

## Relación entre la velocidad de lanzamiento y el cambio de dirección en jugadores de balonmano de diferentes categorías

*Relationship between throwing velocity and change of direction in handball players of different categories*

Juan Antonio Vázquez-Diz <sup>1\*</sup> , Sergio Sánchez López <sup>2</sup> , Patricia Luna-Varo <sup>3</sup>,  
Luis Manuel Martínez-Aranda <sup>4</sup> , Manuel Ortega-Becerra <sup>4</sup> 

<sup>1</sup> Departamento de Educación Física y Deporte, Universidad de Sevilla (Escuela Universitaria de Osuna), <sup>2</sup> Universidad de Almería, <sup>3</sup> Universidad de Málaga, <sup>4</sup> Centro de Investigación del Rendimiento Físico y Deportivo; SEJ-680: Science-Based Training (SBT) Research Group; Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad Pablo de Olavide

\* Correspondence: [juanantoniovd@euosuna.org](mailto:juanantoniovd@euosuna.org)

DOI: <https://doi.org/10.17398/1885-7019.21.1>

Recibido: 23/03/2024; Aceptado: 30/08/2024; Publicado: 15/01/2025

### OPEN ACCESS

Sección / Section:  
Análisis del rendimiento deportivo /  
Performance analysis in sport

Editor de Sección / Edited by:  
Sebastián Feu  
Universidad de Extremadura,  
España

Citación / Citation:  
Vázquez-Diz, J. A., Sánchez-López,  
S., Luna-Varo, P., Martínez-Aranda,  
L. M., & Ortega-Becerra, M. (2025).  
Relación entre la velocidad de  
lanzamiento y el cambio de  
dirección en  
jugadores de balonmano de  
diferentes categorías. E-  
balonmano Com, 21(1), 1-12.

Fuentes de Financiación / Funding:  
No funding reported by autor

Agradecimientos/  
Acknowledgments:

Conflicto de intereses / Conflicts of  
Interest:  
All authors declare no conflict of  
interest

### Resumen

Este estudio presenta como objetivos determinar las relaciones existentes entre la velocidad de desplazamiento con cambio de dirección y velocidad de lanzamiento a portería en jugadores de balonmano, así como analizar si existen diferencias significativas entre diferentes categorías de edad en distintas situaciones. 59 jugadores masculinos de balonmano (edad: 17.87±5.48 años; talla: 176.81±15.04 cm; peso: 79.43±19.09 kg), divididos en grupos en función del año de nacimiento (U16, U18, senior), participaron en el estudio. Las variables estudiadas fueron el rendimiento en el desplazamiento con cambio de dirección (Test 505, Test V-CUT) y el lanzamiento en apoyo y en salto, ambos con 3 pasos. Se encontraron diferencias significativas entre cada uno de los grupos de estudio y todas las variables analizadas entre sí ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$  y  $p < 0.001$ , según categorías comparadas y variables), excepto en el par U18-senior, no presentando diferencias en las variables relacionadas con el cambio de dirección. Además, se encontraron relaciones significativas entre las variables tiempo de desplazamiento con cambio de dirección y la velocidad de los lanzamientos tan sólo en la categoría U16 ( $p < 0.01$ ). Por tanto, la mejora en la velocidad de desplazamiento de los jugadores de balonmano en categorías formativas podría llevar ligada un aumento de la velocidad de lanzamiento, aunque este hecho no sería el único que podría influir en ello.

**Palabras clave:** balonmano; velocidad de lanzamiento; velocidad de desplazamiento; cambio de dirección.

### Abstract

This study aims to determine the relationships between sprinting speed with change of direction and throwing speed in handball players, as well as to analyse whether there are significant differences between different age categories in several situations. Fifty-nine male handball players (age: 17.87±5.48 years; height: 176.81±15.04 cm; weight: 79.43±19.09 kg), divided into groups based on year of birth (U16, U18, senior), participated in the study. The study variables were sprinting speed with change of direction performance (505 Test and the V-CUT Test), as well as standing throw and jump throw speed, both with 3 steps. Significant differences were found between each of the study groups and all the variables analysed ( $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ , and  $p < 0.001$ , according to categories and variables compared), except in the U18-senior pair, showing no differences in the variables related to change of direction. In addition, significant relationships were found between sprinting speed with change of direction and throwing speed only for the U16 category ( $p < 0.01$ ). Therefore, improvement in the movement or sprinting speed of handball players in formative categories could be linked to an increase in throwing speed, although this fact would not be the only one that could influence it. the improvement in the movement speed of handball players in formative categories could be linked to an increase in throwing speed, although this fact would not be the only one that could influence it.

**Key words:** handball; throwing speed; displacement speed; change of direction.

## Introducción

El balonmano es un deporte de equipo caracterizado por esfuerzos intermitentes de alta intensidad, que incluyen sprints y saltos, así como lanzamientos, golpes, bloqueos y contactos regulares entre los jugadores (Gorostiaga et al., 1999; Gorostiaga et al. 2005). Por lo tanto, el éxito en el balonmano viene determinado por una serie de características de rendimiento técnico-táctico, psicológico, antropométrico y físico (Vila et al., 2012). Además de las habilidades técnico-tácticas y las características antropométricas, se puede hipotetizar que los altos niveles de velocidad de carrera, salto, fuerza muscular y velocidad de lanzamiento serán importantes para participar con éxito en el balonmano de élite (Gorostiaga et al., 2005).

