



redined

red de bases de datos
de información educativa

<http://www.redined.mec.es/>

TEXTO BILINGÜE

1ª parte: Versión en lengua española 

TEXT BILINGÜE

 **2a part: Versió en llengua catalana**

Análisis del comportamiento visual de los porteros de balonmano ante lanzamientos realizados desde 6 y 9 metros de la portería

■ JUAN ANTONIO GARCÍA HERRERO

Doctor en Educación Física.
Profesor Asociado de Balonmano en Facultad de Ciencias del Deporte (Cáceres).
Entrenador Nacional de Balonmano

■ FRANCISCO JAVIER MORENO HERNÁNDEZ

Doctor en Educación Física.
Profesor Titular de Aprendizaje y Control Motor.
Facultad de Ciencias del Deporte (Cáceres)

■ VICENTE LUIS DEL CAMPO

Maestro especialista en Educación Física.
Licenciado en Ciencias Actividad Física y el Deporte.
Becario FPI de la Junta de Extremadura

■ RAÚL REINA VÁILLO

Licenciado en Ciencias Actividad Física y el Deporte.
Becario FPI de la Junta de Extremadura

■ Palabras clave

Balonmano, Trayectoria pelota, Porteros expertos, Deportistas nóveles, Comportamiento visual, Juicio valor

■ Abstract

The present study analyses the visual strategies used by handball goalkeepers and novel sport-men in the presence of a perception ball task in the laboratory. A throwing-ball machine situated in front of the subjects bowls balls randomly with different direction and height to a goal in which the subjects are placed. The aim of the subjects consist on perceiving the trajectory of the ball and express a value judgment about the zone of the goal by the ball exceeds the line of goal. The visual behaviour is registered by the software of visual system tracking (ETS, model ASL 5000) and the value judgment is evaluated by recorder analysis and list of datas.

■ Key words

Handball, Trajectory ball, Expert goalkeeper, Novel sport-men, Visual behaviour, Value judgment

Resumen

El presente estudio analiza el comportamiento visual de porteros de balonmano y deportistas con baja experiencia en percepción de móviles mediante la presentación en laboratorio de una tarea de percepción de trayectorias de pelotas. Una máquina lanza-pelotas situada frente a los sujetos y a una distancia de 6 y 9 metros de los mismos se encarga de lanzar aleatoriamente pelotas con distinta dirección y altura hacia la portería de balonmano en la cual se ubican los porteros. El objetivo de los sujetos es percibir la trayectoria de la pelota y emitir un juicio de valor sobre la zona de la portería por la cual creen que la pelota ha sobrepasado la línea de gol. Para registrar el comportamiento visual se utiliza el sistema de seguimiento de la mirada mientras que para analizar el juicio de valor se utiliza el registro de vídeo y planillas de datos.

Introducción

La importancia que el comportamiento visual puede tener en la resolución exitosa de una tarea deportiva ha llevado a que en los últimos años diferentes investigadores

profundicen en el estudio de este comportamiento y en su influencia en el rendimiento deportivo (Abernethy, 1990). Para Abernethy (1991), Williams, Davids, Burwitz y Williams (1993) alcanzar niveles elevados de rendimiento implicará manifestar ejecuciones precisas de movimientos e igualmente, poseer una destreza perceptiva óptima.

En el caso del portero de balonmano, la exigencia perceptiva que demanda su actividad parece más que notable, ya que junto con el compromiso temporal para captar e interpretar las informaciones, deberá realizar una respuesta motora que le permita ser eficaz en la detención del balón.

En el ámbito del balonmano se asume que el comportamiento eficaz del portero debe pasar ineludiblemente, por anticiparse al momento del lanzamiento, ya que retrasar la respuesta hasta que el jugador haya perdido contacto con el balón implicaría disponer de muy poco tiempo para poder detener ese balón. Como parece lógico, el tiempo de vuelo del balón determinará el tiempo de reacción de que dispone el portero. Este intervalo temporal dependerá tanto de la longitud que tiene que recorrer el balón como de la velocidad del mismo. Así, para Czerwinski (1994) la veloci-



dad del balón en lanzamientos de jugadores de élite oscila entre los 135 km/h para el lanzamiento en caída, y los 95 km/h para lanzamientos desde la posición sin desplazamiento ni salto. Entre estos dos valores se encontrarían las velocidades de 110 km/h para lanzamientos en carrera y 120 km/h para lanzamientos en salto. Estos valores en la velocidad del lanzamiento para jugadores de élite no son contrastados en su totalidad por otros estudios en los que la velocidad del balón es ligeramente inferior. En la investigación de Pokrajac (1980) donde se analiza la velocidad en el lanzamiento en salto, los jugadores lanzan entre 76 km/h y 90 km/h. En el estudio de Zeier (1987) la velocidad en el lanzamiento desde 8 metros oscila entre 73 km/h y 80 km/h, datos muy similares a los obtenidos por Müller (1980), Mikkelsen y Olesen (1976). En la investigación de Párraga, Sánchez y Oña (2001), los valores máximos en la velocidad del balón que se obtienen son de 74 km/h en lanzamientos desde 9 metros. En cualquier caso, la velocidad del balón determinará el intervalo de tiempo del que dispone el portero para interceptar el balón, de tal manera que si ese intervalo temporal es excesivamente reducido, el deportista deberá iniciar su movimiento antes y anticiparse a la salida del balón. Así, cuando el portero pretende detener un lanzamiento tendrá que considerar el tiempo de reacción al estímulo y el tiempo de movimiento en realizar su respuesta. Si la suma de estos dos valores supera el tiempo de vuelo del balón, inevitablemente deberá anticiparse para interceptar el mismo. Según Sage (1977), el tiempo de reacción más rápido se encuentra alrededor de 170 milisegundos, al que habría que sumar el tiempo que tarda el portero en realizar la respuesta motora (desplazamiento y movimiento de uno o varios segmentos corporales). Considerando que un balón lanzado a 90 km/h desde la línea de 6 metros tarda en llegar a la línea de portería 240 milisegundos, el portero nunca podría detener el balón si espera a que el lanzador pierda contacto con el mismo. De esta forma, la anticipación parece que es el único recurso al alcance del portero para lograr el éxito en la acción.

Para Czerwinski (1994), la actuación del portero estará condicionada por la observación del brazo que realiza el lanzamiento para poder prever la dirección y la trayectoria del balón. Esto es una constante en el entrenamiento de los porteros donde se insiste en que atiendan a distintas informaciones previas al lanzamiento para determinar la localización del mismo (tipo y altura del armado, orientación del lanzador, oposición más o menos próxima, etc.) Poulton (1957) citado por Abernethy y Russell (1987), va a denominar a esta acción como anticipación perceptiva que, según Moreno, Oña y Martínez (1998, p. 207), consistirá en *“la identificación por parte del ejecutante de cierta regularidad en la aproximación de estímulos que traen como consecuencia la acción final y a través de éstos predecir la aparición de dicha acción antes de que suceda”*. Por tanto, se asume que los porteros deberán extraer información previa al lanzamiento (preíndices) y basándose en éstos elegir qué respuesta emitir. Ahora bien, quedan ciertas cuestiones por resolver como por ejemplo: ¿podrían los porteros obtener suficiente información de la trayectoria del balón como para conseguir determinar la localización del lanzamiento?, ¿mediante qué comportamiento visual? Distintos estudios han tratado de indagar en el nivel de eficacia de deportistas expertos e inexpertos para predecir la localización de lanzamientos o golpes (Tyldesley, Bootsma y Bomhoff, 1982; Williams, Davids y Williams, 1999). Trabajos anteriores con porteros de hockey mediante técnicas de oclusión temporal, indican que los porteros predecían con más acierto los golpes a los lados que en altura (Salmela y Fiorito, 1979). Otro estudio con tenistas demuestra que éstos eran más precisos en determinar localizaciones laterales que en profundidad (Day, 1980). En cualquier caso, parece que los deportistas expertos en tareas de déficit temporal tienden a anticipar su respuesta manifestando una predicción sobre la localización del móvil a interceptar. Atendiendo a los tiempos de vuelo del balón descritos anteriormente y a las limitaciones fisiológicas en el sistema visual, parece que la información sobre la localización del lan-

zamiento debería producirse por visión periférica (habilidad para detectar y reaccionar a un estímulo fuera de la visión fovea o central, según Williams y otros, 1999). En este sentido, son numerosos los trabajos de investigación que argumentan la importancia de la visión periférica como un mecanismo de control adicional a las vías aferentes de información en la ejecución de tareas donde se requiere de una elevada precisión espacial (Davids, 1988).

