



Cuadernos de Psicología del Deporte

ISSN: 1578-8423

ISSN: 1989-5879

Universidad de Murcia

Jiménez-Salas, J.; Morillo-Baro, J.P.; Quiñones, Y.; Vázquez-Diz, J.A.; Reigal, R.E.; Morales-Sánchez, V.; Hernández-Mendo, A.

La Final 4 de balonmano: análisis del juego combinativo masculino y femenino mediante coordenadas polares.

Cuadernos de Psicología del Deporte, vol. 22, núm. 2, 2022, Mayo-Agosto, pp. 186-202
Universidad de Murcia

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=227074833012>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Cita: Jiménez-Salas, J.; Morillo-Baro, J.P.; Quiñones, Y.; Vázquez-Diz, J.A.; Reigal, R.E.; Morales-Sánchez, V. y Hernández-Mendo, A. (2022). La Final 4 de balonmano: análisis del juego combinativo masculino y femenino mediante coordenadas polares. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 22(2), 186-202

La Final 4 de balonmano: análisis del juego combinativo masculino y femenino mediante coordenadas polares.

Handball Final 4: analysis of the male and female combinatorial game using polar coordinates.

Handebol Final 4: análise do jogo combinatório masculino e feminino por meio de coordenadas polares.

Jiménez-Salas, J.¹, Morillo-Baro, J.P.², Reigal, R.E.³, Vázquez-Diz, J.A.⁴; Reigal, R.E.⁵; Morales-Sánchez, V.⁶ y Hernández-Mendo, A.⁷

^{1,2,4,5,6,7} *Universidad de Málaga: España;* ³*Universidad de Pinar del Río "Hermanos Saíz Montes de Oca": Cuba.*

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar mediante el análisis de Coordenadas Polares la eficacia de las conductas que se muestran durante el juego combinativo ofensivo en el balonmano de élite masculino y femenino a nivel internacional. Se realizaron 16 sesiones de observación a los 8 equipos, 4 masculinos y 4 femeninos, participantes en la *Final Four* de la Liga de Campeones de balonmano del año 2019. Para ello se utilizó una herramienta de observación que fue diseñada *ad hoc* y que estaba formada por 12 criterios y 62 categorías. El diseño observacional empleado fue Nomotético/Puntual/Multidimensional. Para la realización del análisis de Coordenadas polares se seleccionaron tres conductas focales: los medios tácticos colectivos simples, la combinación de los medios tácticos y las transformaciones. Los resultados evidenciaron diferencias en el flujo de comportamientos entre el juego femenino y masculino. En categoría femenina, destaca que las jugadoras logran el desequilibrio mediante los medios tácticos colectivos simples y sus combinaciones. Sin embargo, en categoría masculina se logra el desequilibrio e incluso la obtención de situaciones de lanzamiento ventajoso mediante las transformaciones. El juego masculino se asocia con la combinación de medios tácticos en desventaja en el marcador, mientras que en la categoría femenina se asocia con los medios tácticos simples. Ambas categorías muestran mayor utilización de los medios tácticos colectivos simples en los primeros minutos de juego, y las combinaciones de medios tácticos en los últimos. Las diferencias sugieren intervenir en la preparación de ambas categorías con una orientación específica hacia las mejoras en el desempeño del juego táctico colectivo ofensivo mediante la aportación activa de cada puesto específico y la adaptación eficiente a cambios en los sistemas de ataque en función de las necesidades del juego.

Palabras clave: Metodología observacional, coordenadas polares, balonmano, táctica colectiva ofensiva.

La Final 4 de balonmano: análisis mediante coordenadas polares

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the effectiveness of the behaviors shown during the offensive combinatorial game in elite male and female handball at an international level through the analysis of Polar Coordinates. 16 observation sessions were carried out on the 8 teams, 4 male and 4 female, participants in the Final Four of the Handball Champions League in 2019, for this an observation tool was used that was designed ad hoc and that was formed by 12 criteria and 62 categories. Three focal behaviors were selected for the analysis of Polar Coordinates: simple collective tactical means, the combination of tactical means and transformations with a Nomothetic/Punctual/Multidimensional observational design. The results showed differences in the flow of behaviors between the female and male game. It stands out that in the female category the players achieve imbalance through simple collective tactical means and their combinations. However, in the male category, the imbalance is achieved and even the obtaining of advantageous launch situations through the transformations. The men's game is associated with the combination of tactical means at a disadvantage on the scoreboard, while in the female category it is associated with simple tactical means. Both categories show greater use of simple collective tactical means in the first minutes of play, and combinations of tactical means in the last minutes. The differences suggest intervening in the preparation of both categories with a specific orientation towards improvements in the performance of the offensive collective tactical game through the active contribution of each specific position and the efficient adaptation to changes in the attack systems depending on the needs of the team play.

Keywords: Observational methodology, polar coordinates, handball, offensive collective tactic.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar, por meio da análise de Coordenadas Polares, a eficácia dos comportamentos demonstrados durante o jogo combinativo ofensivo no handebol de elite masculino e feminino em nível internacional. Foram realizadas 16 sessões de observação nas 8 equipas, 4 masculinas e 4 femininas, participantes nas Quartas Finais da Liga dos Campeões de Andebol em 2019, para isso foi utilizado um instrumento de observação que foi desenhado ad hoc e que foi formado por 12 critérios e 62 categorias. Com um desenho observacional Nomotético/Pontual/Multidimensional, três comportamentos focais foram selecionados para a análise das Coordenadas Polares: os meios táticos coletivos simples, a combinação dos meios táticos e as transformações. Os resultados mostraram diferenças no fluxo de comportamentos entre o jogo feminino e o masculino. Destaca-se que na categoria feminina as jogadoras alcançam o desequilíbrio por meio de simples meios táticos coletivos e suas combinações. Porém, na categoria masculina, o desequilíbrio é alcançado e até mesmo a obtenção de situações vantajosas de lançamento através das transformações. O jogo masculino está associado à combinação de meios táticos em desvantagem no placar, enquanto no feminino está associado a meios táticos simples. Ambas as categorias apresentam maior utilização de meios táticos coletivos simples nos primeiros minutos de jogo e combinações de meios táticos nos últimos minutos. As diferenças sugerem intervir na preparação de ambas as categorias com uma orientação específica para melhorias no desempenho do jogo tático coletivo ofensivo através da contribuição ativa de cada posição específica e da adaptação eficiente às mudanças nos sistemas de ataque em função das necessidades da equipe jogar.

Palavras chave: Metodologia observacional, coordenadas polares, handebol, tática coletiva ofensiva.

INTRODUCCIÓN

En el análisis del juego colectivo en los deportes de equipo, el estudio del componente táctico adquiere una gran trascendencia para el rendimiento. En este sentido, la detección de patrones secuenciales del comportamiento táctico se convierte en uno de los objetivos prioritarios, tanto de situaciones tácticas concretas como de sistemas de juego más amplios. Por

este motivo, ha aumentado el número de investigaciones que analizan el comportamiento deportivo en contextos naturales; demostrando la idoneidad de la Metodología Observacional para indagar y explorar el deporte durante la competición (Anguera y Hernández-Mendo, 2013, 2014; González et al., 2013; Morillo-Baro y Hernández-Mendo, 2015; Vázquez-Diz et al., 2019a). Se establece una relación

óptima entre ciencia y aplicación práctica para el análisis del deporte de alto rendimiento gracias, precisamente, a poder aplicarla en competición; el contexto natural donde las conductas de los deportistas son espontáneas (Anguera, 1990; Anguera y Hernández-Mendo, 2013; Sánchez-Algarra y Anguera, 2013). Todo ello unido a la posibilidad de elaborar instrumentos de observación *ad hoc* (Quiñones et al., 2019) adaptados a la realidad de un determinado contexto, permite realizar un análisis pormenorizado de las conductas implicadas en el desarrollo táctico del juego. Como afirma Gómez-Ruano (2017), el análisis situacional se ha convertido en un tema emergente en las Ciencias del Deporte.