A todo esto, hay que sumarle que el resultado final del partido depende de que el equipo marque más goles que el equipo rival, lo que obliga a los jugadores a ejecutar lanzamientos, que a menudo requieren su realización a gran velocidad para superar al portero (Matthys et al., 2013). Por lo tanto, el lanzamiento de balón es una habilidad fundamental que los jugadores deben desarrollar para aumentar su rendimiento en este deporte. Los factores básicos que influyen en la eficacia del lanzamiento de balonmano son la precisión y la velocidad de lanzamiento (Van der Tillaar y Ettema 2003). Las jugadoras de élite han demostrado una velocidad de lanzamiento entre un 11 y un 27% mayor que las jugadoras que no pertenecen a la élite (Granados et al., 2007). Se ha sugerido que la menor velocidad de los lanzamientos podría explicarse por una técnica deficiente y una escasa fuerza y/o potencia de los miembros superiores e inferiores, lo que se traduce en una menor eficacia durante la transferencia del impulso a través de la pelvis y el tronco al brazo de lanzamiento (Moss et al., 2015). A pesar de la relevancia de la velocidad de lanzamiento para el éxito en el balonmano y de la importancia de los niveles de fuerza en el rendimiento, se dispone de poca información sobre la velocidad de lanzamiento y los niveles de fuerza en los músculos de los miembros superiores e inferiores en jugadores de balonmano de diferentes niveles.

Dos estudios informaron de relaciones significativas entre la velocidad de lanzamiento y el par isocinético de las extremidades superiores (Bosco et al., 1983; Fleck et al., 1992). Sin embargo, la prueba isocinética no refleja los movimientos naturales de las extremidades durante la mayoría de las actividades deportivas, incluido el lanzamiento de balonmano. El levantamiento de la carga a máxima velocidad refleja con mayor precisión la fuerza funcional de los atletas. Los estudios que utilizan esta prueba han informado de relaciones significativas entre la velocidad de lanzamiento y la velocidad de la barra al 30% de 1 repetición máxima (1RM) en el ejercicio de press de banca ( $r = 0,67-0,71$ ) (Fleck et al., 1992), y entre la velocidad de lanzamiento y cargas absolutas ligeras en press de banca (26 y 36 kg;  $r = 0,56-0,63$ ) (Marqués et al., 2007).

Además, estudios anteriores han encontrado relaciones significativas entre la potencia máxima en sentadilla y la velocidad de lanzamiento ( $r = 0,57-0,62$ ) (Chaouachi et al., 2009; Gorostiaga et al., 2005).

En conjunto, estos datos sugieren que la velocidad de lanzamiento está relacionada con la capacidad de mover cargas bajas con las extremidades superiores a velocidades máximas y con la potencia máxima generada por las extremidades inferiores. Por último, otro trabajo analizó la evolución de la velocidad de lanzamiento y los diferentes parámetros de la condición física (fuerza de los miembros inferiores, capacidad de sprint y capacidad de salto) entre grupos de diferentes edades de categoría masculina de jugadores de balonmano, en el que constataron la velocidad de lanzamiento en balonmano está fuertemente asociada a la fuerza de las extremidades inferiores, aunque la fuerza de las extremidades superiores y las capacidades de salto y sprint también desempeñan un papel relevante en el rendimiento de lanzamiento (Ortega-Becerra et al., 2018).

En el balonmano de élite, las acciones de cambio rápido (COD) de dirección se encuentran entre las acciones que se realizan con más frecuencia durante los partidos (Karcher y Bucheitt, 2014). Al combinar acciones ofensivas y defensivas a lo largo de un partido, un jugador de balonmano puede ejecutar más de 30 COD y puede recorrer desde una media de 14 m hasta más de 711 m en pasos laterales de intensidad moderada a alta (Karcher y Bucheitt, 2014;

Povoas et al., 2012). Por este motivo, la evaluación de la capacidad física para cambiar de dirección y el modo de desplazamiento es esencial para comprender los requisitos físicos y las capacidades de los deportistas de balonmano. Una mejor comprensión de las capacidades físicas subyacentes a esta compleja habilidad podría facilitar enormemente la planificación de intervenciones de entrenamiento dirigidas a optimizar el rendimiento físico y la preparación de los jugadores de balonmano. No obstante, hasta la fecha, la información sobre la capacidad de COD en jugadores de balonmano de élite es limitada.

Sheppard y Young (2006) propusieron que el rendimiento en el COD está determinado por una mezcla de diferentes habilidades motoras, como la velocidad lineal, la capacidad para desacelerar y acelerar rápidamente y la fuerza reactiva (Sheppard y Young, 2006). Aparte de la técnica específica, la fuerza y la potencia muscular, las cualidades musculares de las piernas, la velocidad de esprint rectilíneo y el desequilibrio muscular izquierda-derecha, entre otros muchos factores, han explicado parcialmente el rendimiento obtenido durante diferentes pruebas de COD (Chaouachi, 2012). Sin embargo, el tipo de mediciones de COD utilizadas en el estudio (por ejemplo, T-Test o la salida de 5m) cambió las variables predictivas, indicando así que la evaluación elegida es un factor crítico para las implicaciones de la capacidad física requerida.

Como ya se ha mencionado, la capacidad de COD puede evaluarse utilizando numerosas dimensiones de prueba (por ejemplo, duración de la prueba, número de COD, modos de desplazamiento), que en consecuencia también afectan a los respectivos resultados de rendimiento (Nimphius et al., 2018). Por ejemplo, en la prueba en zigzag, los atletas realizan tres COD de 100° sobre una distancia de 20 m (Little y Williams, 2005), mientras que, en el T-Test, los atletas realizan carreras con diferentes modos de desplazamiento (por ejemplo, arrastrando los pies lateralmente y retrocediendo) en un recorrido en "forma de T" dispuesto sobre 18,28 m. Por lo tanto, las diferentes velocidades de movimiento, los ángulos de cambio de dirección y los modos de desplazamiento se combinan para requerir diferentes exigencias físicas y técnicas del atleta. Como tal, parece razonable comparar las diferencias potenciales en los atributos físicos que contribuyen a los rendimientos COD requeridos en cada deporte específico, simulando los patrones de movimiento o acciones más predominantes realizados durante el entrenamiento y los partidos oficiales (Michalsik et al., 2013; Povoas et al., 2012).

