

## ESTRATEGIAS ABIERTA Y CERRADA DEL PENALTI EN JUGADORES DE NIVEL INTERMEDIO DE FÚTBOL

Castillo, J. M.; Oña, A.; Raya, A.; Bilbao, A.; Serra, E.

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad de Granada

---

### RESUMEN

Este estudio compara el efecto en la aplicación de un sistema automatizado inalámbrico en el terreno de juego para simular una estrategia que tiene en cuenta la actuación del portero (abierta) frente a otra estrategia que la ignora (cerrada) sobre la eficacia de lanzadores intermedios de penalti. Lanzadores (n=12) intermedios de penalti realizaron un test pre-tratamiento de 32 tiros en "situación real" con porteros (n=3) intermedios. A continuación se establecieron dos grupos de lanzadores que completaron 11 sesiones de tratamiento utilizando estrategias distintas y por último repitieron un test post-tratamiento. Como variables medimos el número de goles conseguidos, la dirección del chut en la misma o en dirección no coincidente respecto al movimiento del portero (DNC), la velocidad del balón y la duración del movimiento de golpeo. Los resultados sugieren mayor capacidad de identificación de señales de avance en los porteros frente a los lanzadores GC (grupo de estrategia cerrada) pero menor velocidad del balón en los lanzadores GA (grupo de estrategia abierta) relacionada con una modificación en la superficie de contacto del golpeo.

**Palabras clave:** penalti, anticipación, toma de decisiones, campo, entrenamiento.

### ABSTRACT

This study investigates the efficacy of intermediate penalty kickers by comparing the effect of applying an automated WiFi (Wireless Fidelity) system on the field of play to simulate a strategy that takes account of goalkeeper action (open) with another for which goalkeeper strategy is irrelevant (closed). Intermediate penalty kickers (n=12) took a pretreatment test of 32 kicks in a "real-play" situation with intermediate goalkeepers (n=3). We established two groups of kickers who underwent 11 treatment sessions using different strategies and then conducted a posttreatment test. The variables we measured were the number of goals scored, whether the direction of the shot was the same or different from the direction of the goalkeeper's move (DDG), ball speed and the duration of the kicking movement. The results suggest the goalkeepers demonstrated a greater capacity to identify advance cues when faced with CG (closed strategy group) kickers and that OG (open strategy group) kickers achieved lower ball speeds when modifying the contact surface of the kick.

**Key words:** penalty kick, anticipation, decision-making, field, training.

---

#### *Correspondencia:*

José María Castillo García  
Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Granada  
Ctra. de Alfacar s/n. 18071 Granada. España  
jmcastillo@ugr.es

*Fecha de recepción:* 02/01/2009

*Fecha de aceptación:* 16/04/2009

## INTRODUCCIÓN

El Fútbol podría considerarse como una de las tareas de máxima complejidad perceptiva. El jugador debe atender al estímulo del balón, la posición de su compañero que posibilite un pase o un chut a portería, la posición de los contrarios susceptibles de interceptar o recuperar balón y la velocidad de desplazamiento de cada uno de estos estímulos que permitan realizar precisos cálculos perceptivos espacio-temporales dependiendo además de la intensidad y claridad con que se perciban. Parece obvio que es el canal visual el receptor más crítico para suministrar información sobre el movimiento de objetos en el entorno (Schmidt y Lee, 2005), donde la clave del éxito radica en aplicar exactamente la fuerza necesaria para atrapar, golpear o patear el balón en el lugar exacto y en el momento justo enviando el balón en la dirección adecuada (Davids, Savelsbergh, Bennett y Van der Kamp, 2002). Para ello los avances en la tecnología de la información que hacen posible aumentar y mejorar el feedback que los deportistas reciben durante el entrenamiento y la competición también se consideran ahora una ayuda inestimable para los entrenadores (Liebermann, Katz, Hughes, Bartlett, McClements y Franks, 2002).

Resulta evidente la trascendencia de un chut de penalti en el fútbol actual, teniendo en cuenta que se resuelven de este modo un 21.8% de partidos eliminatorios y se transforman el 78.9% de los intentos en los torneos internacionales de Copa del Mundo, Campeonatos de Europa y Copa América (Jordet, Hartman, Visscher y Lemmink, 2007). Son varios los factores que pueden influir en el rendimiento de esta tarea incluyendo el estrés psicológico para el lanzador, su habilidad técnica, el estado fisiológico de fatiga e incluso la suerte en la elección del portero en su estirada. Entre dichos factores Jordet et al. (2007) destacan al componente psicológico como el más influyente para decidir el resultado del penalti y confirman lo señalado por McGarry y Franks (2000) acerca de que la ansiedad del lanzador se incrementa gradualmente de acuerdo con la importancia del chut para resolver el partido (ver también Jordet y Hartman, 2008). No obstante, Jordet, Elferink-Gemser, Lemmink y Visscher (2006) defienden que aquellos jugadores con una baja competencia percibida en la tarea de penalti o que creen que influye considerablemente la suerte experimentan mayor ansiedad cognitiva que aquellos otros que piensan que su habilidad en la tarea es más elevada. Es por esto que nosotros nos centramos en la habilidad del lanzador y concretamente en la estrategia más aconsejable para acometer esta tarea.

Recientemente el interés por la situación de penalti en fútbol ha aumentado pasando del estudio clásico de las señales de avance útiles para el portero que distinguen el nivel de experto e inexperto (p.e. Williams, 2000; Savelsbergh, Williams, Van der Kamp y Ward, 2002; Savelsberg, Van der Kamp, Williams y Ward, 2005;

Nuñez, Oña, Bilbao y Raya, 2005) al estudio de las limitaciones temporales para el lanzador en base a la información visual disponible (Morya, Ranvaud y Pinheiro, 2003; Castillo, Oña, Raya y Martínez, 2005; Van der Kamp, 2006; Bakker, Oudejans, Binsch y Van der Kamp, 2006).

Pero también otros aspectos han sido estudiados como por ejemplo la relación entre las decisiones financieras que toman los economistas con las opciones que tiene el portero frente al penalti. Para ello Bar-Eli, Azar, Ritov, Keidar-Levin y Schein (2007) argumentan que existe una predisposición inconsciente hacia la acción cuando a veces la mejor opción para el portero es quedarse quieto. Masters, Van der Kamp y Jackson (2007) también estudian cómo la colocación inicial estratégica del portero a izquierda o derecha respecto al centro de la portería en un rango de 6 a 10 cm puede influir inconscientemente las percepciones del lanzador siendo un 10% más probable que éste dirija el chut hacia el lado libre más amplio de la portería. Incluso Greenless, Leyland, Thelwell y Filby (2008) han estudiado la influencia del color de la indumentaria y la dirección de la mirada previa de los lanzadores sobre las impresiones que se forman los porteros hallando que cuando el portero viste de blanco y no dirige la mirada directamente hacia la portería las expectativas del portero para salvar el penalti aumentan.

