



## Un análisis multivariante de la aptitud física y el rendimiento competitivo en jóvenes jugadores de balonmano

Roger Font<sup>1,2,3\*</sup>, Claude Karcher<sup>4,5,6</sup>, Victor Tremps<sup>3,7</sup> y Alfredo Iruña<sup>2,8</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación Tecnología Aplicada al Alto Rendimiento y la Salud (TAARS), Tecnocampus, Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad Pompeu Fabra, Mataró, (España).

<sup>2</sup> Grupo de Investigación en Ciencias del Deporte del INEFC de Barcelona (GRCEIB), Barcelona, (España).

<sup>3</sup> FC Barcelona Innovation Hub, Barcelona (España).

<sup>4</sup> Centro de Investigación en Biomedicina de Estrasburgo (CRBS), Laboratorio de Mitocondrias, Estrés Oxidativo y Plasticidad Muscular (UR 3072), Universidad de Estrasburgo, Estrasburgo (Francia).

<sup>5</sup> Centro Europeo para la Educación, Investigación e Innovación en Fisiología del Ejercicio (CEERIPE), Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Estrasburgo, Estrasburgo (Francia).

<sup>6</sup> Centre de Ressources, d'Expertises et de Performances Sportives, CREPS de Estrasburgo, Estrasburgo, (Francia).

<sup>7</sup> Departamento de Ciencias del Deporte, Universidad Ramon Llull, FPCEE Blanquerna, Barcelona (España).

<sup>8</sup> Escuela Catalana de Cineantropometría, Instituto Nacional de Educación Física de Cataluña (INEFC), Universidad de Barcelona (UB), Barcelona, (España).



### Citación

Font, R., Karcher, C., Tremps, V. & Iruña, A. (2025). A multivariate analysis of physical fitness and competitive performance in young handball players. *Apunts Educación Física y Deportes*, 160, 18-25. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2025/2\).160.03](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2025/2).160.03)

### Editado por:

© Generalitat de Catalunya  
Departament d'Esports  
Institut Nacional d'Educació  
Física de Catalunya (INEFC)

ISSN: 2014-0983

### \*Correspondencia:

Roger Font  
[rfont@tecnocampus.cat](mailto:rfont@tecnocampus.cat)

### Sección:

Entrenamiento deportivo

### Idioma del original:

Inglés

### Recibido:

3 de mayo de 2024

### Aceptado:

30 de septiembre de 2024

### Publicado:

1 de abril de 2025

### Portada:

Ana Alonso y Oriol Cardona logran su clasificación para el nuevo deporte olímpico de esquí de montaña con un segundo puesto en el Campeonato del Mundo 2025 en Boí Taüll. © ISMF

### Resumen

El balonmano como deporte de equipo requiere determinados atributos de aptitud física. Los valores de potencia de los trenes superior e inferior del cuerpo deben desarrollarse a lo largo de todo el proceso de entrenamiento del jugador. El objetivo del presente estudio era caracterizar la cinética de salto y lanzamiento de nueve jóvenes talentos del balonmano durante tres temporadas deportivas (Temporada 1: 14.1 ± 0.9 años; 70.6 ± 5.9 kg; 171.6 ± 10 cm; Temporada 2: 15.1 ± 0.9 años; 74.7 ± 6.5 kg; 177.7 ± 8.2 cm; Temporada 3: 16.1 ± 0.9 años; 78.3 ± 6.7 kg; 179.9 ± 6.7 cm) y evaluar las posibles relaciones con el rendimiento competitivo. Las pruebas de aptitud física realizadas fueron el salto con sentadilla (SS), el salto con contramovimiento (SCM), la prueba de Abalakov (ABK) y el lanzamiento de balón medicinal de 3 kg, analizando las alturas de salto y la distancia de lanzamiento. Diseñamos un estudio de seguimiento de tres temporadas con dos puntos de control para cada temporada. El rendimiento atlético de cada jugador se estableció individualmente mediante la determinación de una clasificación competitiva que se contrastó desde una perspectiva bivariante y multivariante, con las características somáticas y las pruebas de aptitud física realizadas. Todas las pruebas de aptitud física mejoraron a lo largo de las tres temporadas, aunque de forma diferente entre la pretemporada y la posttemporada. La prueba de lanzamiento de balón medicinal de 3 kg estaba moderadamente correlacionada con el rendimiento deportivo y, junto con la prueba de Abalakov, lo explicaba con un poder predictivo bajo. Llegamos a la conclusión de que, a pesar de la mejora de la capacidad de salto y lanzamiento a lo largo de tres temporadas, esta no parece tener una relación suficientemente consistente con el nivel competitivo de este grupo de jóvenes talentos del balonmano. Se necesitan más estudios para controlar los parámetros de edad biológica y complejidad cognitiva.

**Palabras clave:** fuerza, jugadores jóvenes, pruebas condicionales, rendimiento deportivo, talento deportivo.

## Introducción

El balonmano es un deporte situacional intermitente y complejo regulado por la Federación Internacional de Balonmano (IHF, 2017). Según la posición de juego, los jugadores de balonmano tienen un determinado perfil antropométrico (Karcher y Buchheit, 2014; Martínez-Rodríguez et al., 2020) y de aptitud física (Aguilar-Martínez et al., 2012; Font et al., 2023; Karcher y Buchheit, 2014; Schwesig et al., 2017).

