempo de respuesta motriz ($TRM = T3 - T1$) o suma de los dos tiempos anteriores, y la eficacia de la respuesta (EF), medida como el porcentaje de acierto en la dirección del golpeo o movimiento respecto al 100% de ensayos.

La filmación de la secuencia de golpes en pista de tenis, para su posterior proyección en laboratorio, se realizó con una videocámara digital (Sony DCR-TRV20E) a 12 m de la red. La acción de golpeo de aproximación a red por parte del participante fue simulada por una máquina lanzapelotas que las lanzaba a 70 km/h (Lobster 401 TOURNAMENT). Dicha máquina estaba situada a 9 m de la red y a 2 m de la línea central de servicio, hacia la derecha o la izquierda, según se tratara de un golpe de aproximación de derecha o de revés. Con esta situación, el tenista oponente debía realizar golpes paralelos y cruzados a las zonas señaladas en la pista.

Procedimiento

La tarea consistía en visualizar y responder de manera rápida y precisa a una secuencia de golpes de derecha y de revés realizada por un tenista experto (con más de 10 años de experiencia competitiva en torneos oficiales de tenis), situado en el fondo de la pista, que envía la pelota a uno de los dos laterales con *passing-shots* en dirección paralela o cruzada. El participante debía iniciar su movimiento de armado de volea de derecha o de revés justo en el momento en que conociera la dirección del *passing* realizado por el tenista oponente, y completarlo en el menor tiempo posible golpeando una de las plataformas de contacto creadas para tal efecto.

La secuencia de *passing-shots* en 2D se expuso en una pantalla de retroproyección de 5 × 3 m mediante un proyector LCD (Hitachi CP-S310W). El participante portando el sistema ASL SE5000 se situó frente a la pantalla, a 2.5 m de distancia. Estas medidas y distancias simulan la aproximación a red de un tenista en una situación real de partido, que se encuentra con una pelota a media pista que bota a 9 m de la red y decide, después de su ejecución, subir a la red para ganar el punto de volea, quedándose a 5 m de la red.

En 3D, el participante se situó a 5 m de la red. La misma máquina lanzapelotas, ubicada en igual posición que para la grabación de la secuencia de laboratorio, enviaba las pelotas al tenista oponente. Dicho tenista partía desde la intersección de línea central con la línea de fondo, y realizaba un desplazamiento de 3 m hacia el lateral de la pista, teniendo que realizar un *passing* a la zona de pista indicada. La disposición del instrumental de medida en 3D-2D se muestra en la figura 1. El test en 2D y 3D se compone de una secuencia de 24 golpes aleatorizados y proporcionales, tanto en dirección (i.e., paralelo o cruzado) como en tipo de golpe (i.e., derecha y revés). Entre ensayo y ensayo se dejaba una pausa de 10 s, a fin de prevenir la fatiga del tenista colaborador en 3D y asegurar que todo el instrumen-