Fue Paillard (1980) quien sugirió dos canales diferentes de procesamiento de información visual en tareas de puntería en función de la velocidad del objeto sobre el que se pretendía realizar la acción. El primer canal utilizaría la visión central como medio de adquisición de información en aquellas tareas en las que la velocidad del objeto sobre la que se pretendía actuar era baja (cuestión que no se asemeja al lanzamiento en balonmano). El segundo canal de información utilizaría la visión periférica como medio de adquisición de información visual para aquellas tareas en las que la velocidad del objeto fuera alta. Por tanto, según el modelo de Paillard si se pretende interceptar un balón que se aproxima a gran velocidad se debería procesar la información proveniente de la trayectoria del balón por visión periférica.

En nuestro trabajo queríamos medir la eficacia de los porteros expertos e inexpertos de balonmano en la predicción de la localización de un lanzamiento sobre el que no pueden obtener información previa alguna. Igualmente, nos interesaba identificar el comportamiento visual que esos dos grupos de sujetos (expertos e inexpertos) manifestaban durante la tarea.

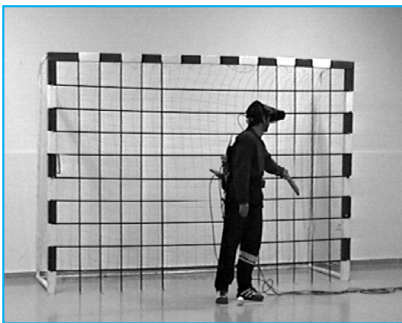
Método

En este trabajo se analiza la motilidad ocular extrínseca como una variable que determina la selección de la atención visual durante el desarrollo de una situación deportiva. Por otro lado, se estudia la capacidad del sistema visual para determinar la localización de un lanzamiento a portería desde distancias y a velocidades similares a las encontradas en competición. El presente trabajo pretende alcanzar dos grandes objetivos:

■ **FIGURA 1.**
Ocultamiento de la máquina lanza-bolas vista desde la imagen registrada por el sistema de seguimiento de la mirada empleado.



■ **FIGURA 2.**
Indicación del sujeto del cuadrante por el que entraba la pelota.



- Estudiar el comportamiento visual de un grupo de sujetos con y sin experiencia como porteros de balonmano, durante el lanzamiento de una pelota de tenis con una máquina lanza-bolas a una velocidad similar a las existentes en los lanzamientos de balonmano de élite (88 km/h).
- Determinar el nivel de precisión en la localización espacial de los lanzamientos a portería.

Para conocer el uso de la información que los porteros de balonmano son capaces de extraer exclusivamente del vuelo del balón (sin poder captar información previa alguna), se diseñó una situación experimental en la que los sujetos desde la posición habitual de un portero ante un lanzamiento a portería (Falkowski y Enríquez, 1979), debían discriminar la zona de la portería por la que entraba una pelota de tenis lanzada desde una máquina lanza-bolas (LOBSTER, modelo 401). La zona de salida de la pelota fue ocultada mediante un panel para evitar que los sujetos pudieran extraer información de la dirección del lanzamiento

por la posición o la orientación de la máquina lanza-bolas. (Figura 1)

Los sujetos debían situarse a una distancia de 1 metro de la línea de portería desde donde debían observar 36 lanzamientos (1 serie de 18 lanzamientos desde 6 metros y otra serie de 18 lanzamientos desde 9 metros). Cada serie de lanzamientos fue aleatorizada en 6 zonas diferentes de la portería que a su vez fue dividida en cuadrados de 20 x 20 centímetros (concretamente con dirección a la derecha o izquierda del sujeto y con una altura alta, media o baja). En cada serie de lanzamientos siempre se lanzaban 3 lanzamientos a cada una de las seis zonas posibles. (Figura 2)

Tras cada lanzamiento, los sujetos debían señalar con un puntero el cuadrante por el que consideraban que había entrado la pelota en la portería.

Los sujetos que han participado en la investigación han sido 6 varones adultos. Dos de ellos con experiencia como porteros de balonmano durante más de 8 años de entrenamiento y los otros cuatro eran practicantes de deportes individuales en los que no existía móvil alguno. Todos los sujetos previo conocimiento de los objetivos de la investigación participaron voluntariamente y desinteresadamente en la misma.

Las variables objeto de estudio han sido las siguientes. Como variables dependientes se han utilizado:

- **Motilidad Ocular Extrínseca.** En concreto las variables neuromusculares como las *fijaciones visuales* que permiten estabilizar un área del juego dentro del campo visual según Williams y otros, 1999; los *movimientos sacádicos* que son los responsables de rápidos cambios en la visión; trayendo una nueva parte del campo visual a la visión central o fovea según Carpenter, 1988 y Rosenbaum, 1991 y los *movimientos de seguimiento* que permiten seguir objetos que se mueven a baja velocidad dentro del campo visual según Williams y otros, 1999.
- **Precisión en la localización espacial de un móvil** (pelota de tenis) lanzada sobre la portería.

Se ha utilizado dos variables independientes, con dos niveles cada una de ellas:

- La **experiencia**; entendida como el número de años que lleva un deportista ejerciendo en competición oficial como portero de balonmano. Los dos niveles de esta variable son: porteros y sujetos inexpertos.
- La **distancia donde se situó la máquina lanza-bolas** respecto a la portería. Los dos niveles de esta variable son: 6 metros y 9 metros.

Los instrumentos utilizados en la recogida de los datos han sido:

- Sistema de seguimiento de la mirada (ASL SE5000), que determina la localización de la fijación visual en cada momento del tiempo que tiene el sujeto analizado.
- Planilla de recogida de resultados donde se reflejaba el grado de precisión que los sujetos tenían a la hora de determinar la zona espacial por la que entraba la pelota. El error que cada sujeto obtenía respecto al lugar (cuadro) por donde entraba la bola, se obtuvo cuantificando el número de cuadrantes (unidad de medida) de diferencia en el eje X (izquierda y derecha) y eje Y (arriba y abajo).

Para permitir el análisis de los datos se ha operativizado el comienzo y el final del comportamiento visual de los sujetos. Éste comienza cuando los sujetos realizan el primer movimiento sacádico para seguir la pelota desde que la pelota sale del tubo de la máquina lanza-bolas y traspasa la abertura de la superficie que cubría ésta.

Se determinó como final del análisis el momento en el que la bola traspasaba la línea de portería o el sujeto realizaba ese primer movimiento ocular intencionado de seguimiento de la trayectoria de la bola.

El tiempo que se obtenía en fotogramas (con una frecuencia de 50 fotogramas por segundo) mediante un magnetoscopio S-VHS: PANASONIC, modelo NV-HS1000EC; posteriormente ha sido transformado en milisegundos (ms).



Resultados

En relación al comportamiento visual

Se ha realizado un análisis de varianza (ANOVA) para contrastar las posibles diferencias de los dos grupos experimentales (porteros y sujetos inexpertos) respecto a las variables neuromusculares y en las dos situaciones a las que fueron sometidos: distancias de 6 y 9 metros respectivamente.

En el caso de la situación de lanzamiento desde 6 metros a una velocidad de la bola de 24,44 m/s, el tiempo que ésta tardaba en llegar a la portería era de 240 ms. Casi ningún sujeto de la muestra pudo iniciar un movimiento sacádico para intentar seguir la pelota por debajo del tiempo indicado con anterioridad; obteniendo valores medios (M) de 236,32 ms y una desviación típica (DT) de 11,25 ms para el grupo de porteros, mientras que para el grupo de sujetos inexpertos los valores fueron de M = 236,47 ms y DT = 14,86 ms respectivamente. Como consecuencia directa de estos valores tan similares, el ANOVA no ha revelado diferencias significativas entre los dos grupos experimentales en la situación de lanzamiento desde 6 metros.

Para la situación de 9 metros, teniendo en cuenta la velocidad de salida de la bola por la máquina ($v = 24,44$ m/s), el tiempo de llegada hasta la portería era de 360 ms. No obstante, para esta situación sí hemos encontrado diferencias entre los dos grupos ($F(122, 1) = 409,19$; $p < 0,001$), con valores medios (M) de 263,68 ms y

DT = 29,36 ms en el caso de los porteros, y valores de M = 355,35 ms y DT = 20,04 ms para los sujetos inexpertos. La figura 3 expone los valores medios encontrados para la situación de 6 metros (izquierda) y 9 metros (derecha).

