



apunts

MEDICINA DE L'ESPORT

www.apunts.org



ORIGINAL

## Enfoque multidisciplinar sobre el éxito en el balonmano

Luís Massuca<sup>a,b,\*</sup>, Isabel Fragoso<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Faculty of Human Kinetics, Technical University of Lisbon, Lisboa, Portugal

<sup>b</sup> Lusofona University, Faculty of Physical Education and Sports, Lisboa, Portugal

Recibido el 8 de marzo de 2013; aceptado el 11 de junio de 2013

### PALABRAS CLAVE

Balonmano;  
Morfología;  
Fisiología;  
Psicología;  
Habilidades

### Resumen

Los objetivos de este estudio fueron: a) describir y comparar las habilidades específicas, morfológicas, fisiológicas y psicológicas de los jugadores de balonmano pertenecientes a 2 equipos de distinto nivel, y b) identificar las variables diferenciadoras entre jugadores de equipos de balonmano, exitosos y menos exitosos. Fueron estudiados 34 jugadores profesionales de balonmano adultos (edad,  $23,4 \pm 4,7$  años; talla,  $182 \pm 6,3$  cm; masa corporal,  $85,4 \pm 11,4$  kg), 18 de los cuales fueron clasificados como exitosos (edad,  $23,0 \pm 3,8$  años), y 16 como menos exitosos (edad,  $23,8 \pm 5,5$  años). Se tomaron las medidas de los participantes de acuerdo con 4 categorías de variables, es decir: morfológicas (proporcionalidad, somatotipo y composición corporal), fisiológicas, habilidades específicas del balonmano (habilidades técnicas y perfil de inteligencia en el juego) y perfiles psicológicos. Se utilizaron los análisis de la varianza ANOVA y el de la multivarianza MANOVA (siendo el éxito la variable entre participantes) y un análisis de función discriminante (método *Stepwise*). Finalmente se analizaron conjuntamente las medidas seleccionadas (enfoque multidisciplinar) utilizando un análisis de función discriminante (método *Stepwise*) para determinar qué combinación de medidas discriminaba mejor entre los 2 grupos de éxito. Los resultados reflejaron que: a) los 2 grupos presentaron resultados significativos en 10 de las 77 variables; b) las 6 medidas que al parecer son los mejores indicadores del éxito en el balonmano (exitosos =  $-1,827$ ; menos exitosos =  $2,055$ ;  $\Lambda = 0,200$ ,  $\chi^2(6) = 46,603$ ,  $p < 0,001$ ) fueron sprint de 30 m, salto vertical desde parado, fuerza de agarre mano derecha, curl de tronco en el suelo, estatura y habilidad para variar acciones. Las variables seleccionadas son representativas de 3 categorías diferentes (morfológicas, fisiológicas y habilidades específicas del balonmano) y muestran que el estudio moderno del balonmano requiere un enfoque multidisciplinar.

© 2013 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

\*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: luis.massuca@gmail.com, luis.massuca@ulusofona.pt (L. Massuca).

**KEYWORDS**

Handball;  
Morphology;  
Physiology;  
Psychology;  
Skills

**A multidisciplinary approach of success in team-handball****Abstract**

The aims of this study were: (i) to describe and compare morphologic, physiological, specific-skills and psychological attributes of team-handball players from two teams with different performances, and (ii) to identify the variables that differentiated between the successful and less-successful team-handball players. Thirty-four (age  $23.4 \pm 4.7$  years; stature,  $182 \pm 6.3$  cm; body mass  $85.4 \pm 11.4$  kg) professional male adult team-handball players were studied. Eighteen athletes (age  $23.0 \pm 3.8$  years) were classified as successful, and 16 athletes (age  $23.8 \pm 5.5$  years) were classified as less-successful. Each participant was measured according to four categories of variables, i.e. morphologic (proportionality, somatotype and body composition), physiological, handball-specific skills (technical skills and game intelligence profile) and psychological profiles. Each set of data was analyzed using MANOVA (for which success was the between participant variable), ANOVA and a discriminant function analysis (Stepwise method). Finally the selected measures were analyzed together (a multidisciplinary approach) using a discriminant function analysis (Stepwise method) to determine which combination of measures best discriminated between the two groups of success. The results showed that: (i) the two groups presented significant results for 10 of 77 variables; (ii) six measures (30-m sprint, standing vertical jump, right handgrip, sit-ups, stature and ability to vary their actions) appear to be the strongest predictors of success in team-handball (Successful =  $-1.827$ ; Less-successful =  $2.055$ ;  $\Lambda = 0.200$ ,  $\chi^2(6) = 46.603$ ,  $P < .001$ ). The chosen variables are representative of three different categories (morphologic, physiological and team-handball-specific skills) showing that the study of modern team-handball requires a multidisciplinary approach.

© 2013 Consell Català de l'Esport. Generalitat de Catalunya. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

**Introducción**

Una de las etapas más importantes en todo programa deportivo es evaluar el rendimiento del jugador en diferentes áreas<sup>1</sup>. No obstante, en los deportes de equipo, el rendimiento no es sencillo de medir<sup>2</sup>, y es sabido que la selección es un proceso complejo (a menudo no estructurado)<sup>3</sup>. De hecho, la literatura relacionada con las habilidades en los deportes ha tendido a ser monodisciplinar.

En el balonmano, el estudio del perfil morfológico de los jugadores exitosos ha sido uno de los temas más comúnmente abordado, y una de las principales áreas de estudio es la diferencia entre jugadores de equipos que muestran distintos niveles de rendimiento<sup>4</sup>.

Además, actualmente se conoce mejor la fisiología del balonmano (y su condición física)<sup>5,6</sup>, y es sabido que un equipo moderno de balonmano incorpora patrones de movimiento acíclicos (la intensidad de los ejercicios varía de una manera relativamente imprevisible)<sup>7</sup>.

