

La mirada de los porteros de fútbol-sala ante diferentes tipos de respuesta motriz

Futsal goalkeepers' gaze behavior with different type of motor response

José Antonio Navia

Universidad de Castilla La Mancha, España

Luis Miguel Ruiz

Universidad Politécnica de Madrid, España

José Luis Graupera Sanz

Universidad de Alcalá, España

John Van der Kamp

Institute of Human Performance, osniversity of Hong Kong, Hong Kong

Carlos Avilés

Universidad Complutense de Madrid

Resumen

En este estudio se exploró y analizó el comportamiento visual de un grupo de porteros expertos de fútbol sala con el objetivo de comprobar cómo el tipo de respuesta motriz solicitada influía en su comportamiento visual. Participaron 4 porteros a los que se les presentó un total de 48 clips de vídeo en una pantalla a tamaño real, bajo dos condiciones de respuesta: con movimiento de parada y sin movimiento de parada. Se registró su mirada con el pupilómetro ASL Mobile Eye durante dos condiciones de tiro de penalti. Se analizó la mirada en el intervalo de -250 a 205 ms en torno al disparo. Los resultados mostraron que cuando respondían con la acción habitual de parada, solo se encontraron fijaciones en la mitad de los casos, estas fijaciones eran de corta duración y localizadas principalmente en la zona del suelo justo enfrente del balón. Por el contrario, cuando se mantenían en posición estática, su mirada se dirigía hacia la zona entre el balón y la pierna de apoyo, empleando fijaciones de una duración más larga. Se puede concluir que el comportamiento visual fue diferente entre las dos condiciones como resultado de la adaptación a las demandas espacio-temporales específicas de cada condición, ya que el grado de movimiento en la respuesta solicitada tuvo influencia en el comportamiento visual asociado.

Palabras clave: comportamiento visual; portero; respuesta; penalti; fútbol-sala.

Abstract

This study explored and analyzed the visual behavior of a group of experts from futsal goalkeepers in order to check on if the type of requested motor response influenced their visual behavior. Four goalkeepers were presented with a total of 48 video clips on a real-size screen, under two response conditions: with and without movement. Gaze was recorded with the ASL Mobile Eye eyetracker, and was analyzed in the range of -250 to 205 ms around the penalty kick. The results showed that when responding with the usual stopping action, fixations were found only in the half of the cases, being of short duration, and localized mainly in the area of in front of the ball. By contrast, when held in a static position, their gaze was directed towards the area between the ball and the non-kicking leg, employing fixations of a longer duration. We conclude that the visual behavior was different between the two conditions as a result of adaptation to the specific spatio-temporal demands of each condition, since the degree of movement in the requested response influenced the associated visual behavior.

Key words: visual behaviour; goalkeeper; response; penalty; futsal.

Correspondencia/correspondence: Luis Miguel Ruiz Pérez
Universidad Politécnica de Madrid. C/ Martín Fierro nº 7, 28040, España
E-mail: luismiguel.ruiz@upm.es

Introducción

A lo largo de las últimas dos décadas analizar el comportamiento visual de los deportistas expertos ha tenido un gran protagonismo en la literatura científica (Abernethy, 1991; Vickers, 2007; Williams, Davids, y Williams, 1999). El estudio de los procesos perceptivos a través del análisis de la mirada ha perseguido fundamentalmente dos propósitos: por un lado, explicar el fenómeno perceptivo-motor subyacente al éxito, y por otro, aplicar los hallazgos para una mejora en el rendimiento de los deportistas (Lavalle, Kremer, Moran, y Williams, 2004). Especial atención han merecido las acciones de anticipación interceptiva bajo presión temporal y espacial, quizá por la propia dificultad que entrañan (Davids, Savelsbergh, Bennet, y Van der Kamp, 2002). Por ejemplo, en el penalti de fútbol sala, los porteros deben interceptar un balón que vuela en torno a 100 km/h desde una distancia de 6 metros (Navia, García, Avilés, y Ruiz, 2010).

En este contexto, diferentes estudios se han centrado en el comportamiento visual de los porteros de fútbol como una tarea que representa muy bien el reto perceptivo-motor inherente a este tipo de acciones (e.g., Franks y Harvey, 1997; Savelsbergh, Williams, Van der Kamp, y Ward, 2002; Williams y Burwitz, 1993), buscando descubrir cuáles son las estrategias visuales empleadas por los porteros expertos, por ejemplo, sus zonas preferentes de exploración en el momento del disparo y si estos hallazgos podrían ser enseñadas para mejorar el rendimiento.

Sin embargo, los resultados obtenidos sobre la estrategia visual *exitosa* no siempre han sido coincidentes. Uno de los primeros estudios sobre esta cuestión fue el realizado por Tyldesley, Bootsma, y Bomhoff (1982), quienes utilizando un pupilómetro y una respuesta restringida (presionar botones) comprobaron cómo los porteros en situación simulada de penalti localizaban su visión en la cadera y hombro derecho del tirador.