Kuhn (1988) distinguió dos estrategias básicas que puede elegir un lanzador de penalti en función de que tenga en cuenta (bucle cerrado) o no (bucle abierto) la actuación del portero para elegir la localización final del chut. Pero en base al concepto original propuesto por Poulton (1957) para destacar la influencia del contexto espaciotemporal en las habilidades motrices nosotros distinguimos las estrategias abierta y cerrada, que se corresponden respectivamente con la distinción también realizada por Van der Kamp (2006) entre estrategias dependiente e independiente del lanzador frente al penalti.

Las características cinemáticas del golpeo con el empeine de un balón estático a máxima velocidad han sido ampliamente estudiadas. Aunque básicamente se corresponde con un chut de penalti (Lees y Nolan, 1998), se sabe que existe el paradigma velocidad-precisión, de tal modo que al aumentar la velocidad del movimiento la precisión se reduce (Lees y Nolan, 2001). Es por esto que se utiliza normalmente el golpeo de interior cuando se requiere rapidez y precisión y el golpeo de empeine para generar mayor velocidad al balón (Levanon y Dapena, 1998; Lees y Nolan, 1998; Nunome, Ikegami, Asai y Sato, 2001; Nunome, Asai, Ikegami y Sakurai, 2002).

En cualquier caso, nos resulta interesante conocer concretamente la duración total del movimiento en el chut de penalti desde el despegue hasta el contacto del pie de golpeo con interior ( $210 \pm 10$  ms) y con empeine ( $245 \pm 15$  ms) medidos com-

parativamente por Levanon y Dapena (1998), quienes además obtuvieron que la velocidad del balón alcanza 22.5 y 28.6 m.s<sup>-1</sup> respectivamente. Posteriores estudios han confirmado los datos referidos a la velocidad del balón mediante análisis 3D (Nunome et al., 2001; Nunome et al., 2002). Por su parte, Lees y Nolan (2001) obtienen valores similares respecto a la velocidad del balón utilizando el golpeo de empeine pero encuentran una reducción aproximada de 6 m.s<sup>-1</sup> cuando someten a dos jugadores profesionales a realizar tiros de penalti bajo el paradigma velocidad-precisión y sugieren que para aumentar la velocidad del chut los jugadores amplían su última zancada y rotan la cadera de la pierna de golpeo hacia atrás.

Por otro lado necesitamos conocer el tiempo de reacción por encima del cual pueden realizarse correcciones basadas en la visión. Tradicionalmente se ha considerado la barrera situada entorno a 200 ms como tiempo de retraso visuo-motor (McLeod, 1987), pero existen evidencias que muestran cómo el feedback visual puede actuar mucho más rápido. Por ejemplo, Elliot y Allard (1985) observaron en un estudio de adaptación visuomotriz tiempos de 170 ms, en tanto que Zelaznik, Hawkins y Kisselburgh (1983) comprobaron tiempos entorno a 120 ms de feedback visual en la precisión de movimientos de punteado (ver también Carlton, 1981). De acuerdo con Caljouw, Van der Kamp y Savelsbergh (2004) el retraso visuo-motor neurofisiológico aceptado es 100 ms, pero se han encontrado intervalos de tiempo más altos y más bajos en diferentes tareas interceptivas (ver también Caljouw, Van der Kamp y Savelsbergh, 2006). Concretamente para el fútbol Williams y Weigelt (2002) han sugerido períodos de latencia de 115 ms.

Sin embargo, Morya et al. (2003) realizan una simulación de chut de penalti en laboratorio y sitúan el punto de no retorno por encima de cual los lanzadores no pueden modificar su acción, o al menos no pueden hacerlo con precisión, entre 240-245 ms antes del golpeo. Esto es, como promedio los lanzadores alcanzaban una eficacia óptima sólo si se predeterminaba que el portero debía moverse hacia un lado alrededor de 400 ms antes del golpeo de balón y resultaba aleatoria la eficacia si el portero iniciaba su movimiento a menos de 150 ms del contacto. Ellos afirman que éste puede ser un buen estudio previo para otros con mayor validez ecológica.

Castillo et al. (2005) aplican un sistema automatizado de emisión de estímulos visuales en un intervalo de 200-500 ms antes del golpeo sobre el propio campo de juego. Lanzadores expertos e inexpertos de penalti realizaron un test pre-tratamiento consistente en 24 lanzamientos en situación real ante porteros expertos e inexpertos. Ambos grupos de lanzadores completaron entonces 10 sesiones de tratamiento con el sistema automatizado (sin portero), y finalmente repitieron el test inicial. Los lanzadores expertos consiguieron significativamente más goles en la medida post-tratamiento y no así lanzadores intermedios, hallándose además diferencias tácticas en base

a la dirección de los lanzamientos respecto a la actuación del portero sólo en el grupo de expertos.

Van der Kamp (2006) realiza una simulación en campo con jugadores intermedios también mediante estímulos visuales, aunque emitidos manualmente, y argumenta ampliamente sobre las limitaciones impuestas por la percepción y/o acción para la elección del lado correcto hacia donde dirigir el chut respecto al portero. Encuentra que la elección de una estrategia dependiente puede reducir el rendimiento del lanzador respecto a una estrategia independiente debido a la falta de tiempo mínimo necesario para redirigir el chut (que es casi el doble del observado por Morya y colaboradores en su simulación de laboratorio). Aunque uno de los jugadores modificó con éxito la dirección de un chut en tan sólo 173 ms, el resto necesitó al menos 400 ms. El rendimiento perfecto aún no se consiguió si los jugadores disponían de 600 ms; en realidad un participante falló al redirigir el balón 770 ms antes del contacto. Así, si los lanzadores eran capaces de redirigir el balón al final de la carrera previa era a costa de la precisión.