Si bien el perfil antropométrico y de aptitud física se ha estudiado en profundidad en jugadores profesionales de balonmano (Karcher y Buchheit, 2014), no se ha estudiado tanto en jóvenes talentos durante su etapa de formación; tampoco se ha estudiado su relación con el rendimiento competitivo de los jugadores (Lidor et al., 2005; Matthys et al., 2011; Matthys et al., 2013a; Matthys et al., 2013b; Zapartidis et al., 2009).

Desde una edad temprana hasta la élite, el balonmano moderno y actual requiere altos valores de fuerza, potencia y velocidad para realizar gestos técnicos y tácticos a la máxima intensidad durante los entrenamientos y los partidos (Buchheit et al., 2009; Gorostiaga et al., 1999; Karcher y Buchheit, 2014; Matthys et al., 2011; Zapartidis et al., 2009). Por ejemplo, está bien caracterizada la importancia de los sprints en distancias cortas, que son bajos en valores porcentuales respecto al volumen total de metros recorridos durante un partido (Font et al., 2021b), pero paradójicamente decisivos y definitivos a la hora de resolver situaciones con la máxima eficacia (Ghobadi et al., 2013) y con un alto riesgo de lesión (Mónaco et al., 2019).

El proceso de entrenamiento de balonmano en etapas formativas, y por tanto en relación con la identificación de talentos deportivos, implica necesariamente aspectos que incluyen el control y el desarrollo de valores máximos de fuerza, potencia y velocidad tanto en las extremidades inferiores como en las superiores (Lidor et al., 2005; Mohamed et al., 2009). En consecuencia, la categorización del entrenamiento de fuerza en este deporte suele reconocerse en función de su relación con los tiros, los saltos o el contacto cuerpo a cuerpo con un adversario (Karcher y Buchheit, 2014).

La mayoría de las pruebas de aptitud física utilizadas en el balonmano son genéricas. Se han realizado pruebas genéricas para obtener el perfil de velocidad de los jugadores (Krüger et al., 2014), el perfil metabólico de los jugadores (Schwesig et al., 2017), las necesidades de frecuencia cardiaca de los jugadores jóvenes en competición (Ortega-Becerra et al., 2020), los valores de fuerza en ejercicios clásicos como el press de banca o la sentadilla (Ingebrigtsen et al., 2013) o la potencia en saltos como el salto de contramovimiento (Massuça et al., 2015; Matthys et al., 2013a). Estas pruebas condicionales son importantes, ya que se ha demostrado que la aptitud física influye en la manera en que los jugadores

afrontan el entrenamiento y en su desempeño (Manzi et al., 2010). Su principal inconveniente es que se pierde la especificidad inherente al movimiento técnico, la cual, sin duda, repercute de forma directa en la mayor o menor eficacia de una acción técnico-táctica concreta, que es el objetivo final perseguido por todo entrenador (Schwesig et al., 2017; Wagner et al., 2016).

También hay estudios que se han centrado en conocer el perfil metabólico en pruebas específicas compuestas por movimientos de balonmano en la cancha para mejorar el perfil condicional de los jugadores y, al mismo tiempo, evaluarlos (Michalsik y Wagner, 2021; Wagner et al., 2016).

Por el contrario, estas son las ventajas de este tipo de prueba fundamental/genérica (Font et al., 2021a; Irurtia et al., 2010): 1) permite localizar el componente condicional (fuerza, potencia, velocidad) aislando o minimizando la influencia del componente técnico específico, gracias a lo cual se puede separar claramente la evolución de uno u otro parámetro; 2) permite una distribución sencilla y, por tanto, aplicable tanto a jugadores jóvenes como profesionales; 3) esta última característica permite utilizar estas pruebas en la aplicación de una comparación longitudinal que establezca el nivel de evolución condicional de un jugador a lo largo del tiempo; y 4) permite comparar entre diferentes deportes.

Actualmente, la identificación de talentos deportivos en el balonmano es, por tanto, un área emergente de interés científico y profesional (Matthys et al., 2011). Por lo que sabemos, no hay muchos estudios que, con un diseño longitudinal y utilizando pruebas básicas de aptitud física, hayan examinado la evolución de las características condicionales de jóvenes talentos del balonmano, intentando relacionarlas o explicarlas con su rendimiento deportivo. El objetivo de este estudio era analizar a lo largo de tres temporadas deportivas, con dos puntos de control (pretemporada y posttemporada), la evolución de la aptitud física de un grupo de jóvenes talentos del balonmano. Se aplicaron saltos básicos correspondientes a la batería de Bosco y lanzamientos de balones de 3 kg para analizar las características de aptitud física de los miembros inferiores y superiores, respectivamente. Por último, se analizó la posible relación o explicación del rendimiento competitivo de cada jugador según el nivel de rendimiento en dichas pruebas.