Otros estudios realizados mediante oclusión temporal y respuesta verbal o escrita, indicaron que los porteros se fijaban en mayor medida en la cadera del tirador (McMorris, Coperman, Corcoran, Saunders, y Potter, 1993; Williams y Burwitz, 1993). En otras investigaciones en las que se emplearon pupilometría y respuesta restringida (movimiento de un joystick), se encontró que los porteros anticipaban la dirección del tiro cuando su atención se centraba en torno a la pierna de apoyo (Franks y Harvey, 1997; Kim y Lee, 2006; Savelsbergh, Van der Kamp, Williams, y Ward, 2005; Savelsbergh y col., 2002), resaltando además, que los porteros expertos realizaban menos fijaciones y de mayor duración, un rasgo visual que ha caracterizado a los expertos en numerosos estudios (Mann, Williams, Ward, y Janelle, 2007).

En otro estudio de penalti llevado a cabo *in situ* con respuesta real, los porteros de hockey dirigían su mirada en cierta medida (25% del tiempo total de fijación) hacia una parte que, en principio, no contenía información específica sobre la tarea: el hielo (Panckuk y Vickers, 2006). Por último, Dicks, Button, y Davids (2010) demostraron cómo los porteros en la tarea real de penalti miraban exclusivamente en torno al balón en la fase de tiro, unos resultados que no seguían la misma dirección que los estudios anteriores.

De forma general, se ha intentado dar respuesta a esta divergencia de métodos empleados a través de ciertos conceptos que aluden a una posible interacción entre el diseño de los estudios y los resultados obtenidos. Por una parte, es posible que el grado de acoplamiento entre los procesos perceptivos y motrices (*coupling*) influya en la respuesta del deportista. Se sugiere que el rendimiento mejora en las tareas de anticipación cuando la respuesta solicitada es concurrente al estímulo y se lleva a cabo el gesto motor habitual, en contraposición a la respuesta retrasada y de tipo verbal o escrito (Dicks y col. 2010a; Farroy y Abernethy, 2003).

Otro grupo de investigadores aluden al término de validez ecológica o *representatividad* de la tarea para recalcar que los resultados pueden resultar sesgados en aquellos diseños experimentales que no respeten una correcta representatividad del estímulo y de la respuesta solicitada con respecto al contexto original (Araújo, Davids, y Passos, 2007; Davids, 2008).

Dicks y col. (2010a) plantearon que, además de mejorar el rendimiento en las condiciones de mayor representatividad o de mayor acoplamiento, el comportamiento visual de los porteros variaba conforme dicha representatividad aumentaba, pasando la mirada de zonas corporales como la cabeza o la pierna de golpeo, al balón.

Este posible cambio de estrategias visuales ha sido también explicado en base a la teoría del doble sistema visual (Goodale y Milner, 1992; Milner y Goodale, 1995). Según la aplicación de este modelo a las acciones deportivas de anticipación rápidas, el grado de activación natural de los sistemas visuales se vería desequilibrado en aquellos diseños en los que el movimiento es nulo o restringido (Van der Kamp, Rivas, Van Doorn y Savelsbergh, 2008). La vía ventral, encargada de ver para percibir (*vision for perception*), actuaría de forma predominante en detrimento de la vía dorsal, cuya labor es ver para actuar (*vision for action*).

De esta manera, conforme han evolucionado los diseños experimentales en el estudio de la mirada de los porteros ante el penalti y éstos se han acercado a la realidad, los resultados en cuanto al comportamiento visual se han ido revisando y actualizando. Es por ello que el objetivo del presente estudio haya sido analizar cómo afectaba el tipo de respuesta solicitada (i.e., sin respuesta y movimiento de parada) al comportamiento visual de los porteros. Para ello se analizó la mirada de un grupo de porteros expertos de fútbol sala en la tarea de penalti simulándola en laboratorio bajo dos condiciones de respuesta diferentes, sin movimientos de parada y moviéndose para parar el balón disparado.

Método

Participantes

Los cuatro porteros de $23,3 \pm 7,2$ años contaban con $15,5 \pm 0,8$ de práctica y al menos 4 años de experiencia como profesionales. Todos los participantes en este estudio firmaron su consentimiento informado para participar en el estudio y rellenaron una ficha individual.

Material e Instrumentos

Se utilizaron dos cámaras Casio ExF1, una en modo estándar (30 Hz) y otra en alta velocidad (300 Hz), para grabar y verificar los penaltis que formarían parte de la simulación, así como para grabar los movimientos de porteros (30 Hz). Los vídeos de los tiradores fueron reproducidos a tamaño real en una pantalla de 3x3 m de dimensiones (modelo 10x10DA-MAT) a través del proyector Hitachi CP-X1250 (ver Figura 1). Para aumentar la fidelidad de la situación se construyó una portería de fútbol sala que respetaba la estructura, color y tamaño de las oficiales. El sonido original de los vídeos fue reproducido por dos altavoces Dell A225 para simular al máximo las condiciones en las que los porteros suelen practicar. La mirada de los porteros fue grabada con el pupilómetro monocular portátil ASL *Mobile Eye*, el cual registra la posición de la mirada central calculando el vector entre la cámara de escena y el movimiento ocular resultante del reflejo del rayo infrarrojo proyectado hacia la pupila y córnea. Esta grabación fue recogida en un magnetoscopio Sony DVCR encargado de grabar la mirada en línea que se colocaba a los porteros mediante una riñonera ajustable. La grabación fue digitalizada en un ordenador PC a través del programa *Eye Link*, mientras que los vídeos

resultantes (22,52 Hz reales¹) fueron analizados con el programa Kinovea 0.8.7. y codificados en una tabla de Microsoft Excel 2008.