En balonmano, la fase de juego de ataque ha sido la más estudiada; por ejemplo, se ha analizado la contribución de la táctica colectiva a la eficiencia ofensiva (Gruić et al., 2006; Lozano, 2014; Rogulj et al., 2004). También se ha analizado la finalización de la posesión del balón (Botejara et al., 2012) y el tiempo de posesión (Salvat, 2016), la influencia del puesto específico del central en el resultado del juego colectivo (Amatria et al., 2020; Flores y Anguera, 2018), las variables que influyen en la eficacia de los sistemas ofensivos (Lozano y Camerino, 2012; Lozano et al., 2016a; Meletakos et al., 2011; Salesa, 2008), las diferencias en índices de eficacia ofensivos entre ganadores y perdedores (Ferrari et al., 2020; Foretic et al., 2010; Ohnjec et al., 2015), los comportamientos de las finalizaciones de los extremos (Montoya et al., 2013) y el juego en situaciones de ataque 2 contra 2 (Prudente et al., 2017; Sousa et al., 2014). Por su parte, Beiztegui et al. (2019) y Krahenbühl et al. (2019) estudian el uso del jugador adicional de campo en ataque. Incluso se han estudiado las decisiones tomadas por los árbitros en los partidos de balonmano (Morillo et al., 2017).

El estudio de Quiñones et al. (2019) sobre el balonmano profesional en España muestra cambios tácticos relevantes en la velocidad de las acciones, la toma de decisiones y la evolución del juego defensivo, que han derivado en una mayor utilización de los medios tácticos colectivos, lo cual implica, una modificación en la estructura de juego ofensivo para generar mayores desequilibrios en la defensa. Resultados que deben ser contrastados con otros equipos y en otras competiciones a nivel internacional, ya sean de clubes o de selecciones nacionales.

Este avance en el estudio de las conductas desde el punto de vista táctico se ha visto beneficiado por el desarrollo de técnicas y softwares específicos que

facilitan la obtención de datos fiables y precisos. Y el análisis de coordenadas polares se ha mostrado como un método emergente de análisis (Ávila-Moreno et al., 2018) y una de las técnicas más relevantes en la última década para mostrar las relaciones estadísticamente significativas que se establecen entre las conductas que conforman una herramienta observacional, en este caso para el ataque posicional (Quiñones et al., 2020).

La técnica de coordenadas polares utiliza un análisis secuencial de retardos prospectivo y retrospectivo de las conductas registradas (Anguera, 1997; Anguera et al., 1997; Hernández Mendo y Anguera, 1998; Sackett, 1980). Permite una reducción drástica de los datos analizados y la representación gráfica de las relaciones que se establecen entre las categorías focales y las condicionadas a través de un sistema de vectores (Hernández-Mendo y Anguera, 1999). El estadístico de contraste de este análisis es el Zsum ($Zsum = \Sigma z / \sqrt{n}$, siendo n el número de retardos) (Cochran, 1954). La distribución de este parámetro Zsum tiene una $\mu=0$ y una $\sigma=1$. Las relaciones entre conductas y su representación vectorial se obtienen a partir de estos valores. Se considera un valor estadísticamente significativo cuando el vector es igual o superior a 1.96. Este valor se estima a través de la raíz cuadrada de la suma del cuadrado de la Zsum de la X (prospectiva) y del cuadrado de la Zsum de la Y (retrospectiva):

$$\text{Módulo} = \sqrt{ZsumP^2 + ZsumR^2}$$

El ángulo del vector ($\phi = \text{Arco seno de } Y/\text{Radio}$) determinará la naturaleza excitatoria o inhibitoria de la relación (Castellano y Hernández-Mendo, 2003; Hernández-Mendo y Anguera, 1998).

Ante lo expuesto, y atendiendo a todos estos antecedentes, se decide estudiar el juego posicional de los equipos profesionales de balonmano durante la *Final Four* de la Liga de Campeones del año 2019; concretamente, interpretar mediante el análisis de Coordenadas Polares la eficacia de las conductas que se muestran ante la utilización de los medios tácticos colectivos y la transformación de sistemas ofensivos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño

La Final 4 de balonmano: análisis mediante coordenadas polares

El diseño de este estudio es de carácter nomotético, puntual y multidimensional (Anguera et al., 2011). Nomotético ya que se analizan varios equipos; puntual ya que no se realiza un seguimiento de las conductas y las mismas se han agrupado en las categorías masculina y femenina para el posterior análisis; y multidimensional ya que se observan varias dimensiones que se corresponden con los criterios del instrumento observacional *ad hoc* validado. Al no interactuar el observador con los deportistas se trata de un proceso observacional no participante (Anguera et al., 2000).

Participantes

El análisis previo de Generalizabilidad realizado por Quiñones et al. (2019) permitió estimar los partidos necesarios para poder generalizar con precisión. De tal manera que se realizaron 16 sesiones de observación de ocho clubes; cuatro femeninos y cuatro masculinos que fueron los clasificados para la *Final Four* de la Liga de Campeones 2019 de la Federación Europea de Balonmano (EHF). Cumpliendo con el requisito de constancia intersesional se codificaron 7164 multieventos en la categoría femenina y 7428 en la masculina, para un total de 14592 multieventos.

El Informe Belmont (1978) describe los principios éticos básicos y las directrices relativas a las cuestiones éticas de la investigación con seres humanos; según el cual, si las imágenes que se analizan para el estudio son de dominio público, no es necesario obtener el consentimiento informado de los participantes. La tabla 1 muestra los partidos observados en cada categoría, que se televisaron en directo el fin de semana de la celebración de la *EHF Final Four*.

Tabla 1. Relación de partidos observados para cada categoría.

Partidos Femeninos	Partidos Masculinos
--------------------	---------------------

Györi ETO (HUN) - Kristiansand (NOR)	F.C. Barcelona (ESP) - KS Kielce (POL)
Györi ETO (HUN) - Rostov-Don (RUS)	F.C. Barcelona (ESP) - RK Vardar (MKD)
Metz Handball (FRA) - Kristiansand (NOR)	MKB Veszprém (HUN) - KS Kielce (POL)
Metz Handball (FRA) - Rostov-Don (RUS)	RK Vardar (MKD) - MKB Veszprém (HUN)

Instrumentos

Para este estudio se utilizó la herramienta de observación *ad hoc* diseñada para examinar el juego posicional en balonmano (Quiñones et al., 2019). Esta herramienta está formada mediante un sistema mixto de formato de campo y sistemas de categorías exhaustivas y mutuamente excluyentes (E/ME) (Anguera, 1979; Castellano, 2000; Hernández-Mendo, 1996). Está compuesta por 12 criterios y un total de 62 categorías con un orden secuencial y cronológico desde que el balón es puesto en juego hasta que finaliza la acción de ataque posicional; al mismo tiempo que contempla criterios contextuales que enmarcan la situación objeto de análisis. Los criterios y categorías están definidos por un núcleo categorial y el grado de apertura o nivel de plasticidad (Anguera, 1993). El proceso de codificación de las conductas y posterior análisis de Coordenadas Polares se llevó a cabo con el programa informático HOISAN (Hernández-Mendo et al., 2014; Hernández-Mendo et al., 2012). La optimización de la representación gráfica de los vectores del análisis de Coordenadas Polares se ha realizado con un algoritmo creado en R por Rodríguez-Medina et al. (2019).

La tabla 2 presenta la herramienta de observación con los criterios, categorías y sistema de codificación y la figura 1 muestra el campo de juego con las tres zonas propuestas para el estudio.

Tabla 2. Criterios, categorías y sistema de codificación de la herramienta de observación (Quiñones et al., 2019).