Además, es importante evaluar y cuantificar estas diferencias en las distintas categorías, para detectar las posibles diferencias en el rendimiento físico de los jugadores olímpicos de balonmano en función de la edad. Este conocimiento ayudaría a los entrenadores y a los científicos del deporte a desarrollar sesiones de entrenamiento más precisas y eficaces dirigidas a mejorar el entrenamiento más relevante del COD y del modo de desplazamiento, en cada una de las categorías evaluadas, por lo que sería necesario ampliar la cantidad de estudios que analicen la posible relación entre la velocidad de desplazamiento con cambio de dirección de los jugadores y la velocidad de los lanzamientos que realizan, además podría ser interesante que estos nuevos estudios se centren en esa temática y comparen grupos de jugadores de diferente nivel competitivo y se establezcan las diferencias.

Es por esto por lo que en este estudio se plantean los siguientes objetivos: a) estudiar las relaciones que hay entre la velocidad de desplazamiento con cambio de dirección y la velocidad de lanzamiento a portería en distintas situaciones en jugadores de balonmano y b) analizar si existen diferencias entre diferentes grupos de jugadores según la categoría en función de la velocidad de desplazamiento con cambio de dirección y la velocidad de lanzamiento en distintas situaciones.

## **Materiales y métodos**

### **Participantes**

La muestra estuvo compuesta por un total de 59 jugadores masculinos (edad  $17.87 \pm 5.48$  años; talla  $176.81 \pm 15.04$  cm; peso  $79.43 \pm 19.09$  kg) de un mismo club de balonmano que ocupan diferentes puestos específicos. El año de nacimiento ha sido el criterio para dividir a los jugadores según su categoría establecido en la Normativa de Reglamento

de la Federación Española de Balonmano, 23 jugadores de la categoría U16 (edad  $14.48 \pm 0.59$  años; talla  $173.11 \pm 8.25$  cm; peso  $70.68 \pm 14.24$  kg); 23 jugadores de la categoría U18 (edad  $16.50 \pm 0.59$  años; talla  $176.98 \pm 5.73$  cm peso  $82.13 \pm 10.19$  kg) y 13 jugadores de categoría SENIOR (edad  $27.69 \pm 5.25$  años; talla  $184.15 \pm 5.91$  cm peso  $92.23 \pm 13.24$  kg). Todos los participantes firmaron el consentimiento informado para participar en el estudio y el tratamiento de sus datos, en el caso de los menores de edad lo hicieron sus padres o tutores legales.

Los criterios de inclusión para formar parte de la muestra han sido: estar presente en el momento de la recogida de datos, confirmar su aceptación para participar en el estudio y no haber sufrido una lesión en los dos últimos meses previos a la realización de la recogida de datos.

## Test

**Velocidad de lanzamiento en balonmano:** Se llevaron a cabo dos mediciones distintas a través de un lanzamiento con armado clásico (Ortega-Becerra et al., 2018):

- Lanzamiento en salto con carrera previa y tres pasos con armado de brazo clásico sin portero (LS). Los jugadores iniciaban el desplazamiento en bote desde el centro del campo y antes de llegar a la zona de lanzamiento (línea de 9 metros), debían dar los 3 pasos que les permite el reglamento y tras ellos efectuar el lanzamiento en salto siempre sin sobrepasar la línea de 6 metros, por lo que se les había hincapié en la necesidad de realizar la suspensión en el plano vertical y no horizontal.
- Lanzamiento en apoyo sin carrera previa, sólo con tres pasos, con armado clásico sin portero (L3). Los jugadores estaban parados a unos 12-14 metros de la portería, con el balón en las manos y tras dar los 3 pasos reglamentarios, realizaban un lanzamiento en apoyo con armado clásico sin portero.

En ambos casos, los jugadores realizaron 3 intentos para cada tipo de lanzamiento con el balón que les correspondía según categoría, U16 (425 gr. y 54 cm de circunferencia), U18 y SENIOR (480 gr. y 58 cm de circunferencia). Se les pidió que cada uno de los lanzamientos fueran con la máxima velocidad de ejecución posible y que fueran dirigidos hacia la portería, de forma que se consideraron nulos todos aquellos lanzamientos que se marcharan fuera de la portería o que hubiesen botado antes de llegar a la misma. Tras cada lanzamiento se les informó de la velocidad alcanzada como medida que buscaba el aumento de la motivación de cara al siguiente lanzamiento.

La medición siempre la realizó el mismo investigador con un Radar Gun Stalker Sports (Applied Concepts, Inc, Texas, EEUU), situado en el eje longitudinal del campo dos metros por detrás de la portería. Se hizo la media con los tres lanzamientos de cada jugador, eliminando aquellos lanzamientos en lo que había más 1 m·s<sup>-1</sup> de diferencia entre ellos, asegurando de este modo, la consistencia en las medidas realizadas. La confiabilidad test-retest para L3 y LS medidas por el coeficiente de variación (CV) fueron 4.0 y 7.3%, respectivamente, y los coeficientes de correlación intraclase (CCI) (Intervalo de confianza 95%) fueron 0.88 (0.81-0.93) y 0.87 (0.77-0.92)

**Test V-CUT (V-CUT):** En la prueba de V-CUT, los jugadores realizaron un esprint de 25 m con 4 cambios de dirección de 45° cada 5 m. Los jugadores fueron instruidos para comenzar la prueba desde parado, colocando su pie preferido tras la línea de salida. Tanto en la línea de salida como la de llegada se colocaron dos puertas de cronometraje con células fotoeléctricas (Microgate, Racetime2Kit Light Radio, Bolzano, Italia) que sirvieron para medir el tiempo de realización de la prueba. La distancia entre cada par de marcas en las puertas de salida y llegada era de 1,5 m, mientras que en los puntos de giro era de 0,7 m. Para que la prueba se considerase válida, los jugadores debían sobrepasar completamente la línea establecida en cada punto de giro. Cada jugador realizó un total de dos intentos, utilizándose la mejor marca obtenida para el posterior análisis. Si la ejecución se consideraba fallida, se permitía un nuevo intento (Gonzalo-Skok et al., 2015). La confiabilidad test-retest para V-CUT medidas por el CV fue 2.2% y el CCI

(Intervalo de confianza 95%) fue 0.96 (0.94-0.98). En la figura 1 se muestra la disposición del circuito formado para la realización del test V-CUT.