Procedimiento

Los vídeos empleados en el estudio fueron grabados *ex profeso* en el terreno de juego, para lo cual se solicitó a 8 jugadores profesionales que llevaran a cabo los penaltis siguiendo la misma estrategia y procedimiento que utilizaban habitualmente en situaciones de partido. Los disparos para la proyección se distribuyeron de forma aleatoria, atendiendo a que el total de los tiros proyectados estuvieran igualmente distribuidos en cuanto al lado (derecha e izquierda). Se seleccionaron 3 disparos de cada jugador que se ajustasen al lado correspondiente.

La toma de datos visuales se realizó de forma individual en un laboratorio cubierto y convenientemente iluminado donde estaba montado todo el aparataje necesario. A los participantes se les permitió realizar el calentamiento habitual previo a la toma de datos. Una vez preparados se les calibró el pupilómetro empleando una pizarra de 9 puntos (tres líneas con tres puntos todos ellos equidistantes entre sí, Dicks y col; 2010a; Ruiz, Peñaloza, Navia, y Rioja, 2013; Williams y Davids, 1998). La calibración fue comprobada antes y después de cada serie. El sistema permaneció calibrado en todo momento y ningún portero declaró sentirse incómodo con él. La toma de datos se realizó en dos bloques que correspondían con las condiciones de respuesta, primero con movimiento y después sin movimiento. En la condición con movimiento se incitó a los porteros a que respondieran físicamente (acción de parada con total libertad), con el objetivo de *parar* el penalti. En la condición sin movimiento los porteros debían llevar a cabo la respuesta mentalmente, es decir, debían pararlo mentalmente permaneciendo estáticos en todo momento (Figura 1). Cada bloque constaba de dos series de 6 penaltis, previa presentación de 4 penaltis de familiarización para cada condición.



Figura 1. Situación experimental de la toma de datos. En la izquierda la condición con movimiento y en la derecha la condición sin movimiento.

Diseño

Se trata de un estudio exploratorio de carácter experimental, ya que se analizó el comportamiento visual de los porteros bajo dos condiciones de respuesta diferentes (intra-

¹ Se realizó un estudio cronométrico para extraer la frecuencia real de muestreo ya que en las especificaciones técnicas del aparato marca 25 Hz o 25 fps. Este desfase puede deberse al *codec* que emplea el programa *Eye Link* para digitalizar los vídeos del formato DV (analógico) al formato AVI (digital).

sujetos). En total se obtuvieron, y analizaron, 96 ensayos (4 porteros x 12 ensayos x 2 condiciones) lo cual es similar a lo llevado a cabo en numerosos estudios en función del número de participantes y de los ensayos (Gillet, Leroy, Thouwarecq, Mérgot, y Stein, 2009; Land y McLeod, 2000; Singer y col., 1998)². Las grabaciones de los disparos fueron presentadas de forma completa. Se analizó la mirada solo en el periodo de tiempo en el que los porteros realizan su acción de parada (Dicks, Davids, y Button, 2010b; Savelsbergh y col., 2002), es decir, de -250 a 205 ms, que coinciden con los 10 fotogramas circundantes al golpeo (45,55 ms cada fotograma, 22,52 Hz reales).

Las variables dependientes relativas al comportamiento visual fueron: tiempo de fijación (ms), número de fijaciones, comienzo y final de las fijaciones (ms), porcentaje del tiempo de fijación por zonas (%). El porcentaje se calculó dividiendo el tiempo de fijación hallado en cada zona por el tiempo total de fijación. Las zonas consideradas fueron: cuerpo (incluyendo cabeza, tronco, y piernas), balón, zona entre el balón y la pierna de apoyo (ZBPA), suelo enfrente del balón y otros (que incluye otras zonas así como los fotogramas sin registro). Siguiendo la metodología habitual (Abernethy y Rusell, 1987; Vickers, 2007), se consideró como fijación cuando la mirada permanecía al menos tres fotogramas (en nuestro caso 136,5 ms) dentro del ángulo visual de 3°. Además, siguiendo la metodología empleada recientemente por Van der Kamp (2011), se realizó un análisis del tiempo de visión por zonas que no se restringía solo al tiempo dentro de las fijaciones, sino que se extendía al total de los fotogramas, obteniendo así una nueva variable: porcentaje del tiempo de visión por zonas (%). Por último, se midió el tiempo de inicio del movimiento de parada (ms) en la condición con movimiento con el objetivo de corroborar la ventana temporal de análisis. Para ello, se calculó el primer movimiento observable de las piernas hacia la dirección final del movimiento del portero con respecto al punto de golpeo (contacto pie-balón) del tirador en el vídeo (Sánchez, Sicilia, Guerrero y Pugniare, 2005).