En cuanto a estudios específicos referidos al lanzador, acabamos citando a Bakker et al. (2006), quienes realizan en sala una simulación de penalti proyectando en pantalla (2.29 x 2.27 m) imágenes estáticas de portería y portero, ejecutada bajo limitación de tiempo moderado (golpeando un balón de espuma situado a 2.48 m de la pantalla). Hallaron una fuerte relación entre la localización inicial de la mirada y el destino final del balón, así como un mayor número de aciertos cuando ésta se dirige inicialmente hacia el espacio libre, aunque señalan que sus resultados no implican que los lanzadores de penalti en campo utilicen siempre un patrón de comportamiento visual similar ya que las limitaciones temporales son diferentes a las empleadas en su estudio debiendo ser cautelosos al generalizar. Bakker et. al. (2006) relacionan el espacio libre con la estrategia independiente (Kuhn, 1988; Van der Kamp, 2006) y justifican encontrar mayor precisión en los tiros si se tiene en cuenta que para controlar la acción de puntería sólo es necesaria la información referente al blanco lejano.

Nuestro primer objetivo en el presente estudio es comparar la eficacia de una simulación de estrategia abierta frente a una estrategia cerrada, de acuerdo con la citada distinción de Van der Kamp (2006), en lanzadores intermedios de penalti. Además intentamos incrementar la validez ecológica de una simulación de estrategia abierta para lanzadores de penalti a través de un sistema automatizado inalámbrico aplicado sobre el propio campo de juego. Finalmente, nosotros estudiamos si se observan diferencias en la duración del movimiento de golpeo y en la velocidad del balón de los lanzamientos de penalti en fútbol.

## MÉTODO

### *Participantes*

Participaron en este estudio diez lanzadores de penalti diestros y dos zurdos ( $n=12$ ; edad media=21.6 años,  $SD=0.9$ ) y tres porteros ( $n=3$ ; edad media=23.6 años,  $SD=2.5$ ). Los lanzadores eran estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de Granada especializados en Fútbol con una experiencia media en ligas regionales de 10.4 años ( $SD=3.8$ ) y cuatro de ellos estaban jugando en competición durante el estudio aunque no eran lanzadores habituales en sus equipos. Dos de los tres porteros eran alumnos graduados de la Facultad con una experiencia media en ligas regionales de 11.3 años ( $SD=4.0$ ) y dos de ellos también jugaban en competición durante el estudio. Por tanto, todos los participantes se consideraron intermedios, tenían una visión normal o corregida, fueron informados y dieron su consentimiento escrito para participar voluntariamente en el estudio protegiéndose sus derechos de acuerdo con las pautas éticas locales.

### *Instrumentos*

Como superficie se utilizó césped artificial. El tamaño de la portería y la distancia hasta el punto de penalti estaban de acuerdo al reglamento FIFA (1998) de fútbol. Se utilizaron balones Adidas Teamgeist Glider Germany 2006 Match Replica a una presión de 0.7 bar ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ ). Todas las sesiones se grabaron con una vídeo cámara digital JVC GZ-MG50E 30 GB y para conocer el pico de velocidad del balón en los tiros en situación real con portero se utilizó un Sport Radar Stalker ATS 34,7 GHz.

Para la simulación de la estrategia abierta hemos avanzado a partir de los trabajos de Castillo, Oña, Raya y Martínez, (2002) en el desarrollo de un sistema electrónico inalámbrico fácil de transportar y aplicar en el campo de juego que respeta la naturalidad en el gesto del golpeo. Básicamente, su estructura física consiste en un dispositivo central que controla señales de entrada y salida de dispositivos periféricos. El retardo total de este sistema inalámbrico es prácticamente despreciable (20 ms, aunque es contabilizado en cada lectura calculada en base a la velocidad del procesador AT89C52 a 24 MHz que ejecuta una instrucción por cada 12 ciclos de reloj) y se compone de las siguientes unidades (Figura 1):

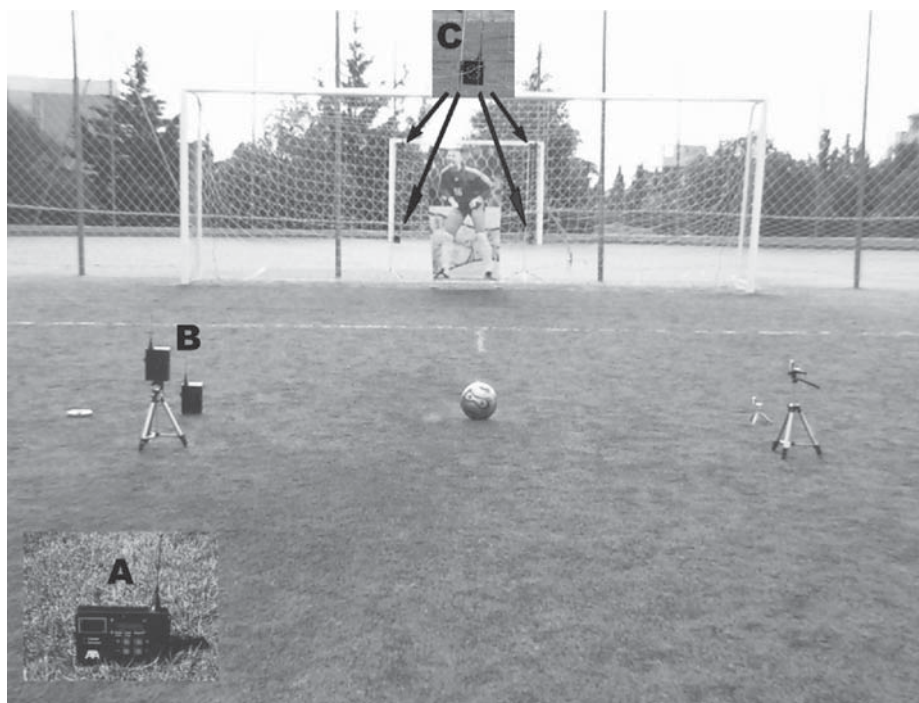


FIGURA 1. Unidad Central (A), Unidades detectoras (B) y Unidades de estímulos (C) en la simulación experimental de estrategias abierta para GA.