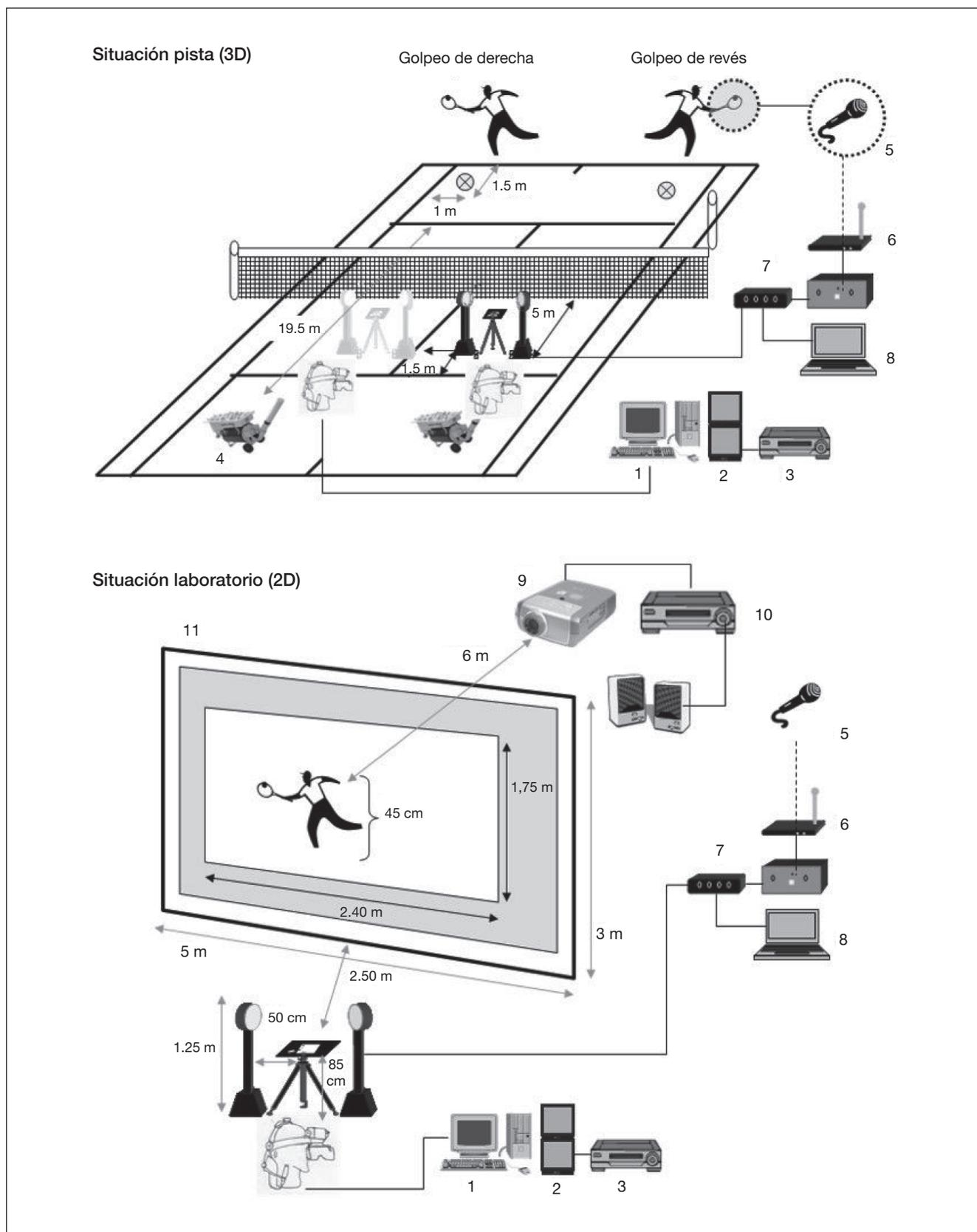


Figura 1. Disposición del instrumental de registro del comportamiento visual y motor en situación de pista de tenis y de laboratorio. 1: control SSM; 2: monitores SSM; 3: grabación SSM; 4: máquina lanzapelotas; 5: micrófono de golpeo; 6: receptor e interruptor sonoro; 7: conexión de periféricos TRM; 8: registro TRM; 9: proyector multimedia; 10: reproductor de video; 11: pantalla de retro-proyección.

tal estuviera preparado para el siguiente ensayo tanto en 2D como en 3D (e.g., recalibrar el sistema de seguimiento de la mirada y colocar el sistema de registro motor en caso necesario). Además, se controlaba que las condiciones de iluminación fueran iguales en todas las sesiones de 2D y también para el 3D a fin de evitar diferencias en los procesos de calibración y registro del comportamiento visual.

Análisis de resultados

En primer lugar, se realizan las prueba de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homogeneidad de varianza (Levene) para determinar la normalidad de los datos y la homogeneidad de su varianza. Se aplica un análisis paramétrico al conjunto de variables dependientes del estudio, realizando un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas para el factor intragrupo (dimensionalidad: 2D-3D), a fin de verificar si las variables dependientes del comportamiento visual y motor varían en función de la dimensionalidad de la imagen percibida. Los análisis del porcentaje de tiempo de fijación se realizaron independientemente de la fase del golpeo y según la fase del golpeo. Se requiere un α de Cronbach $< .05$ para todos los análisis, además de una estimación del tamaño del efecto en los ANOVA a través del estadístico eta al cuadrado parcial (η^2). El análisis estadístico se realizó con el paquete estadístico 18.0 SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

Resultados

Los participantes, independientemente de la fase en que se divide el golpeo, fijan más su visión en la zona INTER cuando visualizan el ensayo en situación 2D que en 3D. En concreto, el porcentaje de tiempo de fijación es el 6.68% ($s = 8.64$) en 2D y el 3.63% ($s = 6.07$) en 3D ($F(1,39) = 6.31$; $p < .05$; $\eta^2 = .09$). En cambio, en 3D fijan más su visión en la categoría MSUP con un 24.04% ($s = 17.66$) frente al 11.43% ($s = 10.87$) en 2D ($F(1,39) = 33.45$; $p < .001$; $\eta^2 = .34$).

Dividiendo el ensayo por fases, los resultados evidencian que los participantes muestran diferencias significativas en todas las fases (salvo fase C) en el porcentaje de tiempo de fijación. Durante la fase inicial o fase A es cuando más diferencias se encuentran, ya que en 2D los participantes fijan más su visión en las localizaciones MEJ y MINF, mientras que en 3D fijan más en MSUP. Así, el porcentaje de tiempo de fijación para MEJ es el 38.05% ($s = 28.36$) en 2D y el 19.25% ($s = 27.98$) en 3D ($F(1,39) = 21.16$; $p < .001$; $\eta^2 = .24$). Para el MINF, el porcentaje de tiempo es el 9.81% ($s = 19.56$) en 2D y el 2.50% ($s = 7.52$) en 3D ($F(1,39) = 8.48$; $p < .01$; $\eta^2 = .11$). Por último, para el MSUP, el porcentaje de tiempo de fijación alcanza el 55.27% ($s = 44.10$) en 3D frente al 18.02% ($s = 22.16$) en 2D ($F(1,39) = 40.43$; $p < .001$; $\eta^2 = .37$).