Sobre la interacción entre habilidades y patrones de movimiento individual, parece que la variabilidad aleatoria determina el rendimiento motor menos experimentado, mientras que la variabilidad funcional activa puede manifestar el rendimiento motor experto<sup>8</sup>. En otras palabras, parece que el índice de frecuencia del movimiento (que está asociado a la habilidad de manipulación del balón) puede prever de manera significativa el rendimiento de los jugadores de balonmano<sup>9</sup>. No obstante, la preferencia y frecuencia en utilizar una opción táctica concreta en el ataque no garantiza la eficacia (en anotar), y podría verse afectada por el nivel de habilidades tecnicotácticas indivi-

duales en equipos de calidad inferior<sup>10</sup>. Estos hallazgos sugirieron que la evaluación de las habilidades específicas en equipos de balonmano podría ser útil como indicador de selección<sup>3</sup>.

Además, la literatura de la psicología del deporte, basándose en la idea que los atributos psicológicos pueden contribuir al logro deportivo, ha mostrado desde un principio un gran interés por el estudio de la excelencia<sup>11</sup>. Parece que la motivación<sup>12</sup> y las habilidades para afrontar y gestionar la ansiedad<sup>13</sup> pueden jugar un rol importante en el desarrollo deportivo, pero es todavía difícil definir marcadas diferencias psicológicas entre deportistas exitosos y sus homólogos menos exitosos<sup>14</sup>.

Sin embargo, para avanzar en la comprensión de la especialización se precisa un enfoque más multidisciplinar. Según esto, planteamos la hipótesis que podrían encontrarse diferencias significativas entre grupos de rendimiento, y los objetivos de este estudio fueron: a) describir y comparar las características morfológicas, fisiológicas, específicas y psicológicas de los jugadores de balonmano pertenecientes a 2 equipos con diferente rendimiento, y b) identificar las variables diferenciadoras entre jugadores de balonmano exitosos y menos exitosos.

**Métodos****Procedimiento de estudio y sujetos**

Trece equipos participaron en el Campeonato Nacional de Balonmano Profesional. Fueron estudiados un total de 34

equipos de jugadores de balonmano (edad  $23,4 \pm 4,7$  años), de 2 equipos clasificados (durante la primera parte del Campeonato Nacional), es decir: a) primero (exitoso;  $n = 18$ ; edad,  $23,0 \pm 3,8$  años), y b) último sitio (es decir, el decimotercero) (menos-exitoso,  $n = 16$ , edad  $23,8 \pm 5,6$  años). Los comités locales científicos y éticos aprobaron el protocolo experimental. Los objetivos y procedimientos fueron expuestos a los sujetos antes de ser incluidos en el estudio, y se obtuvo por escrito su consentimiento informado. Los participantes fueron sometidos a varios tests durante el periodo competitivo, y se les tomaron las medidas según 4 categorías de variables, a saber: morfológicas (proporcionalidad, somatotipo y composición corporal), fisiológicas, habilidades específicas del balonmano (habilidades técnicas e inteligencia de juego) y perfil psicológico.

### Perfil morfológico

Se obtuvieron un total de 33 medidas antropométricas. Se incluyeron 5 medidas básicas, 9 pliegues cutáneos (mm), 8 perímetros (cm), 6 medidas transversales (cm) y 5 longitudes (cm). Las 5 medidas básicas fueron talla de pie (cm), masa corporal (kg), talla sentado (cm), extensión de brazos (cm), palmo (cm). Los 9 pliegues cutáneos fueron subscapular, tríceps, bíceps, pectoral, medioaxilar, cresta iliaca, abdominal, muslo anterior y pierna medial. Las 8 medidas circunferenciales fueron los perímetros cefálico, brazo (relajado), brazo (flexionado y contraído), antebrazo (perímetro máximo), pecho (mesosterno), cintura (mínimo), muslo (debajo del pliegue del glúteo) y pierna (máximo). Los 6 diámetros óseos fueron biacromial, transverso del tórax, diámetro anteroposterior del tórax, biiliocrestal, húmero y fémur. Las 5 medidas longitudinales fueron acromio-dactilar, acromio-radial, radio-estiloide, radial-dactíleo y medio-estiloide-dactilar. Las medidas incluidas en el perfil antropométrico se obtuvieron siguiendo el protocolo de Marfell-Jones et al.<sup>15</sup>, excepto la extensión de brazos (distancia perpendicular entre los planos longitudinales del dactylion derecho e izquierdo), palmo (la mayor distancia entre los planos longitudinales del 1.º y 5.º dedos), pliegue cutáneo del pecho (la medida del pliegue cutáneo fue tomada oblicuamente en el pecho en la distancia media entre el pezón y el pliegue de la axila), medioaxilar (medido horizontalmente a nivel de la articulación xifoesternal sobre la línea medioaxilar), longitud acromial-dactilar (la distancia lineal entre el acromio y el dactilar) y longitud radial-dactílico (la distancia lineal entre el radial y el dactílico). Las medidas antropométricas se obtuvieron utilizando dispositivos de medición portátiles. La talla y las alturas fueron medidas sin zapatos y sin cubrir la cabeza, utilizando un antropómetro portátil (GPM, Siber-Hegner, Zurich, Suiza, 2008) calibrado lo más cercano a 0,1 cm. La masa corporal se midió con los sujetos con ropa ligera y sin zapatos, con una balanza a escala (Secca modelo 761 7019009, Vogel & Halke, Hamburgo, Alemania, 2006) calibrada lo más cerca de 0,5 kg. El grosor de los pliegues cutáneos se obtuvo utilizando un calibrador (Slim Guide, Rosscraft, Surrey, Canadá, 2001); las longitudes y los diámetros con una pinza grande deslizante (GPM, Siber-Hegner, Zurich, Suiza, 2008) y los perímetros con una cinta métrica flexible

no extensible (Modelo W606PM, Lufkin, TX, EE. UU.). Todas las medidas fueron tomadas por 2 técnicos acreditados por la *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* (ISAK) de los niveles 1 y 2 (los errores técnicos de medición del intraobservador estuvieron muy por debajo de lo aceptado para la estatura, pliegues cutáneos, envergadura y perímetros). Las medidas fueron recogidas y utilizadas para evaluar la proporcionalidad, el somatotipo y la composición corporal. El somatotipo fue determinado según el protocolo antropométrico de Carter y Heath<sup>16</sup> y fue utilizado para evaluar la composición corporal, el fraccionamiento de la masa corporal en 5 componentes (piel, masa adiposa, masa ósea, masa muscular y masa de tejido residual)<sup>17</sup>.