Criterios	Códigos	Categorías
1. Localización	LOC	Local
	VISIT	Visitante
	NEUTR	Neutral
	EMPTE	Empate
2. Marcador	Gx1	Ganando por un gol.
	Gx2	Ganando por dos goles
	GxM2	Ganando por más de dos goles
	Px1	Perdiendo por un gol

Criterios	Códigos	Categorías
3. Minuto de juego	Px2	Perdiendo por dos goles
	PxM2	Perdiendo por más de dos goles
	T010	Tiempo del partido del minuto 0 al 10
	T1120	Tiempo del partido del minuto 11 al minuto 20
	T2130	Tiempo del partido del minuto 21 al 30
	T3140	Tiempo del partido del minuto 31 al 40
	T4150	Tiempo del partido del minuto 41 al 50
	T5160	Tiempo del partido del minuto 51 al 60
4. Zona inicial de la acción	TP	El partido se encuentra en tiempo de prórroga
	ZI1	Zona inicial 1
	ZI2	Zona inicial 2
	ZI3	Zona inicial 3
5. Jugador que desequilibra	DLI	Desequilibra el lateral izquierdo
	DLD	Desequilibra el lateral derecho
	DCT	Desequilibra el central
	DPV	Desequilibra el Pívor
	DEI	Desequilibra el Extremo Izquierdo
	DED	Desequilibra el Extremo Derecho
	D2	Desequilibran dos jugadores
6. Situación que produce el desequilibrio	S1x1	Situación en igualdad numérica
	S1x2	Situación en inferioridad numérica
	S2x1	Situación de superioridad numérica
7. Técnico-Táctica Individual	ASIPAS	Asistencia/Pase
	CRUPER	Cruce/Permuta
	BLOQUE	Bloqueo
	FINTA	Finta
	LANZM	Lanzamiento
	COMBIN	Combinaciones
8. Medio táctico colectivo	NREAL	No realizado
	SIMPL	Medio táctico simple
	TRANS	Transformaciones
	COMBC	Combinación de los medios tácticos
9. Ejecución de la decisión	ATAATE	Acierto Táctico-Acierto Técnico
	ATEETA	Acierto Técnico-Error Táctico
	ATAETE	Acierto Táctico-Error Técnico
	ETEETA	Error Técnico-Error Táctico
	DESNOB	Decisión técnico- táctica no observada
10. Acción defensiva	ACOS	Acoso
	NAAC	No acoso
	BLOC	Blocaje
	ROBO	Robo/ Interceptación
11. Zona de finalización	ZF1	Zona de finalización 1
	ZF2	Zona de finalización 2
	ZF3	Zona de finalización 3
12. Resultado final	7M	7m
	LZMFOR	Lanzamiento forzado
	LZMVTJ	Lanzamiento ventajoso
	GOLFRN	Golpe franco
	SANCON	Sanción
	FALTEC	Falta técnica
	PASIVO	Juego pasivo
	ERRPR	Error de pase o recepción
	DTMESA	Detenido por la mesa
	OTRRF	Otros resultados finales

La Final 4 de balonmano: análisis mediante coordenadas polares

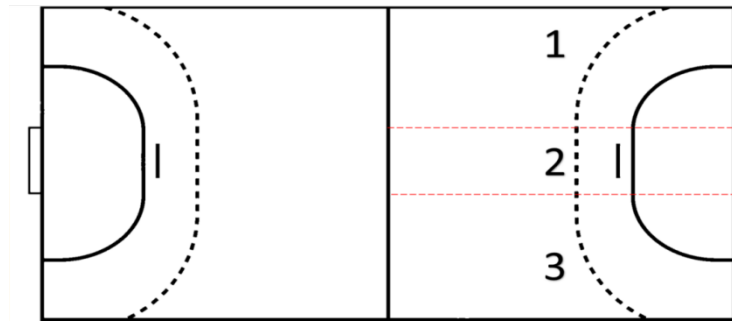


Figura 1. División de las zonas del terreno de juego (Quiñones et al., 2019)

Procedimiento

En el estudio de Quiñones et al. (2019) se realizó un análisis de la Calidad del Dato de carácter cuantitativo mediante el programa informático HOISAN (Hernández-Mendo et al., 2012); se calcularon los coeficientes de correlación Pearson, Spearman y Tau-B de Kendall, y el índice de concordancia de la Kappa de Cohen. Igualmente, se realizó un análisis de

Generalizabilidad con el software SAGT v.1.0 (Hernández-Mendo et al., 2016 Hernández-Mendo et al., 2021). Los resultados obtenidos mostraron unos valores con los que se puede afirmar que la herramienta de observación permite registrar acciones de juego en balonmano de forma fiable, válida y precisa. A continuación se muestran dichos resultados.

Tabla 3. Resultados de los coeficientes de correlación Pearson, Spearman y Tau b de Kendall, y el índice de concordancia Kappa de Cohen de los partidos masculinos y femeninos (Quiñones et al., 2019).

Coeficiente	Coeficientes de Correlación			
	Concordancia Intra observador		Concordancia Inter observador	
	Masculino	Femenino	Masculino	Femenino
Pearson	.99	.97	.98	.98
Spearman	.99	.97	.96	.95
Tau b de Kendall	.97	.95	.89	.87
Índice de Concordancia				
Kappa de Cohen	.94	.91	.82	.81

Igualmente, y siguiendo el trabajo de Blanco-Villaseñor et al. (2014) donde se estudia la aplicación de la Teoría de la Generalizabilidad para el estudio de la fiabilidad, validez y estimación de la muestra en el deporte, Quiñones et al. (2019) realizaron un análisis de Generalizabilidad (Cardinet et al., 1981; Cronbach, 1972). Se realizó utilizando el software SAGT v.1.0 (Hernández-Mendo et al., 2016 Hernández-Mendo et al., 2021) y se constató la fiabilidad de los observadores, la homogeneidad de las categorías y se estimó el número mínimo de sesiones necesarios para generalizar con precisión. Determinando que con la observación de 8 partidos se obtiene un coeficiente de Generalizabilidad de .94 (Quiñones et al., 2019).

Finalmente, para el análisis de Coordenadas Polares (mediante el software Hoisan) se seleccionaron tres categorías focales que permiten estudiar las conductas de los jugadores y jugadoras ante la utilización de los

diferentes medios tácticos colectivos y la transformación de sistemas ofensivos: medios tácticos simples (pase y va, cruce, pantalla, bloqueo, cortina y penetración sucesiva), combinación de los medios tácticos (utilización de dos o más medios tácticos excepto los desdoblamientos y las circulaciones) y el juego con transformaciones (desdoblamientos y circulaciones). Se consideran significativas ($p < 0.05$) las relaciones con una longitud del vector ≥ 1.96 y la caracterización de cada cuadrante es la propuesta por Hernández-Mendo y Anguera (1998):

Cuadrante I [+ , +]: La categoría focal se excita con respecto a la categoría de apareo en perspectiva retrospectiva y prospectiva, presentan mutua excitación.

Cuadrante II [- , +]: La categoría focal tiene una relación con respecto a la categoría de apareo de

excitación en perspectiva retrospectiva y de inhibición en perspectiva prospectiva.

Cuadrante III [-, -]: La categoría focal tiene una relación con respecto a la categoría de apareo de inhibición en perspectiva retrospectiva y prospectiva, presentan mutua inhibición.

Cuadrante IV [+,-]: La categoría focal tiene una relación con la categoría de apareo de excitación en perspectiva prospectiva y de inhibición en perspectiva retrospectiva.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados del análisis de coordenadas polares para las tres categorías focales seleccionadas: medio táctico colectivo simple,

combinación de ellos y juego con transformación de sistemas ofensivos (SIMPL, COMBC y TRANS), y las asociaciones significativas con el resto de las categorías de la herramienta observacional en ambos géneros.

La tabla 4 muestra las asociaciones significativas de la categoría focal medios tácticos simples (SIMPL) con el resto de conductas de apareo de la herramienta de observación en los partidos femeninos y masculinos. La figura 2 muestra la representación gráfica de los vectores significativos con la conducta focal medios tácticos simples.

Tabla 4. Relaciones significativas en cada uno de los cuadrantes con la conducta focal SIMPL.