Un nuevo análisis de varianza de medidas repetidas fue realizado para evaluar las diferencias para cada uno de los grupos entre las dos situaciones a las que fueron sometidos, encontrándose diferencias en el tiempo de inicio del movimiento ocular sacádico para el grupo de porteros ($F(36, 1) = 7568,18$; $p < 0,01$) y para el grupo de sujetos inexpertos ($F(82, 1) = 1895,21$; $p < 0,001$). No obstante, la figura 4 muestra que, a pesar de obtenerse tiempos mayores en el inicio del movimiento ocular sacádico para la situación de 9 metros y en ambos grupos, podemos ver como en el caso de los porteros esos tiempos son considerablemente menores que los de los sujetos inexpertos para esa situación. Vemos, además, que los tiempos de los sujetos inexpertos para esta segunda situación se encuentran muy próximos al tiempo límite establecido como final del análisis (360 ms), que recordemos era el tiempo en el que la pelota superaba la línea de portería.

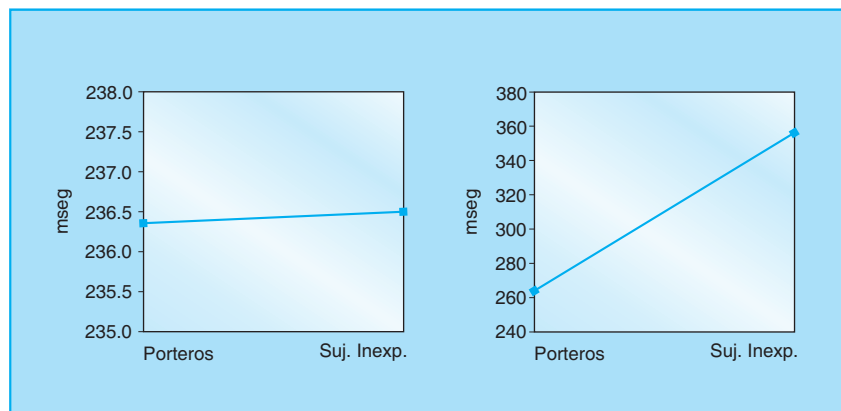
En relación a la localización del lanzamiento

Se ha realizado también un análisis de la respuesta indicada por los sujetos tras

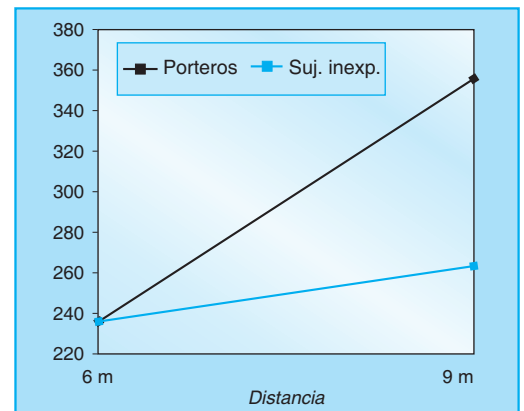
cada lanzamiento, en la que debían señalar el cuadrante de la portería sobre el que estimaban que había entrado la pelota. Hemos calculado, previamente al análisis, los valores de *a) error absoluto* (E_ABS) entendido como la media de los valores absolutos del error, *b) error constante* (E_CON) entendido como la direccionalidad de ese error respecto al valor criterio, y *c) error variable* (E_VAR) que nos informa de la variabilidad del error, es decir, la dispersión de los datos. Para ayudar al lector a entender cada uno de estos parámetros, podemos decir que E_ABS informa de “cuánto” error ha obtenido el sujeto (cantidad error), E_CON informa de “hacia dónde” se ha dirigido ese error (dirección error), mientras que E_VAR informa de “cómo” se ha producido ese error (dispersión error).

Entendemos el valor criterio sobre el cual se calculan cada uno de estos índices del error como el cuadrante por el que ha pasado la bola en cada lanzamiento. La unidad de medida para cuantificar cada uno de estos parámetros ha sido el número de cuadrantes que el sujeto ha indicado más alejados del valor criterio. El error puede obtenerse en el eje X (arriba y abajo, con valores positivos y negativos respectivamente) y en el eje Y (derecha e izquierda, nuevamente con valores positivos y negativos respectivamente). En resumen, disponemos de datos de cada uno de los tres parámetros de medida del error (absoluto, constante y variable, en los dos ejes (X e

■ FIGURA 3. Tiempo en milisegundos en iniciar el seguimiento de la bola para cada grupo en las situaciones de 6 metros (izquierda) y 9 metros (derecha).



■ FIGURA 4. Evolución de los valores medios registrados para cada grupo en las situaciones de lanzamiento a 6 y 9 metros.



■ TABLA 1.

Medias (M) y desviaciones típicas (DT) de los índices del error de los dos grupos experimentales (E: error, ABS: absoluto, CON: constante, VAR: variabilidad, X: eje x (lateral), Y: eje y (altura), 6: distancia de 6 metros de la máquina lanza-pelotas a portería, 9: distancia de 9 metros de la máquina lanza-pelotas a portería).

	PORTEROS		SUJ. INEXP.	
	M	DT	M	DT
E_ABS_X6	0,59	0,16	0,74	0,36
E_ABS_X9	0,80	0,28	0,94	0,49
E_ABS_Y6	0,60	0,23	0,60	0,15
E_ABS_Y9	0,81	0,43	0,77	0,34
E_CON_X6	0,24	0,16	0,04	0,31
E_CON_X9	-0,11	0,01	0,02	0,26
E_CON_Y6	0,03	0,54	-0,08	0,29
E_CON_Y9	0,50	0,71	0,53	0,54
E_VAR_X6	0,79	0,07	0,93	0,34
E_VAR_X9	1,03	0,37	1,14	0,51
E_VAR_Y6	0,74	0,15	0,85	0,16
E_VAR_Y9	0,83	0,08	0,78	0,15

Y), y para las dos situaciones a las que fueron sometidos (lanzamiento a 6 y 9 metros). (Tabla 1)

Se ha realizado, en primer lugar, un ANOVA mediante el que comparamos los resultados obtenidos para cada uno de los índices del error entre los dos grupos experimentales, no obteniéndose diferencias significativas en ninguno de ellos. En otro análisis ANOVA de medidas repetidas, donde se analiza intra-grupo las posibles diferencias en los índices del error entre las dos situaciones que han visualizado, encontramos diferencias en E_CON_Y ($F(82, 1) = 11,37$; $p = 0,028$). En la Tabla 1 puede verse que, para el grupo de sujetos inexpertos, existe un valor de error constante en Y para la situación de 6 metros (E_CON_Y6) de $M = -0,08$ unidades, mientras que para la situación de 9 metros (E_CON_Y9) el valor es de $M = 0,53$ unidades. De estos resultados se deduce que, para este grupo, se ha producido una variación del error “hacia arriba” con el aumento de la distancia a la que se produjo el lanzamiento de la bola.

Discusión

Los resultados obtenidos indican que para lanzamientos desde 6 metros a velocidades similares a las encontradas en competición (100 km/h aproximadamente), no existen diferencias significativas en el comportamiento visual de expertos e inexpertos a la hora de localizar el lanzamiento a portería. En este sentido, las limitaciones fisiológicas del sistema visual humano apuntadas por Rosenbaum (1991) donde no es posible realizar movimientos de seguimiento sobre móviles a gran velocidad y en déficit de tiempo se confirman en este trabajo. Investigaciones recientes sugieren que el tiempo mínimo de reacción en situaciones de elección de la respuesta están alrededor de 200 milisegundos (McLeod y Jenkins, 1991). Así en el lanzamiento desde 6 metros planteado en la situación experimental ha habido muy pocas ocasiones en las que los sujetos de los dos grupos (expertos e inexpertos) fueron capaces de iniciar un movimiento sacádico con la intención de seguir a la pelota antes de que ésta traspasara la línea de portería (240 ms); cuestión notablemente significativa para entender el comportamiento del portero de balonmano en competición, ya que si el portero esperase a identificar la zona de localización del lanzamiento, cuando iniciase su respuesta el balón ya habría traspasado la línea de portería siendo inútil su acción posterior. Los tiempos encontrados en los dos grupos confirman la tendencia existente en el entrenamiento de los porteros de balonmano donde desde distancias de 6 metros o menos (cuando los jugadores invaden el área en salto), es imprescindible la anticipación si se pretende detener el balón. Con relación al comportamiento visual manifestado por los sujetos de los dos grupos en el lanzamiento desde 9 metros, los expertos son capaces de iniciar un movimiento de seguimiento de la pelota significativamente antes que los inexpertos. De hecho, los porteros expertos mantienen tiempos de reacción visual similares a los encontrados cuando el lanzamiento se produce desde 6 metros, mientras que los inexpertos retrasan considerablemente el inicio del movimiento de seguimiento de la pelota a una distancia de 9 metros. Al

parecer, la experiencia y el entrenamiento permiten a los expertos manifestar menores tiempos a la hora de iniciar un movimiento de seguimiento visual sobre la pelota lanzada desde 9 metros.