En fase B, los participantes fijaron significativamente más su visión en MSUP en 3D que en 2D. Así, el porcentaje de tiempo de fijación en fase B es el 14.30% ($s = 16.58$) en 2D y el 24.43% ($s = 27.10$) en 3D ($F(1,39) = 11.73$; $p < .01$; $\eta^2 = .15$). En cambio, los participantes fijaron más su visión en INTER en situación 2D que en 3D. El porcentaje de tiempo de fijación fue el 11.38% ($s = 16.43$) en 2D y el 4.35% ($s = 7.92$) en 3D ($F(1,39) = 11.76$; $p < .01$; $\eta^2 = .15$) (figura 2).

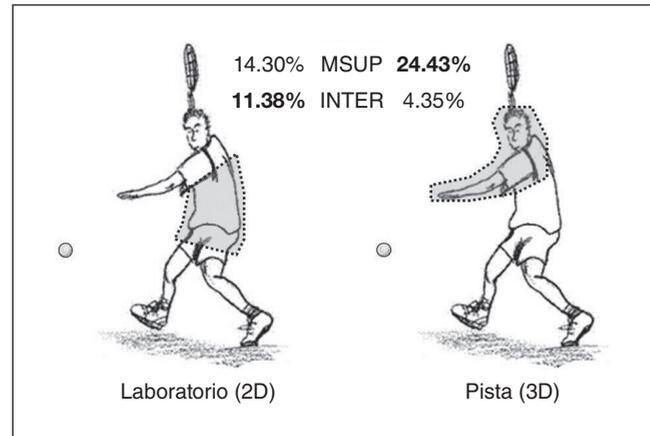


Figura 2. Comportamiento visual de los 40 participantes en situación simulada de laboratorio (2D) y en situación real en pista de tenis (3D), según localizaciones con diferencias en el tiempo de fijación visual durante fase B.

Durante la fase C, que es cuando el tenista oponente golpea la pelota, no existen diferencias en el porcentaje de tiempo de fijación en ninguna de las localizaciones o categorías agrupadas de análisis para la muestra de participantes. Sin embargo, vale la pena resaltar que la categoría BL sobresale del resto, tanto en 2D como en 3D, con un porcentaje de tiempo de fijación que alcanza el 72.95% ($s = 28.26$) en laboratorio y el 64.55% ($s = 34.34$) en pista de tenis. En la fase final o fase D, el porcentaje de tiempo de fijación en la categoría MEJ es superior en 3D, el 13.09% ($s = 25.82$) frente al 6.76% ($s = 19.29$) en 2D ($F(1,39) = 6.18$; $p < .05$; $\eta^2 = .08$).

Por último, se destaca que la bola es la localización espacial más importante en las fases A, B y C, con un creciente porcentaje de tiempo de fijación entre fases, tanto en 2D como en 3D. Así, en fase B son el 36.59% (2D) y el 33.57% (3D); en fase C, el 72.95% (2D) y el 64.95% (3D), y en fase D, el 76.69% (2D) y el 77.77% (3D).

En lo que respecta al comportamiento motor y la precisión en la respuesta, los participantes manifestaron menores TR, TM y TRM en 2D que en 3D (figura 3).

En 2D, el TR ($F(1,39) = 389.20$; $p < .001$; $\eta^2 = .74$) fue de 202.57 ms ($s = 48.27$), mientras que en 3D fue 320.31 ms ($s = 77.16$); el TM ($F(1,39) = 6.94$; $p < .01$; $\eta^2 = .04$) fue 173.68 ms en 2D ($s = 45.78$) y 182.89 ms ($s = 48.21$) en 3D; mientras que la TRM ($F(1,39) = 444.61$; $p < .001$; $\eta^2 = .76$) fue 377.19 ms ($s = 58.34$) en 2D y 501.66 ms ($s = 82.14$) en 3D. No existen diferencias significativas en la EF de la respuesta ($F(1,39) = 1.52$; $p = .219$; $\eta^2 = .01$), y en ambos entornos el porcentaje fue alto (e.g., en 2D, el 98.43% [$s = 7.22$]; en 3D, el 97.37% [$s = 8.15$]).

Discusión

Respecto al comportamiento visual

Los participantes han presentado una estrategia de búsqueda visual distinta según la dimensionalidad de la imagen