Análisis de los resultados

Se utilizó SPSS v15.0 para realizar las pruebas T de muestras relacionadas o dependientes. Se calculó la media para cada participante entre los 12 disparos de cada condición para las variables tiempo de fijación, número de fijaciones, comienzo de las fijaciones y final de las fijaciones. Para las variables de porcentaje de tiempo de fijación y de visión por zonas, se comparó el porcentaje de tiempo en cada zona entre condiciones: movimiento vs. sin movimiento. Se estableció el valor de la significación bilateral de alfa en .05. La prueba de Kolmogorov-Smirnov confirmó la homogeneidad en la distribución de los datos para todas las variables y zonas ($p > ,05$)

Resultados

Tiempo de fijación

Los participantes demostraron un menor tiempo de fijación en la condición de respuesta con movimiento de parada con respecto a la condición de respuesta sin movimiento de parada (Fig. 2). La prueba T de medidas relacionadas confirmó esta tendencia ($t(3) = -10,62; p < ,01$)

² En el estudio de Land y McLeod (2000) se estudiaron 3 participantes en un total de 12 ensayos. En el estudio de Singer y col. (1998) se emplearon 5 participantes con un total de 50 ensayos, mientras que en el estudio de Gillet y col. (2009) se analizaron 23 ensayos de un único participante.

Número de fijaciones

Se encontraron un total de 24 fijaciones en la condición con movimiento. Es decir, la mitad de las observaciones carecían de fijaciones en el periodo analizado, y en ningún caso se encontró más de una cuando respondían con movimiento. Por contra, en la condición sin movimiento el número total fue de 51, encontrándose en todas las observaciones al menos una fijación: 45 observaciones con una y 3 con dos. Como se puede observar en la Figura 3, la media del número de fijaciones encontradas en la condición con movimiento es significativamente menor con respecto a la condición sin movimiento ($t(3) = -3,99; p < ,05$).

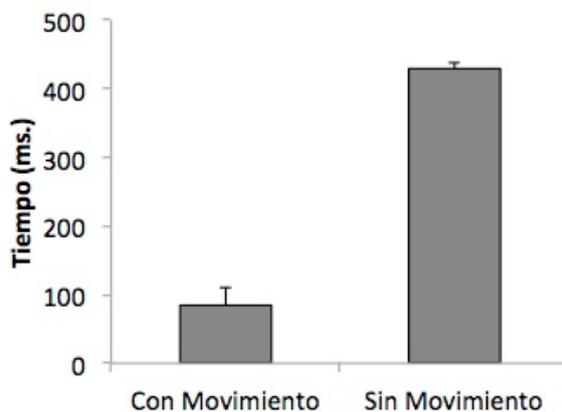


Figura 2. Media del tiempo de fijación por condición.

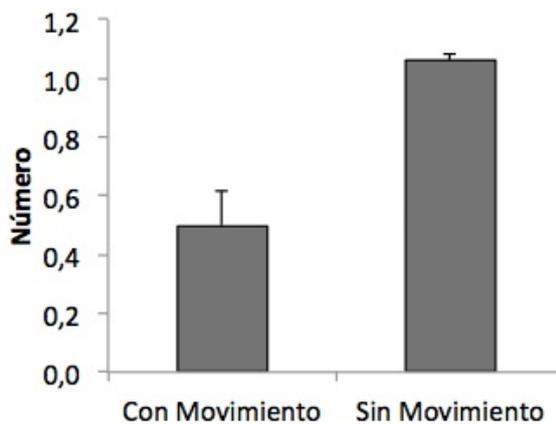


Figura 3. Media del número de fijaciones por condición.

Comienzo y Final

Solo en tres casos en la condición sin movimiento se encontraron más de una fijación para el periodo analizado (de -250 a 205 ms), por lo que se tomaron como referencia la media de los tiempos de las primeras fijaciones en ambas condiciones para los correspondientes análisis estadísticos referidos a las variables comienzo y final. La prueba T de medidas relacionadas reveló que los porteros comienzan a fijar más tarde ($t(3) = 3,22; p < ,05$) y terminan antes ($t(3) = -6,34; p < ,01$) en la condición con movimiento (Figura 4). Cabe destacar que la duración de las fijaciones en la condición sin movimiento abarca prácticamente todo el periodo analizado (-250 a 205 ms), mientras que en la condición con movimiento, éstas se producen en momentos previos al golpeo y terminan casi justo después.