### Perfil fisiológico

Antes de los tests fisiológicos, se realizó un calentamiento de 20 min (que incluía carrera lenta seguida de unos estiramientos estáticos y dinámicos), con un descanso de 10 min entre pruebas (periodo de recuperación). En caso de necesidad se permitieron pausas para beber agua y tiempo extra de descanso. Los deportistas recibieron instrucciones y se les animó verbalmente para que hicieran su esfuerzo máximo.

Los participantes realizaron 9 tests y se registraron 14 variables para ser analizadas. Incluían 2 tests de velocidad: sprint de 30 m y agilidad<sup>18</sup>. Los sprints fueron registrados con un cronómetro electrónico con sensores (Wireless Sprint System, BROWER Timing Systems, Salt Lake City, UT, EE. UU.) y se grabaron para ser analizados los mejores resultados (tiempo en s). Para determinar la fuerza explosiva de los miembros inferiores, siguiendo el protocolo de Bosco et al.<sup>19</sup>, los deportistas realizaron 4 saltos verticales diferentes (*squat jump*; *countermovement jump*; *abalakov jump*; *drop jump* 40 cm) en un ergojump (Digitime 1000, Digitest, Jyväskylä, Finlandia). Realizaron 3 intentos y se registró el mejor (en m) para ser analizado. Para complementar dichas pruebas y determinar la fuerza explosiva de los miembros superiores, los deportistas realizaron 3 intentos de 2 saltos verticales adaptados a los brazos (esto es, *squat jump* adaptado a los brazos; *countermovement jump* adaptado a los brazos). Para medir la fuerza de la mano los participantes ejecutaron 3 intentos (con cada mano; en kgf) con un dinamómetro de presión manual (Jamar Hydraulic Hand Dynamometer, Sammons Preston, Bolingbrook, IL, EE. UU.)<sup>18</sup>. Para valorar la fuerza de la espalda los participantes realizaron 3 intentos con un dinamómetro de fuerza lumbar (Takei n.º 1858, Tokyo, Japón)<sup>18</sup>. En todas las medidas con dinamómetro se registraron las mejores puntuaciones (en kgf) para ser analizadas. La resistencia abdominal (es decir, la *endurance*) se valoró mediante el curl de tronco en el suelo (en 60 s), y se grabó el número de ejecuciones para su análisis<sup>18</sup>. Para estudiar la capacidad aeróbica, los participantes realizaron el test de Cooper<sup>18</sup> y se calcularon los valores del  $VO_{2max}$  ( $R = 0,90$ ) con la ecuación del test de Cooper [ $VO_{2max} = 22,351 \times (\text{distancia; en m})/1.000 - 11,288$ ]<sup>20</sup>. Para realizar el test Back-Saber Sit-and-Reach los participantes completaron 3 intentos de la prueba con un flexómetro (AcuFlex, Novel Products Inc., Addison, IL, EE. UU.), como refiere el Cooper Institute for

Aerobics Research<sup>21</sup>. Se grabó la mejor puntuación (en cm) para ser analizada.

### Perfil de las habilidades específicas de un equipo de balonmano

Según Massaça et al. (en prensa), la literatura científica no incluye herramientas válidas para evaluar las capacidades técnicas y tácticas de los jugadores de balonmano. Para alcanzar este objetivo, 2 entrenadores de balonmano expertos evaluaron (con una escala Likert de 5 puntos que van desde «muy pobre», 1, a «excelente», 5), durante 2 sesiones de entrenamiento a todos los participantes utilizando la parrilla sugerida por Blanco<sup>22</sup>, es decir: a) 7 habilidades motoras y técnicas (desplazamientos defensivos; tipos de marcaje; habilidad de recuperar balones; habilidad de huir del adversario; pase y recepción; tipos de tiros; uno contra uno), y b) 4 dimensiones cognitivas y de inteligencia del juego (habilidad de crear y llenar espacios; lucha ofensiva y defensiva; colaboración defensiva; habilidad de variar las acciones).

### Perfil psicológico

Los participantes realizaron 3 tests psicológicos: a) *Task and Ego Orientation in Sports Questionnaire* (TEOSQ); b) *Sport Competition Anxiety Test* (SCAT), y c) *Inventory of Self Perception* (ICAC).

El TEOSQ, cuestionario de orientación de la tarea y el ego, basado en la versión de Duda<sup>23</sup>, proporcionó una medida de la orientación motivacional. El análisis de factor exploratorio realizado, con una submuestra de jugadores de balonmano adultos hombres (n = 203) de contexto cultural portugués (europeos), respaldado por: a) un modelo teórico hipotético de 2 factores (prueba de esfericidad de Bartlett:  $\chi^2 = 628,992$ ,  $df = 78$ ,  $p < 0,001$ ;  $KMO = 0,754$ ;  $GFI = 0,927$ ;  $AGFI = 0,874$ ;  $RMSR^* = 0,040$ ), y b) una consistencia interna satisfactoria (siendo los coeficientes alfa de Cronbach 0,70 y 0,77 en las subescalas de orientación a la tarea y al ego, respectivamente). Los sujetos tenían que responder a 13 ítems concernientes al éxito en el deporte, que se hallaban precedidos del enunciado «Me siento más exitoso en el deporte». Las respuestas a cada ítem fueron medidas con una escala de Likert de 5 puntos desde «muy en desacuerdo», 1, a «completamente de acuerdo», 5, y la intensidad del acuerdo o el desacuerdo en cada ítem refleja: o una posible orientación de tarea (p. ej. «Aprendo una habilidad nueva esforzándome mucho») o un ego orientación (p. ej. «Puedo hacerlo mejor que mis compañeros de equipo»). Se calcularon ambas orientaciones, tarea y ego.