- A) Unidad central de tratamiento, alimentado por batería, con zócalo de recarga, puerto paralelo de conexión opcional a PC e interruptor exterior de encendido. El panel frontal dispone de pulsadores, indicadores LED y pantalla LCD que muestra directamente la lectura del intervalo temporal entre las señales de radiofrecuencia (RF) procedentes de las unidades periféricas detectoras.
- B) Unidades detectoras, alimentadas igualmente por batería, disponen en su interior de un sensor fotoeléctrico. Cada unidad se completa con un espejo reflector que varía en altura según se sitúe el trípode sobre el que van montadas en primera o segunda línea con el objetivo de medir el intervalo temporal entre señales de RF. Ensayos previos durante el desarrollo del prototipo de este sistema automatizado indicaron que la distancia entre ambas líneas debía situarse entorno a 1 m en lanzadores no experimentados, lo cual resultaba en lecturas que rondaban inicialmente los 400 ms.
- C) Unidades de emisión de estímulos, con igual autonomía por baterías, que consisten en cuatro focos montados cada par sobre trípodes centrados detrás de la red de portería, para protegerlos ante posibles impactos del balón, a uno y otro lado de una imagen fija (1 x 2 m) de un portero hecha de lona y atada al

larguero, y que reciben una señal aleatoria de encendido desde la primera línea detectora. Cada foco está diseñado con dieciséis LED de alta luminosidad.

### *Diseño Experimental*

Se utilizó un diseño mixto de series temporales con medidas pre-tratamiento y post-tratamiento de dos grupos: grupo de estrategia abierta (GA, n=6) y grupo de estrategia cerrada (GC, n=6). Los datos experimentales se recogieron a lo largo de 15 sesiones prácticas a razón de 2 sesiones por semana con una duración aproximada de 45 minutos cada una. Las 2 primeras correspondían al pre-tratamiento en donde intervenían lanzadores y porteros en “situación-real”, utilizándose además para determinar los grupos homogéneos mediante balanceo de la variable goles. Las 11 sesiones siguientes fueron de tratamiento para cada grupo sin intervención de porteros. Finalmente, las últimas 2 sesiones correspondieron al post-tratamiento repitiéndose de nuevo en “situación-real” con porteros.

### *Procedimiento*

En cada sesión, tras realizar un calentamiento general y específico con balón sin utilizar la portería del experimento, cada lanzador realizaba siempre 16 intentos completando rondas siguiendo el mismo orden en cada ronda. En las sesiones de pre-tratamiento y post-tratamiento cada ronda de intentos era iniciada por un portero distinto y cambiaban en cada intento hasta el final de la ronda. Tanto lanzadores como porteros vistieron la misma indumentaria en las sesiones pre y postratamiento teniendo en cuenta así las consideraciones señaladas por Greenless et al. (2008).

Durante las sesiones de tratamiento GA utilizaba el sistema automatizado inalámbrico descrito anteriormente que encendía aleatoriamente en cada intento un único foco de luz cuando el lanzador durante la fase de vuelo del último apoyo superaba la primera línea detectora, debiendo entonces dirigir su chut hacia el lado contrario en paralelo. Por ejemplo, si se iluminaba el foco superior derecho el chut se dirigía hacia el lado superior izquierdo de la portería, teniendo en cuenta que si el balón tocaba la imagen central estática del portero o era golpeado claramente a ras de suelo el intento se consideraba incorrecto. En las sesiones de tratamiento de GC cada lanzador antes de iniciar la carrera previa elegía libremente el destino de su chut declarándolo verbalmente (arriba-derecha, arriba-izquierda, abajo-derecha o abajo-izquierda), aunque igualmente se consideraba incorrecto si tocaba la imagen central estática del portero o, por ejemplo, si golpeaba claramente a ras de suelo y a la derecha cuando declaró arriba-izquierda. En consecuencia, tanto en GA como en GC cada lanzador disponía de cuatro posibles opciones de localización final en cada intento para simular así una estrategia abierta o cerrada, aunque excluyendo en cualquier caso la



parte central de la imagen estática que se consideraba error al igual que si chutase al poste, fuera o parase un supuesto portero el intento. Así tuvimos en cuenta lo señalado por Bar-Eli et al. (2007) acerca de que las opciones del portero aumentan a veces cuando permanece estático.

Todas las sesiones fueron grabadas con vídeo cámara desde una posición frontal fuera del área de penalti que permitiese comprobar la localización final en cada intento (arriba-derecha, arriba izquierda, abajo-derecha o abajo-izquierda) y la actuación del portero en las sesiones pre y post-tratamiento.

#### *Análisis de datos*

Siguiendo a Castillo et al (2005), en las sesiones pre-tratamiento y post-tratamiento se estudiaron las siguientes variables dependientes en GA y en GC:

- *Goles conseguidos.*- Número de goles de penalti conseguidos frente a portero “real”.
- *Eficacia táctica individual.*- Número de intentos realizados en dirección no coincidente (DNC) respecto al movimiento final del portero, teniendo en cuenta que si el portero permanecía estático el intento se consideraba DNC.
- *Velocidad del balón.*- Pico de velocidad alcanzada en kph por el balón medido con el radar descrito tomando en cuenta para el análisis sólo los goles conseguidos.

También analizamos en cada grupo si la asociación entre la variable goles y la variable DNC permite determinar si los tiros realizados en DNC aumenta la probabilidad de conseguir gol.

Durante las sesiones de tratamiento (sin portero) las variables estudiadas en cada grupo fueron las siguientes:

- *Aciertos conseguidos.*- Número de intentos dirigidos correctamente según el foco iluminado (para GA) o la zona declarada verbalmente (para GC) en cada sesión.
- *Respuesta de Reacción.*- Nosotros determinamos la respuesta de reacción (RR) como la duración en ms del movimiento de golpeo en el intervalo temporal entre la aparición del estímulo (iluminación del foco de luz) durante la fase de vuelo del último apoyo y el inicio del movimiento del balón en la simulación de estrategia abierta tomando en cuenta para su análisis sólo los aciertos conseguidos. Para comprobar la normalidad de los datos se utilizó la transformación arc sine (Snedecor y Cochran, 1980) del número de aciertos en cada sesión.

## RESULTADOS

La Tabla 1 muestra los resultados de GA. Tras realizar el balanceo de las sesiones pre-tratamiento, nosotros usamos una prueba t de Student para muestras dependientes (rela-

cionadas) y no encontramos diferencias significativas en las sesiones post-tratamiento en las variables dependientes goles DNC y goles en DNC. Sin embargo, la velocidad del balón en los goles conseguidos sufre una reducción muy significativa ( $T=5.11$ ,  $df=5$ ,  $p<.01$ ). Estos resultados pueden sugerir que la aplicación de la simulación de estrategia abierta durante las sesiones de tratamiento reduce la potencia del golpeo.