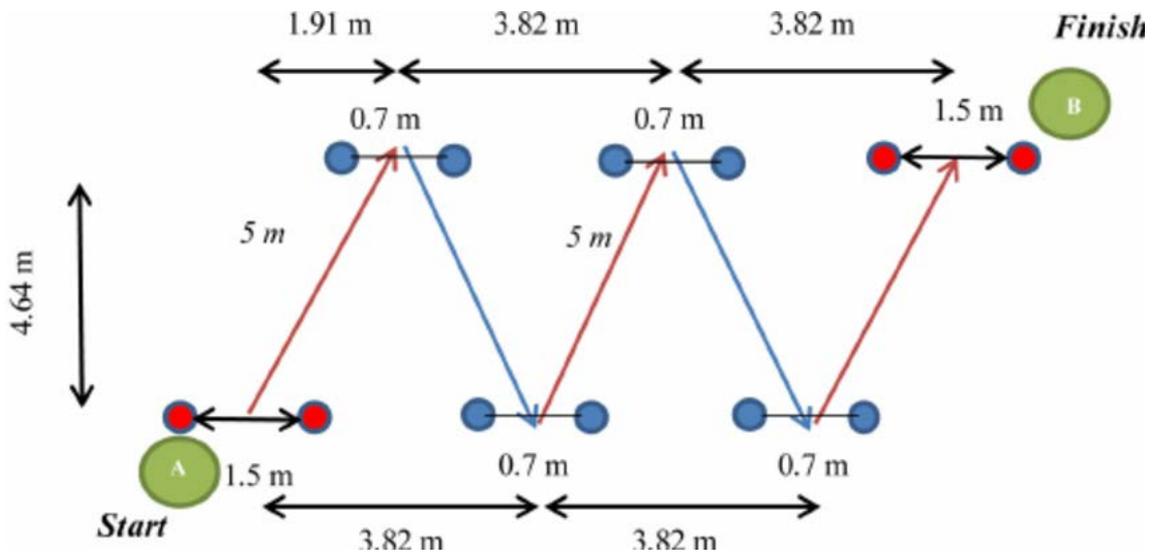


Figura 1. Representación gráfica del Test V-CUT (Adaptado de Gonzalo Skok et al., 2015).

**Test 505 (505):** Los sujetos partiendo en una posición de bipedestación detrás de una línea marcada en el suelo tenían que realizar un esprint de 15 m de distancia en el menor tiempo posible. A 10 m de distancia de la línea de salida se colocó una puerta de cronometraje mediante el uso de una célula fotoeléctrica inalámbrica (Microgate, Racetime2Kit Light Radio, Bolzano, Italia) para recoger el tiempo de realización de la prueba. Los participantes fueron instruidos para conseguir la máxima aceleración desde la línea de salida hasta la línea de giro, en la cual debían realizar un cambio de dirección de 180°, siempre con la pierna dominante, para volver a acelerar rápidamente otros 5 m, cruzando de nuevo la puerta de cronometraje y finalizando así la prueba (Dos'Santos, McBurnie, et al., 2019). Cada jugador realizó un total de dos intentos, utilizándose la mejor marca obtenida para el posterior análisis. La confiabilidad test-retest para la prueba 505, medidas por el CV fue 3.1% y el CCI (Intervalo de confianza 95%) fue 0.91 (0.84-0.94). En la figura 2 se muestra la representación gráfica del test 505.

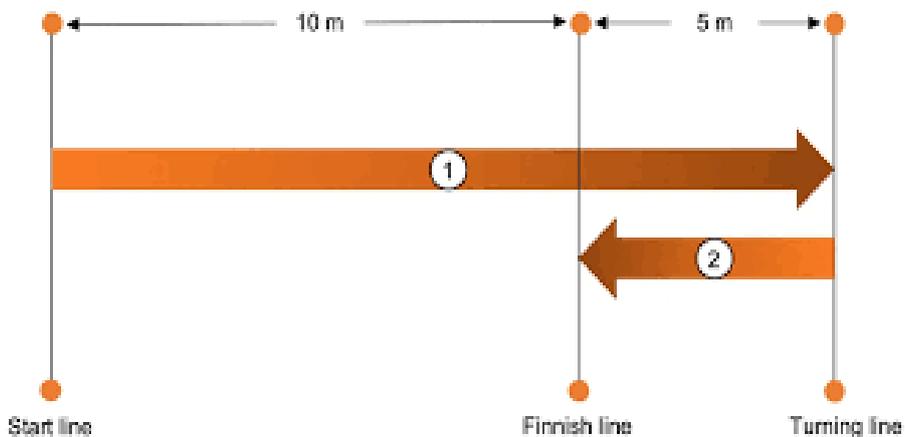


Figura 2. Representación gráfica del test 505 (Adaptado de Dos'Santos, McBurnie, et al., 2019).

## Procedimiento

La evaluación de los tres equipos (U16, U18 y SENIOR) se llevó a cabo el mismo día durante la primera sesión de la primera semana de entrenamiento tras un período de descanso fijado en el calendario oficial en el que no hubo competiciones. Se realizó primero la medición de los jugadores U16, posteriormente la de los jugadores U18 y en último lugar la de los jugadores SENIORS. No se estableció ningún período de familiarización de las tareas a evaluar ya que los jugadores las realizaban habitualmente durante los entrenamientos y en la competición. El proceso de medición se llevó a cabo entre las 9 de la mañana y las 13:30 del mediodía.