El SCAT es una escala de 15 elementos usada para medir la ansiedad rasgo competitiva en adultos. Diez de los ítems mencionados anteriormente componen la escala; 5 ítems son falsos (1, 4, 7, 10 y 13), incluidos solo para reducir el sesgo de la respuesta. Los ítems se miden con una escala de 3 puntos, desde «casi nunca», 1, a «a menudo», 3. Las puntuaciones oscilan de 10 a 30, y las puntuaciones más elevadas indican mayor ansiedad rasgo competitiva. Los ítems de la muestra incluyen, p. ej., «Antes de competir me preocupa no hacerlo bien» y «Antes de competir tengo

sensación de náuseas en el estómago». Las propiedades psicométricas de esa escala han sido ampliamente evaluadas<sup>24</sup>. Las correlaciones totales de los ítems van desde 0,60 a 0,82; los rangos de consistencia interna, de 0,95 a 0,97, y la significación de fiabilidad del test-retest es 0,77. Martens et al.<sup>24</sup> informaron que las puntuaciones más altas de la SCAT estaban relacionadas con la alta competitividad de la ansiedad estado en situaciones competitivas y que la SCAT predecía la ansiedad estado competitiva mejor que las valoraciones de los entrenadores.

El ICAC es una escala subjetiva de autoevaluación. Para cumplimentar la escala los sujetos tienen que responder 20 ítems sobre su autopercepción. Las respuestas de cada ítem están medidas en una escala Likert de 5 puntos que va desde «Desacuerdo», 1, a «Completamente de acuerdo», 5. Las puntuaciones más altas indican un autoconcepto más elevado. Según Vaz-Serra<sup>25</sup>, este instrumento tiene buena consistencia interna (Coeficiente Spearman-Brown = 0,791 en una muestra de 920 participantes) y alta estabilidad temporal (test-retest = 0,838, en un intervalo de 4 semanas). El análisis de factor exploratorio confirma el modelo teórico de 6 factores<sup>25</sup>: a) aceptación social/rechazo (p. ej., «Normalmente soy bien aceptado por los demás»;  $\alpha = 0,76$ ); b) autoeficacia (p. ej., «Abandono a menudo mi trabajo cuando me encuentro con dificultades»;  $\alpha = 0,70$ ); c) madurez psicológica (p. ej., «Tiendo a ser sincero y a expresar mis opiniones»;  $\alpha = 0,72$ ), y d) actividad impulsiva (p. ej., «Soy una persona a quien realmente le gusta hacer lo que quiere»;  $\alpha = 0,71$ ). Sin embargo, no fue considerado en este estudio porque el quinto y sexto factores eran de carácter mixto<sup>23</sup>.

### Tratamiento estadístico

Los cálculos se realizaron utilizando el paquete estadístico para las ciencias sociales (SPSS Inc., versión 17.0, Chicago, IL., EE. UU.). Se presentan los datos descriptivos y comparativos, y los datos se expresan como media y desviación estándar (DE) de todas las variables dependientes. Se comprobó la normalidad de las variables. Fueron comparadas las variables de interés de los grupos exitosos y los menos exitosos con el análisis multivariante (MANOVA no paramétrico) y univariante (ANOVA no paramétrico). Se utilizó el método *Stepwise* de análisis de la función discriminante en todo el conjunto de datos para determinar qué combinación de medidas discriminaba mejor entre los 2 grupos de jugadores. Finalmente, en un enfoque multidisciplinar, todas las variables seleccionadas fueron analizadas a la vez, con la función discriminante *Stepwise*, para determinar qué combinación de las medidas discriminaba mejor entre los 2 grupos de éxito. En todos los análisis se adoptó el 5% como nivel de significación.

### Resultados

Tal como se ha mencionado anteriormente, las medidas de los participantes fueron tomadas dentro de 4 categorías y variables relacionadas, es decir, morfológicas, fisiológicas, habilidades específicas del balonmano y perfil psicológico.

**Tabla 1** Estadística descriptiva de las características morfológicas (proporcionalidad, somatotipo y composición corporal) en equipos de balonmano exitosos y menos exitosos [media (DE)], y comparación de muestras independientes

	Exitosos	Menos exitosos	F	p	
Talla (cm)	184,57 (5,62)	179,11 (5,98)	7,505	0,010	*
Masa corporal (kg)	84,94 (9,25)	85,91 (13,70)	0,059	0,809	NS
Talla sentado (cm)	95,69 (3,19)	91,71 (3,31)	12,704	0,001	**
Palma de la mano (cm)	22,81 (1,27)	23,19 (2,05)	0,401	0,531	NS
Extensión de brazos (cm)	190,38 (6,39)	190,72 (7,41)	0,021	0,886	NS
Pliegue subescapular (mm)	11,03 (4,64)	14,41 (6,39)	3,166	0,085	NS
Pliegue tríceps (mm)	10,03 (3,84)	10,81 (4,86)	0,276	0,603	NS
Pliegue bíceps (mm)	5,33 (2,45)	5,53 (3,00)	0,045	0,834	NS
Pliegue de pecho (mm)	11,17 (6,18)	9,81 (5,43)	0,455	0,505	NS
Pliegue medio-axilar (mm)	10,36 (5,40)	12,31 (7,42)	0,781	0,383	NS
Pliegue cresta iliaca (mm)	9,22 (5,14)	18,47 (10,37)	11,243	0,002	**
Pliegue abdominal (mm)	17,22 (10,18)	19,16 (10,96)	0,285	0,597	NS
Pliegue cutáneo del muslo (mm)	12,67 (4,52)	16,37 (6,76)	3,611	0,066	NS
Pliegue de la pierna (mm)	8,53 (3,84)	10,34 (4,73)	1,525	0,226	NS
Perímetro craneal (cm)	57,22 (1,60)	57,46 (1,76)	0,166	0,686	NS
Perímetro del brazo (relajado) (cm)	32,97 (3,15)	32,42 (1,95)	0,388	0,538	NS
Perímetro del brazo (flexionado y contraído) (cm)	34,99 (3,02)	34,60 (2,03)	0,197	0,660	NS
Perímetro del antebrazo (máximo) (cm)	29,14 (1,88)	29,41 (1,23)	0,257	0,616	NS
Perímetro del pecho (mesosterno) (cm)	103,05 (7,57)	102,83 (5,94)	0,009	0,924	NS
Perímetro de la cintura (mínimo) (cm)	83,44 (7,61)	81,81 (6,27)	0,470	0,498	NS
Perímetro del muslo (trocánter-medio-tibial-lateral) (cm)	58,62 (4,69)	55,89 (3,59)	3,658	0,065	NS
Perímetro de la pantorrilla (máximo) (cm)	39,97 (3,00)	39,40 (2,29)	0,391	0,536	NS
Anchura biacromial (cm)	42,33 (1,77)	42,34 (1,61)	0,000	0,990	NS
Anchura tórax transverso (cm)	30,81 (1,93)	30,72 (2,29)	0,017	0,897	NS
Anchura tórax antero-posterior (cm)	20,10 (3,01)	20,97 (1,80)	1,069	0,309	NS
Anchura biliocrestal (cm)	29,28 (1,93)	28,52 (2,07)	1,214	0,279	NS
Anchura húmero (cm)	7,01 (0,36)	7,13 (0,30)	1,145	0,293	NS
Anchura fémur (cm)	9,89 (0,65)	10,06 (0,55)	0,611	0,440	NS
Longitud acromio-dactilar (cm)	83,24 (3,65)	82,97 (3,25)	0,053	0,820	NS
Longitud acromio-radial (cm)	34,99 (1,56)	35,74 (1,49)	2,100	0,157	NS
Longitud radial-estiloidea (cm)	27,42 (1,84)	26,81 (1,41)	1,211	0,279	NS
Longitud medial-estiloidea-dactilar (cm)	20,83 (1,05)	20,42 (0,84)	1,643	0,209	NS
Longitud radial-dactilea (cm)	48,25 (2,47)	47,22 (1,97)	1,816	0,187	NS
Endomorfismo	2,78 (1,23)	4,06 (1,68)	6,575	0,015	*
Mesomorfismo	5,16 (1,05)	5,34 (1,33)	0,185	0,670	NS
Ectomorfismo	2,31 (0,99)	2,06 (1,20)	0,421	0,521	NS
Masa de piel (kg)	4,31 (0,27)	4,23 (0,33)	0,556	0,461	NS
Masa muscular (kg)	41,36 (4,81)	41,35 (6,62)	0,000	0,994	NS
Masa adiposa (kg)	21,39 (5,95)	23,71 (7,47)	1,017	0,321	NS
Masa ósea (kg)	9,34 (1,18)	9,53 (1,29)	0,197	0,660	NS
Masa residual (kg)	9,67 (1,46)	9,53 (1,78)	0,066	0,799	NS

