

Análisis observacional de la interacción entre lanzador y portero en tandas de penaltis de competiciones internacionales de selecciones

Observational analysis of the interaction between kicker and goalkeeper in penalty shootouts in international national team competitions

*José Ramón Barbero, *Daniel Lapresa, *Javier Arana, **M. Teresa Anguera
*Universidad de La Rioja (España), **Universidad de Barcelona (España)

Resumen. En el seno de la metodología observacional el presente artículo analiza la interacción jugador-portero que se produce en lanzamientos ($n=120$) correspondientes a tandas de penaltis de competiciones internacionales de selecciones -Eurocopa 2021, Copa América 2021, Copa Asia 2019 y Copa África 2019-, tomando en consideración la zona de la portería a la que se dirige el lanzamiento. El registro y la codificación de los datos se ha realizado mediante el software LINCE, versión 1.4. El registro se vertebra, de forma diacrónica, a partir de cuatro *critical frames* en el lanzamiento de penalti y recoge también *conditional frames* que reflejan la interacción entre el lanzador y el portero. Se ha garantizado la fiabilidad de los registros mediante concordancia intra-observador. A partir de la teoría de la generalizabilidad, se ha avalado el número de penaltis con el que se ha realizado la presente investigación; y se aportan evidencias de validez del instrumento de observación. Se han realizado dos análisis de datos: sincrónico -V de Cramer y residuos ajustados- y diacrónico -detección de *T-patterns*-. Los resultados señalan como especialmente relevante: la información aportada por las dimensiones “acciones previas del portero al lanzamiento” -por la que el portero puede influir en la conducta del lanzador-; la combinación de las dimensiones “orientación del pie de apoyo” y “posición del brazo contrario al pie de golpeo del lanzador” para intentar predecir la zona de la portería a la que irá dirigido el lanzamiento; y la tendencia del jugador, en tandas de penalti, a lanzar a su lado natural. El sistema de observación diseñado se presenta como una herramienta valiosa para que técnicos y porteros puedan preparar las tandas de desempate.

Palabras clave: Metodología observacional; tanda de penaltis; interacción, análisis diacrónico.

Abstract. Within the observational methodology, this article analyzes the kicker-goalskeeper interaction ($n=120$) that occurs in penalty shootouts in international national team competitions -European Championship'21, Copa América'21, Asian Cup'19, Africa Cup of Nations'19-, taking into consideration the area of the goal to which the shot is directed. The recording and coding of the data was carried out using LINCE software, version 1.4. The recording is structured in a diachronic way from four critical frames in the penalty shootout and also includes conditional frames that reflect the interaction between the kicker and the goalkeeper. The reliability of the records has been guaranteed through intra-observer agreement. Based on the theory of generalizability, the number of penalties with which the present investigation has been carried out has been guaranteed; and evidence of the validity of the observation instrument is provided. Two data analyses have been carried out: synchronic -Cramer's V and adjusted residuals- and diachronic -detection of T-patterns-. The results point out as particularly relevant: the information provided by the dimensions “goalkeeper's actions prior to the shot” -through which the goalkeeper can influence the behavior of the kicker-; the combination of the dimensions “orientation of the supporting foot” and “position of the arm opposite to the kicker's skilled foot” to try to predict the area of the goal to which the kick will be directed; and the tendency of the player, in penalty shootouts, to kick to his natural side. The observation system is presented as a valuable tool for coaches and goalkeepers to prepare for shootouts.

Keywords: observational methodology; penalty shootout; interaction, diachronic analysis.

Fecha recepción: 27-05-24. Fecha de aceptación: 22-08-24

Daniel Lapresa

daniel.lapresa@unirioja.es

Introducción

La tanda de penaltis se implementó, como método de desempate en rondas eliminatorias, en la Copa Mundial de la FIFA de 1978. Desde entonces y hasta la fecha, se han decidido en la tanda de penaltis 35 eliminatorias de Campeonatos del Mundo. En la última edición del torneo celebrada en Qatar en 2022, se resolvieron por penaltis cinco eliminatorias -una de cada tres-, estableciendo un nuevo récord en la competición. En conjunto, y de acuerdo con Jordet et al. (2007), un 21.8% de los partidos en las fases eliminatorias pertenecientes a Mundial, Eurocopa y Copa América se resuelven mediante tanda de penaltis. Estos datos confirman la relevancia de la tanda de penaltis para decidir los equipos clasificados y, en última instancia, los campeones en competiciones internacionales. En la tanda de penaltis, con sus 10 lanzamientos, la presión recae tanto en el lanzador como en el portero. La conducta de uno influye en lo que haga el otro y viceversa (Lopes et al., 2014). Esto

hace que cada penalti sea único y que además esté condicionado por el resultado del anterior (Jordet y Elferink-Gemser, 2012). Cuando uno de los participantes se siente menos competente a su adversario, se encuentra más amenazado y disminuye su rendimiento (Laurin y Pellet, 2023). Tras los 10 lanzamientos, y en caso de empate, la sucesión de tiros continúa hasta que un fallo desequilibra la balanza. La secuencia de lanzamientos, aparentemente simple, ABAB -lanza primero el equipo A, después el B y así sucesivamente-, oculta dinámicas estratégicas como el orden de lanzamiento; las estadísticas sugieren que aquellos equipos que comienzan lanzando la serie de penaltis, tienen una ventaja significativa en términos de probabilidad de victoria -60.6%, de acuerdo con Palacios-Huerta (2014)-.

La eficacia en tandas de penaltis es de un 70% (López-Botella y Palao, 2007), algo inferior al 73.2% que se da en los penaltis sucedidos durante el tiempo de juego (Noël et al., 2021). A partir del porcentaje de penaltis que se aciertan, Apesteguía y Palacios Huerta (2010) constataron la

ventaja de lanzar primero, exponiendo al equipo que lanza en segundo lugar a una mayor presión psicológica. Asegurar un gol al principio de la tanda confiere una ventaja, de ahí que sean los especialistas quienes suelen lanzar primero. A medida que aumenta la importancia del penalti, también lo hace la ansiedad del jugador, aumentando la probabilidad de fallar (McGarry y Franks, 2000). A partir del sexto penalti, ya sin margen de error, bien sea por el aumento de presión o porque los lanzan jugadores menos expertos, la tasa de aciertos disminuye (64.3%, de acuerdo con Jordet et al., 2007).