Conducta criterio	C	Femenino			Masculino		
		Conducta de apareo	Módulo Vector	A.T.	Conducta de apareo	Módulo Vector	A.T.
SIMPL	I	Gx2	2.86	9.14	S2x1	3.27	50.77
		Px2	2.74	69.30	ATAATE	2.34	49.13
		PxM2	4.58	46.65	GxM2	3.01	29.91
		T010	4.33	26.57	T010	3.95	70.58
		DCT	2.55	13.19	GOLFRN	2.70	76.39
		DEI	2.03	61.00			
	II	S2x1	2.06	176.94	LANZM	1.97	104.29
		T3140	2.93	143.11	EMPTE	3.23	98.98
		ZI1	3.01	143.17	Gx1	3.40	119.76
		DLI	3.32	175.09	T3140	5.66	102.65
		DPV	2.35	136.75	S1x2	3.18	121.07
	III	ATEETA	2.48	255.53	COMBIN	2.75	249.15
		ROBO	2.29	189.21	ATEETA	2.18	200.86
		GxM2	6.30	213.54	ATAETE	3.23	247.61
		T2130	5.66	242.52	PxM2	5.05	229.89
		DTMESA	2.41	224.69	T2130	5.87	218.43
					DPV	2.22	241.47
	IV				ZF3	2.12	268.86
		Gx1	3.11	276.92	Gx2	2.98	330.53
		DED	2.51	279.91	T1120	4.72	300.85
					T4150	2.98	315.04
					S1x1	3.71	283.05

Femenino

Masculino

Los resultados muestran diferencias entre las conductas de apareo en la categoría masculina y femenina. En el cuadrante I, donde la relación que se establece entre la conducta focal y las de apareo es de mutua excitación. En la categoría femenina destacan conductas del criterio marcador (Gx2: ganando por dos; Px2: perdiendo por 2 y PxM2: perdiendo por más de dos), minuto de juego (T010: minuto del 0 al 10) y puesto específico que desequilibra (DCT: central y DEI: extremo izquierdo). Mientras en la categoría masculina, coincide la categoría T010 también con un módulo del vector que muestra una intensidad de la relación alta (3.95). El resto de conductas que se relacionan de manera significativa son: la situación de superioridad numérica (S2x1) cuando se produce el desequilibrio, acierto técnico y táctico en la ejecución de la decisión (ATAATE), un marcador favorable (GxM2: ganando por más de dos) y el resultado neutro de golpe franco (GOLFRN).

mayor número de situaciones de desequilibrio. Por el contrario, en categoría masculina, las situaciones de desequilibrio vienen determinadas por la conducta lanzamiento (LANZM), usándose como principal recurso técnico-táctico individual.

En el cuadrante III la relación que se establece es de mutua inhibición, mostrando los resultados dos conductas coincidentes en ambas categorías (ATEETA: acierto técnico y error táctico, T2130: minuto 21 al 30); mostrando esta última una intensidad en la relación por encima de 5.66 en ambos casos. En el género femenino destaca también el ROBO y el resultado ganando por más de dos (GxM2); sin embargo, en masculino lo hacen ATAETE (acierto táctico y error técnico), perdiendo por más de dos (PxM2) y desequilibra el pivote (DPV).

Por último, en el cuadrante IV se manifiestan las conductas con una relación de activación en la perspectiva prospectiva e inhibición en la retrospectiva. Los resultados muestran un menor número de conductas de apareo en este cuadrante, dos en la categoría femenina: Gx1 (ganando por uno) y DED (desequilibra el extremo derecho) y cuatro en la masculina: Gx2 (ganando por dos), minuto once a veinte y del 41 al 50 (T1120 y T4150) y la situación en igualdad al inicio del desequilibrio (S1x1).

Cuadernos de Psicología del Deporte, 22, 2 (abril)

y masculinos. La figura 3 muestra la representación gráfica de los vectores significativos con la conducta focal combinación de los medios tácticos.

Tabla 5. Relaciones significativas en cada uno de los cuadrantes con la categoría focal COMBC.

Conducta criterio	C	Femenino			Masculino		
		Conducta de apareo	Módulo Vector	A.T.	Conducta de apareo	Módulo Vector	A.T.
COMBC	I	NAAC	4.89	46.35	COMBIN	3.68	81.69
		GxM2	7.01	39.11	ATAETE	2.52	48.99
		T2130	2.93	39.71	ROBO	2.83	11.58
		T5160	3.97	22.23	Px1	3.06	23.19
		DLD	3.83	84.44	Px2	6.89	17.86
					PxM2	4.69	63.85
					T4150	6.90	88.81
					T5160	9.08	30.79
					7M	3.01	49.06
					ERRPR	2.59	16.38
	II	COMBIN	2.40	121.93	ACOS	2.62	129.27
		Gx1	2.21	161.64	T1120	3.45	171.31
		Gx2	2.73	125.44	DEI	2.66	148.14
		T4150	2.43	137.41	S1x1	2.44	93.10
		S1x2	2.45	151.56			
		DESNOB	2.28	167.10			
	III	ACOS	4.49	230.38	S2x1	2.01	204.56
		Px2	4.19	227.69	LANZM	2.63	244.88
		PxM2	4.31	224.07	BLOC	2.87	257.91
		T010	4.71	241.50	GxM2	9.65	214.19
		T3140	2.07	252.03	T010	3.85	264.21
		DCT	2.04	262.14	T3140	6.46	231.72
		DEI	2.45	197.71	LZMVTJ	2.57	196.76
		S2x1	2.77	345.42	ASIPAS	2.06	272.53
	IV	FINTA	2.47	295.28	Gx1	2.40	270.81
		EMPTE	2.70	332.81	T2130	2.65	275.68
		D2	3.19	289.58	S1x2	2.32	290.98
		LZMVTJ	2.06	342.66			

Los resultados del análisis de coordenadas polares muestran el doble de conductas de apareo en la categoría masculina en el primer cuadrante. Destacando las relacionadas con el marcador (siempre favorable), los últimos 20 minutos del partido (T4150 y T5160), el robo (ROBO), los errores de pase y recepción (ERRPR) y la finalización en lanzamiento de 7 metros. Por su parte, en el femenino destaca la vinculación con otros momentos del partido (T2130 y T5160), el inicio del desequilibrio por la jugadora lateral derecho y un marcador muy favorable (GxM2).

Los resultados del cuadrante II muestran una total discrepancia entre las conductas de apareo en las dos categorías, destacando el marcador ligeramente favorable (Gx1 y Gx2) y el inicio del desequilibrio en

inferioridad numérica (S1x2) en femenino. En masculino destaca la acción defensiva del acoso, el puesto específico del extremo izquierdo como inicio de las acciones (DEI) y la situación de igualdad (S1x1).

En el tercer cuadrante ambas categorías muestran las mismas conductas en relación al momento del partido (T010 y T3140), ambas al inicio de los dos periodos. Las conductas específicas que destacan para cada una de ellas son: las acciones de acoso de la defensa, un marcador desfavorable y el inicio por parte de la central (DCT) y extremo izquierdo (DEI) en femenino; sin embargo, en masculino destacan los lanzamientos como acción ofensiva y el bloqueo (BLOC) como defensiva, un inicio en situación de

La Final 4 de balonmano: análisis mediante coordenadas polares

superioridad numérica (S2x1) y el resultado positivo de la obtención de un lanzamiento ventajoso.

Al igual que con la anterior conducta focal, el cuarto cuadrante muestra un número inferior de conductas de apareo, destacando en los partidos femeninos la finta, un inicio en situación de superioridad numérica (S2x1) y la consecución de un lanzamiento ventajoso como

resultado de la situación de juego. En los masculinos destaca la asistencia y pase como técnico-táctica individual ofensiva (ASIPAS), los últimos diez minutos de la primera parte (T2130) y la situación de inicio de inferioridad (S1x2).