En este sentido la investigación sugiere que cuando el comportamiento visual no está limitado por las características fisiológicas del sistema visual, los mejores deportistas han desarrollado modelos que permiten predecir eventos y seleccionar secuencias de movimiento pre-programadas. Es decir; los deportistas hábiles son capaces de adquirir información ventajosa del movimiento de sus oponentes para la toma de decisión y preparación de la acción. Ellos usan un modo anticipatorio de acción en palabras de Whiting, Alderson y Sanderson (1973). En este punto de la discusión y para entender mejor por qué existen diferencias en la distancia de 9 metros entre el grupo de expertos y nóveles; sería conveniente reflexionar sobre el papel que juega la visión periférica en la detección del móvil (pelota) en nuestro estudio. Gran parte de la investigación sustenta la hipótesis de que los deportistas expertos muestran un mayor desarrollo de la visión periférica lo que les permite buscar fuentes de información dinámicas y cambiantes; que es lo que ocurre en deportes de equipo e incluso estudios en deportes individuales como el de Blundell (1982), sugieren que una actuación superior en tenis depende de un trabajo mayor de la visión periférica. Por tanto un mayor desarrollo en la visión periférica podría ser la causante de que los porteros expertos reaccionen antes al estímulo de la pelota (es decir, realicen antes el movimiento sacádico que precede al seguimiento de la pelota).

En términos neurológicos y siguiendo a Trachtman y Kluka (1993) los porteros expertos utilizarían de forma más eficiente el patrón visual magnocelular (encargado de percibir el movimiento, de localizar los objetos en el espacio) lo que les permitiría conocer antes la trayectoria de la pelota y en consecuencia saber que respuesta deberían emitir. Una explicación ahora psicológica de las diferencias encontradas entre los dos grupos en los tiempos de inicio del movimiento sacádico la ofrece Schmidt (1988). Según este autor la práctica pro-



duce una mejora en las fuentes sensoriales de la información; entre las que se encuentra la percepción visual. Desde este punto de vista el grupo de porteros expertos tendría una mayor ventaja a la hora de percibir el móvil ya que su sistema sensorial es más sensible a las variaciones estímulares que se producen en el entorno. En la misma dirección Bourgeaud y Abernethy (1987) usando el paradigma del recuerdo llegan a concluir que los jugadores de voleibol expertos tenían una mayor habilidad para detectar los estímulos pertinentes del entorno deportivo.

Respecto a la precisión en la zona de llegada de la pelota a portería encontramos que entre los dos grupos, los resultados de nuestro estudio parecen ir en concordancia con lo que la investigación sugiere respecto al paradigma experto y nóvel en tareas de selección de respuestas. Recordemos como el grupo inexperto tiende a aumentar la magnitud de su error en el eje Y (arriba-abajo) conforme aumentamos la distancia de la máquina lanza-pelotas respecto a los propios sujetos (mayor error en 9 metros que en 6 metros) mientras que esta tendencia en los resultados no la encontramos en el grupo experto. Es decir la magnitud y dirección del error en el grupo experto, independientemente de la distancia de salida del móvil, no cambia de forma significativa. Creemos que se puede deber a que el grupo experto al poseer una mayor experiencia y familiarización con la tarea de percepción de móviles que se acercan a gran velocidad; además de poseer una estructura funcional más desarrollada del sistema sensorial visual (entre ella la visión periférica) les posibilita una más pronta apreciación consciente del objeto que se aproxima. Esta visión la comparten Jones y Miles (1978) utilizando técnicas de oclusión en tenis. Se concluye que los sujetos son más precisos en la detección del lado que en la profundidad de la bola. Por su parte, Williams, Davids, Burwitz y Williams (1992) concluyeron que los sujetos expertos tenían un mayor rendimiento que los inexpertos utilizando condiciones de oclusión de corta duración así como que la mayoría de los errores estaban asociados a juicios incorrectos en la profundidad.

Bibliografía

- Abernethy, B. (1990). Anticipation in squash: Differences in advance cue utilization between expert and novice players. *Journal of Sport Science* (8), 17-34.
- (1991). Visual strategies and decision-making in sport. *International Journal of Sport Psychology* (2) (3-4), 189-210.
- Abernethy, B. y Russel, D. G. (1987). Expert-novice differences in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology* (9), 326-345.
- Blundell, N. L. (1982). A multivariate analysis of the visual-perceptual attributes of male and female tennis players of varying ability levels. *Psychology of Motor Behaviour and Sport*. Abstracts North American Society for the Psychology of Sport and Physical Activity, University of Maryland.
- Bourgeaud, P. y Abernethy, B. (1987). Skilled perception in volleyball defense. *Journal of Sport Psychology* (9), 849-855.
- Carpenter, R. H. S. (1988). *Movements of the Eyes*. London: Ed. Plion.
- Czerwinski, J. (1994). Una descripción del juego. *Comunicaciones Técnicas de Balonmano*. Madrid: C.S.D.-F.E.B.M.
- Davids, K. (1988). Developmental differences in the use of peripheral vision during catching performance. *Journal of Motor Behavior* (20) (1), 39-51.
- Day, L. J. (1980). Anticipation in junior tennis players. *Proceedings of International Symposium in Effective Teaching of Racquet Sports*, chapter 49. University of Illinois: eds.: J. Groppe and R. Sears.
- Falkowski, M. y Enríquez, E. (1979). *Estudio monográfico del portero*. Madrid: Ed. Esteban Sanz Martínez.
- Jones, C. M. y Miles, T. R. (1978). Use of advance cues in predicting the flight of a lawn tennis ball. *Journal of Human Movement Studies* (4), 231-235.
- McLeod, P. y Jenkis, S. (1991). Timing, accuracy and decision time in high speed ball games. *International Journal of Sport Psychology* (22), 279-295.
- Mikkelsen, F. y Olesen, M. (1976). Handball. *Idrottsfysiologi (rapport)* (18), 30-34.
- Moreno, F. J.; Oña, A. y Martínez, M. (1998). La anticipación en el deporte y su entrenamiento a través de preíndices. *Revista de Psicología* (2), vol. 7, 205-213.
- Müller, E. (1980). *Bewegungsübertragung bei Wurfbewegungen*. Innsbruck: Institut für Sportwissenschaft der Universität.
- Paillard, J. (1980). The multi-channeling of visual cues and the organisation of a visually guided response, en *Tutorials in Motor Behavior*, Amsterdam: Eds. G.E. Stelmach and J. Requin.
- Párraga, J. A.; Sánchez, A. y Oña, A. (2001). Importancia de la velocidad de salida del balón y de la precisión como parámetros de eficacia en el lanzamiento en salto a distancia en balonmano. *Apunts. Educación Física y Deportes* 66 (4), 44-51.
- Pokrajac, B. (1980). Difference between initial ball velocities when using a sidearm throw in fieldball. *Fizicka Cultura* 34 (4), 333-337.
- Rosenbaum, D. A. (1991). *Human Motor Control*. San Diego: Ed. Academic Press.
- Sage, G. H. (1977). *Introduction to motor behavior: A neuropsychological approach*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley P. C.
- Salmela J. H. y Fiorito, P. (1979). Visual cues in ice hockey goaltending. *Canadian Journal of Applied Sports Sciences* (4), 56-59.
- Schmidt, R. A. (1988). *Motor Learning and Performance: From Principles to Practice*, chapter 49, Human Kinetics.
- Trachtman, J. N. y Kluka, D. A. (1993). Future trends in vision as they relate to peak performance in sport. *International Journal of Sports Vision*, 1-7.
- Tyldesley, D. A.; Bootsma, R. J. y Bomhoff, G. T. (1982). Skill level and eye movement patterns in a sport orientated reaction time task, en *Proceedings of an International Symposium on Motor Behaviour: Contributions to Learning in Sports*. Cologne: Hofmann. Eds.: H.Rieder, H. Mechling, and K. Reischle.
- Whiting, H. T. A.; Alderson, G. J. K. y Sanderson, F. H. (1973). Critical time intervals for viewing and individual differences in performance of a ball-catching task. *International Journal of Sport Psychology* (4), 155-156.
- Williams, A. M.; Davids, K.; Burwitz, L. y Williams, J. G. (1992). Perception and action in sport. *Journal of Human Movement Studies* (22), 147-204.
- Williams, A. M.; Davids, K.; Burwitz, L. y Williams, J. G. (1993). Visual search and sports performance. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport* (22), 55-65.
- Williams, A. M.; Davids, K. y Williams, J. G. (1999). *Visual Perception and Action in Sport*. London and New York: Ed. E & FN SPON.
- Zeier, U. (1987). As exigencias mínimas para a técnica do guarda-redes. *Setemetros* (24), 29-33.