En el transcurso del penalti se genera una interacción entre el jugador y el portero, quienes persiguen objetivos diferentes (Lopes et al., 2012). Los lanzadores en la preparación, de manera voluntaria o involuntaria, fijan la mirada en el portero buscando obtener información que les permita concretar su intención; según se acercan al punto de penalti, lo hacen en el balón persiguiendo lanzar con la mayor precisión posible (Kurz et al., 2018). El portero debe ser capaz de extraer significado de manera eficiente y efectiva de la información que le proporciona el lanzador (Williams et al., 1999). Los porteros expertos toman mejores decisiones porque identifican, codifican e interpretan señales relevantes obtenidas a partir de la velocidad de carrera, el ángulo de aproximación al balón, la posición del cuerpo, entre otras (Mann et al., 2007). Los porteros experimentados aguantan más tiempo a la hora de lanzarse en la búsqueda de información que les garantice una correcta elección de lado al que va ir dirigido el balón (Savelsbergh et al., 2005). Por su parte, los porteros menos ágiles se comprometen antes con un lado porque si esperan es probable que sus capacidades no les permitan llegar al balón (Zheng et al., 2021).

Por otro lado, los porteros se enfrentan al dilema de actuar temprano o hacerlo en la dirección correcta a pesar de reducir sus posibilidades de éxito al reaccionar más tarde (Hunter et al., 2018; Savelsbergh et al., 2002). El momento de actuar y la dirección en la que actúan los porteros vienen condicionadas por la velocidad de aproximación al balón y la fluidez de la carrera del lanzador: una velocidad

de aproximación rápida con carrera fluida sugiere un lanzamiento con estrategia independiente del portero, por lo que el lanzador ya ha tomado una decisión del lugar del lanzamiento y el portero tendrá que anticipar si quiere tener éxito (Pinheiro et al., 2022); sin embargo, variaciones en la velocidad y fluidez de la carrera sugieren que el lanzador está esperando a que el portero se venza a un lado para de-finir su lanzamiento (Van der Kamp, 2006).

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo consiste en analizar la interacción jugador-portero que se produce en lanzamientos correspondientes a tandas de penaltis de competiciones internacionales de selecciones, tomando en consideración la zona de la portería a la que va a ir dirigido el lanzamiento.

Material y método

Participantes

En el presente trabajo se han analizado todos los penaltis (n=120) pertenecientes a tandas de desempate (n=13) de las competiciones: Eurocopa '21 (n=38; número de orden: 1-38), Copa América '21 (n=30; número de orden: 39-68), Copa Asia '19 (n=21; número de orden: 69-89), Copa África '19 (n=31; número de orden: 90-120). Las imágenes de los penaltis han sido tomadas de los canales oficiales de las distintas cuentas oficiales de las competiciones: UEFA (@uefa), CONMEBOL (@conmebol), AFC (@afcasiacup) y CAN (@caftvafricanfootball).

El presente trabajo cuenta con la aprobación del Comité de Ética de la Investigación de la Universidad de La Rioja (expediente n° 43-2023).

Instrumento de observación

En este estudio se ha recurrido al instrumento de observación diseñado por Barbero et al. (2023) para analizar la interacción entre el jugador y el portero en los lanzamientos de penalti. Este instrumento de observación se configura como una combinación de formato de campo y sistemas de categorías -exhaustivas y mutuamente excluyentes-. A continuación, se expone de forma resumida en la tabla 1.

Tabla 1.
Instrumento de observación, dimensiones, categorías y códigos.

Nº	DIMENSIÓN	CATEGORÍAS (CÓDIGOS)
1	Competición	Eurocopa (CEC), Copa América (CCAM), Copa África (CCAF), Copa Asiática (CCAS)
2	Tiempo de Partido	0-30' (TI), 31-60' (TD), 61-90+ (TF), Extra time (TET), Tanda penalti (TPN)
3	Resultado del Partido (en relación al lanzador)	Ganando (RG), Empatando (PE), Perdiendo (PE)
4	Resultado final del Partido (en relación al lanzador)	Ganado (RFPG), Empate (RFPE), Perdido (RFPO), Tanda de penalti (RFPN)
5	Inicio de la carrera del lanzador con referencia al balón	Derecha (ICD), Centro (ICC), Izquierda (ICI)
6	Acciones del portero previas al lanzamiento	No hay movimiento (APPN), Movimientos laterales (APPL), Movimientos de brazos (APPB), Saltos (APPS), Se encoge (APPE), Se adelanta (AS)
7	Movimientos en la carrera del lanzador	Skipping (MCP), Parada brusca (MCPS), Cambio de paso (MCCP)
8	Velocidad de la carrera del lanzador	Rápida -con fase de vuelo- (MCVR), Lenta -sin fase de vuelo- (MCVL)
9	Longitud de la carrera del lanzador	3 pasos o menos (LCC), Más de 3 pasos (LCL), Desde fuera del área (LCLFA)
10	Orientación del pie de apoyo del lanzador	A la izquierda del portero (OPAI), Al centro (OPAC), A la derecha (OPAD)
11	Posición del brazo contrario al pie de golpeo del lanzador	Brazo abierto extendido (BAE), Brazo pegado (BP), Brazo abierto con flexión de codo (BAF), Brazo semi abierto (BSA)
12	Pie con el que se realiza el lanzamiento	Izquierdo (PI), Derecho (PD)
13	Superficie de contacto del lanzador	Interior (SCI), Exterior (SCE), Empeine (SCEM)
14	Posición del portero en el momento del golpeo	Vencido a la izquierda (APGI), Vencido a la derecha (APGD), En el centro (APGC)
15	Trayectoria del lanzamiento	Rectilínea (TR), Parabólica (TP)

16 Zona de finalización del lanzamiento

Z1 y Z4, sector izquierdo; Z2 y Z5, sector centro, Z3 y Z6, sector derecho

Z1	Z2	Z3
Z4	Z5	Z6

17 Motivo de finalización

Gol (FG), Para el portero (FPP), Larguero o poste (FL), Fuera (FF)

Registro y codificación

Para el registro y la codificación de los datos se ha recurrido al software LINCE, versión 1.4 (Gabin et al., 2012). El registro se vertebró a partir de cuatro momentos claves o *critical frames*: el *critical frame 1*, que corresponde al instante en que el jugador inicia su aproximación al balón -criterios registrados: del 1 al 5-; el *critical frame 2*, relacionado con el momento en que la pierna no dominante realiza su último apoyo previo al golpeo -criterios registrados: del 1 al 4, 6 y del 8 al 11-; el *critical frame 3*, que corresponde al momento en que el pie impacta el balón -criterios registrados: del 1 al 4 y del 12 al 14-; y el *critical frame 4*, vinculado al instante en que concluye la secuencia, ya sea con un bloqueo del portero, impacto en el travesaño o poste, gol o fallo -con criterios registrados del 1 al 4 y del 15 al 17-. Además, durante la aproximación del jugador al balón, entre el *critical frame 1* y el *critical frame 2*, puede tener lugar la interacción entre el lanzador y el portero -criterios registrados: del 1 al 4, 6 y 7-. Estos registros no se consideran claves, sino *conditional frames* (Garzón et al., 2011), que pueden o no ocurrir, en función de la interacción entre lanzador y portero.