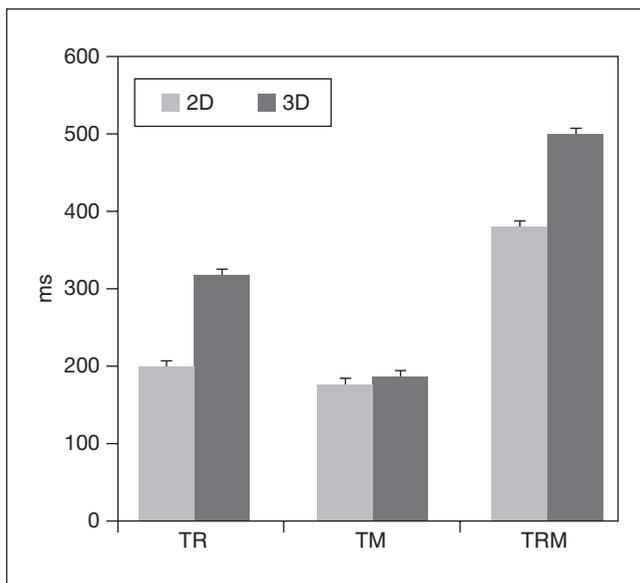


Figura 3. Valores de tiempo reacción (TR), tiempo movimiento (TM) y tiempo de respuesta motriz (TRM) en situación simulada de laboratorio (2D) y en situación real de juego en pista de tenis (3D).

percibida, ya que, en general, independientemente de la fase de análisis del ensayo, los participantes fijan más su visión, en situación simulada de laboratorio, en la zona intermedia que agrupa las localizaciones de tronco y cadera, mientras que en pista de tenis fijan más en el miembro superior, que agrupa las localizaciones de cabeza, hombros y brazo auxiliar. Es decir, en situación de laboratorio la localización de la fijación se ha dirigido más hacia la zona corporal central del oponente, mientras que en situación real de juego los participantes dedican más tiempo en fijar hacia localizaciones corporales superiores del oponente.

Estos resultados confirman la hipótesis de investigación relativa a que los tenistas desarrollan una estrategia visual diferenciada según se trate de entornos de investigación simulados o reales. Además, siguen la tendencia de estudios anteriores (Al-Abood et al., 2002; Dicks et al., 2010; Moreno et al., 2006; Reina et al., 2004; Reina et al., 2006) que encontraron patrones perceptivos distintos según sea la dimensionalidad con que se percibe el movimiento. Por lo tanto, el presente estudio aporta otra evidencia empírica más acerca de una elaboración diferenciada de estrategias de búsqueda visual, específicamente para el tiempo de fijación visual, según se perciba la tarea de forma videoproyectada o real. Este comportamiento visual diferenciado puede deberse a que ambos entornos, el simulado en laboratorio y el real en pista de tenis, poseen complejidades de estímulo distintas debido a la falta de profundidad de las imágenes videoproyectadas (Hayashibe, 2002) o a niveles de motivación, ansiedad y emoción inferiores en el caso de entornos simulados (Abernethy, 1987).

También, la escasa destreza perceptiva de los tenistas en la tarea, a diferencia de los expertos, que muestran una búsqueda más rápida de los estímulos relevantes y un mayor tiempo de fijación en ellos (Mann et al., 2007), impediría el desarrollo de un patrón perceptivo de eficacia en

cada entorno de investigación (e.g., los porteros de fútbol expertos aumentaron el tiempo de fijación en el balón conforme se aproximaba la condición de investigación a la realidad y, en cambio, aumentaron el tiempo de fijación en localizaciones corporales en situaciones de laboratorio; véase Dicks et al., 2010).

Cuando dicho análisis se realiza por fases, en tres de las cuatro fases (salvo fase C) del análisis del comportamiento visual, se encuentran diferencias en el porcentaje de tiempo de fijación dedicado a dichas localizaciones corporales. En concreto, la fase A (fase inicial) es la más sensible a la percepción de la imagen en dos o tres dimensiones, ya que obtiene mayor número de localizaciones con diferencias en su porcentaje de tiempo de fijación. Esta variabilidad en el comportamiento visual podría deberse a que los participantes, al comienzo de cada ensayo, realizan un barrido visual diferenciado según la dimensión de la escena presentada, en búsqueda de la localización espacial o corporal que permita localizar los índices visuales relevantes en cada entorno de estímulo.

Durante la fase B, de nuevo en situación de pista de tenis, los participantes siguen obteniendo un mayor porcentaje de tiempo de fijación en el miembro superior, lo que refuerza la importancia de estos índices visuales durante la percepción real del juego. Por lo tanto, en situación real los participantes podrían percibir con más claridad el giro de la línea de hombros realizado por el tenista oponente durante su preparación del golpe, ya que es una información relevante para el participante a fin de detectar la dirección del *passing-shot* del oponente. Por este motivo, los participantes podrían fijar más su visión en dicha localización, ya que les puede resultar útil para diferenciar la dirección del golpeo rival.

Respecto a la fase C (i.e., fase donde el tenista oponente golpea la pelota), la categoría que sobresale del resto (tanto en 2D como en 3D) es la bola, pero sin diferencias significativas entre ambos entornos. Este comportamiento visual podría considerarse representativo de una muestra de deportistas noveles, puesto que su punto de fijación visual se orienta a obtener información de la trayectoria del vuelo de la pelota (e.g., posible lugar de caída de la pelota, velocidad, profundidad, efecto), pero no de las intencionalidades del oponente al no fijar su visión en localizaciones corporales concretas de aquel. Sin embargo, que la bola sea la localización espacial más importante en todas las fases (salvo fase A) resalta su papel como información egocéntrica (van der Kamp et al., 2008) al ser objeto de interceptación (Vickers, 2007). Su importancia en otras tareas interceptativas también se ha demostrada anteriormente (Salversbergh et al., 2002; McPherson & Vickers, 2004; Panchuk & Vickers, 2006).