TABLA 1  
Análisis descriptivo e inferencia estadística de las puntuaciones  
obtenidas en pre-post test de cada una de las técnicas del grupo A

Sesiones	Goles totales media $\pm$ s	Total DNC media $\pm$ s	Goles totales en DNC media $\pm$ s	Parados	Fuera- poste	Velocidad media del balón* (kph) $\pm$ s
Pretratamiento (n= 6)	146 24.33 $\pm$ 3.07	104 17.33 $\pm$ 3.88	87 14.50 $\pm$ 4.08	25	21	85.26 $\pm$ 4.01
Postratamiento (n= 6)	140 23.33 $\pm$ 4.17	104 17.33 $\pm$ 2.94	83 13.83 $\pm$ 4.11	24	28	79.93 $\pm$ 5.46

DNC = Dirección no coincidente respecto al movimiento final del portero

kph = kilómetros por hora

\*  $p<0.01$

De igual modo la Tabla 2 muestra los resultados de GC, no encontrando diferencias significativas en los variables dependientes goles en DNC y velocidad del balón. En cambio, si comprobamos diferencias significativas en la variable dependiente DNC ( $T=3.14$ ,  $df=5$ ,  $p<.05$ ). Estas diferencias pueden indicar que ha existido una mejora en la identificación de señales de avance por parte de los porteros y un estancamiento de los lanzadores de este grupo teniendo en cuenta que actuaban los mismos porteros en las sesiones pre-tratamiento y post-tratamiento.

TABLA 2  
Resultados de los 32 lanzamientos de cada uno de los 6 jugadores GC  
(para un total de 192 lanzamientos) en las sesiones pre y postratamiento

Sesiones	Goles totales media $\pm$ s	Total DNC media $\pm$ s	Goles totales en DNC media $\pm$ s	Parados	Fuera- poste	Velocidad media del balón (kph) $\pm$ s
Pretratamiento (n= 6)	144 24.00 $\pm$ 2.28	117 19.50 $\pm$ 1.97	85 14.16 $\pm$ 3.65	29	19	84.49 $\pm$ 6.78
Postratamiento (n= 6)	143 23.83 $\pm$ 1.16	88 14.66 $\pm$ 4.17	79 13.16 $\pm$ 4.16	24	25	81.91 $\pm$ 4.93

DNC = Dirección no coincidente respecto al movimiento final del portero

kph = kilómetros por hora

\*  $p<0.05$

Para estudiar la correlación entre la variable goles y la variable DNC, utilizamos una tabla de contingencia 2x2 encontrando una asociación significativa para GA en las sesiones pre-tratamiento (Chi cuadrado de Pearson=29.17,  $df=1$ ,  $p<0.001$ ) y en las sesiones post-tratamiento (Chi cuadrado de Pearson=15.72,  $df=1$ ,  $p<0.001$ ). Para GC también hallamos asociación significativa en las sesiones pre-tratamiento (Chi cuadrado de Pearson=20.48,  $df=1$ ,  $p<0.001$ ) y en las sesiones post-tratamiento (Chi cuadrado de Pearson=19.99,  $df=1$ ,  $p<0.001$ ). GC obtiene valores ?2 similares y GA los reduce. Esto puede sugerimos que GA mejoró la precisión en el golpeo y disminuyó la dependencia de chutar al lado contrario del movimiento del portero para conseguir gol en la sesiones post-tratamiento, lo cual estaría en consonancia con la reducción significativa observada en la velocidad del balón.

La Tabla 3 corresponde a las sesiones de tratamiento, donde podemos comprobar que GC consigue una media máxima de aciertos por sesión casi el doble que GA, aunque un análisis lineal de varianza de medidas repetidas (consecutivas) no reveló diferencias significativas en el número de aciertos conseguidos a lo largo de las sesiones de tratamiento ni en GC ni en GA. Podríamos decir que ambos grupos conforme se desarrollan las sesiones y debido al efecto práctica mejoran su rendimiento para acabar como al principio e incluso con un acierto ligeramente inferior, lo cual mostraría una curva de rendimiento en U invertida.

TABLA 3  
Total de aciertos para los 16 intentos de cada jugador por sesión  
(y media  $\pm$  s) durante las 11 sesiones de tratamiento en ambos grupos

Grupo		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
GA n=6	TOTAL	37	37	40	43	43	33	41	35	30	27	33
	Media	6.16	6.16	6.66	7.16	7.16	5.50	6.83	5.83	5.00	4.66	5.50
	SD	2.04	2.04	1.03	2.63	2.78	3.08	2.40	2.99	3.09	2.33	2.58
GC n=6	TOTAL	66	80	62	72	66	68	61	78	63	64	58
	Media	11.00	13.33	10.33	12.00	11.00	11.33	10.16	13.00	10.50	10.66	9.66
	SD	1.78	1.21	1.75	1.09	1.26	1.63	1.94	2.00	1.22	2.33	0.51

Sin embargo, encontramos un reducción significativa en el RR del golpeo en GA ( $F=12.19$ ,  $p<.05$ ) a lo largo de todas las sesiones alcanzando 257.87 ms ( $SD=54.16$ ) como media más baja en la sesión 9. Una posterior comparación por pares del RR indicó diferencias significativas ( $p<.05$ ) continuas a partir de la sexta sesión de tratamiento respecto a la primera. Estos resultados pueden indicarnos que GA haya modificado la superficie de contacto del golpeo (Figura 2).