Anàlisi de la conducta visual dels porters d'handbol davant de llançaments realitzats des de 6 i 9 metres de la porteria

■ JUAN ANTONIO GARCÍA HERRERO

Doctor en Educació Física.
Professor Associat d'Handbol a la Facultat CC Esport (Càceres).
Entrenador Nacional Handbol

■ FRANCISCO JAVIER MORENO HERNÁNDEZ

Doctor en Educació Física.
Professor Titular d'Aprenentatge i Control Motor.
Facultat Ciències de l'Esport (Càceres)

■ VICENTE LUIS DEL CAMPO

Mestre especialista en Educació Física.
Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport.
Becari FPI de la Junta d'Extremadura

■ RAÚL REINA VAÍLLO

Llicenciat en Ciències de l'Activitat Física i l'Esport.
Becari FPI de la Junta d'Extremadura

■ Paraules clau

Handbol, Trajectòria pilota, Porters experts, Esportistes novells, Conducta visual, Judici valor

■ Abstract

The present study analyses the visual strategies used by handball goalkeepers and novel sport-men in the presence of a perception ball task in the laboratory. A throwing-ball machine situated in front of the subjects bowls balls randomly with different direction and height to a goal in which the subjects are placed. The aim of the subjects consist on perceiving the trajectory of the ball and express a value judgment about the zone of the goal by the ball exceeds the line of goal. The visual behaviour is registered by the software of visual system tracking (ETS, model ASL 5000) and the value judgment is evaluated by recorder analysis and list of datas.

■ Key words

Handball, Trajectory ball, Expert goalkeeper, Novel sport-men, Visual behaviour, Value judgment

Resum

Aquest estudi analitza la conducta visual de porters d'handbol i esportistes amb baixa experiència en percepció de mòbils, mitjançant la presentació en laboratori d'una tasca de percepció de trajectòries de pilotes. Una màquina llançapilotes, situada al davant dels subjectes i a una distància de 6 i 9 metres, s'encarrega de llançar aleatòriament pilotes en diverses direccions i a diferent alçada, cap a la porteria d'handbol, on se situen els porters. L'objectiu dels subjectes és percebre la trajectòria de la pilota i emetre un judici de valor sobre la zona de la porteria per on creuen que la pilota ha sobrepassat la línia de gol. Per registrar la conducta visual s'utilitza el sistema de seguiment de la mirada, mentre que per analitzar el judici de valor s'utilitza l'enregistrament de vídeo i engruats de dades.

Introducció

La importància que la conducta visual pot tenir en la resolució reeixida d'una tasca esportiva ha comportat que, en els darrers anys, diferents investigadors hagin aprofundit en l'estudi d'aquesta con-

ducta i en la seva influència en el rendiment esportiu (Abernethy, 1990). Per a Abernethy (1991), Williams, Davids, Burwitz i Williams (1993) assolir nivells elevats de rendiment implicarà manifestar execucions precises de moviments i, igualment, posseir una destresa perceptiva òptima.

En el cas del porter d'handbol, l'exigència perceptiva que demanda la seva activitat sembla més que notable, atès que junt amb el compromís temporal de captar i interpretar les informacions, haurà de realitzar una resposta motora que li permeti de ser eficaç en l'aturada de la pilota.

En l'àmbit de l'handbol s'assumeix que la conducta eficaç del porter ha de passar ineludiblement, per anticipar-se al moment del llançament, perquè retardar la resposta fins que el jugador hagi perdut contacte amb la pilota implicaria disposar de molt poc temps per poder-la aturar. Com sembla lògic, el temps de vol de la pilota determinarà el temps de reacció de què disposa el porter. Aquest interval temporal dependrà tant de la longitud que ha de recórrer la pilota com de la seva velocitat. Així, per a Czerwinski (1994) la velocitat de la pilota, en llançaments de juga-



dors d'elit, oscil·la entre els 135 km/h per al llançament en caiguda, i els 95 km/h per a llançaments des de la posició, sense desplaçament ni salt. Entre aquests dos valors es trobarien les velocitats de 110 km/h per a llançaments en cursa i 120 km/h per a llançaments en salt.

Aquests valors en la velocitat del llançament per a jugadors d'elit no són contrastats del tot per altres estudis, en què la velocitat de la pilota és lleugerament inferior. A la investigació de Pokrajac (1980), on s'analitza la velocitat en el llançament en salt, els jugadors llancen entre 76 km/h i 90 km/h. A l'estudi de Zeier (1987) la velocitat en el llançament des de 8 metres oscil·la entre 73 km/h i 80 km/h, dades molt similars a les obtingudes per Müller (1980), Mikkelsen i Olesen (1976). A la investigació de Párraga, Sánchez i Oña (2001), els valors màxims en la velocitat de la pilota que s'obtenen són de 74 km/h en llançaments des de 9 metres.

En qualsevol cas, la velocitat de la pilota determinarà l'interval de temps de què disposa el porter per interceptar la pilota, de tal manera que si aquest interval temporal és excessivament reduït, l'esportista haurà d'iniciar el moviment abans i anticipar-se a la sortida de la pilota. Així, quan el porter pretén d'aturar un llançament ha de considerar el temps de reacció a l'estímul i el temps de moviment per realitzar la seva resposta. Si la suma d'aquests dos valors supera el temps de vol de la pilota, inevitablement haurà d'anticipar-se per interceptar-la.

Segons Sage (1977), el temps de reacció més ràpid es troba al voltant de 170 mil·lisegons, al qual caldria sumar el temps que triga el porter a realitzar la resposta motora (desplaçament i moviment d'un o diversos segments corporals). Considerant que una pilota llançada a 90 km/h des de la línia de 6 metres triga a arribar a la línia de porteria 240 mil·lisegons, el porter mai no podrà aturar la pilota si espera que el llançador perdi contacte amb aquesta. Així doncs, sembla que l'anticipació és l'únic recurs a l'abast del porter per aconseguir l'èxit en l'acció.

Per a Czerwinski (1994), l'actuació del porter es trobarà condicionada per l'ob-

servació del braç que realitza el llançament, per tal de poder preveure la direcció i la trajectòria de la pilota. Això és una constant en l'entrenament dels porters, on s'insisteix en el fet que parin atenció a diferents informacions prèvies al llançament per determinar-ne la localització (tipus i alçada de l'armat, orientació del llançador, oposició més o menys pròxima, etc.). Poulton (1957), citat per Abernethy i Russell (1987), anomenarà aquesta acció anticipació perceptiva que, segons Moreno, Oña i Martínez (1998, p. 207), consistirà en "*la identificació per part de l'executant d'una certa regularitat en l'aproximació d'estímul que porten com a conseqüència l'acció final i, a través d'aquests estímul, predir l'aparició de l'acció esmentada abans que s'esdevingui*".

Per tant, s'assumeix que els porters hauran d'extreure informació prèvia al llançament (preíndexs) i basant-se en aquests triar quina resposta emetre. Ara bé, queden algunes qüestions per resoldre, com ara: podrien els porters obtenir prou informació de la trajectòria de la pilota com per aconseguir de determinar la localització del llançament? Mitjançant quina conducta visual?

Diferents estudis han tractat d'indagar en el nivell d'eficàcia d'esportistes experts i inexperts, per predir la localització de llançaments o copejaments (Tyldesley, Bootsma i Bomhoff, 1982; Williams, Davids i Williams, 1999). Treballs anteriors amb porters d'hoquei, mitjançant tècniques d'oclusió temporal, indiquen que els porters predeien amb més encert els copejaments vers els costats que no pas en alçada (Salmela i Fiorito, 1979). Un altre estudi amb tennistes demostra que aquests eren més precisos a determinar localitzacions laterals que no pas en profunditat (Day, 1980). En tot cas, sembla que els esportistes experts en tasques de déficit temporal tendeixen a anticipar la seva resposta, tot manifestant una predicció sobre la localització del mòbil a interceptar.

Tenint en compte els temps de vol de la pilota descrits anteriorment i les limitacions fisiològiques en el sistema visual, sembla que la informació sobre la localit-

zació del llançament hauria de produir-se per visió perifèrica (habilitat per detectar i reaccionar a un estímul fora de la visió fòvea o central, segons Williams i d'altres, 1999). En aquest sentit, són nombrosos els treballs d'investigació que argumenten la importància de la visió perifèrica com a un mecanisme de control addicional a les vies aferents d'informació en l'execució de tasques on cal una precisió espacial elevada (Davids, 1988).