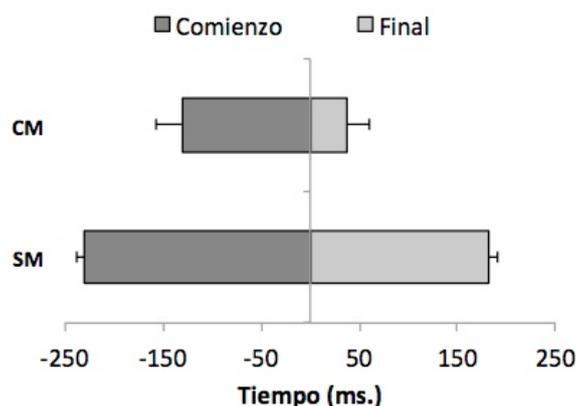


Figura 4. Media del comienzo y final de las primeras fijaciones en cada condición. La línea vertical ilustra el momento de golpeo (i.e., contacto pie-balón)

Porcentaje del tiempo de fijación por zonas

Como ilustra la Figura 5, los porteros fijaron mayoritariamente en la zona del suelo enfrente del balón, seguido por la zona entre el balón y la pierna de apoyo en la condición con movimiento, mientras que en la condición sin movimiento, fijaron mayoritariamente en esta última, reduciéndose el tiempo de fijación hacia la zona del suelo drásticamente. La prueba de T confirmó este descenso en la zona de suelo entre condiciones ($t(3) = 5,62$; $p < ,05$), no resultando significativas las diferencias para ninguna otra zona (incluida la zona entre el balón y la pierna de apoyo) entre condiciones ($p > ,05$).

Porcentaje del tiempo de visión por zonas

Siguiendo estudios previos similares (e.g., Van der Kamp, 2011), se analizó también el tiempo de visión por zonas, teniendo en cuenta todas las imágenes capturadas de la mirada y no solo aquellas imágenes que conformasen periodos de fijación (Fig. 6). Los resultados de la distribución del tiempo de visión por zonas siguieron la tendencia marcada por la variable anterior, mostrando que, al fin y al cabo, son variables relacionadas. De hecho, la prueba de T no señaló diferencias en la distribución del tiempo entre los métodos de análisis ($p > ,05$ en todas las zonas).

En cuanto a las diferencias entre condiciones, la zona del suelo enfrente del balón fue la que mayor tiempo de visión recibió en la condición con movimiento, reduciéndose significativamente en la condición de sin movimiento ($t(3) = 4,38$; $p < ,05$). Del mismo modo, en la condición sin movimiento, el porcentaje mayor de visión se concentraba en la zona entre el balón y la pierna de apoyo, mostrando una reducción (en este caso significativa, al contrario que en el tiempo de fijación) del tiempo de visión hacia la zona entre el balón y la pierna de apoyo en la condición con movimiento ($t(3) = -4,79$; $p < ,05$). No se encontraron diferencias entre condiciones para el resto de zonas.

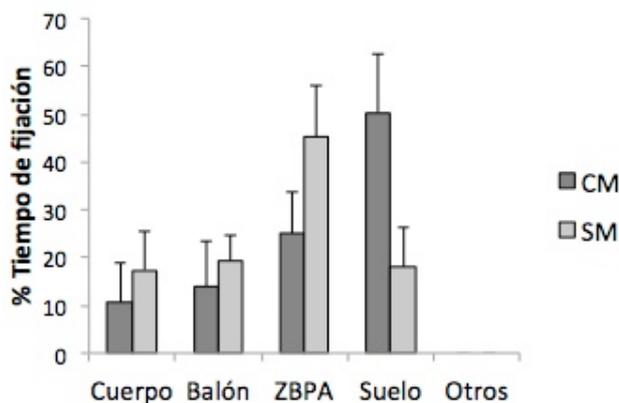


Figura 5. Distribución por zonas del tiempo total de fijación.

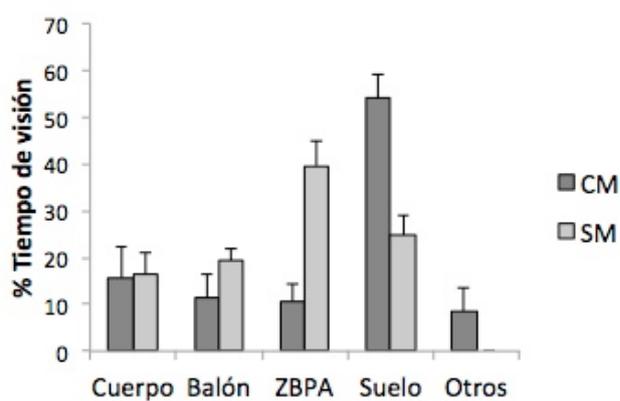


Figura 6. Distribución por zonas del tiempo total de visión.

Tiempo de inicio del movimiento de parada.

Los porteros iniciaron su movimiento a $-129 \pm 102,33$ ms de media respecto al contacto pie-balón del tirador, lo cual confirma que el tiempo de análisis de la mirada entre condiciones (-205 a +205) coincide con el tiempo en el que los porteros realizan su acción.

Discusión

El presente estudio se planteó analizar el comportamiento visual de los porteros expertos bajo dos condiciones, con o sin movimiento de parada. El comportamiento visual resultó ser muy diferente entre condiciones, ya que cuando los porteros realizaron el movimiento de parada, su mirada se localizó en torno al balón en el momento anterior al golpeo, para dirigirla posteriormente hacia la zona del suelo frente del balón en los momentos de golpeo y posteriores, cosa que no ocurrió en la condición sin movimiento de parada.