Diferencia media no significativa (NS).

\*  $p < 0,05$ .\*\*  $p < 0,01$ .

## Perfil morfológico

No se encontraron diferencias significativas en las medidas antropométricas con MANOVA ( $\Lambda = 0,06$ ,  $F_{31,2} = 9,948$ ), particularmente en las medidas de perímetros ( $\Lambda = 0,776$ ,  $F_{8,25} = 0,901$ ) y medidas de envergadura ( $\Lambda = 0,789$ ,  $F_{6,27} = 1,205$ ). Sin embargo, MANOVA mostró diferencias significativas entre grupos en lo que concierne a medidas básicas ( $\Lambda = 0,614$ ,  $F_{4,29} = 4,563$ ,  $p < 0,01$ ), medidas de los pliegues cutáneos ( $\Lambda = 0,348$ ,  $F_{9,24} = 4,995$ ,  $p < 0,01$ ) y medidas longi-

tudinales ( $\Lambda = 0,714$ ,  $F_{4,29} = 2,903$ ,  $p < 0,05$ ). ANOVA mostró diferencias significativas entre grupos en la talla, talla sentado y pliegue cutáneo suprailíaco. El análisis discriminante mostró que una combinación de 5 variables podía discriminar correctamente a los grupos (coeficiente: talla =  $-1,738$ ; pliegue cutáneo del pecho =  $-1,740$ ; pliegue cutáneo iliocrestal =  $1,005$ ; amplitud biliocrestal =  $1,234$ ; longitud radial-dactílico =  $1,514$ ). La función descrita ( $\Lambda = 0,165$ ,  $\chi^2(5) = 53,080$ ,  $p < 0,001$ ) mostró el 100% de la varianza antropométrica. MANOVA mostró diferencias significativas en

**Tabla 2** Estadística descriptiva de características fisiológicas en grupos de equipos de balonmano exitosos y menos exitosos [significación (DE)], y comparaciones de muestras independientes

	Exitoso	Menos exitoso	F	p	
Tiempo de sprints de 30 m (s)	4,39 (0,20)	4,60 (0,32)			*
Tiempo de velocidad-agilidad (s)	22,66 (0,85)	23,05 (1,30)	1,090	0,304	NS
SJ (m)	0,34 (0,06)	0,37 (0,06)	2,557	0,120	NS
CMJ (m)	0,36 (0,06)	0,39 (0,06)	1,260	0,270	NS
ABK (m)	0,43 (0,06)	0,45 (0,07)	1,050	0,313	NS
DJ40 (m)	0,40 (0,07)	0,43 (0,09)	1,339	0,256	NS
SJA (m)	0,15 (0,05)	0,14 (0,06)	0,272	0,606	NS
CMJA (m)	0,21 (0,19)	0,13 (0,05)	2,535	0,121	NS
Abdominales	53,28 (10,22)	41,25 (8,27)	14,002	0,001	**
Agarre mano derecha (kgf)	50,39 (8,25)	58,19 (8,94)	7,001	0,013	*
Agarre mano izquierda (kgf)	44,22 (8,81)	52,44 (10,56)	6,116	0,019	*
Fuerza espalda (kgf)	131,17 (20,90)	152,63 (32,72)	5,314	0,028	*
VO <sub>2max</sub> (ml kg <sup>-1</sup> min <sup>-1</sup> )	47,28 (3,36)	49,23 (5,43)	1,628	0,211	NS
Sit-and-reach (cm)	26,92 (6,55)	31,41 (8,42)	3,047	0,090	NS

ABK: *abalakov jump*; CMJ: *countermovement jump*; CMJA: *countermovement jump* adaptado a las manos; DJ40: *drop jump* 40 cm; SJ: salto vertical desde parado; SJA: SJ adaptado a las manos.

Diferencia media no significativa (NS).

\*  $p < 0,05$ .