En relación al tipo de datos observacionales obtenidos, de acuerdo con Bakeman (1978), son tipo IV, concurrentes y tiempo-base. Asimismo, de acuerdo con Bakeman y Quera (1995), el tipo de datos es de multievento, consecuentemente con el hecho de que el diseño observacional sea multidimensional.

Fiabilidad del dato

En Barbero et al. (2023) se presentan evidencias de fiabilidad del instrumento de observación utilizado, en forma de concordancia intra e inter-observadores. Por lo que respecta al presente trabajo, se ha calculado la fiabilidad de los registros que constituyen la muestra a partir de la determinación de la concordancia intra-observador. En este sentido, un observador -toda vez satisfecho el proceso de formación a partir de Arana et al. (2016)- fue el encargado de realizar los registros. El primer registro comprendió la totalidad del muestreo observacional. Después, procedió al registro de 15 penaltis, un 12.5% de los penaltis analizados. Se procedió al cálculo del Kappa de Cohen (1960), mediante el software GSEQ (Bakeman y Quera, 1995). En primer lugar, se compiló los registros de los 15 penaltis y se calculó el Kappa de Cohen para el paquete agrupado de datos obteniéndose un valor de 0.96; posteriormente se calculó para cada penalti por separado -en todos los penaltis, el coeficiente Kappa de Cohen obtuvo un valor igual o superior a 0.80-. De acuerdo con la clasificación clásica de Landis y Koch (1977, p. 165), se ha obtenido una consideración del acuerdo de "almost perfect".

Generalizabilidad de los resultados

Este apartado se ha desarrollado en el seno de la Teoría de la Generalizabilidad (Cronbach et al., 1972). La suma de cuadrados necesaria para el análisis de generalizabilidad ha sido obtenida mediante SPSS, versión 28, en el seno del Modelo Lineal General (GLM). Posteriormente, los datos se han introducido en el *Software Generalizability Theory* de Ysewijn (1996). Se ha planteado un diseño de generalizabilidad de dos facetas: [Categoría] / [Penaltis]. La estimación de los componentes de varianza se ha realizado para una población infinita.

En la tabla 2 se presentan los resultados correspondientes al diseño de generalizabilidad planteado para completar la calidad del dato. El diseño revela que la variabilidad queda asociada a la faceta *categorias* (55%), y a la faceta de interacción *categorias-penaltis* (45%). El elevado valor del coeficiente de determinación obtenido ($r^2=0.998$) indica que con la combinación de estas dos facetas podemos explicar con garantías la variabilidad que aporta en su desarrollo los paquetes de datos que constituyen el muestreo observacional.

El análisis de los coeficientes de generalizabilidad al colocar la faceta *penaltis* como faceta de diferenciación determina que se consigue un coeficiente de generalizabilidad relativo (e^2) = 0.993 y absoluto (Φ) = 0.993. Este resultado nos permite avalar el número de penaltis con el que se ha realizado la presente investigación. Por otro lado, al colocar la faceta *categorias* como faceta de instrumentación -plan de medida [Penaltis] / [Categorías]-, de acuerdo con Blanco-Villaseñor et al. (2010), se estará abordando la validez del instrumento de observación. En este marco metodológico, un instrumento será válido cuando la variabilidad correspondiente a la faceta *categorias* sea muy elevada, lo que se traduce en un coeficiente de generalizabilidad igual o próximo a 0 como es el caso del presente trabajo ($e^2 = 0.000$; $\Phi = 0.000$).

Tabla 2.
Resultados análisis generalizabilidad correspondientes al plan de observación [Categoría] / [Penaltis]

Origen	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	% Varianza
Modelo corregido	12175.317	7559	1.611	
Intersección	2108.289	1	2108.289	
Categorías	6713.991	62	108.290	55
Penaltis	36.984	119	0.311	0
Categorías * Penaltis	5469.156	7378	0.741	45
Error	25.000	63	0.397	
Total	14315.000	7623		
Total corregido	12200.317	7622		

Análisis de los datos

Los resultados que satisfacen los objetivos del trabajo se respaldan en dos tipos de análisis de datos. Por un lado, se

llevó a cabo un análisis estadístico sincrónico y, por otro, un análisis diacrónico -respetando la estructura del registro que se desprende del seguimiento intrasacional-.

En cuanto al análisis sincrónico -efectuado mediante SPSS, versión 28-, se ha buscado precisar la relación existente entre el “sector de la portería” -Z1 y Z4, sector izquierdo; Z2 y Z5, sector centro; Z3 y Z6, sector derecho- y las dimensiones que integran los cuatro *critical frames*, teniendo en consideración también la pierna (derecha o izquierda) con la que el lanzador ejecuta el lanzamiento.

Con este propósito, se ha utilizado el coeficiente V de Cramer, el cual, además de evaluar la presencia de asociación entre variables categóricas, permite cuantificar la fuerza de esta relación. Este coeficiente varía entre 0, que indica una asociación mínima o independencia total entre las variables, y 1, que indica una asociación máxima o perfecta entre ellas. Según Crewson (2006), la intensidad de la asociación se considera alta si el valor del coeficiente es superior a 0.50, moderada si se encuentra entre 0.30 y 0.50, baja si está entre 0.10 y 0.30, y no hay asociación si los valores son inferiores a 0.10.

Después de determinar la importancia y la fuerza de la relación entre dos dimensiones específicas, se analiza la relación entre las categorías de estas dimensiones mediante el análisis de residuos ajustados (Haberman, 1973). Este método implica la división del residuo de cada celda -la diferencia entre la frecuencia observada y esperada- por la raíz cuadrada de la varianza del residuo. Dado que los valores obtenidos de esta transformación siguen una distribución normal, para un nivel de significación del 0.05, los residuos estandarizados que exceden 1.96 o inferiores a -1.96 son considerados estadísticamente significativos. En concreto, el signo positivo indica una relación de activación entre las categorías, reflejando que hay más casos de los esperados en esa celda si las variables analizadas fueran independientes. Por su parte, el signo negativo sugiere una asociación de inhibición, indicando que en la celda se han registrado menos casos de los esperados bajo la hipótesis de independencia. Con el fin de evitar redundancias en el apartado de resultados solo se hará mención a los residuos ajustados de signo positivo.

En la vertiente de los análisis diacrónicos se ha realizado una búsqueda de estructuras regulares de conducta ocultas en el registro mediante el *software* THEME6.Edu (Magnusson, 1996) que permite la detección de *T-patterns*. Aunque la principal aportación de THEME es la detección de patrones temporales (Amatria et al., 2023), el *software* también ofrece la posibilidad de detectar estructuras secuenciales bajo el parámetro orden (Lapresa, Arana et al., 2013; Lapresa, Anguera, et al., 2013; Terroba et al., 2021). En este trabajo se ha recurrido a esta posibilidad de análisis que permite THEME, mediante la asignación a cada ocurrencia de una duración igual a 1.