Va ser Paillard (1980) qui va suggerir dos canals diferents de processament d'informació visual en tasques de punteria, en funció de la velocitat de l'objecte sobre el qual es pretenia de realitzar l'acció. El primer canal utilitzaria la visió central com a mitjà d'adquisició d'informació, en les tasques en què la velocitat de l'objecte sobre el qual es pretenia d'actuar era baixa (qüestió que no s'assembla al llançament en handbol). El segon canal d'informació utilitzaria la visió perifèrica com a mitjà d'adquisició d'informació visual, per a les tasques en les quals la velocitat de l'objecte fos alta. Per tant, segons el model de Paillard, si es pretén d'interceptar una pilota que s'aproxima a gran velocitat s'hauria de processar la informació provinent de la trajectòria de la pilota per visió perifèrica.

Al nostre treball volíem mesurar l'eficàcia dels porters experts i inexperts d'handbol en la predicció de la localització d'un llançament sobre el qual no poden obtenir cap informació prèvia. Igualment, ens interessava d'identificar la conducta visual que aquests dos grups de subjectes (experts i inexperts) manifestaven durant la tasca.

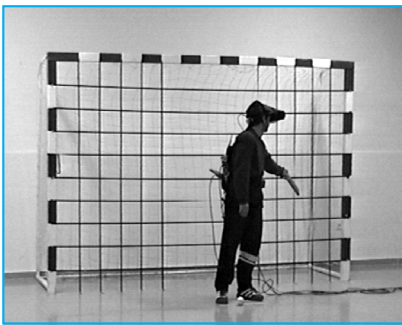
Mètode

En aquest treball s'analitza la motilitat ocular extrínseca com una variable que determina la selecció de l'atenció visual durant el desenvolupament d'una situació esportiva. D'altra banda, s'estudia la capacitat del sistema visual per determinar la localització d'un llançament a porteria des de distàncies i a velocitats similars a les trobades en competició. El nostre treball pretén d'aconseguir dos grans objectius:

■ FIGURA 1.
Ocultació de la màquina llançapilotes vista des de la imatge enregistrada pel sistema de seguiment de la mirada utilitzat.



■ FIGURA 2.
Indicació del subjecte, del quadrant per on entrava la pilota.



- Estudiar la conducta visual d'un grup de subjectes amb experiència i sense, com a porters d'handbol, durant el llançament d'una pilota de tennis amb una màquina llançapilotes a una velocitat similar a les que hi ha en els llançaments d'handbol d'elit (88 km/h).
- Determinar el nivell de precisió en la localització espacial dels llançaments a porteria.

Per conèixer l'ús de la informació que els porters d'handbol són capaços d'extreure exclusivament del vol de la pilota (sense poder captar cap informació prèvia), es va dissenyar una situació experimental en què els subjectes, des de la posició habitual d'un porter davant d'un llançament a porteria (Falkowski i Enríquez, 1979), havien de discriminar la zona de la porteria per on entrava una pilota de tennis llançada des d'una màquina llançapilotes (LOBSTER, model 401). La zona de sortida de la pilota va ser ocultada mitjançant un plafó per tal d'evitar que els subjectes poguessin extreure informació de la direcció

del llançament per la posició o l'orientació de la màquina llançapilotes. (Figura 1)

Els subjectes havien de situar-se a una distància d'1 metre de la línia de porteria des d'on havien d'observar 36 llançaments (1 sèrie de 18 llançaments des de 6 metres i una altra sèrie de 18 llançaments des de 9 metres). Cada sèrie de llançaments va ser situada aleatòriament en 6 zones diferents de la porteria, que alhora va ser dividida en quadrats de 20 x 20 centímetres (concretament en direcció a la dreta o a l'esquerra del subjecte i amb una alçada alta, mitjana o baixa). En cada sèrie de llançaments sempre es llançaven 3 llançaments a cadascuna de les sis zones possibles. (Figura 2)

Després de cada llançament, els subjectes havien d'assenyalar amb un apuntador el quadrant per on consideraven que havia entrat la pilota a la porteria.

Els subjectes que han participat en la investigació han estat 6 barons adults. Dos d'aquests amb experiència com a porters d'handbol durant més de 8 anys d'entrenament i els altres quatre eren practicants d'esports individuals en què no hi havia cap mòbil. Tots els subjectes, amb coneixement previ dels objectius de la investigació, hi van participar voluntàriament i desinteressadament.

Les variables objecte d'estudi han estat les següents. Com a variables dependents s'han utilitzat:

- **Motilitat Ocular Extrínseca.** En concret, les variables neuromusculars com ara les *fixacions visuals* que permeten d'estabilitzar una àrea del joc dintre del camp visual, segons Williams i d'altres, 1999; els *moviments sacàdics* que són els responsables de canvis ràpids en la visió, i porten una nova part del camp visual a la visió central o fòvea, segons Carpenter, 1988 i Rosenbaum, 1991, i els *moviments de seguiment*, que permeten de seguir objectes que es mouen a baixa velocitat dintre del camp visual, segons Williams i d'altres, 1999.
- **Precisió en la localització espacial d'un mòbil** (pilota de tennis) llançada sobre la porteria.

Han estat utilitzades dues variables independents, amb dos nivells cadascuna:

- **L'experiència;** entesa com el nombre d'anys que porta un esportista exercint en competició oficial com a porter d'handbol. Els dos nivells d'aquesta variable són: porters i subjectes inexperts.
- La **distància on es va situar la màquina llançapilotes** respecte a la porteria. Els dos nivells d'aquesta variable són: 6 metres i 9 metres.

Els instruments utilitzats en la recollida de les dades han estat:

- Sistema de seguiment de la mirada (ASL SE5000), que determina la localització de la fixació visual en cada moment del temps que té el subjecte analitzat.
- Engraellat de recollida de resultats on es reflectia el grau de precisió que els subjectes tenien a l'hora de determinar la zona espacial per on entrava la pilota. L'error que cada subjecte obtenia respecte al lloc (quadre) per on entrava la pilota, es va obtenir quantificant el nombre de quadrants (unitat de mesura) de diferència en l'eix X (esquerra i dreta) i l'eix Y (a dalt i a baix).

Per tal de permetre l'anàlisi de les dades, s'han fet operatius el començament i el final de la conducta visual dels subjectes. Aquesta comença quan els subjectes realitzen el primer moviment sacàdic per seguir la pilota des que surt del tub de la màquina llançapilotes i traspasa l'obertura de la superfície que cobria aquesta. Es va determinar com a final de l'anàlisi el moment en què la pilota traspassava la línia de porteria o el subjecte realitzava aquest primer moviment ocular intencionat de seguiment de la trajectòria de la pilota.

El temps que s'obtenia en fotogrames (amb una freqüència de 50 fotogrames per segon) mitjançant un magnetoscopi S-VHS: PANASONIC, model NV-HS1000EC, posteriorment ha estat transformat en mil·lisegons (ms).



Resultats

En relació amb la conducta visual

S'ha realitzat una anàlisi de variància (ANOVA) per contrastar les possibles diferències dels dos grups experimentals (porters i subjectes inexperts), respecte a les variables neuromusculars i a les dues situacions a què van ser sotmesos: distàncies de 6 i 9 metres respectivament.

En el cas de la situació de llançament des de 6 metres a una velocitat de la pilota de 24,44 m/s, el temps que aquesta trigava a arribar a la porteria era de 240 ms. Gairebé cap subjecte de la mostra va poder iniciar un moviment sacàdic per intentar de seguir la pilota per sota del temps indicat anteriorment; s'obtenen valors mitjans (M) de 236,32 ms i una desviació típica (DT) d'11,25 ms per al grup de porters, mentre que per al grup de subjectes inexperts els valors van ser de $M = 236,47$ ms i $DT = 14,86$ ms respectivament. Com a conseqüència directa d'aquests valors tan similars, l'ANOVA no ha revelat diferències significatives entre els dos grups experimentals en la situació de llançament des de 6 metres.

Per a la situació de 9 metres, tenint en compte la velocitat de sortida de la pilota de la màquina ($v = 24,44$ m/s), el temps d'arribada fins a la porteria era de 360 ms. Tanmateix, per a aquesta situació sí que hem trobat diferències entre els dos grups ($F(122, 1) = 409,19$;

$p < 0,001$), amb valors mitjans (M) de 263,68 ms i $DT = 29,36$ ms en el cas dels porters, i valors de $M = 355,35$ ms i $DT = 20,04$ ms per als subjectes inexperts. La figura 3 exposa els valors mitjans trobats per a la situació de 6 metres (esquerra) i 9 metres (dreta).

Va ser realitzada una nova anàlisi de variància de mesures repetides per tal d'avaluar les diferències per a cada un dels grups entre les dues situacions a què van ser sotmesos, i es van trobar diferències en el temps d'inici del moviment ocular sacàdic per al grup de porters ($F(36, 1) = 7.568,18$; $p < 0,01$) i per al grup de subjectes inexperts ($F(82, 1) = 1.895,21$; $p < 0,001$). Tanmateix, la figura 4 mostra que, malgrat que s'obtenen temps superiors a l'inici del moviment ocular sacàdic per a la situació de 9 metres i en tots dos grups, podem veure que, en el cas dels porters, aquests temps són considerablement més petits que no pas els dels subjectes inexperts per a aquesta situació. Veiem, a més a més, que els temps dels subjectes inexperts per a aquesta segona situació es troben molt pròxims al temps límit establert com a final de l'anàlisi (360 ms), que recordem que era el temps en el qual la pilota superava la línia de porteria.