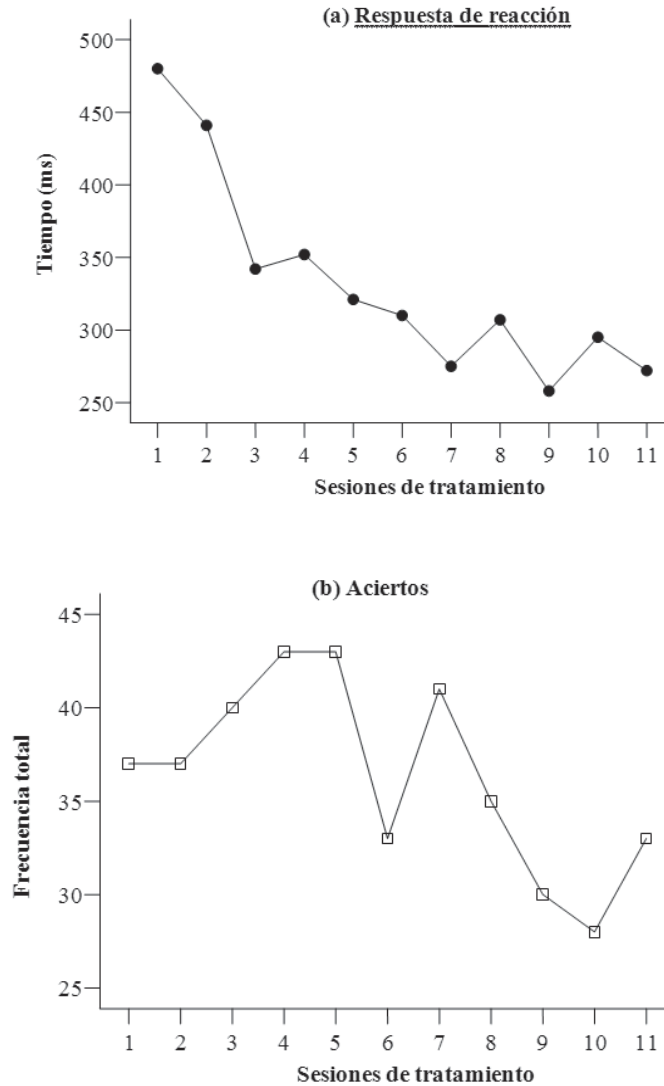


FIGURA 2. Cambios en la media del RR del golpeo (a) y en el número total de aciertos (b) durante las once sesiones de tratamiento para GA.

#### DISCUSIÓN

En el presente estudio nosotros utilizamos un sistema que simula una estrategia abierta sobre el propio campo para compararlo con la estrategia cerrada que pueden adoptar los lanzadores de penalti en fútbol. Los participantes GA sometidos a una estrategia abierta en las sesiones de tratamiento no mejoraron sus resultados en la variable goles, DNC y goles en DNC. Tampoco mejoraron los participantes GC a

quienes se les aplicó una estrategia cerrada en la variable goles y goles en DNC, pero si sufrieron una reducción significativa en la variable DNC.

Investigaciones previas relacionadas con la capacidad de anticipación han revelado la habilidad de los porteros para utilizar las señales de avance en el penalti (p.e. Williams y Burwitz, 1993; McMorris y Colenso, 1996; Williams, 2000; Savelsbergh et al., 2002; Savelsbergh et al., 2005; Nuñez et al., 2005; Panchuk y Vickers, 2006). Si recordemos que durante las sesiones de tratamiento GC obtuvo una media de aciertos por sesión casi el doble superior que GA podemos sugerir que dicha utilización de señales permitió a los porteros imponerse frente a los lanzadores quienes no mejoraron sus resultados en las sesiones post-tratamiento. Por esta razón estamos de acuerdo con Van der Kamp (2006), quien halló mayor número de errores en la dirección del chut y menor precisión en jugadores intermedios que utilizaron una estrategia dependiente, cuando señala que la aplicabilidad de sus resultados en una situación real de penalti deben tomarse con cautela puesto que el apagado y encendido de una luz es un evento repentino e inequívoco diferente de los movimientos que puede realizar un portero en situación real de penalti. Sin embargo, los resultados del presente estudio en las sesiones post-tratamiento relativizan los riesgos que los lanzadores de penalti asumen al utilizar una estrategia dependiente abierta. Sólo tenemos que observar la reducción significativa encontrada en la variable DNC en los participantes GC para pensar que los participantes GA encubrieron mejor sus intenciones o dificultaron la identificación de señales de avance a los porteros.

La reducción significativa encontrada en la velocidad del balón de los goles conseguidos por GA en las sesiones post-tratamiento nos sugiere que la aplicación de una estrategia abierta en lanzadores intermedios de penalti produce una reducción en la potencia del golpeo que puede facilitar al portero la identificación de señales de avance referida documentalmente en el párrafo anterior para no anticiparse pudiendo ganar así opciones de detener el chut. Este hecho puede confirmarse observando la reducción significativa hallada en RR durante las sesiones de tratamiento en los participantes de este grupo si recordamos que el golpeo de interior se utiliza normalmente cuando se requiere rapidez y precisión (Levanon y Dapena, 1998; Lees y Nolan, 1998; Nunome et al., 2001; Nunome et al., 2002), lo cual puede sugerirnos además que haya existido un cambio que conduce a utilizar el interior del pie como superficie de contacto de acuerdo con los valores temporales obtenidos por Levanon y Dapena (1998) que no se vio reflejado en un aumento de la precisión puesto que las variables goles, DNC y goles en DNC se mantuvieron en valores similares e incluso decrecieron.

Los valores de RR (257 ms) hallados en el golpeo durante el tratamiento en GA están más próximos al punto de no retorno de 240-245 ms encontrados por Morya et al. (2003) en su simulación de laboratorio, aunque todos los lanzadores GA consi-

guieron repetidamente valores por debajo de 180 ms logrando uno de ellos los aciertos con un mejor tiempo de 140 ms. Nosotros creemos que uno de los motivos por las que nuestros valores se alejan de los 400 ms mínimos hallados por Van der Kamp (2006) puede deberse a que su emisión de estímulos (encendido y apagado de luz) lo realizaba manualmente. También podemos pensar que sus lanzadores podrían ralentizar la acción entre el penúltimo apoyo (pie de golpeo) al recibir el estímulo de luz y el último apoyo. En el presente estudio se utiliza un sistema automatizado que emite invariablemente el estímulo durante la fase de vuelo del último apoyo resultando valores de RR que también están más próximos a los encontrados por Levanon y Dapena (1998) desde el despegue hasta el contacto del pie de golpeo con interior (210 ms) y con empeine (245 ms).

La duración del movimiento de golpeo es superior a la barrera clásica de 200 ms de retraso visuo-motor (McLeod, 1987) durante la ejecución de la tarea propuesta en el tratamiento a los participantes GA. Ante una tarea tan específica como el penalti, estamos de acuerdo con Caljouw et al. (2006) cuando señalan que ante distintas tareas interceptivas podemos encontrar intervalos de retraso visuo-motor más altos y más bajos. También son superiores a los 115 ms sugeridos para el fútbol por Williams y Weigelt (2002), aunque debemos pensar que los participantes eran de nivel intermedio y que la ventaja de los jugadores expertos sobre los noveles está ampliamente estudiada (por ejemplo, Williams, Davids, Burtwitz y Williams, 1994; Williams y Davids, 1995; McMorris y Beazeley, 1997; Williams y Davids, 1998; Savelsbergh et al., 2002; Castillo et al., 2005). Además, cuanto más cercano es un protocolo experimental que replica una tarea natural o habitual mayor resulta la ventaja del experto sobre el inexperto o novel (Abernethy, Thomas y Thomas, 1993). En consecuencia, nosotros pensamos que en lanzadores expertos los valores de RR podrían disminuir.