Para la detección de *T-patterns* se han seleccionado los parámetros de búsqueda que a continuación se detallan (véase manual de referencia: *PatternVision Ltd y Noldus Information Technology bv*, 2004): a) se ha utilizado el tipo de *T-*

patterns fast, de forma que el límite temporal inferior del intervalo crítico se fija en un valor igual a 0 -con lo que los componentes del intervalo crítico tienden a ocurrir, relativamente, en rápida sucesión-; b) mínimo de ocurrencias: se ha fijado una frecuencia de ocurrencia igual o mayor de 3; c) nivel de significación de 0.005, por lo que el porcentaje de aceptar un intervalo crítico debido al azar es de un 0.5%.

Una vez realizada la búsqueda se han aplicado una serie de filtros cualitativos (Amatria et al., 2017) para la selección de *T-patterns* que permiten complementar los resultados con los obtenidos del análisis secuencial de retardos. Concretamente, por su potencial informativo, se han seleccionado los *T-patterns* que incluyen en sus *clústers* constitutivos al menos el *critical frame 2* -correspondiente al momento en que la pierna no dominante hace su último apoyo antes del golpeo y en el que el portero todavía tiene tiempo para aguantar su movimiento y decidir el lugar donde lanzarse- y el *critical frame 4* -correspondiente al momento en que se constata la zona a la que se dirige el lanzamiento y la consecuencia obtenida-.

Resultados

Del análisis de búsqueda de relación asociativa entre dimensiones y categorías

Se presentan los resultados en los que se confirma una asociación significativa entre “sector de la portería” -Z1 y Z4, sector izquierdo; Z2 y Z5, sector centro, Z3 y Z6, sector derecho- y los criterios que integran los cuatro *critical frames*.

Para comenzar, se presentan las relaciones de activación significativas sin diferenciar la pierna -derecha o izquierda- con la que el lanzador ejecuta el disparo. En primer lugar, las “acciones del portero previas al lanzamiento” han reflejado una asociación de intensidad baja (V de Cramer= 0.291; $p < 0.026$). Del análisis local (véase tabla 3) se desprende la relación existente entre que el portero no se mueva “no movimiento” y el penalti se dirija al “sector centro” ($z = 3.4$); así como que el portero “se encoge” y el lanzamiento se dirija al “sector derecho” ($z = 1.9$). En segundo lugar, se ha encontrado una relación de asociación de intensidad baja de la “trayectoria del lanzamiento” con el sector de la portería a donde se dirige el lanzamiento (V de Cramer= 0.289; $p < 0.007$). El análisis local muestra la relación entre los lanzamientos de “trayectoria parabólica” y el “sector centro” ($z = 3.2$). En tercer lugar, se ha encontrado una relación de asociación de intensidad moderada entre la dimensión “pie con el que se realiza el lanzamiento” con el sector de la portería a donde se dirige (V de Cramer= 0.335; $p < 0.001$). El análisis local refleja relación de asociación entre “pie izquierdo” y “sector derecho” ($z = 3.1$) y “pie derecho” con “sector izquierdo” ($z = 3.7$).

A continuación, se presentan las relaciones de activación significativas teniendo en consideración la pierna -derecha o izquierda- con la que el lanzador ejecuta el lanzamiento, ordenados a partir de la diacronía del lanzamiento.

En los lanzadores diestros se ha encontrado intensidad

moderada en la asociación de la dimensión “posición del brazo no dominante” con el sector de la portería a donde se dirige el lanzamiento (V de Cramer= 0.338; $p<0.001$). En el análisis local (véase tabla 3) se aprecian relaciones de asociación entre “brazo abierto extendido” y que el disparo se dirija al sector izquierdo ($z=3.9$) y entre las categorías “brazo pegado” ($z=3.5$) y “brazo semi abierto <45°” ($z=2.4$) y que el balón finalice en el sector derecho.

A su vez, se ha encontrado una intensidad alta en la asociación con la dimensión “orientación del pie de apoyo del lanzador” (V de Cramer= 0.773; $p<0.001$). En el análisis de residuos ajustados se constata una relación de activación: entre la categoría “orientación de pie de apoyo izquierda” y que el lanzamiento se efectúe al “sector derecho” ($z=7.5$); entre la categoría “orientación de pie de apoyo centro” y que el disparo se ejecute al “sector centro” ($z=7.6$); y entre la categoría “orientación de pie de apoyo derecho” y que el envío se realice al “sector izquierdo” ($z=7.1$).

Siguiendo la diacronía, llega el momento del golpeo de la pelota. En cuanto a la relación con la dimensión “superficie de contacto del lanzador” la intensidad ha sido moderada (V de Cramer= 0.336; $p<0.001$). En el análisis local se evidencia una relación de activación entre la categoría “superficie de contacto interior” y que el lanzamiento se efectúe al

“sector derecho” ($z=3.5$); y entre la categoría “superficie de contacto del empeine” y que el disparo se lance al “sector izquierdo” ($z=3.0$). En cuanto a la dimensión “posición del portero en el momento del golpeo” se ha encontrado una intensidad de asociación baja (V de Cramer= 0.273; $p<0.001$). En análisis de residuos ajustados se ha constatado relaciones de activación entre “vencido a la derecha” y que el lanzamiento finalice en el “sector izquierdo” ($z=2.0$) y que el portero se encuentre “en el centro” y que el balón finalice en el “sector centro” ($z=3.4$).

En cuanto a los lanzadores zurdos se ha constatado una intensidad alta en la asociación con la dimensión “orientación del pie de apoyo del lanzador” (V de Cramer= 0.737; $p<0.001$). En el análisis local se ha constatado una relación de activación: entre la categoría orientación del pie de apoyo del lanzador “izquierdo” y que el lanzamiento se efectúe al “sector derecho” ($z=3.0$); entre la categoría orientación del pie de apoyo del lanzador “al centro” y que el disparo se ejecute al sector “centro” ($z=4.5$); y entre la categoría orientación del pie de apoyo del lanzador “derecho” y que el lanzamiento se realice al sector “izquierdo” ($z=3.2$).

Tabla 3.

Análisis local de residuos ajustados teniendo en cuenta el pie con el que se realiza el lanzamiento y el sector de la portería al que va dirigido el lanzamiento. Se incorpora, entre paréntesis, el valor del residuo ajustado significativo.