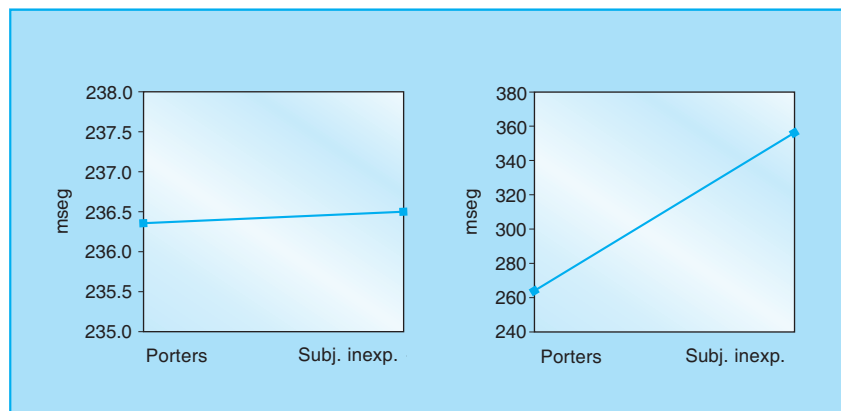
En relació amb la localització del llançament

S'ha realitzat també una anàlisi de la resposta indicada pels subjectes després de

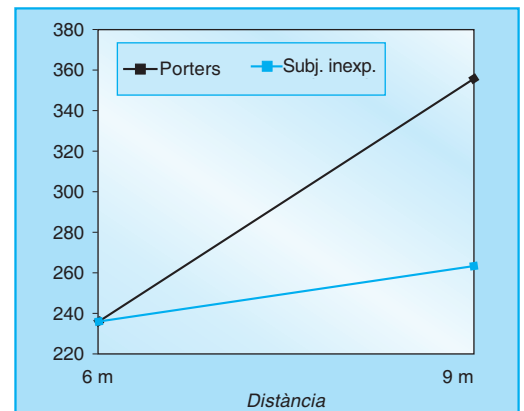
cada llançament, en la qual havien d'assenyalar el quadrant de la porteria per on estimaven que havia entrat la pilota. Abans de l'anàlisi hem calculat, els valors de a) *error absolut* (E_ABS) entès com la mitjana dels valors absoluts de l'error, b) *error constant* (E_CON) entès com la direccionalitat d'aquest error respecte al valor criteri, i c) *error variable* (E_VAR) que ens informa de la variabilitat de l'error, és a dir, de la dispersió de les dades. Per ajudar el lector a entendre cada un d'aquests paràmetres, podem dir que E_ABS informa de "quant" error ha obtingut el subjecte (quantitat error), E_CON informa "cap on" s'ha dirigit aquest error (direcció error), mentre que E_VAR informa de "com" s'ha produït aquest error (dispersió error).

Entenem el valor criteri sobre el qual es calculen cada un d'aquests índexs de l'error com el quadrant pel qual ha passat la pilota en cada llançament. La unitat de mesura per quantificar cada un d'aquests paràmetres ha estat el nombre de quadrants que el subjecte ha indicat més allunyats del valor criteri. L'error pot obtenir-se en l'eix X (a dalt i a baix, amb valors positius i negatius respectivament) i a l'eix Y (dreta i esquerra, també amb valors positius i negatius respectivament). En resum, disposem de dades de cada un dels tres paràmetres de mesura de l'error (absolut, constant i variable, en els dos eixos (X i Y), i per a les dues situacions a què

■ FIGURA 3. Temps en mil·lisegons en iniciar el seguiment de la pilota per a cada grup, en les situacions de 6 metres (esquerra) i 9 metres (dreta).



■ FIGURA 4. Evolució dels valors mitjans enregistrats per a cada grup, en les situacions de llançament a 6 i 9 metres.



■ **TAULA 1.**

Mitjanes (M) i desviacions típiques (DT) dels índexs de l'error dels dos grups experimentals (E: error, ABS: absolut, CON: constant, VAR: variabilitat, X: eix x [lateral], Y: eix y [alçada], 6: distància de 6 metres de la màquina llançapilotes a porteria, 9: distància de 9 metres de la màquina llançapilotes a porteria).

	PORTERS		SUBJ. INEXP.	
	M	DT	M	DT
E_ABS_X6	0,59	0,16	0,74	0,36
E_ABS_X9	0,80	0,28	0,94	0,49
E_ABS_Y6	0,60	0,23	0,60	0,15
E_ABS_Y9	0,81	0,43	0,77	0,34
E_CON_X6	0,24	0,16	0,04	0,31
E_CON_X9	-0,11	0,01	0,02	0,26
E_CON_Y6	0,03	0,54	-0,08	0,29
E_CON_Y9	0,50	0,71	0,53	0,54
E_VAR_X6	0,79	0,07	0,93	0,34
E_VAR_X9	1,03	0,37	1,14	0,51
E_VAR_Y6	0,74	0,15	0,85	0,16
E_VAR_Y9	0,83	0,08	0,78	0,15

van ser sotmesos (llançament a 6 i 9 metres). (Taula 1)

S'ha realitzat, en primer lloc, una ANOVA mitjançant la qual comparem els resultats obtinguts per a cada un dels índexs de l'error entre els dos grups experimentals, i no se n'obtenen diferències significatives en cap. En una altra anàlisi ANOVA de mesures repetides, on s'analitzen intragrup les possibles diferències en els índexs de l'error entre les dues situacions que han visualitzat, trobem diferències en E_CON_Y (F (82, 1) = 11,37; p = 0,028). A la Taula 1 es pot veure que, per al grup de subjectes inexperts, hi ha un valor d'error constant en Y per a la situació de 6 metres (E_CON_Y6) de M = -0,08 unitats, mentre que per a la situació de 9 metres (E_CON_Y9) el valor és de M = 0,53 unitats. D'aquests resultats es dedueix que, per a aquest grup, s'ha produït una variació de l'error "cap a dalt" amb l'augment de la distància a què es va produir el llançament de la pilota.

Discussió

Els resultats obtinguts indiquen que per a llançaments des de 6 metres a velocitats

similars a les trobades en competició (100 km/h aproximadament), no hi ha diferències significatives en la conducta visual d'experts i inexperts, a l'hora de localitzar el llançament a porteria. En aquest sentit, les limitacions fisiològiques del sistema visual humà, indicades per Rosenbaum (1991), on no és possible realitzar moviments de seguiment sobre mòbils a gran velocitat i en dèficit de temps, es confirmen en aquest treball. Investigacions recents suggereixen que el temps mínim de reacció en situacions d'elecció de la resposta es troben al voltant dels 200 mil·lisegons (McLeod i Jenkins, 1991). Així, en el llançament des de 6 metres, plantejat en la situació experimental, hi ha hagut molt poques ocasions en què els subjectes dels dos grups (experts i inexperts) hagin estat capaços d'iniciar un moviment sacàdic amb la intenció de seguir a la pilota abans que aquesta traspassi la línia de porteria (240 ms); qüestió notablement significativa per entendre la conducta del porter d'handbol en competició, perquè si el porter esperés a identificar la zona de localització del llançament, quan iniciés la seva resposta la pilota ja hauria traspasat la línia de porteria i la seva acció posterior seria inútil.

Els temps trobats en els dos grups confirmen la tendència existent en l'entrenament dels porters d'handbol on, des de distàncies de 6 metres o menys (quan els jugadors envaeixen l'àrea en salt), és imprescindible l'anticipació si es pretén d'aturar la pilota. En relació amb la conducta visual manifestada pels subjectes dels dos grups, en el llançament des de 9 metres, els experts són capaços d'iniciar un moviment de seguiment de la pilota significativament abans que els inexperts. De fet, els porters experts mantenen temps de reacció visual similars als trobats quan el llançament es produeix des de 6 metres, mentre que els inexperts retarden considerablement l'inici del moviment de seguiment de la pilota a una distància de 9 metres. Pel que sembla, l'experiència i l'entrenament permeten als experts manifestar un temps més curt a l'hora d'iniciar un moviment de seguiment visual sobre la pilota llançada des de 9 metres.