## Metodología

### Diseño del estudio

Se trata de un estudio de seguimiento que aplica la correlación (bivariante) y el análisis de regresión múltiple (multivariante) estableciendo una serie de variables independientes (pruebas de aptitud física) y una variable dependiente (rendimiento deportivo). Las variables independientes ( $n = 6$ ) fueron:

**Tabla 1**  
Puntuación deportiva para evaluar el rendimiento atlético de cada jugador.

Club	Selección nacional (Torneos amistosos, europeos y mundiales, campus de entrenamiento)		Selección autonómica		
Entrenamiento 1.º equipo	20	Campeón con la selección nacional	18	Campeonato de España	10
Campeonato de España	18	2.º con la selección nacional	16	2.º Campeonato de España	9
2.º Campeonato de España	9	3.º con la selección nacional	14	3.º Campeonato de España	8
Grupo de tecnificación	7	Participación en un Campeonato mundial	12	Participación en la fase final	6
Campeonato autonómico	6	Participación en un Campeonato Europeo	12	Participación en la fase de preparación	5
		Preparación para el Campeonato del Mundo	10		
		Preparación para el Campeonato Europeo	10		
		Torneo amistoso	8		
		Campus de entrenamiento	6		

**Tabla 2**  
Número de jugadores de balonmano analizados por temporada deportiva y rangos de edad cronológica.

Edad (años)	Temporada 1 (n = 9)	Temporada 2 (n = 9)	Temporada 3 (n = 9)
Entre 12 y 14	6	0	0
Entre 13 y 15	2	6	0
Entre 14 y 16	1	2	6
Entre 15 y 18	0	1	3

masa corporal (kg), estatura (cm), lanzamiento de un balón medicinal de 3 kg (BM, m), salto con sentadilla (SS, cm), salto con contramovimiento (SCM, cm), y SCM Abalakov (ABK, cm). La variable dependiente fue el rendimiento deportivo basado en la puntuación obtenida por cada jugador derivada de su participación y logros deportivos a lo largo del periodo analizado en su club por entrenadores expertos a nivel de selección nacional (Tabla 1).

## Participantes

Se examinó la evolución de nueve jugadores masculinos en equipos formativos de un club de balonmano europeo de primer nivel (Temporada 1:  $70.6 \pm 5.9$  kg;  $171.6 \pm 10$  cm; Temporada 2:  $74.7 \pm 6.5$  kg;  $177.7 \pm 8.2$  cm; Temporada 3:  $78.3 \pm 6.7$  kg;  $179.9 \pm 6.7$  cm) en las pruebas de aptitud física realizadas en las temporadas 2013-2014 (Temporada 1), 2014-2015 (Temporada 2) y 2015-2016 (Temporada 3). Los criterios de inclusión fueron: a) pertenecer a la cantera del mismo club de balonmano; y b) haber competido activamente durante la temporada analizada. Los criterios de exclusión fueron: a) haberse lesionado o estar convaleciente en el momento y hasta dos semanas antes de ser analizado; y b) no haber realizado

alguna de las pruebas en las tres temporadas. La Tabla 2 muestra los rangos de edad cronológica de los jugadores en relación con las categorías competitivas en las que compitió cada uno de ellos durante las tres temporadas examinadas.

A lo largo de todo el estudio, se respetó el compromiso moral y ético de confidencialidad en el tratamiento de los datos personales. El club, en tanto que propietario de los derechos de los jugadores, permitió al técnico, en este caso el autor de este trabajo de investigación, utilizar estos datos para fomentar el progreso científico de este deporte. Además, estas pruebas se utilizaron a lo largo de diferentes temporadas para evaluar la asimilación del trabajo condicional por parte de los jugadores de los equipos formativos. Por último, cada jugador firmó el correspondiente documento de consentimiento informado aceptando su participación en el estudio y su derecho a abandonarlo en cualquier momento.

Este estudio cumplió las normas y recomendaciones propuestas en la Conferencia de Helsinki para la investigación en seres humanos (Harriss y Atkinson, 2015). Los datos procedieron del seguimiento diario de todos los jugadores del equipo a lo largo de cada temporada deportiva. En consecuencia, no se contó con la aprobación de un comité de ética (Winter y Maughan, 2009).

## Material e instrumentos

Todas las pruebas (masa corporal, estatura, BM, SS, SCM, ABK) se realizaron el mismo día con un orden cronológico aleatorio entre las pruebas de BM y de salto. Cada temporada se registró durante la pretemporada (al comienzo de la preparación, con un mínimo de cuatro semanas antes de la primera competición oficial) y (2) la posttemporada (justo después de la última competición oficial). Todas las pruebas fueron realizadas por un único investigador, el autor de este estudio, para toda la muestra y siempre en el mismo pabellón deportivo de entrenamiento de balonmano.

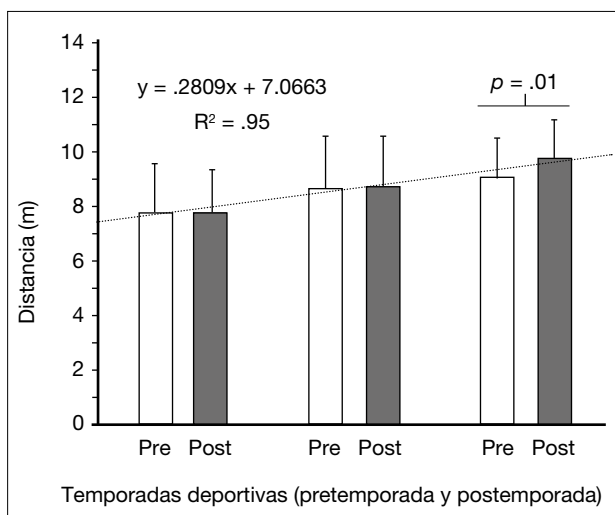
La masa corporal y la estatura se midieron con un estadiómetro telescópico Seca 220® (rango de medición: 85-200 cm, precisión: 1 mm) y una báscula Seca 710® previamente calibrada (capacidad: 200 kg, precisión: 50 g). Se efectuaron pruebas de aptitud física antes de la fase de activación como calentamiento guiado. En el caso de los saltos, estas pruebas se utilizan de forma generalizada en el balonmano y su alta fiabilidad consta también en jugadores jóvenes (Font et al., 2021a; Oliveira et al., 2014); solo se registró el mejor de tres intentos de cada deportista. Las pruebas de salto utilizadas se ajustaron a los protocolos descritos en la bibliografía internacional (Font et al., 2021a; Ingebrigtsen et al., 2013; Massuca et al., 2015). Su elección se justifica por las consideraciones expuestas por Gorostiaga et al. (2005) en relación con las características del salto en balonmano: a) salto con sentadilla (SS); b) salto con contramovimiento (SCM); c) Abalakov (ABK). Se llevaron a cabo utilizando la plataforma de contacto Chronojump® y un equipo de monitorización de saltos (Chronojump Boscosystem, Barcelona, España). El equipo estaba conectado a un ordenador que mostraba la altura de