Finalmente, destaca que las localizaciones corporales con mayor tiempo de fijación en laboratorio (i.e., MEJ, MINF en fase A; INTER en fase B) coinciden con las localizaciones que más detrimento generan en el rendimiento deportivo cuando estas son ocluidas (e.g., brazo-raqueta; véase Huys et al., 2009; Williams, Huys, Cañal-Bruland & Hagemann, 2009) o neutralizadas (como brazo-raqueta y tronco-piernas; véase Huys et al., 2009).

Respecto al comportamiento motor

Todos los parámetros temporales de la respuesta motriz son inferiores en situación de laboratorio que en pista de tenis.

Los resultados siguen la tendencia de Reina et al. (2006) en tenistas de pie y silla de ruedas y confirman la hipótesis de investigación de que los tenistas iniciarán antes su respuesta en situación de laboratorio, pero no que tendrán también mejor precisión de la respuesta, ya que ambos entornos de investigación consiguen porcentajes de eficacia en la respuesta muy similares (i.e., cercanos al 100% en ambos casos).

Entre las causas que pueden explicar este comportamiento, se encuentran que el laboratorio no haya conseguido generar igual grado de incertidumbre que la situación real (Abernethy, 1987) o que en esa situación simulada, al no haber una interacción real entre participante, tenista oponente y bola, el jugador que observa las acciones del oponente relativice o minimice el riesgo de su respuesta, y muestra una respuesta anticipatoria o un inicio de movimiento más temprano.

También, la falta de experiencia motriz en la tarea de los tenistas noveles limita su sensibilidad hacia las acciones percibidas (Hodges & Williams, 2007), pues la práctica física desarrolla conocimiento conceptual y perceptivo, que mejora el proceso de toma de decisiones (Poplu, Baratgin, Mavromatis & Ripoll, 2003). Esta falta de experiencia y conocimiento profundo de la situación de juego impide mostrar sus recursos perceptivos en situación real de pista (Abernethy et al., 2001) e impide mostrar una conducta anticipatoria a la acción del oponente por incapacidad para percibir la relación entre los índices posturales y el resultado de la acción (Williams, Ward, Smeeton & Allen, 2004).

Se encuentra evidencia empírica de la contribución de la destreza perceptiva a la anticipación de los deportistas en los estudios de Dicks et al. (2010) y Navia, van der Kamp y Ruíz (2013) en porteros de fútbol experimentados. Estos estudios concluyen que los porteros inician su movimiento en situaciones reales antes que en las de laboratorio y que, cuando perciben penaltis *in situ*, son capaces de explorar información situacional previa al golpeo para moverse antes en la dirección correcta del penalti respectivamente. También, Abernethy et al. (2001) demuestran que los jugadores de bádminton de mayor nivel son más precisos que los de menor nivel respecto al lugar de caída del volante en pista incluso en situaciones de máxima oclusión temporal. Incluso, Triolet, Benguigui, Le Runigo y Williams (2013) encuentran que los tenistas expertos, incluso presentando escaso comportamiento anticipatorio, son capaces de mostrar alta precisión de su respuesta cuando el inicio de su movimiento es muy anterior al golpeo de la pelota del oponente. Por este motivo, Féry y Crognier (2001) y Shim, Carlton, Chow y Chae (2005) concluyen que son los tenistas expertos quienes usan la información del movimiento del oponente para determinar la dirección del golpeo, además de usar esa información para reducir el tiempo de inicio de sus respuestas en pista de tenis.

Un condicionante de la tarea existente en pista de tenis, que podría explicar también los peores tiempos de reacción, movimiento y respuesta de los tenistas frente a situaciones videoproyectadas, es la falta de información relativa al tiempo de contacto con la pelota o *tau*. Esta variable óptica, definida por Gibson (1979) como propiedad invariable espaciotemporal en la relación entorno-deportista y que especifica el *timing* de la acción, no está presente en

situación real de pista, puesto que el golpe de aproximación a red no lo realiza el propio tenista, sino la máquina lanza-pelotas. Por lo tanto, a pesar de que en pista de tenis los tenistas disponen de información relativa a índices de profundidad (Hayashibe, 2002) y juicios absolutos y relativos sobre distancias (como la distancia entre tenista y pelota; para una revisión, véase Lambooi, IJsselsteijn, Fortuin & Heynderickx, 2009); el control experimental introducido (i.e., lanzar la pelotas con la máquina para evitar errores de ejecución de los tenistas noveles y asegurar al tenista oponente una dificultad de bola similar) ha derivado, por el contrario, a una situación de investigación simplificada (van der Kamp et al., 2008). Esta situación menos realista, pese a tratarse de deportistas de bajo nivel deportivo, podría haber influido negativamente en la percepción de las posibilidades de acción de los tenistas y retrasar el inicio de sus respuestas.