Es interesante destacar que en la mitad de los ensayos no se encontró fijación alguna (siguiendo los límites temporales y espaciales de al menos 3 fotogramas en 3°), y las fijaciones encontradas se caracterizaron por ser relativamente cortas (168 ms de media), localizándose principalmente en el suelo frente al balón. Estos resultados sugieren que la propia acción motriz de los porteros afecta a su comportamiento visual, quizá porque dicho requerimiento de parada simulada aumenta la representatividad y el nivel de acoplamiento perceptivo-motor en la tarea (respuesta concurrente, habitual, que exige una acción física), algo que caracteriza a los expertos cuyas respuestas se basan más en la intuición que en la deliberación (Dreyfus y Dreyfus, 1986).

A pesar de que el balón no sale de la pantalla, los porteros parecen realizar una mirada anticipatoria que se dirige hacia las zonas inferiores del balón, interpretando que no se dirige hacia el suelo en sí, sino que se proyecta más allá de la pantalla, respondiendo con su cuerpo hacia la zona por donde creen que pasaría el balón, en una clara expresión de lo que algunos autores denominan una disposición corporeizada para actuar (Bardy y Monet, 2006). Emplean pues su visión para ajustar sus movimientos de forma prospectiva con respecto al movimiento de golpeo y vuelo del balón (Montagne, 2005), es decir, una *visión para la acción*. Este tipo de estrategia anticipatoria visual se encontró también en cricket, donde los bateadores cambiaban su mirada del bateador al suelo donde preveían el bote de la bola (Land y McLeod, 2000), así como en fútbol, donde miraban al césped frente al balón (Dicks et al., 2010a), y en hockey, donde miraban al hielo frente al disco (Panchuk y Vickers, 2006).

Por el contrario, cuando se les solicitó una respuesta mental, los participantes demostraron una mirada muy estable en zonas circundantes al balón, generalmente en la zona entre el balón y la pierna de apoyo del tirador, a través de fijaciones de mayor duración (en torno a 400 ms). La mirada de los porteros seguían al balón una vez éste era golpeado, resultando en una mirada que reaccionaba al movimiento del balón. Este cambio con respecto a la condición con movimiento nos da cuenta de la importancia que tiene la intención, el objetivo de la tarea, y cómo el hecho de no tener que moverse cambia de forma clara la disposición para actuar a la que se hacía mención anteriormente. De hecho, estudios previos de similar diseño experimental han encontrado que los porteros seguían la misma estrategia visual de largas fijaciones entre la pierna de golpeo y el balón (Franks y Harvey, 1997; Kim y Lee, 2006; Savelsbergh y col., 2005, Savelsbergh y col., 2002). Así, la mirada demostrada en la condición sin movimiento podría considerarse como una mirada dirigida a la extracción de la información para el cálculo de la localización futura del disparo: *visión para la percepción y no una visión para la acción* (Goodale y Milner, 1992).

Una cuestión que surge de los resultados obtenidos es cómo los porteros en la condición con movimiento pueden guiar sus acciones sin realizar una sola fijación durante el periodo circundante al golpeo. Según la teoría cognitiva clásica no se puede procesar información del

entorno si no es a través de las fijaciones (o movimientos oculares de seguimiento, que son fijaciones que se sitúan en un objeto que se desplaza lentamente). No se discute el tipo de visión que pueda llegar a aportar información visual (i.e., central, parafoveal o periférica), sino los movimientos del ojo en el entorno, o sea, la estabilidad del ojo (Williams y col., 1999). Por tanto, si no existieran fijaciones, no habría información visual disponible. No obstante, los actuales enfoques post-cognitivos, en los que se defiende la idea de una percepción sin necesidad de procesamiento ni representaciones mentales, sino que se destaca cómo el experto ha acumulado el conocimiento suficiente para captar de forma directa la respuesta que una situación le demanda, o que puede responder de forma intuitiva a dichas demandas, podría dar luz a este tipo de estrategia observada (Dreyfus, 2002).

También es posible que el hecho de que no se hayan encontrado fijaciones durante el (breve) periodo analizado responda a las restricciones teóricas y metodológicas del propio concepto de fijación. No existe una definición exacta de fijación, pero en general, los estudios de oculometría en deporte han considerado la fijación cuando la visión central se mantiene durante al menos 100 ms (o 3 fotogramas) en un punto del entorno con una variación del ángulo visual menor a 3° (Abernethy y Russel, 1987; Vickers, 2007; Williams y col., 1999). Estos parámetros suponen que cuando la representación de la mirada, a pesar de mantenerse aproximadamente en la misma zona, se desvía, por ejemplo 4°, ya no se pueda considerar como fijación. No se trataría de un movimiento sacádico del ojo, pues tampoco conforma 2 fotogramas o 66 ms hasta llegar a otra fijación, sino que simplemente no se sitúa dentro del margen espacial o temporal.