salto vertical (cm) mediante un programa informático gratuito (2.0.2., Chronojump Boscosystem Software, Barcelona, España) (Cadens et al., 2023; Font et al., 2021a). Se siguieron las recomendaciones previamente establecidas para jóvenes jugadores de balonmano (Fernández-Romero et al., 2017) para realizar tres lanzamientos con el balón medicinal de 3 kg y registrar únicamente el mejor.

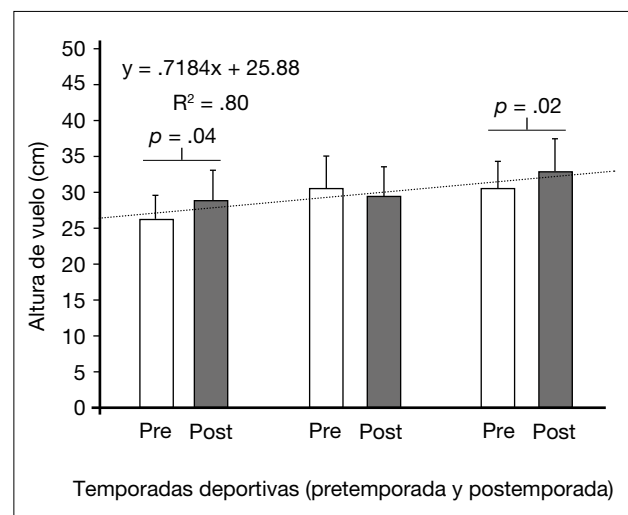
## Análisis estadístico

Se utilizaron estadísticas descriptivas básicas (media y desviación típica) para expresar la evolución a lo largo de tres temporadas junto con la evolución de cada una de las pruebas de aptitud física aplicadas a razón de dos puntos de control por temporada. La prueba de Shapiro-Wilks confirmó la no normalidad de la distribución. Por lo tanto, se aplicaron estadísticas no paramétricas: a) se utilizó la prueba de Wilcoxon para comprobar las posibles diferencias entre cada macrociclo; y b) se eligió el valor más alto de cada jugador para cada temporada y se utilizó la prueba de Friedman para analizar las diferencias entre temporadas. Si se encontraban diferencias significativas, se volvía a utilizar la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. El grado de correlación entre cada una de las pruebas analizadas y entre estas y el rendimiento deportivo se examinó mediante el coeficiente de correlación de rangos de Spearman. Por último, se realizaron análisis de regresión múltiple para evaluar en qué medida las variables independientes explicaban la variable dependiente (rendimiento deportivo). El nivel de significación fue de  $p < .05$ . Todos los análisis estadísticos se realizaron con la versión 23.0 de SPSS (SPSS Statistics, IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.).

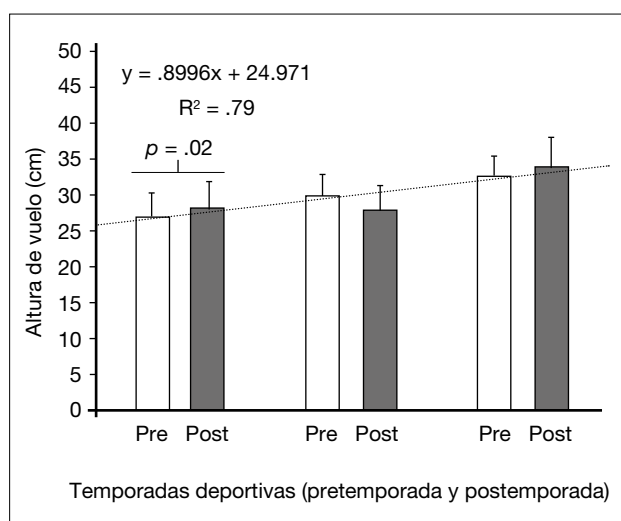
**Figura 1**  
Evolución del lanzamiento del balón medicinal de 3 kg.