\*\*  $p < 0,01$ .

los componentes del somatotipo ( $\Lambda = 0,763$ ,  $F_{3,30} = 3,108$ ,  $p < 0,05$ ) específicamente en el endomorfismo (ANOVA). De hecho, el análisis discriminante mostró que el endomorfismo (coeficiente = 1,000) discriminó bien a los 2 grupos; el 61,8% de los casos originales fueron correctamente clasificados ( $\Lambda = 0,830$ ,  $\chi^2(1) = 5,886$ ,  $p < 0,05$ ). Sin embargo, no se observó ninguna diferencia significativa en el estudio de la composición corporal ( $\Lambda = 0,752$ ,  $F_{5,28} = 1,846$ ) (tabla 1).

### Perfil fisiológico

El MANOVA mostró diferencias significativas entre grupos en los rasgos fisiológicos ( $\Lambda = 0,306$ ,  $F_{14,19} = 3,085$ ,  $p < 0,05$ ). El análisis de la varianza ANOVA mostró diferencias significativas

entre grupos en el sprint de 30 m, en curl de tronco en el suelo, en la fuerza de agarre (derecha e izquierda) y la fuerza de espalda. El análisis discriminario mostró que el salto vertical desde parado (coeficiente = 0,876) fue más discriminario que las variables de sprint de 30 m (coeficiente = 0,789), curl de tronco en el suelo (coeficiente = -0,774) o la fuerza de agarre mano derecha (coeficiente = 0,584). Además, la función ( $\Lambda = 0,354$ ,  $\chi^2(4) = 31,127$ ,  $p < 0,001$ ) describe el 88,2% de varianza fisiológica (tabla 2).

### Perfil de habilidades específicas del balonmano

El MANOVA no indicó diferencias significativas entre grupos en la evaluación de las habilidades técnicas ( $\Lambda = 0,761$ ,

**Tabla 3** Estadística descriptiva de puntuaciones de habilidades específicas de equipos de balonmano exitosos y menos exitosos [media (DE)], y comparación de muestras independientes

	Exitoso	Menos exitoso	F	p	
Desplazamientos defensivos	3,33 (1,33)	3,31 (0,79)	0,003	0,957	NS
Tipos de marcaje	2,39 (1,33)	3,06 (0,93)	2,846	0,101	NS
Habilidad de recuperar balones	2,33 (1,28)	3,13 (0,89)	4,274	0,047	*
Habilidad de escapar del adversario	2,61 (1,33)	3,00 (0,97)	0,926	0,343	NS
Pase y recepción	3,44 (0,98)	3,63 (0,62)	0,398	0,533	NS
Tipo de tiros	3,00 (1,33)	3,25 (1,00)	0,376	0,544	NS
Uno contra uno	2,50 (1,04)	3,13 (1,02)	3,091	0,088	NS
Habilidad de crear y llenar espacios	2,67 (1,33)	3,13 (0,96)	1,302	0,262	NS
Lucha ofensiva y defensiva	2,78 (0,94)	3,19 (0,91)	1,652	0,208	NS
Colaboración defensiva	2,67 (1,33)	3,13 (0,72)	1,508	0,228	NS
Habilidad de variar las acciones	3,06 (0,87)	3,38 (0,50)	1,657	0,207	NS

Diferencia media no significativa (NS).

\*  $p < 0,05$ .

**Tabla 4** Estadística descriptiva de características psicológicas de equipos de balonmano exitosos y menos exitosos [media (DE)], y comparación de muestras independientes

	Exitoso	Menos exitoso	F	p	
Orientación de tarea	4,39 (0,49)	4,44 (0,35)	0,101	0,752	NS
Ego orientación	2,90 (0,59)	2,52 (0,72)	2,818	0,103	NS
Ansiedad	14,06 (4,14)	13,56 (4,29)	0,116	0,735	NS
Aceptación/rechazo social	20,17 (2,46)	19,06 (1,53)	2,405	0,131	NS
Autoeficacia	20,11 (1,49)	19,12 (1,86)	2,944	0,096	NS
Madurez psicológica	15,61 (1,94)	15,81 (1,94)	0,091	0,765	NS
Actividad impulsiva	12,17 (1,50)	12,56 (1,71)	0,515	0,478	NS
Autoconcepto	73,72 (5,92)	71,88 (4,50)	1,028	0,318	NS

Diferencia media no significativa (NS).

$F_{7,26} = 1,164$ ). Sin embargo, la habilidad de recuperar balones fue significativamente diferente mediante el análisis de varianza ANOVA. Además, el análisis discriminante ( $\Lambda = 0,882$ ,  $\chi^2(1) = 3,949$ ,  $p < 0,05$ ) mostró que la habilidad de recuperar balones (coeficiente = 1,000) podía discriminar entre grupos y describió el 73,5% de la varianza de las habilidades técnicas. Tomando en consideración las variables tácticas, el MANOVA mostró que no había ninguna diferencia entre grupos en lo que concierne a las 4 variables de juego de inteligencia tenidas en cuenta ( $\Lambda = 0,923$ ,  $F_{4,29} = 0,604$ ,  $p > 0,05$ ), como se confirma a través de ANOVA (tabla 3).

### Perfil psicológico

El rendimiento en los 3 tests psicológicos (cuestionarios) fue similar entre los grupos, y no se observaron diferencias significativas utilizando MANOVA ( $\Lambda = 0,642$ ,  $F_{8,25} = 1,742$ ,  $p > 0,05$ ). De hecho, el análisis de la varianza ANOVA confirmó que las variables estudiadas no fueron significativamente diferentes entre grupos (tabla 4).

### Enfoque multidisciplinar

Utilizando las variables significativas y discriminantes anteriores, un nuevo análisis de función discriminante *Stepwise* mostró que una función ( $\Lambda = 0,200$ ,  $\chi^2(6) = 46,603$ ,

$p < 0,001$ ), con una combinación de 6 variables, podía discriminar correctamente los grupos estudiados (exitosos = -1,827; menos exitosos = 2,055) y explicó el 94,1% de varianza (acumulativa). Además, la clasificación de variables mostró que el tiempo en el sprint de 30 m fue la variable que mejor se diferenció entre grupos, seguida de la estatura, la habilidad para variar las acciones, el rendimiento en el salto vertical desde parado, el agarre (derecha) y en los abdominales (tabla 5).