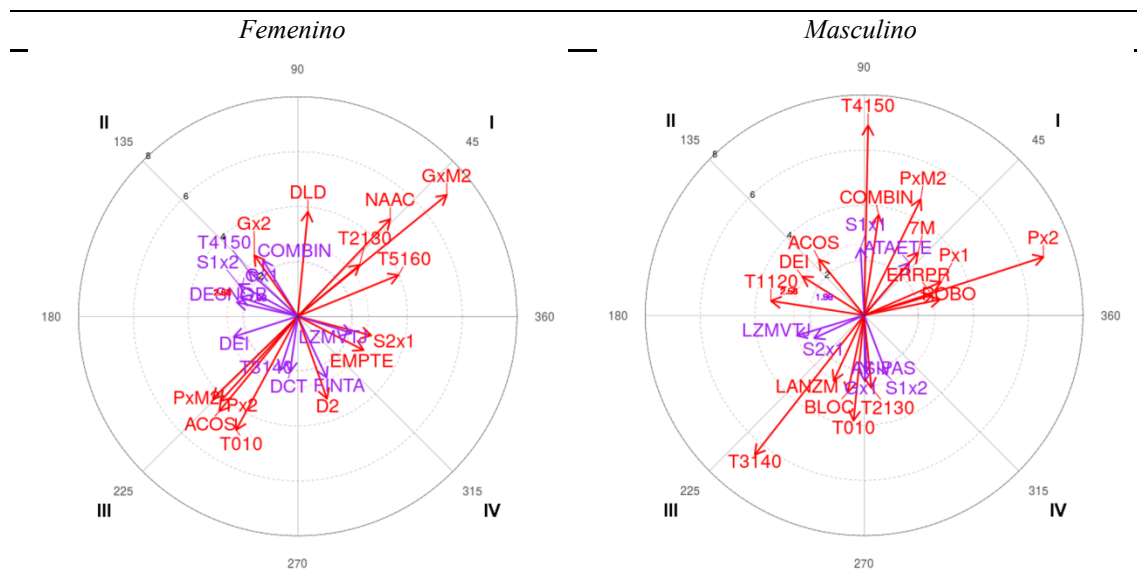


Figura 3. Representación gráfica del análisis de coordenadas polares en ambas categorías para la categoría criterio COMBC

La tabla 6 muestra las asociaciones significativas de la categoría focal transformaciones (TRANS) con las categorías de apareo de la herramienta en los partidos femeninos y masculinos.

La figura 4 muestra la representación gráfica de los vectores significativos con la conducta focal juego con transformaciones.

En este último, el análisis con la conducta focal juego con transformaciones ha mostrado los siguientes resultados. En general, destaca que en los cuadrantes II y IV sólo se aparea de forma significativa una conducta en la categoría masculina.

En relación al primer cuadrante, dos conductas de apareo se repiten en ambos grupos, las relacionadas con el marcador muy favorable (GxM2) y con el momento de desarrollarlo: los últimos diez minutos de la primera parte (T2130). En categoría femenina, destacan también las conductas acoso (ACOS) y el acierto técnico y error táctico en la ejecución de la decisión. Por su parte, en la masculina destacan las conductas que definen el puesto específico que

desequilibra: el lateral derecho, el pivote y el extremo derecho (DLD, DPV y DED); también la obtención de un lanzamiento ventajoso como resultado final positivo.

Los resultados del segundo cuadrante muestran una sola conducta de apareo en categoría masculina: SANCON que hace referencia a la sanción como resultado final de la situación objeto de análisis. Sin embargo, en la femenina destacan el marcador en empate (EMPTE), la realización en los diez primeros minutos del partido (T010), la situación de inicio del desequilibrio en igualdad (S1x1) y los puestos específicos de inicio del desequilibrio del central y extremo derecho.

En el cuadrante III se aprecia un número similar de conductas de apareo en ambas categorías, sin embargo, solo coinciden dos (Px2: perdiendo de dos y T5160: diez últimos minutos del partido). En la femenina destaca también los lanzamientos como técnico-táctica individual ofensiva en el momento del desequilibrio. En masculina, a los anteriores resultados se une el momento T4150; es decir, los

minutos del 41 al 50, por lo que resultan los últimos 20 minutos del partido. También destaca el lanzamiento de 7 metros como resultado de la finalización y el puesto del central como el que inicia el desequilibrio.

Para finalizar, en el cuadrante IV al igual que en el II, en la masculina solo se encuentra una conducta de apareo, en este caso los diez primeros minutos del segundo tiempo (T3140). En la femenina, sin

embargo, son ocho las conductas vinculadas significativamente, de las cuales una de ellas coincide con la masculina (T3140) destacando además el ROBO y los errores de pase y recepción (ERRPR), la zona izquierda del terreno de juego (ZI1), la situación de inferioridad al inicio (S1x2) y los puestos específicos de inicio del desequilibrio lateral izquierdo, pivote y extremo izquierdo.

Tabla 6. Relaciones significativas en cada uno de los cuadrantes con la categoría focal TRANS.

Conducta criterio	C	Femenino			Masculino		
		Conducta de apareo	Módulo Vector	A.T.	Conducta de apareo	Módulo Vector	A.T.
TRANS	I	ATEETA	2.51	15.34	COMBIN	2.11	33.84
		ACOS	2.39	78.47	GxM2	3.01	26.25
		Gx1	3.74	60.49	PxM2	4.58	34.12
		GxM2	5.09	22.58	T1120	5.16	72.37
		T2130	3.21	69.88	T2130	6.70	34.64
		DTMESA	2.24	2.51	DLD	2.57	74.62
					DPV	3.13	57.75
					DED	1.96	49.23
					LZMVTJ	2.37	38.21
					DESNB	2.23	57.66
	II	EMPTE	2.26	120.24	SANCON	2.00	109.30
		T010	2.34	146.96			
		ZI2	2.32	158.67			
		DCT	3.06	159.12			
		DED	3.70	94.16			
		D2	4.42	120.21			
		S1x1	2.31	169.36			
	III	LANZM	2.45	193.61	EMPTE	4.94	228.17
		NAAC	2.63	224.82	Px2	4.12	194.86
		Gx2	4.37	214.00	T4150	3.48	236.31
		Px2	2.18	252.22	T5160	6.79	214.81
		PxM2	3.23	205.84	DCT	2.92	243.91
		T5160	3.65	236.33	7M	2.45	260.49
	IV	ROBO	2.66	344.35	T3140	2.53	321.64
		T3140	2.70	335.67			
		ZI1	2.65	347.57			
		DLI	3.02	332.72			
		DPV	3.56	325.75			
		DEI	2.33	350.64			
		S1x2	2.77	345.64			
		ERRPR	2.08	315.50			

Femenino

Masculino

La Final 4 de balonmano: análisis mediante coordenadas polares

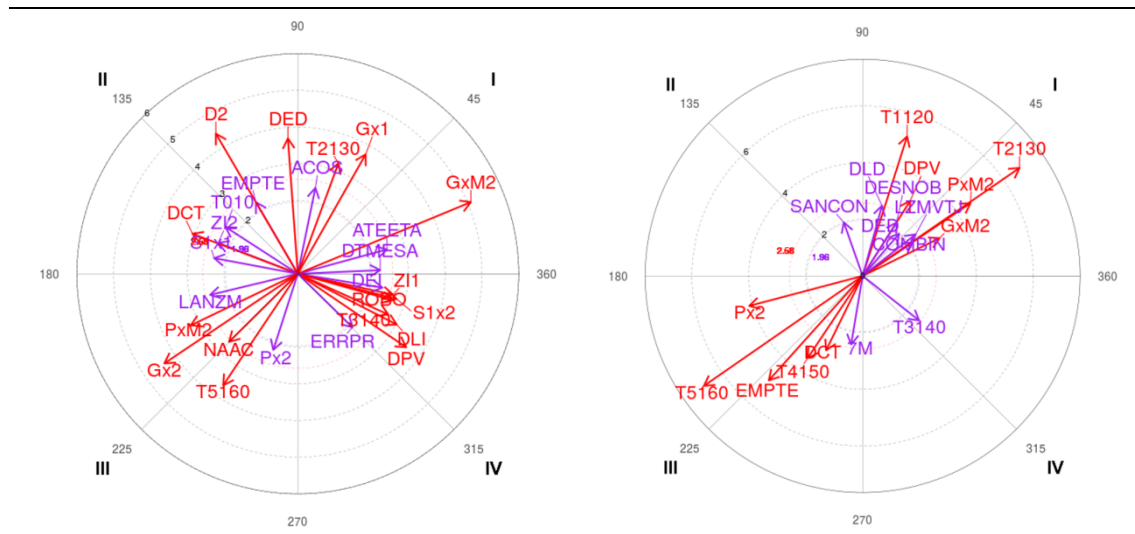


Figura 4. Representación gráfica del análisis de coordenadas polares en ambas categorías para la categoría criterio TRANS

DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue examinar la eficiencia de las conductas manifestadas en el juego combinativo ofensivo en balonmano masculino y femenino en los partidos de la máxima competición internacional a nivel de clubes: la *EHF Final Four*. Para ello se usó la técnica de análisis de coordenadas polares, permitiendo los resultados comprobar algunos contrastes y similitudes entre el flujo de comportamientos entre las categorías masculina y femenina. Las dos categorías muestran mayor utilización de los medios tácticos colectivos simples en los primeros 10 minutos de juego, y las combinaciones de medios tácticos en los 10 últimos. Los hombres presentan además mayor combinación de medios tácticos en los minutos 41 al 50 y el juego en transformación en los minutos 11 al 20. Por su parte, la categoría femenina presenta mayor uso de las combinaciones en los minutos 21 al 30. Ambas categorías muestran jugadores desequilibrantes en los flujos de conductas estudiados. Así, en la categoría femenina logran el desequilibrio las jugadoras que ocupan el puesto de central y extremo izquierdo mediante el uso de medios tácticos colectivos y la jugadora lateral derecho con la combinación de medios tácticos. En el masculino, son el lateral derecho, el extremo derecho y el pivote los que logran el desequilibrio mediante la circulación de jugadores a doble pivote, transformando el sistema de juego ofensivo. En esta categoría masculina, el uso del juego

con transformación permite lograr situaciones de lanzamiento ventajoso.

Al analizar en la categoría femenina el uso de los medios tácticos colectivos (pase y va, cruce, bloqueo, pantalla, cortina y penetración sucesiva) se revela cómo se asocian al principio de los partidos. Quiñones et al. (2020) lo atribuyen a una mejor condición física. Se usan en situaciones con marcadores muy favorables o desfavorables, y consiguen el desequilibrio tanto la jugadora central como la extremo izquierdo. Sugiere un juego de izquierda a derecha, como Foretic et al. (2010) interpretan que usan los equipos ganadores.

El recurso de la combinación de los medios tácticos colectivos se usa en esta categoría femenina fundamentalmente en los minutos finales de cada tiempo. Se presenta con clara ventaja en el marcador, y es la jugadora lateral derecho la que logra el desequilibrio táctico. El hecho de no producirse acoso sugiere que con este tipo de ataque consiguen reducir la profundidad defensiva, y evitar las anticipaciones, aunque no se consiguen situaciones de lanzamiento ventajoso, ni se prodiga el uso de las fintas.

En cuanto al juego en transformación, se produce en situaciones de ventaja en el marcador y en el último segmento de la primera parte. Se elicit el acoso, por lo que no provoca la falta de profundidad defensiva, ni sensación de peligro de la segunda línea. Sin embargo, no se producen robos ni errores de pase recepción con este tipo de ataque, contrariamente a lo hallado por

Quiñones et al. (2020) y Vázquez-Diz et al. (2019a) que muestran la presencia de errores y faltas técnicas en los últimos minutos del partido.

Del análisis del juego en la categoría masculina, y en lo que se refiere al uso de los medios tácticos colectivos, se produce al igual que en el juego femenino, en el primer segmento temporal del partido, se produce en superioridad numérica 2x1, así como se asocia al golpe franco y al acierto táctico en ejecución y decisiones; se produce con marcador muy favorable de más de dos goles. Cuando no se usan los medios tácticos simples, se opta por el lanzamiento como táctica individual.

Del estudio del juego en combinación de medios simples en los hombres, se desprende que cuando se produce combinación de elementos simples, el marcador es favorable. Este tipo de ataque se asocia con el robo defensivo y con errores de pase-recepción, pero consigue hacer llegar el balón a zonas cercanas al área, ya que se finaliza en 7m. También aparece el lanzamiento como alternativa táctica individual al juego en combinación. Lozano (2014) encuentra que el comportamiento táctico ofensivo utiliza un medio táctico complejo solamente en la primera secuencia de ataque y en el resto de las secuencias de ataque utiliza medios tácticos básicos.

La ejecución del juego en transformaciones (circulación/desdoblamiento) en esta categoría masculina se asocia a un marcador en clara ventaja o desventaja y durante los minutos 11 al 30. Consiguen el desequilibrio los jugadores laterales derecho, extremo derecho y pivote, y se logran situaciones claras de lanzamiento ventajoso, probablemente por la pérdida de profundidad defensiva.

APLICACIONES PRÁCTICAS

La investigación llevada a cabo ha permitido comparar la eficacia del juego combinativo ofensivo entre las dos categorías. La posibilidad de análisis de los resultados propone al análisis de coordenadas polares como una herramienta complementaria de gran potencia para el estudio del juego. El modo de acceso y tratamiento de los datos permite su estudio y la propuesta de aplicaciones prácticas que redunde en

Amén de los motivos de desgaste físico anteriormente mencionados, la preferencia del juego en ambas categorías con combinaciones o en transformaciones al final de los partidos puede tener varias interpretaciones, relacionadas tanto con el minuto de juego como con el resultado. En caso de ventaja en el marcador, puede usarse para alargar el ataque, reducir la posibilidad de error de pase-recepción, reducción de incertidumbre en el juego por parte del equipo atacante, sin importar que concluya en golpe franco. Cuando se producen en desventaja en el marcador, pueden emplearse tanto para buscar zonas de lanzamiento ventajosas, como para facilitar penetraciones por el centro, colocando a los jugadores de segunda línea en zonas abiertas, despejando el centro.

Otro motivo puede ser la influencia del entrenador que invoque el juego colaborativo ante la falta de fondo físico o la adaptación defensiva, ante la premura temporal, ya sea por mantener la ventaja o reducirla. Aunque autores como Lozano y Camerino (2012) propugnan que las combinaciones menos convencionales no producen resultados eficientes. Comprueban, asimismo, que las secuencias ofensivas, según orden del ataque, compuestas por más de 3 configuraciones son menos eficaces que las secuencias ofensivas que finalizan en menos, ya sea con ataque estructurado o no estructurado. Y Lozano et al. (2016b) postulan que la eficacia atacante no pasa por estructuras predeterminadas y complejas tal como utilizan los entrenadores actualmente. Por otro lado, Botejara et al. (2012) proponen que en los partidos con resultados igualados donde los equipos que entraron con pequeñas ventajas en los últimos diez minutos fueron los ganadores. Rogulj et al. (2010) por su parte, verifican que los ganadores marcan la diferencia en el periodo comprendido entre el minuto 40 y 50 de partido, manteniendo la diferencia en el periodo final.

consideraciones y pautas para la mejora de rendimiento.

REFERENCIAS

1. Amatria, M., Maneiro, R., Moral-García, J. E., López-García, S. (2020). Technical-associative Analysis of the Centre in Winning and Losing Handball Teams. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 142, 46-54.