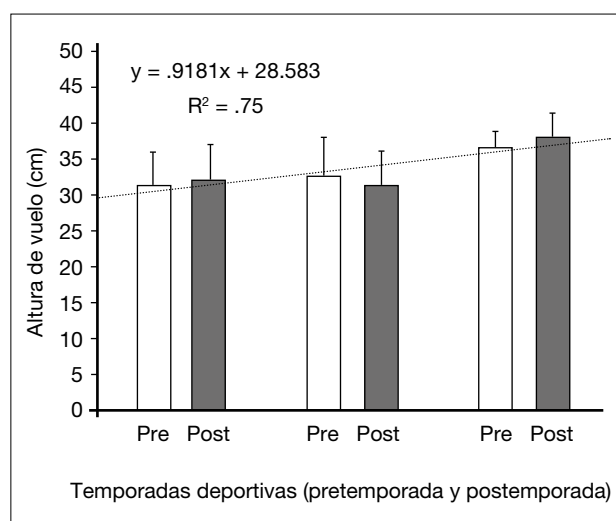
**Figura 2**  
Evolución del salto con sentadilla (SS).



**Figura 3**  
Evolución del salto con contramovimiento (SCM).



**Figura 4**  
Figura 4 Evolución del Abalakov (ABK).



**Tabla 3**  
Comparación entre temporadas de todas las variables analizadas.

n = 9	Temporadas deportivas			Prueba de Friedman	
	Temporada 1	Temporada 2	Temporada 3	X <sup>2</sup> r	p
Masa corporal (kg)	70.6 ± 5.9	74.7 ± 6.5	78.3 ± 6.7	16.222	.0001
Altura (cm)	171.6 ± 10.0	177.7 ± 8.2	179.9 ± 6.7	17.543	.0001
BM (m)	7.9 ± 1.6	8.9 ± 1.8*	9.8 ± 1.4†	16.222	.0001
SS (cm)	29.4 ± 3.9	31.4 ± 4.5	33.3 ± 4.2‡	3.486	.18
SCM (cm)	28.4 ± 3.6	30.3 ± 2.7*	34.1 ± 4.0†	11.556	.003
ABK (cm)	33.3 ± 4.2	33.5 ± 5.0	38.2 ± 3.1‡†	14.000	.001

BM: lanzamiento de balón medicinal (3 kg); SS: salto con sentadilla; SCM: salto con contramovimiento; ABK: Abalakov; \*diferencias significativas entre las temporadas 13-14 y 14-15; † diferencias significativas entre las temporadas 14-15 y 15-16; ‡ diferencias significativas entre las temporadas 13-14 y 15-16. X<sup>2</sup>r: Estadística de la prueba de Friedman; p: valor de significación fijado en p < .05.

## Resultados

Las Figuras 1, 2, 3 y 4 muestran la evolución de las pruebas de aptitud física (BM, SS, SCM, ABK) a lo largo de las tres temporadas examinadas, respectivamente. Asimismo, se muestran las diferencias significativas entre los dos macrociclos analizados para cada estación.

La Tabla 3 muestra la comparación entre temporadas de todas las variables analizadas, en este caso basándose en los mejores valores registrados en cada prueba.

La masa corporal se correlaciona significativamente con el rendimiento ( $r = .39$ ,  $p = .04$ ). Por el contrario, la única prueba de aptitud física que registra una correlación significativa, aunque leve, con el rendimiento deportivo es la prueba de lanzamiento de balón medicinal de 3 kg:  $r = .43$ ;  $p = .02$ . El análisis de regresión múltiple selecciona dos variables como factores explicativos del rendimiento para

generar la siguiente ecuación:  $-28.773 + (4.613 \cdot \text{lanzamiento de balón de 3 kg}) + (1.348 \cdot \text{ABK})$  con un poder de predicción muy bajo de  $R^2_{\text{ajustado}} = .16$ ;  $p = .04$

## Discusión

Existen pocos estudios longitudinales que hayan examinado la evolución de los componentes de la aptitud física en jóvenes jugadores de balonmano hasta las edades más tempranas del deporte de élite. Aunque se confirma el aumento de todos los parámetros a lo largo del tiempo, la relación entre cada uno de ellos y con el rendimiento deportivo es muy baja. Además, cuando se aplica un análisis multivariante introduciendo todas las variables, el modelo estadístico no es capaz de explicar el rendimiento deportivo con suficiente poder predictivo.

Solamente se conoce un estudio longitudinal (Matthys et al., 2013b) y dos estudios transversales que hayan analizado el perfil antropométrico y de aptitud física de jóvenes jugadores de balonmano (Matthys et al., 2012; Matthys et al., 2013a). En el primero, se clasificó a 94 jugadores de entre 13 y 16 años en la categoría de nivel competitivo de élite y de no élite. Se les hizo un seguimiento durante tres años, sin observar diferencias significativas en ninguna de las pruebas de aptitud física controladas, excepto en el SCM, con un mejor rendimiento en los jugadores de élite en comparación con los que no lo eran. En cuanto a los estudios transversales, basándose en criterios de edad biológica y estratificando a los 472 jugadores por posiciones de juego, los autores confirmaron la evolución lineal de algunas pruebas de aptitud física, incluido el ABK. Sin embargo, además del propio diseño, la principal limitación de estos estudios (que también afecta al nuestro) es la ausencia de seguimiento de la carga de entrenamiento. En consecuencia, aparte de evaluar el aumento o no de las variables analizadas, hasta la fecha se desconocen las razones exactas por las que se producen estas mejoras y su relación, mayor o menor, con el rendimiento competitivo.