### Discusión

El objetivo principal del presente estudio consistió en identificar las variables que pueden distinguir a jugadores de balonmano de equipos exitosos y de equipos menos exitosos.

Nuestros resultados mostraron que los jugadores del equipo de balonmano exitoso presentaban un somatotipo mesomorfo equilibrado y los deportistas menos exitosos presentaban un mesomorfo endomórfico. Además, se observaron diferencias significativas entre grupos en la categoría endomórfica. Esta categoría discriminó correctamente a los 2 grupos (explica el 61,8% de la varianza). También discriminaron bien 5 medidas antropométricas entre los 2 grupos estudiados, concretamente: estatura, pliegue cutáneo del pecho, pliegue cutáneo suprailíaco, diámetro biliocrestal y longitud radial-dactilar.

Según la literatura, la masa corporal es determinante para el rendimiento en los lanzamientos<sup>2</sup>. Sin embargo, en este estudio hay una pequeña diferencia de masa corporal entre los grupos, que puede confirmarse por las pequeñas diferencias de masa muscular y masa ósea, aunque el grupo exitoso fue significativamente más alto.

Según Ziv y Lidor<sup>5</sup>, el balonmano es un deporte de equipo dinámico, caracterizado por una gran capacidad para desarrollar la fuerza, con un gran nivel de agilidad y flexibilidad. No obstante, se observaron diferencias significativas entre grupos en 5 valoraciones fisiológicas, esto es, el equipo exitoso de jugadores de balonmano registró: a) valores más altos en curl de tronco en el suelo; b) tiempos más rápidos en el sprint de 30 m, y c) valores más bajos en los test de dinamometría (agarre y fuerza de espalda) y en el salto vertical desde parado. También se observó que el promedio del  $VO_{2max}$  no fue distinto en los 2 grupos de rendi-

**Tabla 5** Análisis discriminante *Stepwise* (coeficiente de función discriminante estandarizada, valores propios y varianza) en equipos exitosos de balonmano y menos exitosos

	Función
Estatura	-0,631
Tiempo del sprint de 30 m	1,122
Salto vertical desde parado	0,901
Curl de tronco en el suelo	-0,720
Agarre mano derecha	0,791
Habilidad de variar las acciones	0,612
Valores propios	3,988
% de varianza	100

miento, pero a diferencia de los resultados de Alexander y Boreksie<sup>26</sup> (el  $VO_{2max}$  del campeón mundial,  $53,1 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ; el del que no fue campeón mundial,  $55,2 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ), los jugadores de balonmano del equipo menos exitoso tuvieron un  $VO_{2max}$  más elevado que el de los jugadores más exitosos. Además, a pesar que Delamarche et al.<sup>27</sup> concluyeron que la fuerza aeróbica máxima y la capacidad aeróbica son prerrequisitos necesarios para lograr la excelencia en el balonmano (edad 18-21 años), y más recientemente Gorostiaga et al.<sup>28</sup> concluyeron que la capacidad de *endurance* no parece ser un factor limitante en el balonmano de alto nivel, de hecho nuestros resultados sugieren que los jugadores de balonmano pueden no precisar una capacidad aeróbica extraordinaria, pero deben poseer una capacidad aeróbica con un nivel elevado razonable.

Sin embargo, se observaron marcadas diferencias individuales en 4 variables fisiológicas entre jugadores de equipos de élite (lo que discriminó como éxito entre los 2 grupos). Concretamente fueron: el salto vertical desde parado, el sprint de 30 m, el curl de tronco en el suelo y la fuerza de la mano derecha; todo ello destaca las exigencias físicas del juego. Estos resultados sugirieron que la fuerza de piernas es un componente esencial del éxito del rendimiento deportivo<sup>29,30</sup>. En otras palabras, parece que la masa muscular y la fuerza son atributos de la excelencia en los jugadores de balonmano<sup>28</sup>.

En general, los atributos morfológicos y fisiológicos tienen una función importante en todo el proceso de evaluación del entrenamiento, y los perfiles fisiológicos pueden generar una base de datos útil en la que pueden ser comparados los grupos talentosos (que explica un 88,2% de varianza).

Somos conscientes que la evaluación del entrenador (habilidades específicas del equipo de balonmano) es subjetiva y más o menos dependiente del conocimiento de valoración del experto. No obstante, la habilidad de recuperar balones permite discriminar a los jugadores de equipos de balonmano con más o menos éxito (que explica un 73,5% de varianza). A pesar de todo, en el perfil de inteligencia del juego y en las variables psicológicas no se encontraron diferencias significativas entre grupos. De hecho, los perfiles psicológicos fueron similares. Sin embargo, no se encontraron estudios en la literatura que hubieran comparado la orientación motivacional, la ansiedad y la autopercepción de un equipo profesional de jugadores de balonmano, hombres, de equipos exitosos y menos exitosos.

Finalmente, las técnicas estadísticas de análisis multivariante revelaron que los 2 grupos estudiados podían ser discriminados en base a 6 variables, y la más discriminante fue el rendimiento en el test de sprint de 30 m (es decir, tiempo), seguido del salto vertical desde parado (altura), fuerza de prensión de la mano derecha, la resistencia abdominal (curl de tronco en el suelo), la estatura y la habilidad técnica para variar las propias acciones. Estos resultados concuerdan parcialmente con los observados: a) en jugadoras de balonmano de equipos femeninos de élite<sup>9</sup>, y b) en jugadores de un equipo juvenil de balonmano<sup>3</sup>. En consecuencia, parece que el test de habilidad en los jugadores juveniles de balonmano podría ser un indicador interesante para proporcionar información a los entrenadores en el proceso de selección. No obstante, observamos que (en juga-

dores de balonmano, hombres, adultos) el determinante del éxito es multidisciplinar. En otras palabras, observamos que nuestros resultados sugirieron que los perfiles antropométrico (estatura), fisiológico (salto vertical desde parado, fuerza de agarre mano derecha, curl de tronco en el suelo) e inteligencia cognitiva y de juego (habilidad de variar las propias acciones) deberían ser considerados en programas de entrenamiento y en el proceso de selección.