La organización de la sesión fue la misma para todos los grupos y se llevó a cabo siguiendo el siguiente protocolo: 1) calentamiento general controlado siempre por el mismo investigador, estaba compuesto por 5 minutos de movilidad articular, 5 minutos de estiramientos dinámicos y 5 minutos de activación general basadas en distintos tipos de desplazamientos. Posteriormente se realizó una parte de calentamiento específico de 5 minutos que consistió en tareas relacionadas de aceleración, desaceleración y cambios de dirección. 2) Tras un período de descanso de 3 minutos se realizaron los test de velocidad con cambio de dirección, primero el test 505 y después el test V-CUT. Entre cada intento en la realización de cada test se estableció un período de descanso de 3 minutos, además el descanso entre los test fue de 5 minutos. 3) Una vez realizados los test citados anteriormente, se llevó a cabo un calentamiento específico de 8 minutos orientado a la preparación de la articulación del hombro de cara a la medición de la velocidad de lanzamiento que consistió en la realización de pases por parejas a diferentes distancias y con diferentes intensidades de ejecución y también con la realización de lanzamientos con intensidad de ejecución progresiva.

## Análisis Estadístico

Se ha utilizado la estadística descriptiva, basada en la media ( $m$ ) y la desviación típica ( $SD$ ). La significación estadística se estableció en el nivel  $p < 0.05$ . La distribución de cada variable se examinó utilizando el Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. La homogeneidad de la varianza fue verificada mediante la prueba de Levene. La confiabilidad absoluta test-retest se midió mediante el error estándar de medición ( $SEM$ ; raíz cuadrática media del cuadrado medio total intrasujeto), que se expresó en términos relativos a través del  $CV$ . La confiabilidad relativa se calculó utilizando el coeficiente de correlación intraclase ( $CCI$ ) con  $IC$  del 95%, utilizando un modelo de efectos mixtos de dos factores. Los valores de  $CCI$  se evaluaron como:  $< 0,5$  pobre;  $0,5-0,75$  moderado;  $0,75-0,90$  bueno; y  $> 0,90$  excelente (Koo & Li, 2016). Las diferencias estadísticas entre grupos (SENIOR; U18; U16) se determinaron utilizando un ANOVA con las comparaciones post hoc de Scheffé cuando la muestra se ajustaba a la normalidad y con la prueba de Kruskal-Wallis cuando la muestra no presentó un patrón ajustado a la normalidad. Además, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) ( $IC95\%$ ) para establecer las respectivas relaciones entre las variables estudiadas. Los valores de correlación se evaluaron como:  $< 0,10$  trivial;  $0,10-0,29$  pequeño;  $0,30-0,49$  moderado;  $0,50-0,69$  grande;  $0,70-0,89$  muy grande; y  $\geq 0,90$  extremadamente grande (Hopkins et al., 2009). Los análisis se realizaron utilizando el software SPSS. versión 21.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) y el paquete estadístico libre JASP (Versión, 0.9.2; Universidad de Ámsterdam).

## Resultados

En la tabla 1 se muestra la estadística descriptiva e inferencial de la muestra en función de la categoría y relacionada con cada una de las variables que se han analizado.

**Tabla 1.** Valores descriptivos para cada una de las variables para cada uno de los 3 grupos.

Variables	Categoría		
	U16	U18	SENIOR
LS(m·s <sup>-1</sup> )	21.15±8.85*	23.53±8.05†††	26.26±5.85^^
L3(m·s <sup>-1</sup> )	21.04±7.86***	23.65±7.36†††	27.04±4.86^^
V-CUT(s)	8.02±0.58***	7.38±0.48	7.17±0.26^^
505(s)	2.96±0.20**	2.75±0.20	2.76±0.08^^

505: Tiempo ejecución Test 505; V-CUT: Tiempo ejecución Test V-CUT; L3: Lanzamiento en apoyo sin carrera previa; LS: Lanzamiento en salto con carrera previa y tres pasos.

Los datos son la media±SD.

Diferencias U16 - U18 \*p<0.05, \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001; U16 - SENIOR ^^ p <0.01, ^^p<0.001; U18 - SENIOR ††† p<0.001.

Los resultados muestran como la categoría SENIOR obtiene mejores resultados en todas las variables estudiadas, salvo en el 505 donde la categoría U18 obtiene mejor resultado siendo por una diferencia mínima de 0.01 segundos. Donde mayores diferencias se han encontrado ha sido en los dos tipos de lanzamientos (Ls y L3), mientras que, en las pruebas de velocidad de desplazamiento con cambio de dirección, las diferencias son mínimas. Las mayores diferencias en los resultados se observan entre la categoría SENIOR y U16 y la categoría U18 y U16, mientras que, entre la SENIOR y U18, las diferencias son mínimas.

Se han encontrado diferencias significativas entre prácticamente todas las variables y con todas las categorías, salvo en la categoría U18 para las variables 505 y V-CUT. En el resto los valores han oscilado entre p<0.05 y p<0.001 dependiendo de la categoría y la variable en cuestión.

A continuación, en las tablas 2, 3 y 4 se muestran las correlaciones entre cada una de las variables estudiadas entre sí en cada una de las categorías estudiadas, U16, U18 y SENIOR, respectivamente.

**Tabla 2.** Coeficientes de correlación entre cada una de las variables y la categoría U16.

Variable	505(s)	V-CUT(s)	L3(m·s-1)	LS(m·s-1)			
505	Pearson's r	—	—	—			
	p-value	—	—	—			
	Upper 95% CI	—	—	—			
	Lower 95% CI	—	—	—			
V-CUT	Pearson's r	0.911	***	—			
	p-value	< .001	—	—			
	Upper 95% CI	0.962	—	—			
	Lower 95% CI	0.799	—	—			
L3	Pearson's r	-0.627	**	-0.610	**		
	p-value	0.001	—	0.002	—		
	Upper 95% CI	-0.289	—	-0.264	—		
	Lower 95% CI	-0.826	—	-0.817	—		
LS	Pearson's r	-0.600	**	-0.615	**	0.897	***
	p-value	0.002	—	0.002	—	< .001	—
	Upper 95% CI	-0.249	—	-0.272	—	0.956	—
	Lower 95% CI	-0.811	—	-0.819	—	0.770	—

505: Tiempo ejecución Test 505; V-CUT: Tiempo ejecución Test V-CUT; L3: Lanzamiento en apoyo sin carrera previa; LS: Lanzamiento en salto con carrera previa y tres pasos.