En aquest sentit, la investigació suggereix que, quan la conducta visual no es troba limitada per les característiques fisiològiques del sistema visual, els millors esportistes han desenvolupat models que permeten de predir esdeveniments i seleccionar seqüències de moviment preprogramades. És a dir, els esportistes hàbils són capaços d'adquirir informació avantatjosa del moviment dels seus oponents per a la presa de decisió i preparació de l'acció. Aquests utilitzen una forma anticipatòria d'acció, en paraules de Whiting, Alderson i Sanderson (1973). En aquest punt de la discussió i per entendre millor per què existeixen diferències en la distància de 9 metres, entre el grup d'experts i de novells, seria convenient reflexionar sobre el paper que juga la visió perifèrica en la detecció del mòbil (pilota), en el nostre estudi. Gran part de la investigació sosté la hipòtesi que els esportistes experts mostren un major desenvolupament de la visió perifèrica, cosa que els permet de buscar fonts d'informació dinàmiques i canviants, que és el que s'esdevé en esports d'equip, i fins i tot estudis d'esports individuals, com el de Blundell (1982), suggereixen que una actuació superior en tennis depèn d'un treball més important de la visió perifèrica. Per tant, un major desenvolupament en la visió perifèrica podria ser la causant que els porters experts reaccionin abans a l'estímul de la pilota (és a dir, que realitzin abans el moviment sacàdic que precedeix el seguiment de la pilota). En termes neurològics i seguint Trachtman i Kluka (1993), els porters experts utilitzarien de forma més eficient el patró visual magnocel·lular (encarregat de percebre el moviment, de localitzar els objectes a l'espai), cosa que els permetria de conèixer abans la trajectòria de la pilota i, doncs, saber quina resposta han d'emetre. Una explicació, ara psicològica, de les diferències trobades entre els dos grups, en els temps d'inici del moviment sacàdic, l'ofereix Schmidt (1988). Segons aquest autor, la pràctica produeix una millora en les fonts sensorials de la informació, entre les quals es troba la percepció visual. Des d'aquest punt de vista, el grup de porters experts tindria més avantatge a l'hora de percebre el mòbil, atès que el



seu sistema sensorial és més sensible a les variacions dels estímuls que es produeixen a l'entorn. En la mateixa direcció, Bourgeaud i Abernethy (1987), fent servir el paradigma del record, arriben a concloure que els jugadors de voleibol experts tenien més habilitat per detectar els estímuls pertinents de l'entorn esportiu. Respecte a la precisió en la zona d'arribada de la pilota a porteria, trobem que entre els dos grups, els resultats del nostre estudi semblen estar d'acord amb allò que la investigació suggereix respecte al paradigma expert i novell, en tasques de selecció de respostes. Recordem que el grup inexpert tendeix a augmentar la magnitud del seu error a l'eix Y (a dalt-a baix) a mesura que augmentem la distància de la màquina llançapilotes respecte als subjectes (un error més gran a 9 metres que no pas a 6 metres), mentre que aquesta tendència en els resultats no la trobem en el grup expert. És a dir, la magnitud i direcció de l'error en el grup expert, independentment de la distància de sortida del mòbil, no canvia de forma significativa. Creiem que això pot ser degut al fet que el grup expert, en tenir una major experiència i familiarització amb la tasca de percepció de mòbils que s'acosten a gran velocitat, a més a més, el fet de tenir una estructura funcional més desenvolupada del sistema sensorial visual (com ara la visió perifèrica), els possibilita una apreciació conscient més ràpida de l'objecte que s'aproxima. Aquesta visió la comparteixen Jones i Miles (1978), que han utilitzat tècniques d'oclusió en tennis. Es conclou que els subjectes són més precisos en la detecció del costat que no pas en la profunditat de la pilota. D'altra banda, Williams, Davids, Burwitz i Williams (1992) van concloure que els subjectes experts tenien un millor rendiment que no pas els inexperts, tot utilitzant condicions d'oclusió de curta durada i també que la majoria dels errors anaven associats a judicis incorrectes en la profunditat.

Bibliografia

Abernethy, B. (1990). Anticipation in squash: Differences in advance cue utilization bet-

- ween expert and novice players. *Journal of Sport Science* (8), 17-34.
- Abernethy, B. (1991). Visual strategies and decision-making in sport. *International Journal of Sport Psychology* (2) (3-4), 189-210.
- Abernethy, B. i Russel, D. G. (1987). Expert-novice differences in an applied selective attention task. *Journal of Sport Psychology* (9), 326-345.
- Blundell, N. L. (1982). A multivariate analysis of the visual-perceptual attributes of male and female tennis players of varying ability levels. *Psychology of Motor Behaviour and Sport*. Abstracts North American Society for the Psychology of Sport and Physical Activity, University of Maryland.
- Bourgeaud, P. i Abernethy, B. (1987). Skilled perception in volleyball defense. *Journal of Sport Psychology* (9), 849-855.
- Carpenter, R. H. S. (1988). *Movements of the Eyes*. London: Ed. Plion.
- Czerwinski, J. (1994). Una descripció del juego. *Comunicaciones Técnicas de Balonmano*. Madrid: C.S.D.-F.E.B.M.
- Davids, K. (1988). Developmental differences in the use of peripheral vision during catching performance. *Journal of Motor Behavior* (20) (1), 39-51.
- Day, L. J. (1980). Anticipation in junior tennis players. *Proceedings of International Symposium in Effective Teaching of Racquet Sports*, capítol 49. University of Illinois: eds.: J. Groppe i R. Sears.
- Falkowski, M. i Enríquez, E. (1979). *Estudio monográfico del portero*. Madrid: Esteban Sanz Martínez.
- Jones, C. M. i Miles, T. R. (1978). Use of advance cues in predicting the flight of a lawn tennis ball. *Journal of Human Movement Studies* (4), p. 231-235.
- McLeod, P. i Jenkis, S. (1991). Timing, accuracy and decision time in high speed ball games. *International Journal of Sport Psychology* (22), p. 279-295.
- Mikkelsen, F. i Olesen, M. (1976). Handball. *Idrottsfysiologi (rapport)* (18), p. 30-34.
- Moreno, F. J.; Oña, A. i Martínez, M. (1998). La anticipación en el deporte y su entrenamiento a través de preíndices. *Revista de Psicología* (2), vol. 7, p. 205-213.
- Müller, E. (1980). *Bewegungsübertragung bei Wurfbewegungen*. Innsbruck: Institut für Sportwissenschaft der Universität.
- Paillard, J. (1980). The multi-channeling of visual cues and the organisation of a visually guided response, a *Tutorials in Motor Behavior*, Amsterdam: Eds. G. E. Stelmach i J. Requin.
- Párraga, J. A.; Sánchez, A. i Oña, A. (2001). Importància de la velocitat de sortida de la pilota i de la precisió com a paràmetres d'eficàcia en el llançament en salt a distància en l'handbol. *Apunts. Educación Física y Deportes* 66 (4), p. 44-51.
- Pokrajac, B. (1980). Difference between initial ball velocities when using a sidearm throw in fieldball. *Fizicka Cultura* 34 (4), p. 333-337.
- Rosenbaum, D. A. (1991). *Human Motor Control*. San Diego: Academic Press.
- Sage, G. H. (1977). *Introduction to motor behavior: A neuropsychological approach*. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley P. C.
- Salmela J. H. i Fiorito, P. (1979). Visual cues in ice hockey goaltending. *Canadian Journal of Applied Sports Sciences* (4), p. 56-59.
- Schmidt, R. A. (1988). *Motor Learning and Performance: From Principles to Practice*, capítol 49, Human Kinetics.
- Trachtman, J. N. i Kluka, D. A. (1993). Future trends in vision as they relate to peak performance in sport. *International Journal of Sports Vision*, p. 1-7.
- Tyldesley, D. A.; Bootsma, R. J. i Bomhoff, G. T. (1982). Skill level and eye movement patterns in a sport orientated reaction time task, a *Proceedings of an International Symposium on Motor Behaviour: Contributions to Learning in Sports*. Cologne: Hofmann. Eds.: H. Rieder, H. Mechling, i K. Reischle.
- Whiting, H. T. A.; Alderson, G. J. K. i Sanderson, F. H. (1973). Critical time intervals for viewing and individual differences in performance of a ball-catching task. *International Journal of Sport Psychology* (4), p.155-156.
- Williams, A. M.; Davids, K.; Burwitz, L. i Williams, J. G. (1992). Perception and action in sport. *Journal of Human Movement Studies* (22), p. 147-204.
- (1993). Visual search and sports performance. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport* (22), pp. 55-65.
- Williams, A. M.; Davids, K. y Williams, J. G. (1999). *Visual Perception and Action in Sport*. Londres i Nova York: E & FN SPON.
- Zeier, U. (1987). As exigencias mínimas para a técnica do guarda-redes. *Setemetros* (24), p. 29-33.