Por último, la mayor facilidad de los deportistas en establecer relaciones entre índices visuales relevantes y la respuesta asociada en entornos simulados (Farrow et al., 1998) y la mejora de la compatibilidad E-R (Castel et al., 2005) reduciría el foco de atención y la cantidad de información a procesar, lo que ayuda a los tenistas a responder antes en situaciones videoproyectadas.

En todo caso, estos mejores tiempos en la respuesta motriz en situación de videoproyección no se han visto acompañados de mejores porcentajes de eficacia en la respuesta (i.e., ambos entornos de investigación alcanzan valores cercanos al 100% de eficacia). Se propone que la diferencia de comportamiento motor entre entornos de investigación descansa en una estrategia visual diferenciada, pero no en una respuesta más precisa, ya que los tenistas noveles cuando responden en ambos entornos ya han percibido la suficiente información visual del entorno y del movimiento del oponente para generar una respuesta precisa a cada situación de investigación.

Por último, el porcentaje de eficacia en pista de tenis de los tenistas noveles es prácticamente idéntico al registrado por Triolet et al. (2013) con tenistas profesionales, tanto en su valor medio como en la ventana 4 (i.e., respuestas que se iniciaron 160 ms después del golpeo) de análisis del tiempo de respuesta relativa al golpeo del oponente. Esta precisión similar se debe a que la información tardía de la secuencia deportiva es fiable respecto a la dirección de la pelota, ya que incorpora información cinemática del movimiento del oponente, que los tenistas perciben y usan independientemente de su nivel deportivo.

Los resultados de este estudio concluyen que los participantes realizan una estrategia de búsqueda visual distinta en situación simulada de laboratorio respecto a una situación real en pista de tenis, ya que fijan la visión en diferentes localizaciones corporales y con distinta duración. Además, muestran que el comportamiento motor de dichos participantes es más efectivo en situación de laboratorio que en situación real, ya que todos los parámetros temporales de la respuesta han sido inferiores en la situación simulada de videoproyección. Los resultados son relevantes en tanto postulan que el entorno simulado de laboratorio y la pista de tenis son entornos de estímulo distintos, que modifican el comportamiento visual y motriz de tenistas noveles ante una tarea breve en decisión y ejecución, por lo

que habrá que complementar y valorar la información que se obtenga de ambos entornos de estímulo a fin de obtener una visión más completa y objetiva del rendimiento de dichos deportistas.

Se recomienda a entrenadores y técnicos deportivos diseñar bien la situación de investigación en que evaluar a los deportistas, ya que podrían acceder a recursos informativos diferentes (i.e., segmentos corporales distintos del movimiento del oponente o su posición en la pista) en función de la dimensionalidad con que se percibe la imagen. Como limitación del estudio, cabe destacar que el control experimental introducido en pista de tenis (i.e., realizar el golpe de aproximación a red con una máquina lanzapelotas) ha privado a los tenistas de percibir ciertas propiedades invariables del entorno deportivo (como la variable óptica *tau*) que podrían haber sido útiles en su relación y adaptación a la situación de pista. Como futuras líneas de investigación, sería interesante replicar este estudio con otros pupilómetros más ligeros e inalámbricos que permitan mayor libertad de movimientos (como desplazarse rápidamente para interceptar la pelota con el golpe de volea), a fin de introducir tareas más representativas del juego real. También, sería interesante aplicar este estudio a una muestra de tenistas expertos, capaces de golpear la bola con precisión al objetivo, a fin de conocer si la percepción de las variables ópticas influye positivamente en su mejor rendimiento en pista de tenis.