En este contexto, ahora se ha demostrado que la evolución de la aptitud física de los jóvenes jugadores de balonmano a lo largo del tiempo es lineal en las edades anteriores a la velocidad de altura máxima (VAM) y exponencial durante la VAM (Matthys et al., 2013a). Lamentablemente, el presente estudio, a pesar del alto nivel deportivo de la muestra estudiada, no pudo aplicar indicadores de edad biológica. No obstante, si bien es esencial disponer de un parámetro de edad biológica en cualquier proceso de entrenamiento durante la infancia y la adolescencia que determine el estado de madurez de cada joven deportista para poder interpretar los resultados, en balonmano existen precedentes en los que no se observaron diferencias significativas entre jugadores con un estado de madurez más o menos avanzado en una serie de pruebas de aptitud física (Lidor et al., 2005). Así, los mayores incrementos de la aptitud física se producen en los grupos de mayor edad (15-16 años), muy probablemente condicionados por un estado biológico hormonalmente hiperactivado (Malina et al., 2015; Matthys et al., 2013b). Así, aunque todos los jugadores aumenten su fuerza física y su potencia, son los de la categoría deportiva más competitiva quienes registran los mayores valores e incrementos (Matthys et al., 2012; 2013a; 2013b).

Por otra parte, cuando la atención se centra en las diferentes pruebas utilizadas, la evaluación de la evolución del comportamiento condicional entre las extremidades superiores, en este caso el lanzamiento del balón medicinal (BM), y las extremidades inferiores (SS, SCM, ABK) también confirma diferencias que avalan la importancia de realizar un trabajo de fuerza-potencia entre las extremidades

utilizando diversas estrategias de acción (Gorostiaga et al., 1999, 2005). En relación con la parte superior del cuerpo, la prueba del BM registra los mayores incrementos en este estudio con una sólida evolución lineal a lo largo de las tres temporadas, como demuestra un coeficiente de determinación del 95 %. Esto enlaza con estudios anteriores que, aun obteniendo resultados similares, inciden sin embargo en la necesidad de realizar pruebas que evalúen las habilidades en balonmano, en este caso directamente relacionadas con la técnica de lanzamiento de balonmano (Lidor et al., 2005) o incluso añadiendo una acción táctica de oposición al lanzamiento (Rivilla-García et al., 2011). Desde este punto de vista, es evidente que para realizar un lanzamiento en salto (típico del contexto situacional de un partido de balonmano) será necesario registrar valores óptimos de potencia en la parte inferior del cuerpo y lograr así el mayor número de ventajas ofensivas al superar el bloqueo defensivo (Gorostiaga et al., 1999, 2005).

En todos los casos, a medida que se añaden diferentes componentes de análisis a una misma prueba (magnitudes directas de velocidad, aceleración, distancia, elementos cualitativos de ejecución técnica, inclusión de indicadores de eficacia táctica, etc.), aumenta la complejidad de su análisis y, con ella, la interpretación de sus resultados (Zapartidis et al., 2009). Esta es la razón principal por la que el BM se utiliza como prueba de aptitud física para evaluar la función de lanzamiento en jugadores juveniles. Esta prueba proporciona a los entrenadores y al personal técnico una forma accesible de evaluación para obtener información básica sobre la capacidad de lanzamiento de sus jugadores, aunque no sea la forma más específica de hacerlo (Aguilar-Martínez et al., 2012). En relación con el tren inferior del cuerpo, buena parte de los estudios anteriores ha evaluado a sus jugadores mediante un salto vertical. Mohamed et al. (2009) examinaron a varios jugadores de élite y de no élite de 14 y 16 años y observaron que los de élite obtenían mejores resultados. A su vez, los jugadores de 16 años obtuvieron mejores resultados que los de 14 años. Estos resultados, que de hecho parecen bastante lógicos, coinciden de nuevo con los registrados en este estudio, en el que los mayores aumentos se producen en la última temporada deportiva y, por tanto, a la edad más avanzada de los jugadores. Sin embargo, esta lógica debe abordarse con cierta cautela, ya que otros estudios, esta vez transversales, no registraron diferencias en SS ni en SCM al comparar a jugadores de élite menores de 16 y menores de 18 años (Ingebrigtsen et al., 2013).

Por último, desde una perspectiva multivariante, la contribución o la relación de cada una de las variables analizadas con respecto al rendimiento deportivo de cada jugador es escasa. En primer lugar, la relación entre la masa corporal y el rendimiento deportivo parece explicarse por una serie de razones lógicas previamente documentadas (Malina

et al., 2015). De hecho, el aumento de la masa corporal de los jóvenes deportistas se ve directamente influido por el aumento de su estatura y también en el periodo peripuberal por el aumento de su masa muscular. Cuando se analizan todas las variables en su conjunto, solo BM y ABK pueden seleccionarse como indicadores del rendimiento de los jugadores, aunque con un bajo poder predictivo. Sin embargo, el componente técnico de ambas pruebas, superior al de las demás pruebas analizadas, podría sugerir la influencia en los resultados de un componente coordinativo, que en cierta medida queda fuera del alcance del objetivo propuesto, ya que la intención era analizar únicamente los aspectos condicionales físicos mediante estas pruebas.