La Final 4 de balonmano: análisis mediante coordenadas polares

[https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2020/4\).142.06](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2020/4).142.06)

2. Anguera, M.T. (1979). Observación de la conducta espacial. Comunicación presentada al VI Congreso Nacional de Psicología, Pamplona, España.
3. Anguera, M.T. (1990). Metodología observacional. In J. Arnau, M. T. Anguera, J. Gómez Benito (Eds.), *Metodología de la investigación en ciencias del comportamiento* (pp. 125-236). Murcia: Universidad de Murcia.
4. Anguera, M.T. (1993). *Proceso de categorización*. En M. T. Anguera (Ed.): Metodología observacional en la investigación psicológica. Vol 1: Fundamentación. Barcelona: PPU.
5. Anguera, M.T. (1997). *From prospective patterns in behavior to joint analysis with a retrospective perspective*. In: Colloque sur invitation «Méthodologie d'analyse des interactions sociales». Paris: Université de la Sorbona.
6. Anguera, M.T., Hernández-Mendo, A. (2013). La metodología observacional en el ámbito del deporte. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte* 9(3), 135-160. Recuperado de www.e-balonmano.com/ojs/index.php/revista/about
7. Anguera, M.T., Hernández-Mendo, A. (2014). Metodología observacional y psicología del deporte: Estado de la cuestión. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 103-109.
8. Anguera, M.T., Blanco, A., Hernández-Mendo, A., Losada, J. L. (2011). Diseños observacionales: ajuste y aplicación en psicología del deporte. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(2), 63-76.
9. Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor A., Losada, J. L. (1997). Contributions of the polar coordinate technique in mixed designs. In Simposio de metodología de las ciencias del comportamiento (p. 583). Murcia: University of Murcia.
10. Anguera, M. T., Blanco-Villaseñor, A., Losada, J. S., Hernández-Mendo, A. (2000). Observational methodology in sport: Basic concepts. *Readings: EF y Deportes. Revista Digital*, 24, August 2000. <https://www.efdeportes.com/efd24b/obs.htm>.
11. Ávila-Moreno, F. M., Chirrosa-Ríos, L. J., Ureña-Espá, A., Lozano-Jarque, D., Ulloa-Díaz, D. (2018): Evaluation of tactical performance in invasion team sports: a systematic review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 18:2, 195-216, DOI: 10.1080/24748668.2018.1460054
12. Beiztegui-Casado, C., Oliver-Coronado, J., Sosa-González, P. I. (2019). Portero-jugador en situaciones de inferioridad numérica ofensiva en balonmano: ¿penalización o ventaja? Goalkeeper-Field Player in Situations of Offensive Numerical Inferiority in Handball: Penalty or Advantage? *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 19(74), 293-307 <http://doi.org/10.15366/rimcafd2019.74.008>
13. Blanco-Villaseñor, A., Castellano, J., Hernández-Mendo, A., Sánchez-López, C.R., Usabiaga, O. (2014). Application of GT in sport for the study of reliability, validity and sample estimation. *Journal of Sport Psychology*, 23(1), 131-137.
14. Botejara, J., Puñales, L., González, L. A., Ruy López, E.R., Trejo, A. (2012). Análisis de la finalización de la posesión del balón en handball. Estudio del campeonato del mundo masculino 2011. *Revista Universitaria de la Educación Física y el Deporte*, (5), 6-14.
15. Cardinet, J., Tourneur Y., Allal, L. (1976). The symmetry of generalizability theory: Applications to educational measurement. *Journal of Educational Measurement*, 13(2), 119-135. <https://doi.org/10.1111/j.17453984.1976.tb00003.x>
16. Cardinet, J., Tourneur, Y., Allal, L. (1981). Extension of generalizability theory and its applications in educational measurement. *Journal of Educational Measurement*, 18(4), 183-204. <https://doi.org/10.1111/j.17453984.1981.tb00852.x>
17. Castellano, J. (2000). Observación y análisis de la acción de juego en fútbol. *Lecturas: EF y Deportes. Revista Digital*, 5(22). Recuperado de <http://www.efdeportes.com/efd22b/julentd.htm>
18. Castellano, J., Hernández-Mendo, A. (2003). El análisis de coordenadas polares para la estimación derelaciones en la interacción motriz en fútbol. *Psicothema*, 15(4), 569-574.
19. Cochran, W. G. (1954). Some methods for streghning the common χ^2 test. *Biometrics*, 10, 417-451. <https://doi.org/10.2307/3001616>
20. Cronbach, L. J. (1972). La dependencia de las medidas de la conducta: Teoría de la generalización de puntuaciones y perfiles (The dependability of behavioral measurements: Theory of generalizability for scores and profiles). Nueva York: Wiley. ISBN 978-04-7118-850-6.
21. Ferrari, W., Dias, G., Sousa, T., Sarmento, H., Vaz, V. (2020). Comparative Analysis of the Offensive Effectiveness in Winner and Losing Handball Teams. *Front. Psychol.* 11:547110. doi: 10.3389/fpsyg.2020.547110
22. Flores, J., Anguera, M. T. (2018). Patrón de juego en balonmano según el jugador que ocupa la posición de central. *Apunts: Educación Física y Deportes*,

134(4),110-123. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.cat.\(2018/4\).134.08](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.cat.(2018/4).134.08)

23. Foretić, N., Rogulj, N., Trninić, M. (2010). The influence of situation efficiency on the result of a handball match. *Sport Science*, 3(2), 45-51.

24. García, J. A., Aníz, I., Arellano, J. I., Domínguez, J. O., García, T. (2004). Influencia de las variables tiempo y distancia en la eficacia del juego con transformaciones en cuatro equipos de balonmano de alto nivel. Posibilidades para la aplicación en el entrenamiento. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 12, 79-94.

25. García, J. A., García, T., Inarejos, J. L. (2002). Análisis de las variables que afectan al juego con desdoblamientos en balonmano y su aplicación al entrenamiento. Estudio de un caso en alto rendimiento. *Revista de entrenamiento Deportivo*, 16(1), 35-40.

<https://doi.org/10.4321/s157884232012000200008>

26. Gómez-Ruano, M. A. (2017). La importancia del análisis notacional como tópico emergente en Ciencias del deporte. *RICYDE*. Volumen XIII - Año XIII. Núm. 47. <https://doi.org/10.5232/ricyde2017.047ed>

27. González, A. (2012). *Análisis de la eficacia del contraataque en balonmano como elemento de rendimiento deportivo* (Tesis doctoral). Universidad de León, León, España. <http://hdl.handle.net/10612/2208>

28. González, A., Botejara, J., Puñales, L., Trejo, A., Ruy, E. (2013). Análisis de la finalización del ataque en partidos igualados en balonmano de alto nivel mediante coordenadas polares. *E-Balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 9(2), 71-89.

29. Grujić, I., Vuleta, D., Milanović, D. (2006). Performance indicators of teams at the 2003 men's World Handball Championship in Portugal. *Kinesiology*, 38(2), 164-175.

30. Hernández Mendo, A., Anguera, M. T. (1998). Análisis de coordenadas polares en el estudio de las diferencias individuales de la acción de juego. En M.P. Sánchez López y M.A. Quiroga. *Perspectivas actuales en la investigación psicológica de las diferencias individuales* (pp.85-88). Madrid: Ed. Centro de Estudios Ramón Areces.

31. Hernández-Mendo, A. (1996). *Observación y análisis de patrones de juego en deportes sociomotores*. (Tesis Doctoral sin publicar). Universidad de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, España.

32. Hernández-Mendo, A., Anguera, M. T. (1998). *Análisis de coordenadas polares en el estudio de las*

diferencias individuales de la acción de juego. En: Sánchez, M.P., López- Quiroga Estévez, M.A. (eds.). *Perspectivas actuales en la investigación de las diferencias individuales*, (pp. 84-88). Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid.

33. Hernández-Mendo, A., Anguera, M. T. (1999). *Contributions of polar coordinate analysis to team sports*. In F. Guillén (Ed.), *La Psicología del Deporte en España al final del milenio* (pp. 169- 175). Las Palmas: University of Las Palmas de Gran Canaria.