\* p < 0.05, \* p < 0.01, \*\* p < 0.001

**Tabla 3.** Coeficientes de correlación entre cada una de las variables y la categoría U18.

Variable	505(s)	V-CUT(s)	L3(m·s <sup>-1</sup> )	LS(m·s <sup>-1</sup> )
505	Pearson's r	—		
	p-value	—		
	Upper 95% CI	—		
	Lower 95% CI	—		
V-CUT	Pearson's r	0.827 ***	—	
	p-value	< .001	—	
	Upper 95% CI	0.924	—	
	Lower 95% CI	0.630	—	
L3	Pearson's r	-0.483 *	-0.410	—
	p-value	0.019	0.052	—
	Upper 95% CI	-0.089	0.003	—
	Lower 95% CI	-0.747	-0.703	—
LS	Pearson's r	-0.407	-0.349	0.929 ***
	p-value	0.054	0.103	< .001
	Upper 95% CI	0.007	0.074	0.970
	Lower 95% CI	-0.701	-0.665	0.838

505: Tiempo ejecución Test 505; V-CUT: Tiempo ejecución Test V-CUT; L3: Lanzamiento en apoyo sin carrera previa; LS: Lanzamiento en salto con carrera previa y tres pasos.

\* p < 0.05, \* p < 0.01, \*\* p < 0.001

**Tabla 4.** Coeficientes de correlación entre cada una de las variables y la categoría SENIOR.

Variable	505(s)	V-CUT(s)	L3(m·s <sup>-1</sup> )	LS(m·s <sup>-1</sup> )
505	Pearson's r	—		
	p-value	—		
	Upper 95% CI	—		
	Lower 95% CI	—		
V-CUT	Pearson's r	0.179	—	
	p-value	0.558	—	
	Upper 95% CI	0.665	—	
	Lower 95% CI	-0.413	—	
L3	Pearson's r	-0.184	0.412	—
	p-value	0.547	0.162	—
	Upper 95% CI	0.408	0.785	—
	Lower 95% CI	-0.668	-0.180	—
LS	Pearson's r	0.050	0.121	0.701 **
	p-value	0.872	0.695	0.008
	Upper 95% CI	0.585	0.630	0.903
	Lower 95% CI	-0.516	-0.461	0.245

505: Tiempo ejecución Test 505; V-CUT: Tiempo ejecución Test V-CUT; L3: Lanzamiento en apoyo sin carrera previa; LS: Lanzamiento en salto con carrera previa y tres pasos.

\* p < 0.05, \* p < 0.01, \*\* p < 0.001

En la categoría U16 se encontró la existencia de relaciones estadísticamente significativas entre las pruebas de esprint con cambio de dirección y los dos tipos de lanzamiento ( $p < 0.01$ ), el valor de las correlaciones encontradas se interpretó como moderado al hallarse valores de  $r$  entre  $-0.627$  y  $-0.600$ . Para el grupo U18 sólo se encontró cierta relación estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ) entre los resultados obtenidos en el test 505 y la velocidad de lanzamiento L3, siendo la magnitud de la correlación pequeña ( $r = -0.407$ ). En el grupo SENIOR no se observaron relaciones entre las variables estudiadas de esprint con cambio de dirección y las velocidades de lanzamiento.

## Discusión

Hasta el momento, un número limitado de estudios habían evaluado algunas de las características antropométricas, de condición física y específicas del balonmano de jugadores jóvenes y adultos (Gorostiaga et al., 2005; Chelly et al., 2010; Michalsik et al., 2013). Sin embargo, muy pocos estudios han analizado el rendimiento en la velocidad de desplazamiento con cambio de dirección y la velocidad de lanzamiento en balonmano. Por lo tanto, los objetivos de este estudio fueron: a) estudiar las relaciones que hay entre la velocidad de desplazamiento con cambio de dirección y la velocidad de lanzamiento a portería en distintas situaciones en jugadores de balonmano; b) analizar si existen diferencias significativas entre diferentes grupos de jugadores según la categoría en función de la velocidad de desplazamiento con cambio de dirección y la velocidad de lanzamiento en distintas situaciones.

Los resultados de este estudio fueron que las mayores velocidades de lanzamiento con 3 pasos, ya fueran en apoyo o en suspensión, se relacionaban con un mayor desempeño en las variables que tienen relación directa con el rendimiento de los jugadores de balonmano como es el cambio de dirección. La velocidad de lanzamiento con 3 pasos en apoyo observada para los jugadores de balonmano SENIOR en este estudio fue de  $27.04 \pm 4.86$  m·s<sup>-1</sup>. En el estudio de Ortega-Becerra et al. (2018) se consiguieron unos resultados en la categoría Élite de  $25.07 \pm 1.90$  m·s<sup>-1</sup>, tanto los resultados obtenidos en esta investigación, como los del estudio citado, son resultados muy similares entre sí y similares a otros estudios de temática parecida. A partir de estos datos, se puede especular que una mayor velocidad de lanzamiento del balón es un factor clave para alcanzar mayores niveles de rendimiento en balonmano. Con respecto al lanzamiento en salto, Hermassi et al. (2017), midieron valores de velocidad más elevados en este tipo de acción que los observados en este estudio ( $30.16 \pm 3.5$  vs.  $26.26 \pm 5.85$  m·s<sup>-1</sup>, respectivamente). Sin embargo, estos autores registraron las velocidades de lanzamiento mediante análisis con grabaciones de una cámara digital. Por lo tanto, la comparación entre los estudios debe seguir siendo provisional debido a las diferencias en los factores metodológicos. En cuanto al grupo U18 los valores obtenidos en este estudio para las velocidades del lanzamiento tanto en salto como en apoyo sin carrera previa ( $23.53 \pm 8.05$  y  $23.65 \pm 7.36$  m·s<sup>-1</sup>, respectivamente) fueron ligeramente superiores a los reportados por Ortega-Becerra et al. (2018). En el grupo U16 los resultados obtenidos en los dos tipos de lanzamiento son también ligeramente superiores a los reportados por Ortega-Becerra et al. (2018) y Ortega-Becerra y Pareja-Blanco (2020). En ambos casos esto podría ser debido al mayor nivel deportivo que presentan los sujetos analizados en este estudio. Por otra parte, igual que en los estudios citados previamente, se encontraron diferencias significativas entre las categorías de edad, reforzando esto la idea de que el desarrollo físico y antropométrico tiene relación directa con el rendimiento obtenido en pruebas en las que la fuerza es un elemento determinante para la consecución de los objetivos.