## Conclusiones

Tanto las variables antropométricas (masa corporal y estatura) como las pruebas de aptitud física (BM, SS, SCM, ABK) muestran una tendencia a aumentar linealmente a lo largo de las tres temporadas examinadas. Sin embargo, es en la última temporada deportiva cuando los incrementos aumentan en mayor medida, probablemente debido al hecho de que se alcance la VAM, aunque este no sea un factor controlado en este estudio. Ninguna de las variables analizadas guarda una relación suficientemente elevada con el rendimiento deportivo de los jugadores, ni individualmente ni en función de la contribución de todas ellas en su conjunto. Sin embargo, el modelo de regresión múltiple escoge BM (tren superior) y ABK (tren inferior). Estas pruebas se componen de un patrón de ejecución técnica más exigente, algo que deberá analizarse en estudios posteriores. Se necesita más investigación para abordar todos los aspectos aquí tratados en su diseño, principalmente los indicadores de la edad biológica, el control de la carga de entrenamiento y una perspectiva multidimensional del rendimiento. El rendimiento deportivo es multifactorial. Si el objetivo es mejorarlo, para los deportes de equipo no parece bastar con analizar exclusivamente parámetros antropométricos o condicionales. En todos los casos, es necesario realizar un seguimiento longitudinal complejo y, para ello, los entrenadores necesitarán el apoyo de un metodólogo experto. La identificación de talentos deportivos exige cada vez más una sinergia perfecta entre experiencia y ciencia.

## Agradecimientos

Los autores desean dar las gracias a los jugadores que participaron en este estudio, al cuerpo técnico y a los servicios médicos del FC Barcelona y al Departamento de Rendimiento del FC Barcelona por darnos la oportunidad de realizar este estudio.

## Referencias

- Aguilar-Martínez, D., Chiroso, L. J., Martín, I., Chiroso, I. J., & Cuadrado-Reyes J. (2012). Efecto del entrenamiento de la potencia sobre la velocidad de lanzamiento en balonmano (Effect of power training in throwing velocity in team handball). *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 12, 729–744.
- Buchheit, M., Laursen, P. B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C., & Ahmaidi, S. (2009). Game-based training in young elite handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 30(4), 251–258. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1105943>
- Cadens, M., Planas-Anzano, A., Peirau-Terés, X., Benet-Vigo, A., & Fort-Vanmeerhaeghe, A. (2023). Neuromuscular and Biomechanical Jumping and Landing Deficits in Young Female Handball Players. *Biology*, 12(1), 134. <https://doi.org/10.3390/biology12010134>
- Fernández-Romero, J. J., Suárez, H. V., & Carral, J. M. C. (2017). Selection of talents in handball: anthropometric and performance analysis. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 23(5), 361–365. <https://doi.org/10.1590/1517-869220172305141727>
- Font, R., Irurtia, A., Gutierrez, J. A., Salas, S., Vila, E., & Carmona, G. (2021). The effects of COVID-19 lockdown on jumping performance and aerobic capacity in elite handball players. *Biology of Sport*, 38(4), 753–759. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.109952>
- Font, R., Karcher, C., Loscos-Fàbregas, E., Altarriba-Bartés, A., Peña, J., Vicens-Bordas, J., Mesas, J., & Irurtia, A. (2023). The effect of training schedule and playing positions on training loads and game demands in professional handball players. *Biology of Sport*, 40(3), 857–866. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2023.121323>
- Font, R., Karcher, C., Reche, X., Carmona, G., Tremps, V., & Irurtia, A. (2021). Monitoring external load in elite male handball players depending on playing positions. *Biology of Sport*, 38(3), 3–9. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2021.101123>
- Ghobadi, H., Rajabi, H., Farzad, B., Bayati, M., & Jeffreys, I. (2013). Anthropometry of world-class elite handball players according to the playing position: Reports from men's handball world championship 2013. *Journal of Human Kinetics*, 39(1), 213–220. <https://doi.org/10.2478/hukin-2013-0084>
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibáñez, J., & Izquierdo, M. (2005). Differences in Physical Fitness and Throwing Velocity Among Elite and Amateur Male Handball Players. *International Journal of Sports Medicine*, 26(3), 225–232. <https://doi.org/10.1055/s-2004-820974>
- Gorostiaga, E. M., Izquierdo, M., Iturralde, P., Ruesta, M., & Ibáñez, J. (1999). Effects of heavy resistance training on maximal and explosive force production, endurance and serum hormones in adolescent handball players. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 80, 485–493. <https://doi.org/10.1007/s004210050622>
- Harriss, D. J., & Atkinson, G. (2015). Ethical standards in sport and exercise science research: 2016 update. *International Journal of Sports Medicine*, 36(14), 1121–1124. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1565186>
- Ingebrigtsen, J., Jeffreys, I., & Rodahl, S. (2013). Physical characteristics and abilities of junior elite male and female handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(2), 302–309. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318254899f>
- Irurtia, A., Busquets, A., Carrasco, M., Ferrer, B., & Marina, M. (2010). Control de la flexibilitat en joves gimnastes de competició mitjançant el mètode trigonomètric: un any de seguiment (Flexibility resting in young competing gymnasts using a trigonometric method: one-year follow-up). *Apunts Medicina de l'Esport*, 45(168), 235–242.
- Karcher, C., & Buchheit, M. (2014). On-Court demands of elite handball, with special reference to playing positions. *Sports Medicine*, 44(6), 797–814. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0164-z>
- Krüger, K., Pilat, C., Ückert, K., Frech, T., & Mooren, F. C. (2014). Physical performance profile of handball players is related to playing position and playing class. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1), 117–125. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318291b713>
- Lidor, R., Falk, B., Arnon, M., Cohen, Y., Segal, G., & Lander, Y. (2005). Measurement of talent in team handball: The questionable use of motor and physical tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2). [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2005\)19\[318:MOTITH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2005)19[318:MOTITH]2.0.CO;2)