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., Gill, D.P., Parks, S.L., & Packer, S.T. (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, *30*, 233-252.
- Adolphe, R.M., Vickers, J.N., & Laplante, G. (1997). The effects of training visual attention on gaze behaviour and accuracy: A pilot study. *International Journal of Sports Vision*, *4*, 28-33.
- Al-Abood, S.A., Bennett, S.J., Hernandez, F.M., Ashford, D., & Davids, K. (2002). Effect of verbal instructions and image size on visual search strategies in basketball free throw shooting. *Journal Sports Sciences*, *20*, 271-278.
- Araújo, D., Davids, K., & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, *7*, 653-676.
- Araújo, D., Davids, K., & Passos, P. (2007). Ecological validity, representative design, and correspondence between task constraints and behavioral setting: Comments on Rogers, Kadar, and Costall (2005). *Ecological Psychology*, *19*, 69-78.
- Bourgeaud, P., & Abernethy, B. (1987). Skilled perception in volleyball defense. *Journal of Sport Psychology*, *9*, 400-406.
- Brunswik, E. (1955). Representative design and probabilistic theory in a functional psychology. *Psychological Review*, *62*, 236-242.
- Castel, A.D., Pratt, J., & Drummond, E. (2005). The effects of action video game experience on the time course of inhibition of return and the efficiency of visual search. *Acta Psychologica*, *119*, 217-230.
- Craig, C.M. (2014). Understanding perception and action in sport: how can virtual reality technology help? *Sport Technology*. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.1080/19346182.2013.855224>
- Craig, C.M., Goulon, C., Berton, E., Rao, G., Fernandez, L., & Bootsma, R.J. (2009). Optic variables used to judge future ball arrival position in expert and novice soccer players. *Attention, Perception & Psychophysics*, *71*, 515-522. doi:10.3758/APP.71.3.515
- Davids, K., Button, C., Araujo, D., Renshaw, I., & Hristovski, R. (2006). Movement models from sports provide representative task constraints for studying adaptive behavior in human movement systems. *Adaptive Behavior*, *14*, 73-95.
- Dhmi, M.K., Hertwig, R., & Hoffrage, U. (2004). The role of representative design in an ecological approach to cognition. *Psychological Bulletin*, *130*, 959-988. doi:10.1037/0033-2909.130.6.959
- Dicks, M., Button, C., & Davids, K. (2010). Examination of gaze behaviors under in situ and video simulation task constraints reveals differences in information pickup for perception and action. *Attention, Perception, and Psychophysics*, *72*, 706-720.
- Dicks, M., Davids, K., & Button, C. (2009). Representative task designs for the study of perception and action in sport. *International Journal of Sport Psychology*, *40*, 506-524.
- Farrow, D., & Abernethy, B. (2003). Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception*, *32*, 1127-1139. doi:10.1068/p3323
- Farrow, D., & Abernethy, B. (2002). Can anticipatory skills be learned through implicit video-based perceptual training? *Journal of Sports Sciences*, *20*, 471-485.
- Farrow, D., Chivers, P., Hardingham, C., & Sachse, S. (1998). The effect of video-based perceptual training on the tennis return of serve. *International Journal of Sport Psychology*, *29*, 231-242.
- Féry, Y., & Crognier, L. (2001). On tactical significance of games situations in anticipating ball trajectories in Tennis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *72*, 143-149.
- Gibson, J.J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hammond, K.R., & Stewart, T.R. (2001). *The essential Brunswik: Beginnings, explications, applications*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Hayashibe, K. (2002). Apparent distance in actual, three dimensional video-recorded, and virtual reality. *Perceptual and Motor Skills*, *95*, 573-582.
- Helsen, W., & Pauwels, J.M. (1993). The relationship between expertise and visual information processing in sport. En Starkes, J.L., & Allard, F. (Eds.). *Cognitive issues in motor expertise*. Amsterdam: Elsevier Science.
- Helsen, W., & Starkes, J. (1999). A multidimensional approach to skilled perception and performance in sport. *Applied Cognitive Psychology*, *13*, 1-27.
- Hodges, N.J., & Williams, A.M. (Eds.). (2007). Observational learning [Edición Especial]. *Journal of Sports Sciences*, *25*.
- Huys, R., Cañal-Bruland, R., Hagemann, N., Beek, P.J., Smeeton, N.J., & Williams, A.M. (2009). Global information pickup underpins anticipation of tennis shot direction. *Journal of Motor Behavior*, *41*, 158-170.
- Janelle, M., Champenoy, J.D., Coombes, S.A., & Mousseau, M.B. (2003). Mechanisms of attentional cueing during observational learning to facilitate motor skill acquisition. *Journal of Sports Sciences*, *21*, 825-838.
- Johansson, G. (1973). Visual perception of biological motion and a model for its analysis. *Perception and Psychophysics*, *14*, 201-211.
- Lambooj, M., IJsselsteijn, W., Fortuin, M., & Heynderickx, I. (2009). Visual discomfort and visual fatigue of stereoscopic displays: A review. *Journal of Imaging Science and Technology*, *53*, 30201-30214. doi:10.2352/J.ImagingSci.Technol.2009.53.3.030201E
- Mann, D., Dicks, M., Cañal-Bruland, R., & Van der Kamp, J. (2013). Neurophysiological studies may provide a misleading picture of how perceptual-motor interactions are coordinated. *i-Perception*, *4*, 78-80.