Resultaría valioso para futuras investigaciones estudiar la posible implicación del modelo *planning-control* (Glover, 2004). Existen evidencias que sugieren que los movimientos de planificación y control que dan nombre a este modelo, y que puede identificarse con la proposición dicotómica de los sistemas visuales originaria de Woodworth (1899) y con las teorías del papel independiente de las vías visuales que sustentan el modelo *percepción-acción* (Milner y Goodale, 1995), son procesos separados. La planificación parece ser un proceso más lento y deliberado a través del cual se selecciona e inicia un programa motor, mientras que el control "on-line" de acciones es mucho más rápido y adaptable. Fueron Milner y Goodale (1995) quienes propusieron que la vía "perceptiva" ventral es responsable de la identificación y discriminación de objetos recibiendo principalmente la información de la retina foveal y parafoveal, mientras que la vía "de acción" dorsal está implicada en el control visual del movimiento dirigido hacia esos objetos recibiendo la información principal-

mente de la retina periférica y opera fuera del control consciente (para una revisión ver también Goodale y Westwood, 2004). Existe alguna evidencia que sugiere que la información puede ser procesada más rápidamente a través de la visión periférica, la cual es particularmente sensible al movimiento, que a través de la fovea (Milner y Goodale, 1995). Por lo tanto, son necesarias más trabajos que muestren la estrategia visual que utilizan los lanzadores de penalti en situación real frente a portero determinando si existe o no un patrón estable principalmente en expertos. Además, a través del punto de fijación de la mirada podríamos conocer si existe control consciente del lanzador en las posibles correcciones “on-line” para redirigir el balón durante la ejecución del golpeo.

#### CONCLUSIONES

Como hemos señalado Jordet et al. (2007) han destacado al factor psicológico como el más influyente en situación real de penalti, aunque también influye notablemente sobre la ansiedad cognitiva la competencia percibida por el lanzador sobre su habilidad en la tarea (Jordet et al., 2006). En el presente estudio nosotros nos hemos centrado en la habilidad del lanzador utilizando el avance conseguido en el desarrollo de un sistema inalámbrico aplicado sobre el propio campo que simula una estrategia abierta para compararla con una estrategia cerrada en lanzadores intermedios de penalti. Los resultados obtenidos no pueden ofrecer una recomendación infalible a los lanzadores, al menos de nivel intermedio, puesto que no se han encontrado diferencias significativas en cuanto a número de goles conseguidos entre ambas estrategias. Sin embargo, hemos observado diferencias tácticas que podrían relacionarse con una mayor capacidad de identificación de señales de avance por parte del portero si los lanzadores utilizan una estrategia cerrada. Por el contrario, frente a una mayor dificultad para el portero para identificar dichas señales en aquellos lanzadores que utilizaron una estrategia abierta, sí comprobamos una reducción de la velocidad del balón que puede estar relacionada con una modificación en la superficie de contacto al reducirse la duración del movimiento de golpeo.

Finalmente, si el lanzador de penalti adopta una estrategia abierta debe superar las limitaciones impuestas por la percepción y/o acción. Coincidimos con estudios previos (Kuhn, 1988; Morya et al., 2003; Van der Kamp, 2006; Bakker et al., 2006) en que la estrategia abierta puede reducir el rendimiento debido a la falta de tiempo necesario para redirigir el chut. Sin embargo, los resultados obtenidos por Castillo et al. (2005) que se referían a lanzadores expertos de penalti si mejoraron, mientras los referidos a jugadores intermedios que pueden compararse con el presente estudio no mejoraron. Esto puede sugerirnos que sólo los lanzadores expertos son capaces de utilizar una estrategia abierta que les permite superar tales limitaciones para asegurar

el chut al espacio libre opuesto de la portería ocultando así mejor sus intenciones de golpeo al portero, aunque sin duda son necesarias más investigaciones cercanas a la situación real de penalti para contrastar este hecho.

#### REFERENCIAS

- ABERNETHY, B., THOMAS, K.T. y THOMAS, J.T. (1993). Strategies for improving understanding of motor expertise (or mistakes we have made and things we have learned !!). In J.L. Starkes y F. Allard (Eds.), *Cognitive issues in motor expertise* (pp. 317-356). Amsterdam: Elsevier.
- BAKKER, F.C., OUDEJANS, R.R.D., BINSCH, O. y VAN DER KAMP, J. (2006). Penalty shooting and gaze behavior: Unwanted effects of the wish not to miss. *International Journal of Sport Psychology*, 37, 265-280.
- BAR-ELI, M., AZAR, O.H., RITOV, I., KEIDAR-LEVIN, Y. y SCHEIN, G. (2007). Action bias among elite soccer goalkeepers: The case of penalty kicks. *Journal of Economic Psychology*, 28, 606-621.
- CALJOUW, S.R., VAN DER KAMP, J. y SAVELSBERGH, G.J.P. (2004). Timing of goal-directed hitting: impact requirements change the information-movement coupling. *Experimental Brain Research*, 155, 135-144.
- CALJOUW, S.R., VAN DER KAMP, J. y SAVELSBERGH, G.J.P. (2006). The impact of task-constraints on the planning and control of interceptive hitting movements. *Neuroscience Letters*, 392, 84-89.
- CARLTON, L.G. (1981). Processing visual feedback information for movement control. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 1010-1030.
- CASTILLO, J.M., OÑA, A., RAYA, A. y MARTÍNEZ, M.A. (2002). Aplicación de un sistema automatizado para lanzadores de penalti en fútbol. *Motricidad*, 8, 73-94.
- CASTILLO, J.M., OÑA, A., RAYA, A. y MARTÍNEZ, M.A. (2005) Visual training of expert and intermediate penalty kickers in soccer. *Journal of Human Movement Studies*, 49, 255-275.
- DAVIDS, K., SAVELSBERGH, G., BENNETT, S.J. y VAN DER KAMP, J. (2002). *Interceptive actions in sport*. London: Routledge.
- ELLIOT, D. y ALLARD, F. (1985). The utilisation of visual feedback information during rapid pointing movements. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37, 407-425.
- FIFA (1998). (Fédération Internationale de Football Association). *Amendments of the Laws*. Zurich: FIFA.
- GLOVER, S. (2004). Separate visual representations in the planning and control of action. *Behavioral and Brain Sciences*, 27, 3-78.
- GOODALE, M.A. y WESTWOOD, D.A. (2004). An evolving view of duplex vision: separate but interacting cortical pathways for perception and action. *Current Opinion in Neurobiology*, 14, 203-211.
- GREENLEESS, I., LEYLAND, A., THELWELL, R. y FILBY, W. (2008). Soccer penalty takers's uniform colour and pre-penalty kick gaze affect the impressions formed of them by opposing goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 26, 569-576.