- Malina, R. M., Rogol, A. D., Cumming, S. P., Coelho E Silva, M. J., & Figueiredo, A. J. (2015). Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British Journal of Sports Medicine*, 49(13), 852–859. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094623>
- Manzi, V., D'Ottavio, S., Impellizzeri, F., Chaouachi, A., Chamari, K., & Castagna, C. (2010). Profile of weekly training load in elite male professional basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 675–684. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d7552a>
- Martínez-Rodríguez, A., Martínez-Olcina, M., Hernández-García, M., Rubio-Arias, J., Sánchez-Sánchez, J., & Sánchez-Sáez, J. A. (2020). Body composition characteristics of handball players: systematic review. *Archivos de Medicina Del Deporte*, 37(1), 52–61.
- Massuca, L., Branco, B., Miarka, B., & Fragoso, I. (2015). Physical fitness attributes of team-handball players are related to playing position and performance level. *Asian Journal of Sports Medicine*, 6(1), 2–6. <https://doi.org/10.5812/asjasm.24712>
- Matthys, S. P. J., Fransen, J., Vaeyens, R., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2013a). Differences in biological maturation, anthropometry and physical performance between playing positions in youth team handball. *Journal of Sports Sciences*, 31(September 2014), 1344–1352. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.781663>
- Matthys, S. P. J., Vaeyens, R., Fransen, J., Deprez, D., Pion, J., Vandendriessche, J., Vandorpe, B., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2013b). A longitudinal study of multidimensional performance characteristics related to physical capacities in youth handball. *Journal of Sports Sciences*, 31(3), 325–334. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.733819>
- Matthys, S. P. J., Vaeyens, R., Vandendriessche, J., Vandorpe, B., Pion, J., Coutts, A. J., Lenoir, M., & Philippaerts, R. M. (2011). A multidisciplinary identification model for youth handball. *European Journal of Sport Science*, 11(5), 355–363. <https://doi.org/10.1080/17461391.2010.523850>
- Matthys, S., Vaeyens, R., Coelho e Silva, M., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2012). The contribution of growth and maturation in the functional capacity and skill performance of male adolescent handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 33, 543–549. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1298000>
- Michalsik, L. B., & Wagner, H. (2021). Physical testing in elite team handball: Specific physical performance vs. general physical performance. *Digitalization and Technology in Handball - Natural Sciences/The Game/Humanities. The Sixth International Conference on Science in Handball*.
- Mohamed, H., Vaeyens, R., Matthys, S., Multaer, M., Lefevre, J., Lenoir, M., & Philippaerts, R. (2009). Anthropometric and performance measures for the development of a talent detection and identification model in youth handball. *Journal of Sports Sciences*, 27(3), 257–266. <https://doi.org/10.1080/02640410802482417>
- Mónaco, M., Gutiérrez Rincón, J. A., Montoro Ronsano, B. J., Whiteley, R., Sanz-Lopez, F., & Rodas, G. (2019). Injury incidence and injury patterns by category, player position, and maturation in elite male handball elite players. *Biology of Sport*, 36(1), 67–74. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2018.78908>
- Oliveira, T., Abade, E., Gonçalves, B., Gomes, I., & Sampaio, J. (2014). Physical and physiological profiles of youth elite handball players during training sessions and friendly matches according to playing positions. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 14(1), 162–173. <https://doi.org/10.1080/24748668.2014.11868712>
- Ortega-Becerra, M., Belloso-Vergara, A., & Pareja-Blanco, F. (2020). Physical and Physiological Demands during Handball Matches in Male Adolescent Players. *Journal of Human Kinetics*, 72(1), 253–263. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0111>
- Rivilla-García, J., Grande, I., Sampedro, J., & Van Den Tillaar, R. (2011). Influence of opposition on ball velocity in the handball jump throw. *Journal of Sports Science and Medicine*, 1;10(3):534–9 .
- Schwesig, R., Hermassi, S., Fieseler, G., Irlenbusch, L., Noack, F., Delank, K. S., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2017). Anthropometric and physical performance characteristics of professional handball players: Influence of playing position. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 57(11), 1471–1478. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06413-6>
- Wagner, H., Orwat, M., Hinz, M., Pfusterschmied, J., Bacharach, D. W., von Duvillard, S. P., & Müller, E. (2016). Testing Game-Based Performance in Team-Handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10), 2794–2801. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000580>
- Winter, E. M., & Maughan, R. J. (2009). Requirements for ethics approvals. *Journal of Sports Sciences*, 27(10), 985–985. <https://doi.org/10.1080/02640410903178344>
- Zapartidis, I., Varelziz, I., Gouvali, M., & Kororos, P. (2009). Physical Fitness and Anthropometric Characteristics in Different Levels of Young Team Handball Players. *The Open Sports Sciences Journal*, 2,22-28. <https://dx.doi.org/10.2174/1875399X00902010022>

**Conflicto de intereses:** los autores no han informado de ningún conflicto de intereses.



© Copyright Generalitat de Catalunya (INEFC). Este artículo está disponible en la URL <https://www.revista-apunts.com>. Este trabajo tiene licencia de Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International. Las imágenes u otros materiales de terceros de este artículo están incluidos en la licencia Creative Commons del artículo, a menos que se indique lo contrario en la línea de crédito; si el material no está incluido en la licencia Creative Commons, los usuarios deberán obtener el permiso del titular de la licencia para reproducir el material. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>