La capacidad de esprintar en distancias cortas es de gran importancia para el rendimiento de juego de alto nivel, para que los jugadores se posicionen durante las transiciones entre las fases de ataque y defensa, y durante los descansos rápidos y avances ofensivos (Michalsik et al., 2013), sin embargo, esos sprints no sólo ocurren en línea recta, sino que intervienen un gran número de COD, con la finalidad de sortear rivales y conseguir ventajas tácticas anticipándose a ellos. Las acciones específicas del juego de balonmano implican maniobras de desplazamiento lateral a la alta velocidad, y carreras rápidas hacia delante y hacia atrás con acciones de aceleración-desaceleración por lo que todos los participantes en la investigación estaban bien familiarizados con las diferentes tareas motoras implicadas en las pruebas de COD. Además, fueron capaces de ejecutar las evaluaciones de velocidad con un nivel óptimo de

realización. Cabe destacar que existen investigaciones previas realizadas con sujetos altamente entrenados que han encontrado igualmente asociaciones estrechas entre la potencia muscular y otras acciones específicas del juego, como, por ejemplo, la velocidad de lanzamiento del balón, el otro elemento con el que se pretendía encontrar las relaciones significativas entre uno y otro (Granados et al., 2007; Marqués et al., 2007), destacando la importancia crucial de las cualidades neuromecánicas para el rendimiento del balonmano de alto nivel. Es decir, se podría interpretar que, a mayor fuerza producida en los miembros inferiores, mayor velocidad de desplazamiento con cambio de dirección y, por tanto, mayor velocidad de ejecución del lanzamiento a portería por parte de los jugadores de balonmano en distintas situaciones.

En los resultados obtenidos, en esta investigación sólo se han encontrado relaciones significativas en este aspecto entre la categoría U16 y las variables V-CUT y 505 y entre la categoría U18 entre el 505 y el L3. Esto podría ser debido a varias cuestiones: la primera es el tamaño de la muestra para la categoría SENIOR, donde la muestra estudiada (n=13) era inferior en comparación con las otras (n=23), el otro punto a tener en cuenta podría ser la heterogeneidad de la muestra, donde se mezclaban jugadores con diferentes niveles de entrenamiento y donde no se tuvo en cuenta ni el historial de lesiones de cada uno de ellos, ni el puesto específico que ocupaban, ya que, por ejemplo, en los pivotes el COD tiene poca incidencia para un óptimo rendimiento de los mismos, por lo que no se plantean situaciones específicas de entrenamiento de COD para estos jugadores en la planificación del entrenamiento semanal. El elemento más diferenciador al que se podría adjudicar este hecho es que en la categoría U16 todavía se realizan entrenamientos de manera general, ya que los jugadores todavía no tienen un puesto específico determinado y, por lo tanto, todavía no trabajan de forma específica ni en cuanto al juego ni en cuanto a la preparación física. Por último, dado que se cree que la capacidad de COD depende de una mezcla de factores técnicos y mecánicos específicos (Gonzalo-Skok et al., 2017), sería interesante evaluar estas relaciones teniendo en cuenta el puesto específico de juego.

## Conclusiones

Existen relaciones significativas entre prácticamente todas las variables estudiadas y entre las categorías que se han utilizado para la investigación, sólo no ocurre esto en la categoría U18 y con las variables 505 y V-CUT, que no presentan relaciones con ningún otro grupo de categoría.

Existen relaciones significativas entre las variables relacionadas con la velocidad de desplazamiento con cambio de dirección y las variables relacionadas con los lanzamientos en la categoría U16 y U18, en SENIOR no sucede tal situación.

En la categoría U16 una mejora en la velocidad de desplazamiento con cambio de dirección podría provocar una mejora en la velocidad de ejecución en los lanzamientos a portería que realizaran los jugadores en esta categoría.

Los jugadores SENIOR obtienen mejores rendimientos en todas las variables, salvo en el 505, donde la categoría U18 lo supera, aunque sin llegar a establecerse diferencias significativas. Las diferencias entre categorías son amplias, salvo en el caso expuesto anteriormente, siendo mucho más amplias entre las categorías U16 y SENIOR que entre la categoría U18 y SENIOR.

Por tanto, los resultados obtenidos en este trabajo podrían servir a los entrenadores y preparadores físicos especializados en este deporte para programar y planificar sesiones de entrenamiento con el objetivo de mejorar el rendimiento de sus jugadores en base a las variables estudiadas en esta investigación, es decir, que la mejora en la velocidad de desplazamiento de los jugadores de balonmano podría llevar ligada un aumento de la velocidad de lanzamiento en según qué categoría y en según qué situación de lanzamiento, aunque no se podría afirmar que esta mejora en la velocidad de desplazamiento fuera la única causa de la mejora en la velocidad de lanzamiento. Además, el presente estudio puede indicar que los factores del rendimiento físico como la velocidad de desplazamiento y la velocidad de los lanzamientos específicos en jugadores de balonmano son parámetros importantes para la identificación de talentos. Por último, los resultados ponen de relieve la contribución de la fuerza generada por las extremidades

inferiores a la velocidad de lanzamiento del balonmano, lo que sugiere la necesidad de que los entrenadores incluyan programas de fuerza de las extremidades inferiores para mejorar la velocidad de lanzamiento de los jugadores de balonmano.