## Conclusión

La batería de test diseñada para esta investigación es multidisciplinar en el sentido que abarca medidas morfológicas, fisiológicas, habilidades específicas del balonmano y medidas psicológicas, que fueron agrupadas para entrenar la condición física y no se precisó una evaluación formal del laboratorio. La batería de test probó que tenía significado práctico en cuanto discriminó correctamente entre grupos de jugadores de balonmano exitosos y menos exitosos. Además, el rendimiento en el test de sprint de 30 m, el salto vertical desde parado, la fuerza de agarre de la mano derecha, el curl de tronco en el suelo, la estatura y la habilidad del jugador para variar sus acciones parece que son los indicadores de éxito de un equipo de balonmano más sólido. Aunque esta aproximación multidisciplinar al éxito en el balonmano es innovadora, el reducido tamaño de la muestra mitiga el estudio. En consecuencia, el próximo paso debería ser: a) examinar la validez de las variables discriminantes (como predictores) en una muestra mayor de jugadores de balonmano adultos, b) para establecer si un nuevo protocolo resulta útil para discriminar entre jugadores de balonmano exitosos, y c) para establecer el punto de partida para el desarrollo de programas de entrenamiento e identificación de talentos como potenciales jugadores de equipos masculinos de balonmano de élite.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

## Agradecimiento

Los autores dan las gracias a los deportistas que han participado en este estudio.

No se ha recibido financiación alguna para este trabajo.

## Bibliografía

1. Nevill A, Atkinson G, Hughes M. Twenty-five years of sport performance research in the Journal of Sports Sciences. *J Sports Sci.* 2008;26:413-26.
2. Reilly T. Assessment of sports performance with particular reference to field games. *Eur J Sport Sci.* 2001;1:1-12.
3. Lidor R, Falk B, Arnon M, Cohen Y, Segal G, Lander Y. Measurement of talent in team handball: the questionable use of motor and physical tests. *J Strength Cond Res.* 2005;19:318-25.



4. Hasan AAA, Rahaman JA, Cable NT, Reilly T. Anthropometric profile of elite male handball players in Asia. *Biol Sport*. 2007;24:3-12.
5. Ziv G, Lidor R. Physical characteristics, physiological attributes, and on-court performances of handball players: A review. *Eur J Sport Sci*. 2009;9:375-86.
6. Buchheit M, Lepretre PM, Behaegel AL, Millet GP, Cuvelier G, Ahmaidi S. Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *J Sci Med Sport*. 2009;12:399-405.
7. Chelly MS, Hermassi S, Aouadi R, Khalifa R, Tillar RV, Chamari K, et al. Match analysis of elite adolescent team handball players. *J Strength Cond Res*. 2011;25:410-6.
8. Schorer J, Baker J, Fath F, Jaitner T. Identification of interindividual and intraindividual movement patterns in handball players of varying expertise levels. *J Motor Behav*. 2007;39:409-21.
9. Cavala M, Rogulj N, Srhoj V, Srhoj L, Katić R. Biomotor structures in elite female handball players according to performance. *Coll Antropol*. 2008;32:231-9.
10. Rogulj N, Srhoj V, Srhoj L. The contribution of collective attack tactics in differentiating handball score efficiency. *Coll Antropol*. 2004;28:739-46.
11. Miller PS, Kerr GA. Conceptualising excellence: past, present, and future. *J Appl Sport Psychol*. 2002;14:140-53.
12. Duda JL, Treasure DC. Toward optimal motivation in sport: fostering athletes' competence and sense of control. En: Williams J, editor. *Applied Sport Psychology: Personal Growth to Peak Performance*. 5th ed. New York: McGraw Hill; 2006. p. 57-82.
13. Elferink G, Visscher C, Lemmink K, Mulder T. Relation between multidimensional performance characteristics and level of performance in talented youth field hockey players. *J Sports Sci*. 2004;22:1053-63.
14. Williams AM, Reilly T. Talent identification and development in soccer. *J Sports Sci*. 2000;18:657-67.
15. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter JEL. *International standards for anthropometric assessment (revised 2006)*. Underdale, SA: International Society for the Advanced of Kinanthropometry; 2006.
16. Carter JEL, Heath BH. *Somatotyping—development and applications*. Cambridge: Cambridge University Press; 1990.
17. Kerr D. An anthropometric method for the fractionation of skin, adipose, bone, muscle and residual tissue masses in males and females age 6 to 77 years. Burnaby, BC, Canada: Simon Fraser University; 1988 [MSc Thesis].
18. Massaça LM. Contributions to build an elite handball player model. Cruz-Quebrada: Faculty of Human Kinetics, Technical University of Lisbon; 2007 [MSc Thesis].
19. Bosco C, Luhtanen P, Komi P. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol*. 1983;50:273-82.
20. Cooper KH. A mean of assessing maximal oxygen uptake. *J Am Med Assoc*. 1968;203:201-4.
21. Cooper Institute for Aerobics Research. *The Prudential FITNESSGRAM® Test Administration Manual*. Dallas, TX: The Cooper Institute for Aerobics Research; 1992.
22. Blanco F. *Balonmano. Detección, selección y rendimiento de talentos*. Madrid: Gymnos; 2004.
23. Duda JL. Relationship between task and ego orientation and the perceived purpose of sport among high school athletes. *J Sport Exerc Psychol*. 1989;11:318-35.
24. Martens R, Vealey RS, Burton D. *Competitive Anxiety in Sport*. Champaign, IL: Human Kinetics; 1990.
25. Vaz-Serra A. O inventário clínico de Auto-Conceito. *Psiquiatr Clin*. 1986;7:67-84.
26. Alexander MJ, Boreskie SL. An analysis of fitness and time-motion characteristics of handball. *Am J Sports Med*. 1989;17:76-82.
27. Delamarche P, Gratas A, Beillot J, Dasseville J, Rochcongar P, Lessard Y. Extent of lactic anaerobic metabolism in handballers. *Int J Sports Med*. 1987;8:55-9.
28. Gorostiaga EM, Granados C, Ibáñez J, Izquierdo M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med*. 2005;26:225-32.
29. Shetty AB. Estimation of leg power: A two-variable model. *Sports Biomech*. 2002;1:147-55.
30. Chaouachi A, Bruhelli M, Levin G, Ben N, Boudhina B, Cronin J, et al. Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *J Sports Sci*. 2009;27:151-7.