	Sector Izquierdo	Sector Centro	Sector Derecho
Sin diferenciar por pie de lanzamiento	Pie con el que se realiza el lanzamiento: derecho (3.7)	Acciones previas del portero: no movimiento (3.4) Trayectoria del lanzamiento: parabólica (3.2)	Acciones previas del portero: se encoge (1.9) Pie con el que se realiza el lanzamiento: izquierdo (3.1)
Lanzamiento con pie derecho	Orientación pie de apoyo: derecha (7.1) Superficie de contacto: empeine (3.0) Brazo abierto extendido (3.9)	Orientación pie de apoyo: centro (7.6)	Orientación pie de apoyo: izquierda (7.5) Brazo pegado (3.5) Brazo semiabierto <45° (2.4)
Lanzamiento con pie izquierdo	Orientación pie de apoyo: derecha (3.2)	Orientación pie de apoyo: centro (4.5)	Superficie de contacto: interior (3.5) Orientación pie de apoyo: izquierda (3.0)

Estructuras regulares de conducta (T-patterns)

A continuación, en la tabla 4, se presentan los *T-patterns* detectados, con los parámetros de búsqueda y filtros cualitativos prefijados. Se incorpora la información relativa a la zona a la que se dirige el lanzamiento, los multieventos constitutivos del *T-pattern*, los penaltis en los que tiene lugar y la media de los intervalos internos entre multieventos -si

la media es igual a 1 las conductas reflejadas en los multieventos del *T-pattern* son consecutivas y por lo tanto no existen conductas intercaladas; si es igual a 2, existe una conducta intercalada; y así sucesivamente-. Además, en la figura 1 se añade una representación gráfica de cada uno de los *T-patterns* seleccionados.

Tabla 4.

T-patterns detectados conforme a los parámetros de búsqueda y filtros cualitativos prefijados.

N	Zona	T-pattern	Penaltis	Media intervalos internos
1	6	((tpn,re,rfpn,appe,mcvl,lcla,opai,bp tpn,re,rfpn,pd,sci,apgi) tpn,re,rfpn,tr,z6,fpp)	61-63-67	1-1
2	1	((tpn,re,rfpn,ici tpn,re,rfpn,appe,mcvt,lcc,opad,bae) tpn,re,rfpn,tr,z1,fg)	1-66-83	2-2
3	1	(tpn,re,rfpn,appe,mcvt,lcc,opad,bae tpn,re,rfpn,tr,z1,fg)	1-66-83-101	2
4	4	(tpn,re,rfpn,appe,mcvt,lcla,opad,bae tpn,re,rfpn,tr,z4,fg)	22-29-30-64	2
5	3	(tpn,re,rfpn,appe,mcvt,lcla,opai,bae tpn,re,rfpn,tr,z3,fg)	8-32-48	2
6	6	(tpn,re,rfpn,appe,mcvt,lcla,opai,bae tpn,re,rfpn,tr,z6,fpp)	15-31-79	2
7	4	(tpn,re,rfpn,as,mcvl,lcla,opad,bae tpn,re,rfpn,tr,z4,fg)	40-108-113-114	2

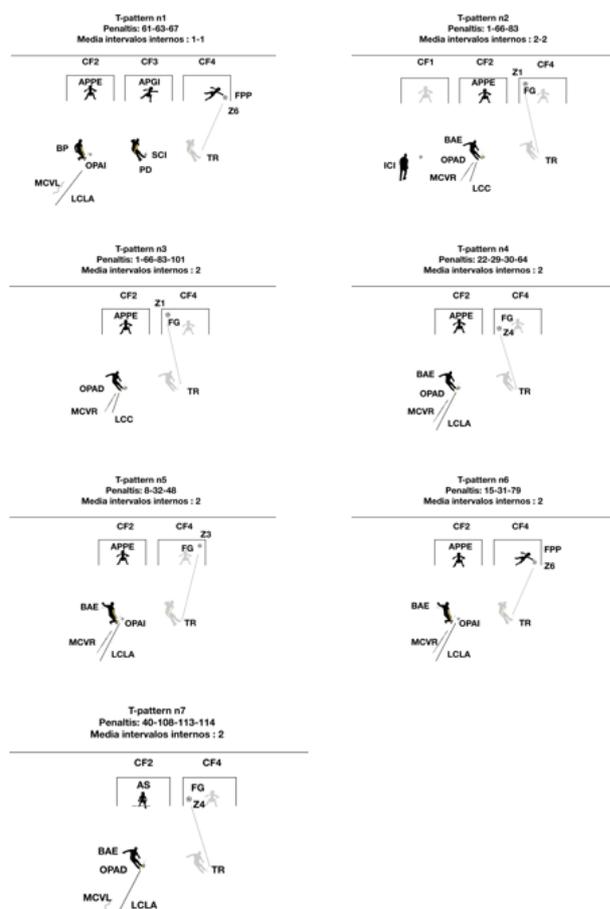


Figura 1. Representación gráfica de los *T-patterns* detectados conforme parámetros de búsqueda y filtros cualitativos prefijados. Se listan los códigos que aparecen en la figura por *critical frames*. Critical frame 1 (CF1): ICI, inicio de la carrera del lanzador a la izquierda del balón. Critical frame 2 (CF2): APPE, se encoge; AS, se adelanta; BP, brazo pegado; BAE, brazo abierto extendido; OPAI, orientación del pie de apoyo del lanzador a la izquierda del portero; OPAD, orientación del pie de apoyo del lanzador a la derecha del portero; MCVL, carrera lenta; MCVR, carrera rápida; LCLA, carrera larga; LCC, carrera corta. Critical frame 3 (CF3): APGI, portero vencido a la izquierda; SCI, contacto con el interior; PD, pie derecho. Critical frame (CF4): FG, gol; FPP, para el portero; Z, zona; TR, trayectoria rectilínea.

Discusión

A continuación, se procede a la discusión de los resultados obtenidos, a partir de los análisis de datos efectuados (sincrónico: *V* de Cramer y residuos ajustados; y diacrónico: detección de *T-patterns*), que nos van a permitir analizar la interacción que se produce en las tandas de penaltis de competiciones internacionales de selecciones entre los jugadores que ejecutan los lanzamientos y los porteros, teniendo en consideración la zona de la portería a la que va a ir dirigido el lanzamiento.

Resulta relevante mencionar que las tandas de penalti que constituyen la muestra tuvieron lugar tras la modificación reglamentaria en 2019 del artículo 14 de la *International Football Association Board* por la que el portero debía tener al menos un pie sobre la línea de meta en el momento del penalti -posteriormente, en 2022, se matizó que el pie también puede estar sobre la línea o detrás de ésta-. Y es que, de acuerdo con Prieto-Lage et al. (2020), en un estudio rea-

lizado con anterioridad a esta norma, el 44.8% de los penaltis que paraban los porteros lo hacían adelantándose a la línea de meta.