- JORDET, G. y HARTMAN, E. (2008). Avoidance motivation and choking under pressure in soccer penalty shootouts. *Journal of Sport y Exercise Psychology*, 30, 450-457.
- JORDET, G., ELFERINK-GEMSER, M.T., LEMMINK, K.A.P.M. y VISSCHER, C. (2006). The "Russian roulette" of soccer?: Perceived control and anxiety in a mayor tournament penalty shootout. *International Journal of Sport Psychology*, 37, 281-298.
- JORDET, G., HARTMAN, E., VISSCHER, C. y LEMMINK, K.A.P.M. (2007). Kicks from the penalty mark in soccer: The roles of stress, skill, and fatigue for kick outcomes. *Journal of Sports Sciences*, 25, 121-129.
- KUHN, W. (1988). *Penalty-kick satrategies for shooters and goalkeepers*. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids y W.J. Murphy (Eds.), *Science and Football I* (pp. 489-492). London: E y FN Spon.
- LEES, A. y NOLAN, L. (1998). The biomechanics of soccer: A review. *Journal of Sports Sciences*, 16, 211-234.
- LEES, A. y NOLAN, L. (2001). *Three-dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions*. In W. Spinks, T. Reilly y A. Murphy (Eds.), *Science and Football IV* (pp. 17-21). London: Routledge.
- LEVANON, J. y DAPENA, J. (1998). Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 917-927.
- LIEBERMANN, KATZ, HUGHES, BARTLETT, MCCLEMENTS y FRANKS (2002). Advances in the application of iormation technology to sport performance. *Journal of Sports Sciences*, 20, 755-769.
- MASTERS, R.S.W., VAN DER KAMP, J. y JACKSON, R.C. (2007). Imperceptibly off-center goalkeepers influence penalty-kick direction in soccer. *Psychological Science*, 18, 222-223.
- MCGARRY, T. y FRANKS, I.M. (2000). On winning the penalty shoot-out in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18, 401-409.
- MCLEOD, P. (1987). Visual reaction and high-speed ball games. *Perception*, 16, 49-59.
- MCMORRIS, T. y BEAZELEY, A. (1997). Performance of experienced and in-experienced soccer players on soccer specific test of recall, visual search and decision-making. *Journal of Human Movement Studies*, 33, 1-13.
- MCMORRIS, T. y COLENZO, S. (1996). Anticipation of professional soccer goalkeepers when facing-right and left-footed penalty kicks. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 931-934.
- MILNER, A.D. y GOODALE, M.A. (1995). *The Visual Brain In Action*. Oxford: Oxford University Press.
- MORYA, E., RANVAUD, R. y PINHEIRO, W.M. (2003). Dynamics of visual feedback in a laboratory simulation of a penalty kick. *Journal of Sports Sciences*, 21, 87-95.
- NUNOME, H., ASAI, T., IKEGAMI, Y. y SAKURAI, S. (2002). Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 2028-2036.
- NUNOME, H., IKEGAMI, Y., ASAI, T. y SATO, Y. (2001). *Three-dimensional kinematic of in-side and instep soccer kicks*. In W. Spinks, T. Reilly y A. Murphy (Eds.), *Science and Football IV* (pp. 27-31). London: Routledge.

- NUÑEZ, F.J., OÑA, A., BILBAO, A. y RAYA, A. (2005). Anticipation in soccer goalkeepers during penalty kicking. *International Journal of Sport Psychology*, 36, 284-298.
- PANCHUK, D. y VICKERS, J.N. (2006). Gaze behaviors of goaltenders under spatial-temporal constraints. *Human Movement Science*, 25, 733-752.
- POULTON, E.C. (1957). On prediction in skilled movements. *Psychological Bulletin*, 54, 467-478.
- RIPOLL, H. (1991). The understanding-acting process in sport: The relationship between the semantic and the sensorimotor visual function. *International Journal of Sport Psychology*, 22, 221-243.
- SAVELSBERGH, G.J.P., VAND DER KAMP, J., WILLIAMS, A.M., VAND DER KAMP, J. y WARD, P. (2005). Anticipation and visual search behavior in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48, 1686-1697.
- SAVELSBERGH, G.J.P., WILLIAMS, A.M., VAND DER KAMP, J. y WARD, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20, 279-287.
- SCHMIDT, R.A. y LEE, T.D. (2005). *Motor Control and Learning: A behavioral emphasis* (4ª ed.). Illinois: Human Kinetics.
- SNEDECOR, G.W. y COCHRAN (1980). *Statistical methods*. The Iowa State Press, Iowa.
- VAN DER KAMP, J. (2006). A field simulation study of the effectiveness of penalty kick strategies in soccer: Late alterations of kick direction increase errors and reduce accuracy. *Journal of Sports Sciences*, 24, 467-477.
- WILLIAMS, A.M. y BURWITZ, L. (1993). *Advance cue utilization in soccer*. In T. Reilly, J. Clarys y A. Stibbe (Eds.), *Science and Football II* (pp. 239-243). London: E y FN Spon.
- WILLIAMS, A.M. y DAVIDS, K. (1995). Declarative knowledge in sport: A by product of experience or a characteristic of expertise? *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 17, 259-275.
- WILLIAMS, A.M. y DAVIDS, K. (1998). Visual search strategy, selective attention and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 111-129.
- WILLIAMS, A.M. y WEIGELT, C. (2002). *Vision and proprioception in interceptive actions*. In K. Davids, G. Savelsbergh, S.J. Bennett y J. Van der Kamp (Eds.), *Interceptive actions in sport: Information and movement* (pp. 90-108). London: Routledge.
- WILLIAMS, A.M. (2000). Perceptual skill in soccer: implications for talent identification and development. *Journal of Sports Sciences*, 18, 1-14.
- WILLIAMS, A.M., DAVIDS, K., BURTWITZ, L. y WILLIAMS, J.G. (1994). Visual search strategies in experienced and inexperienced soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 65, 127-135.
- WOODWORTH (1899). The accuracy of voluntary movement. *Psychological Review Monograph* 3 (Suppl. 3, No. 13), 1-119.
- ZELAZNIK, H.N., HAWKINS, B. y KISSELBURGH, L. (1983). Rapid visual feedback processing in single-aiming movements. *Journal of Motor Behavior*, 15, 217-236.