Algunos autores recientes más afines a teorías ecológicas rechazan esta acotación, defendiendo que el ser humano es capaz de obtener información de forma continua, por lo que no tendría sentido establecer periodos temporales (al menos 100 ms) y espaciales (desviación menor a 3°) a la percepción visual (e.g., Oliveira 2007; Van der Kamp, 2011). De hecho, el propio Gibson en su obra póstuma ya había aportado una reconsideración teórica de los movimientos oculares: *“Incluso cuando la fijación es artificialmente prolongada en el laboratorio, no resulta ser una fijación pura, una postura fija. El ojo nunca está literalmente quieto. (...) No parece que exista una clara separación entre grandes sacádicos, pequeños sacádicos, microsacádicos y tremor”* (Gibson, 1986, 212).

Debido a estos argumentos, se realizó un análisis de la localización de la mirada por dos sistemas diferentes. El análisis del tiempo de visión permitió obtener datos de la mirada en aquellas observaciones de la condición con movimiento en las que no disponíamos de fijaciones, amplificando las diferencias entre condiciones respecto a la zona entre balón y la pierna de apoyo. Quizá esta pequeña variación entre variables venga derivada de la propia característica de la mirada, pues durante el periodo previo al contacto los porteros mantienen la mirada más estable (fijaciones) en torno al balón, que en el periodo posterior al contacto, que la dirigen hacia el suelo (más dificultad de encontrar fijaciones). Además, la baja frecuencia de muestreo del pupilómetro (22,5 Hz) no es la más indicada para encontrar fijaciones ya que el ojo se mueve muy rápido, máxime si cabe en la condición con movimiento.

Conclusión

Como conclusión de este estudio se puede indicar que el tipo de acción de respuesta solicitada a los porteros influye en su comportamiento visual, lo cual coincide con lo encontrado por Dicks, Button y col. (2010). Por ello, se muestra que la acción-intención de respuesta influye en la percepción (comportamiento visual) del portero ya que es la forma natural que éste tiene de actuar en su medio (Oliveira y col., 2009)

No obstante, conviene remarcar que los resultados del presente estudio deben tomarse con cierta precaución y que las conclusiones derivadas deben situarse dentro de las condiciones y limitaciones del mismo, siendo prudentes con una eventual generalización. Así, se necesitaría más investigación a través de estudios empíricos que reforzasen las conclusiones teóricas y metodologías. Por ejemplo, resultaría interesante analizar todo el periodo de disparo, desde que el jugador comienza su carrera de aproximación al balón, con el objetivo de dilucidar hasta qué punto (o no) se produce la divergencia de estrategias visuales entre diferentes respuestas. Por último, sería conveniente para futuras investigaciones ampliar la muestra de porteros para obtener más consistencia en los posibles resultados. En cualquier caso, dado que este estudio es pionero en el fútbol sala, se podría tomar como un punto de partida para líneas futuras de investigación en cuanto a las acciones interceptivas de los porteros. Además, desde un punto de vista aplicado, podría resultar útil a la hora del diseño de entrenamientos perceptivos, por ejemplo, incluyendo el movimiento de respuesta para conseguir una mayor fidelidad perceptiva en relación al comportamiento visual de los deportistas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través a una Beca FPU concedida por el Ministerio de Educación al primer autor bajo la dirección del segundo. También se agradece la colaboración de los porteros y de sus equipos por su participación en el estudio.

Referencias

- Abernethy, B. (1991). Visual search strategies and decision making in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 189-210.
- Abernethy, B., & Russell, D.G. (1987). The relationship between expertise and visual search strategy in a racquet sport. *Human Movement Science*, 6, 283-319.
- Araújo, D.; Davids, K., & Passos, P. (2007). Ecological Validity, Representative Design, and Correspondence Between Experimental Task Constraints and Behavioral Setting: Comment on Rogers, Kadar, and Costall (2005). *Ecological Psychology*, 19(1), 69-78.
- Bardy, B. G., & Mottet, D. (2006). Introduction. *Proceedings of the 3rd International Conference on Enactive Interfaces: Enaction & Complexity*. Montpellier, France. (Recuperado de http://www.m2h.euromov.eu/documents/congres/congre_7.pdf)
- Davids, K. (2008). Designing representative task constraints for studying visual anticipation in fast ball sports: What we can learn from past and contemporary insights in neurobiology and psychology. *International Journal of Sport Psychology*, 39(2), 166-177.
- Davids, K.; Savelsbergh, G.; Bennett, S., & Van der Kamp, J. (2002). *Interceptive Actions in Sport. Information and movement*. London and New York: Routledge.
- Dicks, M.; Button, C., & Davids, K. (2010a). 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(3), 706-720.