Se han detectado relaciones de asociación estadísticamente significativas entre las dimensiones “acciones previas del portero al lanzamiento” y “zona de finalización”. De acuerdo con Kal et al. (2013), Navarro et al. (2013) y Prieto-Lage et al. (2020), el portero, con sus acciones previas, puede obtener cierta ventaja influyendo en la conducta del lanzador. Esta ventaja será relevante en los penaltis en los que el jugador adopte una estrategia dependiente del portero -observa la conducta del portero y a partir de ella toma la decisión de donde lanzar- (Noel et al., 2021). Cuando el jugador adopta esta estrategia, es conveniente que el portero espere lo máximo posible para lanzarse y así dificultar el lanzamiento; de hecho, los porteros cualificados son los que más aguantan a lanzarse para poder extraer más información del lanzador (Furley et al., 2017). Del análisis de los residuos ajustados se desprende una asociación entre la categoría “no movimiento” de la dimensión “acciones del portero previas al lanzamiento” y la finalización del lanzamiento en el sector centro. De acuerdo con Bar-Eli et al. (2007) los porteros tienen más efectividad cuando deciden quedarse en el centro -si el balón va al centro- que los que se lanzan a un lado -y el balón va a ese mismo lado-. Por otro lado, la categoría “agacharse” ha obtenido una relación de asociación con el sector derecho; de acuerdo con Noel et al. (2021) tras este tipo de movimientos el jugador tiende a ajustar el lanzamiento a los límites de la portería. La información contenida en los *T-patterns* detectados (número de orden 1, 5 y 6) refuerza la relación entre la categoría “agacharse” de la dimensión “acciones del portero previas al lanzamiento” y que el lanzamiento se dirija al sector de finalización derecho; en el caso del *T-pattern* n° 1, la velocidad de carrera lenta indica que el lanzador ha elegido una estrategia dependiente del portero.

Teniendo en consideración la pierna con la que los jugadores realizan el lanzamiento, se ha detectado relación de asociación entre lanzadores diestros y penaltis dirigidos al sector izquierdo y entre lanzadores zurdos y penaltis dirigidos al sector derecho. Estos resultados muestran la tendencia del jugador a lanzar a su lado natural -los diestros lanzan más a su izquierda y los zurdos a su derecha- que ya ha sido constatada en otros estudios (Navia et al., 2014; Palacios-Huerta, 2003; Palao et al., 2010; Prieto-Lage et al., 2024). Esta tendencia también se ve reflejada en las 15 ocurrencias correspondientes a los *T-patterns* con número de orden 2, 3, 4 y 7, en los que jugadores diestros lanzan al sector izquierdo; frente a las seis ocurrencias (*T-patterns* 1, 5 y 6) que reflejan penaltis lanzados por diestros al sector derecho). Nuestros resultados refuerzan la idea de que la “orientación del pie de apoyo” es un indicador muy relevante para anticipar la zona a la que se dirigirá el balón (Navia et al., 2017; Zheng et al. 2021), tanto en jugadores diestros como en jugadores zurdos. En ambas lateralidades se ha constatado la existencia de relaciones de activación entre la categoría pie orientado “al centro” y lanzamientos dirigidos al

sector centro; de la categoría pie de apoyo orientado “a la izquierda” con lanzamientos dirigidos al sector derecho; y entre la categoría pie orientado “a la derecha” con el sector izquierdo. Resulta relevante mencionar que en todos los *T-patterns* detectados se refleja esta relación entre la “orientación del pie de apoyo” con el sector de finalización.

También se han encontrado relación de asociación entre la dimensión “posición del brazo contrario al pie de golpeo del lanzador” y el sector de la portería al que se dirige el lanzamiento. En concreto, el análisis local muestra la activación entre la categoría “brazo abierto extendido” y lanzamientos dirigidos al sector izquierdo; y entre la categoría “brazo pegado” y lanzamientos dirigidos al sector derecho. Estos resultados están en sintonía con las conclusiones de Nadal et al. (2018) -un jugador que golpea el balón, mientras lleva el brazo contrario al pie de golpeo en abducción, tiende a lanzar hacia el lado del brazo en abducción- y de Buscá et al. (2022) -la probabilidad de que un diestro lance al sector izquierdo aumenta cuando el brazo contrario al pie de golpeo se encuentra extendido y, por el contrario, si está pegado al cuerpo aumenta la probabilidad de que el lanzamiento se realice al sector derecho-.

De acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo, la combinación de la información proveniente de la dimensión “orientación del pie de apoyo” con la dimensión “posición del brazo contrario al pie de golpeo del lanzador”, debe ser tenida muy en cuenta por el portero para intentar predecir la zona de la portería a la que irá dirigido el lanzamiento. Esta afirmación se desprende de las relaciones de activación relativas a estas dimensiones y de la información contenida en los *T-patterns* detectados: “brazo pegado” y orientación del pie de apoyo “a la izquierda” en lanzamientos al sector derecho (*T-pattern* con número de orden 1); “brazo abierto extendido” con orientación del pie de apoyo “a la derecha” en lanzamientos al sector izquierdo (*T-patterns* con número de orden 2, 3, 4 y 7).

Ante el golpeo del lanzador, el portero se encuentra en el dilema de anticipar su movimiento para tener más posibilidades de atajar un balón ajustado a los límites de la portería (Savelsberg et al., 2002) o de aguantar en lo posible para asegurar un movimiento en la dirección correcta (Hunter et al., 2018). En la dimensión “posición del portero en el momento de golpeo” se ha constatado la relación de activación tanto en la categoría “en el centro” y que el lanzamiento finalice en el sector centro como en la categoría “vencido a la derecha” con el sector izquierdo. A pesar de que los porteros sean capaces de adivinar el lugar del lanzamiento, si el balón va ajustado a los límites de la portería deben anticipar el destino para poder atajarlo (Hunter et al., 2018).

Por último, atendiendo al momento del golpeo del balón, se ha constatado una relación de asociación entre la “superficie de contacto” y el sector de finalización del lanzamiento. En concreto entre la categoría “interior” y la finalización en el sector derecho. De acuerdo con Lees y Nolan (2002), con esta superficie el lanzador busca una mayor precisión en el lanzamiento intentando ajustar el balón lejos del

alcance del portero. Además, se ha constatado una relación de activación entre la categoría “empeine” y el sector derecho. Con esta superficie, de acuerdo con Levanon y Dapena (1998) se imprime mayor velocidad al balón, generando en aquellos lanzamientos que se encuentran dentro del alcance del portero, mayores dificultades de ser despejados que los que van lentos (Hunter et al., 2018).

Es nuestra intención continuar profundizando en la interacción entre lanzador y portero en tandas de penaltis en competiciones internacionales. Para ello queremos aumentar la muestra, superando la limitación que supone para este trabajo la reducida horquilla temporal que abarcan las tandas de penaltis analizadas -Eurocopa 2021, Copa América 2021, Copa Asia 2019 y Copa África 2019-; así como incluir en el estudio competiciones internacionales de clubes.