34. Hernández-Mendo, A., Blanco-Villaseñor, A., Pastrana, J.L., Morales-Sánchez, V., Ramos-Pérez, F.J. (2016). SAGT: Aplicación informática para análisis de generalizabilidad. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 11(1), 77-89.

35. Hernández-Mendo, A., Castellano, J., Camerino, O., Jonsson, G., Blanco-Villaseñor, A., Lopes, A., Anguera, M.T. (2014). Programas informáticos de registro, control de calidad del dato, y análisis de datos. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 111-121.

36. Hernández-Mendo, A., López-López, J., Castellano, J., Morales-Sánchez, V., Pastrana, J.L. (2012). Hoisan 1.2: Programa informático para uso en metodología observacional. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 12(1), 55-78. <https://doi.org/10.4321/S1578-84232012000100006>

37. Hernández-Mendo, A., Ramos-Pérez, F., Pastrana, J. L. (2012). SAGT: Programa informático para análisis de Teoría de la Generalizabilidad. SAFE CREATIVE Código: 1204191501059.

38. Krahenbühl, T., Sousa, N. P. D., Leonardo, L., Galatti, L. R., Costa, G. D. C. T. (2019). The use of the additional field player in handball: analysis of the Rio 2016 Olympic Games. *RICYDE. Revista internacional de ciencias del deporte*. 57(15), 295-306. <https://doi.org/10.5232/ricyde2019.05707>

39. Lozano, D. (2014). *Análisis del comportamiento táctico ofensivo en el alto rendimiento en balonmano*. (Tesis Doctoral). Universitat de Lleida. <http://hdl.handle.net/10803/283756>

40. Lozano, D., Camerino, O. (2012). Eficacia de los sistemas ofensivos en balonmano. *Apunts: Educación física y deportes* (108), 70-81. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2012/2\).108.08](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2012/2).108.08)

41. Lozano, D., Camerino, O., Hileno, R. (2016a). Análisis del comportamiento táctico ofensivo en momentos críticos de juego en el alto rendimiento en balonmano: Un estudio Mixed Methods. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 16(1), 151-160. ISSN 1989-5879

La Final 4 de balonmano: análisis mediante coordenadas polares

42. Lozano, D., Camerino, O., Hileno, R. (2016b). Interacción dinámica ofensiva en balonmano de alto rendimiento. *Apunts. Educación Física y Deporte*, 16(3), 90-110, [http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2016/3\).125.08](http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2016/3).125.08)
43. Maneiro, R., Amatria, M., Moral, J. E., López, S. (2018). Análisis observacional de las relaciones interlíneas de la Selección Española de Fútbol, mediante coordenadas polares. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 18(2), 18-32.
44. Maneiro, R., Amatria, M., Anguera, M.T. (2019). Dynamics of Xavi Hernández's game: a vectorial study through polar coordinate analysis. *Proc. Inst. Mech. Eng. Part P J. Sports Eng. Technol.* <https://doi.org/10.1177/1754337119830472>
45. Maneiro, R., Amatria, M. (2018). Polar coordinate analysis of relationships with teammates, areas of the pitch, and dynamic play in soccer: a study of Xabi Alonso. *Front. Psychol.* 9:389 <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00389>
46. Meletakos, P., Vagenas, G., Bayios, I. (2011). A multivariate assessment of offensive performance indicators in Men's Handball: Trends and differences in the World Championships. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 11(2), 284-294. <https://doi.org/10.1080/24748668.2011.11868548>
47. Montoya, M., Moras, G., Anguera, M.T. (2013). Análisis de las finalizaciones de los jugadores extremo en balonmano. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 113, 52-59. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2013/3\).113.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2013/3).113.05)
48. Morillo Baro, J.P., Hernández-Mendo, A. (2015). Análisis de la calidad del dato de un instrumento para la observación del ataque en balonmano playa. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*. 10(1), 15-22 <http://hdl.handle.net/10553/12939>
49. Morillo, J.P., Reigal, R.E., Hernández-Mendo, A., Montaña, A., Morales-Sánchez, V. (2017). Decision-Making by Handball Referees: Design of an ad hoc Observation Instrument and Polar Coordinate Analysis. *Front. Psychol.* 8:1842. doi:10.3389/fpsyg.2017.01842
50. Ohnjec, K., Vuleta, D., Milanović, D. (2015). Differences between the winning and defeated female handball teams in relation to the beginning of attacks. *Sport Science*, 8(1), 7-11.
51. Prudente, J., Sousa, D., Sequeira, P., López-López, J.A., Hernández-Mendo, A. (2017). Analyzing the influence of playing time and partial score on the tactical behavior in the duel 2 vs 2 in the offensive process in handball, using the polar coordinates technique. *Anales de psicología*, 33(3), 515-29. <https://doi.org/10.6018/analesps.33.3.271071>
52. Quiñones, Y., Morillo-Baro, J.P., Reigal, R.E., Morales-Sánchez, V., Vázquez-Diz, J. A., Hernández-Mendo, A. (2019). El ataque posicional en balonmano: validación de un sistema de observación. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 19(3), 114-124 <https://doi.org/10.6018/cpd.384091>
53. Quiñones, Y., Morillo-Baro, J.P., Reigal, R.E., Morales-Sánchez, V., Vázquez-Diz, J.A., Hernández-Mendo, A. (2020). El juego combinativo ofensivo en el balonmano de élite: diferencias por género mediante análisis de coordenadas polares. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 20(1), 86-102. <https://doi.org/10.6018/cpd.398741>
54. Rodríguez-Medina, J., Arias, V., Arias, B., Hernández-Mendo, A., Anguera, M. T. (2019). Polar Coordinate Analysis, from HOISAN to R: A Tutorial Paper. Unpublished manuscript. Retrieved from: https://jairoedmed.shinyapps.io/HOISAN_to_R/
55. Rogulj, N., Foretic, N., Burger, A. (2010). Differences in the course of result between the winning and losing teams in top handball. *Homo Sporticus*, 13(1), 28-33.
56. Rogulj, N., Srhoj, V., Srhoj, L. (2004). The contribution of collective attack tactics in differentiating handball score efficiency. *Collegiums Antropologicum*, 28(2), 739-746.
57. Sackett, G. P. (1980). "Lag sequential analysis as a data reduction technique in social interaction research," in *Exceptional Infant. Psychosocial Risks in Infant Environment Transactions*, eds D. B. Sawin, R. C. Hawkins, L. O. Walker and J. H. Penticuff (New York, NY: Brunner/Mazel), 300-340.
58. Salesa, R. (2008). *Análisis de la eficacia en ataque en balonmano: influencia del establecimiento de objetivos* (Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España).
59. Salvat, S. (2016). *La duración de la posesión en el balonmano de alta competición*. (Tesis doctoral, Universidad de Barcelona. Barcelona, España).
60. Sánchez-Algarra, P., Anguera, M. T. (2013). Qualitative/quantitative integration in the inductive observational study of interactive behaviour: Impact of recording and coding predominating perspectives. *Quality & Quantity*, 47(2), 1237-1257.
61. Sousa, D. J., Prudente, J., Sequeira, P., López-López, J. A., Hernández-Mendo, A. (2014). Análisis de las situaciones de juego 2vs2 en el campeonato europeo masculino de balonmano 2012: Aplicación de la técnica de coordenadas polares. *Cuadernos de*

Psicología del Deporte, 15(1), 181-194
<https://doi.org/10.4321/S1578-84232015000100018>.

62. Teles, N. J. (2011). *Influência das variáveis contextuais na performance das equipas nos últimos dez minutos do jogo de Andebol*. (Tesis doctoral), Universidad Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal.
<http://hdl.handle.net/10400.5/9004>

63. Vázquez-Diz, J. A., Morillo-Baro, J. P., Reigal, R. E., Morales-Sánchez, V. y Hernández-Mendo, A. (2019a). Diseño y validación de una herramienta de observación para porteros en balonmano playa. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 19(2), 135-146.
<https://doi.org/10.6018/cpd.368901>

64. VVAA, Belmont Report, USA, DHEW, 1978.