- Dicks, M.; Davids, K., & Button, C. (2010b). Individual differences in the visual control of intercepting a penalty kick in association football. *Human Movement Science*, 29(3), 401-411.
- Dreyfus, H. (2002). Intelligence without representations. Merleau Ponty's critique of mental representations. *Phenomenological Cognitive Sciences*, 1, 367-383.
- Dreyfus, H., & Dreyfus, S. (1986). *Mind over machine: the power of human intuitive expertise in the era of the computer*. New York: Free Press.
- Farrow, D., & Abernethy, B. (2003). Do Expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception & Psychophysics*, 32, 1127-1139.
- Franks, I., & Harvey, T. (1997). Cues for goalkeepers. High-tech methods used to measure penalty shot response. *Soccer Journal*, 42, 30-33.
- Gibson, J. (1986). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin (Trabajo original publicado en 1979).
- Gillet, E.; Leroy, D.; Thouwarecq, R.; Mégrot, F., & Stein, J.F. (2009). Stratégies visuelles et initiation du mouvement au retour de service. En L. Crognier y E. Bayle (Eds.), *Le tennis dans la société de demain : regards croisés* (pp. 385-394). Montpellier: Edition AFRAPS.
- Goodale, M., & Milner, D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15, 20-25.
- Kim, S., & Lee, S. (2006). Gaze Behavior of Elite Soccer Goalkeeper in Successful Penalty Kick Defense. *International Journal of Applied Sports Sciences*, 18(1), 96-110.
- Land, M.F., & McLeod, P. (2000). From eye movements to actions: How batsmen hit the ball. *Nature Neuroscience*, 3, 1340-1345.
- Lavalley, D.; Kremer, J.; Moran, A., & Williams, A.M. (2004). *Sport Psychology. Contemporary Themes*. New York: Palgrave Macmillan.
- Mann, D.T.; Williams, A.M.; Ward, P., & Janelle, C. (2007). Perceptual-Cognitive Expertise in Sport: A Meta-Analysis. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 29, 457-478.
- McMorris, T.; Copeman, R.; Corcoran, D.; Saunders, G., & Potter, S. (1993). Anticipation of soccer goalkeepers facing penalty kicks. En T. Reilly, J. Clarys y A. Stibbe (Eds.), *Science and football II* (pp. 250-253). London: E&FN Spon.
- Milner, D., & Goodale, M. (1995). *The visual brain in action*. Oxford: Oxford University Press.
- Montagne, G. (2005). Prospective control in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 36, 127-150.
- Navia, J.A.; García, V.; Avilés, C., y Ruiz, L.M. (2010). Estrategias de tiro de penalti de los jugadores profesionales de fútbol sala. En R. Reina, M. Gomís, y S.R. Reinoso (Eds.), *Book of abstracts del VI Congreso Internacional de la Asociación Española de Ciencias del Deporte*. Elche: Limencop.
- Oliveira, R. (2007). *Visual perception for basketball shooting*. Amsterdam: IFKB.
- Oliveira, R.; Damisch, L.; Hossner, E.; Oudejans, R.; Raab, M.; Volz, K., et al. (2009). The bidirectional links between decision making, perception, and action. *Progress in Brain Research*, 174, 85-93.
- Panchuk, D., & Vickers, J.N. (2006). Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints. *Human Movement Science*, 25, 733-752.

- Ruiz, L.M.; Peñaloza, R.; Navia, J.A., y Rioja, N. (2013). Análisis del comportamiento visual de taekwondistas de diferente nivel de pericia. *Revista Mexicana de Psicología*, 30(1), 32-40.
- Sánchez, F.J.N.; Sicilia, A.O.; Guerrero, A.B., & Pugnaire, A.R. (2005). Anticipation in soccer goalkeepers during penalty kicking. *International Journal of Sport Psychology*, 36(4), 284-298.
- Savelsbergh, G.; Van der Kamp, J.; Williams, A.M., & Ward, P. (2005). Anticipation and visual search behaviour in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48(11-14), 1686-1697.
- Savelsbergh, G.; Williams, A.M.; Van der Kamp, J., & Ward, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20(3), 279-287.
- Singer, R.; Williams, A.M.; Frehlich, S.; Janelle, C.; Radlo, S.; Barba, D., et al. (1998). New Frontiers in Visual Search: An Exploratory Study in Live Tennis Situations. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 69(3), 290-296.
- Tyldesley, D.; Bootsma, R., & Bomhoff, G. (1982). Skill level and eye-movement patterns in a sport oriented reaction time task. En H. Rieder, K. Bos, H. Mechling y K. Reischle (Eds.), *Motor Learning and Movement Behavior: Contribution to Learning in Sport* (pp. 290-296). Cologne: Hofmann.
- Van der Kamp, J. (2011). Exploring the Merits of Perceptual Anticipation in the Soccer Penalty Kick. *Motor Control*, 15(3), 342-358.
- Van der Kamp, J.; Rivas, F.; Van Doorn, H., & Savelsbergh, G. (2008). Ventral and dorsal system contributions to visual anticipation in fast ball sports. *International Journal of Sport Psychology*, 39, 100-130.
- Vickers, J.N. (2007). *Perception, Cognition and Decision Training*. Champaign: Human Kinetics.
- Williams, A.M., & 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. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. / Strategie de recherche visuelle, attention selective et expertise dans le domaine du football. *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 69(2), 111-128.
- Williams, A.M.; Davids, K., & Williams, J.G. (1999). *Visual Perception and Action in Sport*. London and New York: Spon Press.
- Williams, A.M.; Ward, P.; Smeeton, N., & Allen, D. (2004). Developing Anticipation Skills in Tennis Using On-Court Instruction: Perception versus Perception and Action. *Journal of Applied Sport Psychology*, 16(4), 350-360.