- Mann, D.T., Williams, A.M., Ward, P., & Janelle, C.M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29, 457-478.
- McPherson, S.L., & Vickers, J.N. (2004). Cognitive control in motor expertise. *International Journal of Sport & Exercise Psychology*, 2, 274-300.
- Miles, H.C., Pop, S.R., Watt, S.J., Lawrence, G.P., & John, N.W. (2012). A review of virtual environments for training in ball sports. *Computers & Graphics*, 36, 714-726.
- Moreno, F.J., Ávila, F., & Damas, J.S. (2001). El papel de la motilidad ocular extrínseca en el deporte. Aplicación a los deportes abiertos. *Motricidad*, 7, 75-94.
- Moreno, F.J., Ávila, F., Reina, R., & Luis, V. (2006). Análisis del comportamiento visual de entrenadores de tenis en situaciones de pista y video proyección. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 5, 29-41.
- Moreno, F.J., Reina, R., Luis, V., Damas, J.S., & 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*, 10, 165-190.
- Navia, J.A., Ruíz, L.M., Avilés, C., Graupera, J.L., & Van der Kamp, J. (2010). La mirada de los porteros de fútbol-sala ante diferentes tipos de respuesta motriz. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 9, 269-281.
- Navia, J.A., Van der Kamp, J., & Ruíz, L.M. (2013). On the use of situational and body information in goalkeeper actions during a soccer penalty kick. *International Journal of Sport Psychology*, 44, 234-251.
- Panchuk, D., & Vickers, J.N. (2006). Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints. *Human Movement Science*, 25, 733-752. doi:10.1016/j.humov.2006.07.001
- Pinder, R.A., Davids, K., Renshaw, I., & Araújo, D. (2011). Representative learning design and functionality of research and practice in sport. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 33, 146-155.
- Poplu, G., Baratgin, J., Mavromatis, S., & Ripoll, H. (2003). What kind of processes underlie decision making in soccer simulation? An implicit-memory investigation. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 1, 390-405.
- Psokta, J. (1995). Immersive training systems: Virtual reality and education and training. *Instructional Science*, 23, 405-431.
- Reina, R., Luis, V., Moreno, F.J., & Sanz, D. (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, 175-193.
- Reina, R., Moreno, F.J., & Sanz, D. (2007). Visual behavior and motor responses of novice and experienced wheelchair tennis players relative to the service return. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 24, 254-271.
- Reina, R., Moreno, F.J., Sanz, D., Damas, J.S., & Luis, V. (2006). 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. *Motricidad*, 16, 63-84.
- Savelsbergh, G.J.P., Williams, A.M., Van der Kamp, J., & Ward, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sport Sciences*, 20, 279-287.
- Scott, D., Scott, L.M., & Howe, B.L. (1998). Training anticipation for intermediate tennis players. *Behaviour Modification*, 22, 243-261.
- Shim, J., Carlton, L.G., Chow, J.W., & Chae, W.S. (2005). The use of anticipatory visual cues by highly skilled tennis players. *Journal Motor Behavior*, 37, 164-175.
- Singer, R.N., Cauraugh, J.H., Chen, D., Steinberg, G.M., & Frehlich, S.G. (1996). Visual search, anticipation, and reactive comparisons between highly-skilled and beginning tennis players. *Journal of Applied Sport Psychology*, 8, 9-26.
- Singer, R.N., Williams, A.M., Frehlich, S.G., Janelle, C.M., Radlo, S.J., Barba, D.A., & 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.
- Travassos, B., Araújo, D., Davids, K., O'Hara, K., Leitão, J., & Cortinhas, A. (2013). The effect of expertise on decision making in sport – A meta-analysis. *Psychology of Sport & Exercise*, 14, 211-219. doi: 10.1016/j.psychsport.2012.11.002
- Triolet, C., Benguigui, N., Le Runigo, C., & Williams, A.M. (2013). Quantifying the nature of anticipation in professional tennis. *Journal of Sports Sciences*. doi:10.1080/02640414.2012.759658
- Van der Kamp, J., Rivas, F., Van Doorn, H., & Savelsbergh, G.J.P. (2008). Ventral and dorsal contributions in visual anticipation in fast ball sports. *International Journal of Sport Psychology*, 39, 100-130.
- Van Doorn, H., Van der Kamp, J., & Savelsbergh, G.J.P. (2007). Grasping the Müller-Lyer illusion: The contributions of vision for perception and vision for action. *Neuropsychologia*, 45, 1939-1947. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.11.008
- Vickers, J.N. (2007). *Perception, cognition and decision training: The quiet eye in action*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Williams, A.M., & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 111-129.
- Williams, A.M., Davids, K., Burwitz, L., & Williams, J.G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 127-135.
- Williams, A.M., Davids, K., & Williams, J.G. (1999). *Visual perception and action in sport*. Londres: E y FN Spon.
- Williams, A.M., Huys, R., Cañal-Bruland, R., & Hagemann, R. (2009). The dynamical information underpinning anticipation skill. *Human Movement Science*, 28, 362-370. doi:10.1016/j.humov.2008.10.006
- Williams, A.M., Singer, R.N., & Weigelt, C. (1998). Visual search strategy in "live" on-court situations in tennis: An exploratory study. En Lees, A., Maynard, I., Hughes, M., & Reilly, T. (Eds.), *Science and Rackets II* (pp. 121-128). Londres: E & FN Spon.
- Williams, A.M., & Ward, P. (2003). Perceptual expertise: Development in sport. En Starkes, J.L., & Ericsson, K.A. (Eds.), *Expert performance in sports: Advances in research on sport expertise* (pp. 220-249). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Williams, A.M., Ward, P., Knowles, J.M., & Smeeton, N.J. (2002). Anticipation skill in a real-world task: measurement, training, and transfer in tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8, 259-279.
- Williams, A.M., Ward, P., Smeeton, S.J., & Allen, D. (2004). Developing anticipation skills in tennis using on-court. *Journal of Applied Sport Psychology*, 16, 350-360.