Conclusiones

El presente artículo ha analizado la interacción jugador-portero que se produce en lanzamientos correspondientes a tandas de penaltis de competiciones internacionales de selecciones, tomando en consideración la zona de la portería a la que se dirige el lanzamiento. El registro se vertebra, teniendo en cuenta la diacronía del lanzamiento, a partir de cuatro *critical frames* y recoge también *conditional frames* que reflejan la interacción que se produce entre el lanzador y portero. El sistema de observación presentado, del que se aportan evidencias de fiabilidad, generalizabilidad y validez, constituye una herramienta valiosa para que entrenadores y porteros puedan preparar las tandas de desempate mediante lanzamientos de penalti. Especialmente relevante, a partir de los resultados obtenidos, resulta la información aportada por las dimensiones: “acciones previas del portero al lanzamiento” -por la que el portero puede influir en la conducta del lanzador- y la combinación de las dimensiones “orientación del pie de apoyo” y “posición del brazo contrario al pie de golpeo del lanzador” que permitirán al portero intentar predecir la zona de la portería a la que irá dirigido el lanzamiento. También ha quedado constatada en tandas de penalti la tendencia del jugador a lanzar a su lado natural.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo del proyecto *Integración entre datos observacionales y datos provenientes de sensores externos: Evolución del software LINCE PLUS y desarrollo de la aplicación móvil para la optimización del deporte y la actividad física beneficiosa para la salud* [EXP_74847] (2023). Ministerio de Cultura y Deporte, Consejo Superior de Deporte y Unión Europea. Agradecemos el apoyo del Departamento de Investigación y Universidades de la Generalitat de Catalunya al *GRUP DE RECERCA I INNOVACIÓ EN DISSENYS (GRID). Tecnologia i aplicació multimedia i digital als dissenys observacionals* [2021 SGR 00718] (2022-2024) y de la Universidad de La Rioja.

Referencias

- Amatria, M., Lapresa, D., Arana, J., Anguera, M.T., & Jonsson, G.K. (2017). Detection and Selection of Behavioral Patterns Using Theme: A Concrete Example in Grassroots Soccer. *Sports*, 5(1), 20. <http://dx.doi.org/doi:10.3390/sports5010020>
- Amatria, M., Maneiro, R., Moral, J.E., & López, S. (2023). El “cambio de orientación” como medio facilitador del éxito en el fútbol. *Retos*, 48, 519-526. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.96657>
- Apesteagua, J., & Palacios-Huerta, I. (2010). Psychological pressure in competitive environments: Evidence from a randomized natural experiment. *American Economic Review*, 100(5), 2548-2564. <http://dx.doi.org/10.1257/aer.100.5.2548>
- Arana, J., Lapresa, D., Anguera, M.T., & Garzón, B. (2016). *Ad hoc* procedure for optimizing agreement between observational records. *Anales de Psicología*, 32(2), 589-595. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.32.2.213551>
- Bakeman, R. (1978). Untangling streams of behavior: Sequential analysis of observation data. En G.P. Sackett (Ed.), *Observing Behavior* (Vol. 2, pp. 63-78). University of Park Press.
- Bakeman, R., & Quera, V. (1995). *Analyzing interaction: Sequential analysis with SDIS and GSEQ*. Cambridge University Press.
- Barbero, J.R., Lapresa, D., Arana, J., & Anguera, M.T. (2023). An observational analysis of kicker-goalskeeper interaction in penalties between national football teams in international competitions. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 23(3), 196-212. <https://doi.org/10.1080/24748668.2023.2214969>
- Bar-Eli, M., Azar, O.H., Ritov, I., Keidar-Levin, Y., & Schein, G. (2007). Action bias among elite soccer goalkeepers: the case of penalty kicks. *Journal of Economic Psychology*, 28(5), 606-621. <http://dx.doi.org/10.1016/j.joep.2006.12.001>
- Blanco-Villaseñor, A., Sastre, S., & Escolano, E. (2010). Desarrollo ejecutivo temprano y teoría de la generalizabilidad: bebés típicos y prematuros. *Psicothema*, 22(2), 221-226.
- Buscà, B., Hileño, R., Nadal, B., & Serna, J. (2022). Prediction of the penalty kick direction in men's soccer. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 22(4), 571-582. <http://doi.org/10.1080/24748668.2022.2097834>
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 37-46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Crewson, P. (2006). *Applied statistics handbook*. AcaStat Software.
- Cronbach, L.J., Gleser, G.C., Nanda, H., & Rajaratnam, N. (1972). *The dependability of behavioral measurements: Theory of generalizability for scores and profiles*. Wiley.
- Furley, P., Noël, B., & Memmert, D. (2017). Attention towards the goalkeeper and distraction during penalty shootouts in association football: A retrospective analysis of penalty shootouts from 1984-2012. *Journal of Sports Sciences*, 35(9), 873-879. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1195912>
- Gabín, B., Camerino, O., Anguera, M.T., & Castañer, M. (2012). Lince: multiplatform sport analysis software. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4692-4694.
- Garzón, B., Lapresa, D., Anguera, M.T. y Arana, J. (2011). Análisis observacional del lanzamiento de tiro libre en jugadores de baloncesto base. *Psicothema*, 23(4), 851-857.
- Haberman, S.J. (1973). The Analysis of Residuals in Cross-Classified Tables. *Biometrics*, 29, 205-220.
- Hunter, A., Murphy, S., Angilletta, M., & Wilson, R. (2018). Anticipating the direction of soccer penalty shots depends on the speed and technique of the kick. *Sports*, 6(3), 73. <http://doi.org/10.3390/sports6030073>
- Jordet, G., & Elferink-Gemser, MT. (2012) Stress, Coping, and Emotions on the World Stage: The Experience of Participating in a Major Soccer Tournament Penalty Shootout, *Journal of Applied Sport Psychology*, 24(1), 73-91, <http://doi.org/10.1080/10413200.2011.619000>
- Jordet, G., Hartman, E., Visscher, C., & Lemmink, K.A. (2007). Kicks from the penalty mark in soccer: The roles of stress, skill, and fatigue for kick outcomes. *Journal of Sports Sciences*, 25(2), 121-129. <http://doi.org/10.1080/02640410600624020>
- Kal, E.C., Van der Kamp, J., & Houdijk, H. (2013). External attentional focus enhances movement automatization: a comprehensive test of the constrained action hypothesis. *Human Movement Science*, 32(4), 527-539. <http://doi.org/10.1016/j.humov.2013.04.001>
- Kurz, J., Hegele, M., & Munzert, J. (2018) Gaze behavior in a natural environment with a task-relevant distractor: how the presence of a goalkeeper distracts the penalty taker. *Frontiers in Psychology*, 9, 19. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00019>
- Landis, J.R., & Koch, G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33, 159-174. <http://doi.org/10.2307/2529310>
- Lapresa, D., Anguera, M.T., Alsasua, R., Arana, J., & Garzón, B. (2013). Comparative analysis of T-patterns using real time data and simulated data by assignment of conventional durations: the construction of efficacy in children's basketball. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 13(2), 321-339. <https://doi.org/10.1080/24748668.2013.11868651>
- Lapresa, D., Arana, J., Anguera, M.T., & Garzón, B. (2013). Comparative analysis of the sequentiality using SDIS-GSEQ and THEME: a concrete example in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 31(15), 1687-1695. <http://doi.org/10.1080/02640414.2013.796061>
- Laurin, R., & Pellet, J. (2023). Affective responses mediate the body language of penalty taker – decision-making relationship from soccer goalkeepers. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 95(1), 227-234. <http://doi.org/10.1080/02701367.2023.2189466>
- Lees, A., & Nolan, L. (2002). Three-dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions. En W. Spinks, T. Reilly & A. Murphy (Eds.), *Science and football IV* (pp. 16-21). Routledge.
- Levanon, J., & Dapena, J. (1998) Comparison of the kinematics of the full-instep and pass kicks in soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(6), 917-927. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-199806000-00022>
- Lopes, J.E., Araújo, D., Duarte, R., Davids, K., & Fernandes, O. (2012). Instructional constraints on movement and performance of players in the penalty kick. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 12(2), 331-345. <https://doi.org/10.1080/24748668.2012.11868602>
- Lopes, J.E., Jacobs, D.M., Travieso, D., & Araújo, D. (2014). Predicting the lateral direction of deceptive and non-deceptive penalty kicks in football from the kinematics of the kicker. *Human Movement Science*, 36, 199-216. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.04.004>
- López-Botella, M., & Palao, J.M. (2007) Relationship between laterality of foot strike and shot zone on penalty efficacy in specialist penalty takers, *International Journal of Performance*