## Referencias

- Bosco, C., Luhtanen, P., and Komi, P. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol* 50, 273–282.
- Chelly, M., Hermassi, S. and Shephard, R. (2010). Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *J Strength Cond Res* 24, 1480–1487.
- Chaouachi, A., Brughelli, M., Levin, G., Boudhina, N., Cronin, J. and Chamari, K. (2009). Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *J Sports Sci* 27, 151–157.
- Chaouachi, A., Manzi, V., Chaalali, A., Wong del, P., Chamari, K. and Castagna, C (2012). Determinants analysis of change-of-direction ability in elite soccer players. *J Strength Cond Res* 26, 2667–2676.
- Dos'Santos, T, McBurnie, A, Thomas, C, Comfort, P, and Jones, PA. (2019). Biomechanical Determinants of the Modified and Traditional 505 Change of Direction Speed Test. *J Strength Cond Res* 1.
- Fleck, S., Smith, S., Craib, M., Denahan, T., Snow, R. and Mitchell, M. (1992). Upper extremity isokinetic torque and throwing velocity in team handball. *J Strength Cond Res* 6, 120–124.
- Gonzalo-Skok, O., Tous-Fajardo, J., Suarez-Arrones, L., Arjol-Serrano, J. L., Casajús, J. A. and Mendez-Villanueva, A. (2017). Single-leg power output and between-limbs imbalances in team-sport players: Unilateral versus bilateral combined resistance training. *International journal of sports physiology and performance*, 12(1), 106-114.
- Gonzalo-Skok, O, Tous-Fajardo, J, Suarez-Arrones, L, Arjol-Serrano, JL, Casajús, JA, and Mendez-Villanueva, A. Validity of the V-cut Test for Young Basketball Players. *Int J Sports Med* 36: 893–899, 2015.
- Gorostiaga, E., Granados, C., Ibáñez, J., González-Badillo, J.J. and Izquierdo, M. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Med Sci Sports Exerc* 38, 357–366.
- Gorostiaga, E., Granados, C., Ibáñez, J., and Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med* 26, 225–232.
- Gorostiaga, E., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M. and Ibáñez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *Eur J Appl Physiol* 80, 485–493.
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibáñez, J., Bonnabau, H. and Gorostiaga, E. (2007). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handball players. *Int J Sports Med* 28, 860– 867.
- Hermassi, S., Chelly, M., Tabka, Z., Shephard, R. and Chamari, K. (2017). Effects of 8-week in-season upper and lower limb heavy resistance training on the peak power, throwing velocity, and sprint performance of elite male handball players. *J Strength Cond Res* 25, 2424–2433.
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc*, 41(1), 3-13.
- Karcher, C. and Buchheit, M. (2014). On-court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports Med* 44: 797–814.
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*, 15(2), 155-163.
- Little, T. and Williams, A. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 19, 76–78.
- Marqués, M., van den Tilaar, R., Vescovi, J. and Gonzalez-Badillo, J.J. (2007). Relationship between throwing velocity, muscle power, and bar velocity during bench press in elite handball players. *Int J Sports Physiol Perform* 2, 414–422.
- Matthys, S., Vaeyens, R., Franssen, J., Deprez, D., Pion, J., Vandendriessche, J., Vandorpe, B., Lenoir, M. and Philippaerts, R. (2013). A longitudinal study of multidimensional performance characteristics related to physical capacities in youth handball. *J Sports Sci* 31, 325–334.
- Michalsik, L., Aagaard, P. and Madsen, K (2013). Locomotion characteristics and match-induced impairments in physical performance in male elite team handball players. *Int J Sports Med* 34, 590–599.

- Moss, S., McWhannell, N., Michalsik, L. and Twist, C. (2015). Anthropometric and physical performance characteristics of top elite, elite and non-elite youth female team handball players. *J Sports Sci* 33, 1780–1789.
- Nimphius S., Callaghan, S., Bezodis, N. and Lockie, R. (2018). Change of direction and agility Tests: Challenging our current measures of performance. *Strength Cond J* 40, 26–38.
- Ortega-Becerra, M. and Pareja-Blanco, F. (2020). Sex and standard levels differences in anthropometric and physical fitness characteristics in youth handball players. *Kinesiology*. 52(2), 232-241
- Ortega-Becerra, M., Pareja-Blanco, F., Jiménez-Reyes, P., Cuadrado-Peñafiel, V., and González-Badillo, J. J. (2018). Determinant factors of physical performance and specific throwing in handball players of different ages. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(6), 1778-1786.
- Overholser, B. and Sowinski, K. (2008). Biostatistics primer: part 2. *Nutrition in clinical practice*, 23(1), 76-84.
- Povoas, S., Seabra, A., Ascensao, A., Magalhaes, J., Soares, J. and Rebelo, A (2012). Physical and physiological demands of elite team handball. *J Strength Cond Res* 26, 3365–3375.
- Sheppard, J. and Young, W. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *J Sports Sci* 24, 919–932.
- van den Tillaar, R and Ettema, G. (2003). Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing. *Percept Mot Skills* 96: 423–434.
- van den Tillaar, R and Ettema, G. (2004). Effect of body size and gender in overarm throwing performance. *Eur J Appl Physiol* 91, 413–418.
- Vila, H., Manchado, C., Rodriguez, N., Abrales, J., Alcaraz, P. and Ferragut, C. (2012). Anthropometric profile, vertical jump, and throwing velocity in elite female handball players by playing positions. *J Strength Cond Res* 26, 2146–2155.