- Analysis in Sport*, 7(3), 26-36. <http://doi.org/10.1080/24748668.2007.11868407>
- Magnusson, M.S. (1996). Hidden real-time patterns in intra- and inter-individual behavior. *European Journal of Psychological Assessment*, 12(2), 112-123. <https://doi.org/10.1027/1015-5759.12.2.112>
- Mann, D.T., Williams, A.M., Ward, P., & Janelle, C.M. (2007). Perceptual-cognitive expertise in sport: a meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(4), 457-478. <https://doi.org/10.1123/jsep.29.4.457>
- McGarry, T., & Franks, I.M. (2000). On winning the penalty shoot-out in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 18(6), 401-409. <http://dx.doi.org/10.1080/02640410050074331>
- Nadal, C.G., Serna, J., Nuviala, R., & Falcón, D. (2018). Diseño de un instrumento observacional para la valoración del penalti en fútbol y análisis de los resultados obtenidos. *Revista de Psicología del Deporte*, 27(2), 189-199.
- Navarro, M., Van der Kamp, J., Ranvaud, R., & Savelsbergh, G. J. (2013). The mere presence of a goalkeeper affects the accuracy of penalty kicks. *Journal of Sports Sciences*, 31(9), 921-929. <http://doi.org/10.1080/02640414.2012.762602>
- Navia, J. A., Dicks, M., Van der Kamp, J., & Ruiz, L. M. (2017). Gaze control during interceptive actions with different spatiotemporal demands. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 43(4), 783-793. <https://doi.org/10.1037/xhp0000347>
- Navia, J., & Ruiz, L. (2014). Análisis de la complejidad perceptivo-motriz y psicológica del penalti en el fútbol. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 10(37) 264-280. <http://dx.doi.org/10.5232/ricyde2014.03706>
- Noël, B., Van der Kamp, J., & Klatt, S. (2021). The Interplay of Goalkeepers and Penalty Takers Affects Their Chances of Success. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.645312>
- Palacios-Huerta, I. (2003). Professionals Play Minimax. *The Review of Economic Studies*, 70(2), 395-415. <https://doi.org/10.1111/1467-937X.00249>
- Palacios-Huerta, I. (2014). *Beautiful game theory: how soccer can help economics*. Princeton University Press.
- Palao, J.M., López-Montero, M., & López-Botella, M. (2010). Relationship between efficacy, laterality of foot strike, and shot zone of the penalty in relation to competition level in soccer of the penalty in relation to competition level in soccer]. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 6(19), 154-165. <http://doi.org/10.5232/ricyde2010.01905>
- PatternVision Ltd, & Noldus Information Technology bv (2004). *Theme, powerful tool for detection and analysis of hidden patterns in behaviour*. Reference manual, version 5.0. Noldus Information Technology bv.
- Pinheiro, G.S., Jin, X., Costa, V.T.D., & Lames, M., (2022). Body pose estimation integrated with notational analysis: a new approach to analyze penalty kicks strategy in elite football. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 818556. <http://doi.org/10.3389/fspor.2022.818556>
- Prieto-Lage, I., Artigues-Ribas, L., & Gutiérrez-Santiago, A. (2020). Patrones técnico-tácticos del lanzador y el portero en los penales de la liga española de fútbol durante la temporada 2016-17 mediante T-patterns y coordenadas polares. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 20(1), 166-180.
- Prieto-Lage, I., Argibay-González, J.C., Bezerra, P., Cidre-Fuentes, P., Reguera-López de la Osa, X., & Gutiérrez-Santiago, A. (2024). Analysis of penalty kick performance in the spanish football league: A longitudinal study. *Applied Sciences*, 14(16), 7046. <https://doi.org/10.3390/app14167046>
- Savelsbergh, G.J.P., Van der Kamp, J., Williams, A.M., & Ward, P. (2005). Anticipation and visual search behaviour in expert soccer goalkeepers. *Ergonomics*, 48, 1686-1697. <http://doi.org/10.1080/00140130500101346>
- Savelsbergh, G.J.P., Williams, A.M., Van Der Kamp, J., & Ward, P. (2002). Visual search, anticipation and expertise in soccer goalkeepers. *Journal of Sports Sciences*, 20(3), 279-287. <https://doi.org/10.1080/026404102317284826>
- Terroba, M., Ribera, J.M., Lapresa, D., Anguera, M.T. (2021). Education intervention using a ground robot with programmed directional controls: observational analysis of the development of computational thinking in early childhood education. *Revista de Psicodidáctica*, 26(2), 143-151. <https://doi.org/10.1016/j.psicod.2021.03.001>
- 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(05), 467-477. <http://doi.org/10.1080/02640410500190841>
- Williams, A.M., Davids, K., & Williams, J.G. (1999). *Visual Perception and Action in Sport*. E & FN Spon.
- Ysewijn, P. (1996). *About Software for Generalizability Studies (GT)*. Mimeograph.
- Zheng, R., de Reus, C., & Van der Kamp, J. (2021). Goalkeeping in the soccer penalty kick: the dive is coordinated to the kicker's non-kicking leg placement, irrespective of time constraints. *Human Movement Science*, 76, 102763. <http://doi.org/10.1016/j.humov.2021.102763>

Datos de los/as autores/as:

José Ramón Barbero
Daniel Lapresa
Javier Arana
M. Teresa Anguera

joserrabarbero@icloud.com
daniel.lapresa@unirioja.es
xabier.arana@unirioja.es
mtanguera@gmail.com

Autor/a
Autor/a
Autor/a
Autor/a