

Diferencias relacionadas con la edad en las características físicas y fisiológicas en jugadores de balonmano masculino

Gema Torres-Luque¹, Fernando Calahorra-Cañada², Pantelis T. Nikolaidis²

¹Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal. Universidad de Jaén. ²Departamento Educación. Junta de Andalucía. ³Department of Physical and Cultural Education, Hellenic Army Academy, Athens, Greece.

Recibido: 08.10.2015
Aceptado: 19.01.2016

Resumen

Objetivo: A pesar de existir estudios sobre características físicas y fisiológicas del jugador de balonmano, son escasos los que tratan diferentes edades en un mismo estudio. El propósito de este artículo fue examinar la variación en las características físicas y fisiológicas en jugadores de balonmano acorde a su edad.

Método: Se seleccionaron un total de 96 jugadores de balonmano jóvenes y adultos, a los que se les realizó una evaluación de las características antropométricas, somatotipo y composición corporal, capacidad de trabajo en el test $170 \text{ lat} \cdot \text{min}^{-1}$, test de fuerza-velocidad, test Wingate, test *sit and reach*, fuerza de prensión manual, salto con contramovimiento (con y sin brazos), *squat jump* y test de bosco 30 s.

Resultados: Los resultados indican diferencias estadísticamente significativas en prácticamente todas las variables analizadas. Se observa una mejora según avanza la edad, hacia parámetros más importantes para el jugador de balonmano, como son mejora en características antropométricas y somatotipo, capacidad de salto en sus diferentes versiones e incremento de la potencia.

Conclusiones: Se concluye que existen diferencias entre los grupos de edad, donde entre las mismas destacan características antropométricas (jugadores con mayor talla, mayor componente mesomórfico y menos MLG), mayor capacidad de salto en sus diferentes variantes que se muestran en torno al 22-24% para la edad adulta; mientras que la potencia lo hace entorno al 30%. Se destaca el incremento a lo largo del tiempo de la flexibilidad; así como una frecuencia cardiaca sub-máxima más eficiente a lo largo de la edad. Estos datos pueden contribuir al mejor conocimiento por parte de los entrenadores de la evolución de las características físicas y fisiológicas en una especialidad como el balonmano.

Palabras clave:

Crecimiento y desarrollo.
Deporte. Condición física.
Grupos de edad.

Age-related differences in physical and physiological characteristics in male handball players

Summary

Aim: Although there are studies on physical and physiological characteristics of handball player, few that process different ages in the same study. The objectives of this study were to examine the variation in physical and physiological characteristics in male handball players according to their age.

Methods: Adolescent and adult players ($n = 96$) were examined for anthropometric characteristics, somatotype and body composition, and performed the physical working capacity in heart rate 170 min^{-1} test, a force-velocity test, the Wingate anaerobic test (WAnT), sit-and-reach test (SAR), handgrip strength test (HST), squat jump, countermovement vertical jump without (CMJ) and with arm-swing (CMJarm), and a 30-s Bosco test.

Results: An improvement is observed with aging, to most important parameters for the handball player, such as improvement in anthropometric and somatotype characteristics, jumping ability (CMJ, CMJ with arm and SJ) and increased power.

Conclusion: It is concluded that there are differences between age groups, which between them include anthropometric characteristics (eg taller players more mesomorphic and less FFM), greater jumping ability in different variants is around 22-24% for adulthood; while power makes around 30%. It increased over time flexibility stands; and a sub-maximal heart rate more efficient along age. These studies contribute to a better understanding by the coaches of the evolution of the physical and physiological characteristics in a specialty such as handball.

Key words:

Growth and development.
Sport. Physical fitness.
Age groups.

Correspondencia: Gema Torres-Luque
E-mail: gtluque@ujaen.es

Introducción

El balonmano es un deporte de equipo de contacto y olímpico que posee tareas intermitentes como saltar, carreras de velocidad, lanzamientos, bloqueo, etc. entremezcladas con actividades continuas tales como caminar y correr en respuesta a diferentes situaciones ofensivas y defensivas¹⁻⁵.

Conocer el perfil antropométrico o las características físicas podría ser un valioso medio para la identificación de talentos, facilitar la asignación de posiciones de juego y ayudar en el diseño óptimo de programas de entrenamiento de fuerza y acondicionamiento^{6,7}.

Es importante determinar la composición corporal de los deportistas porque los componentes como la masa ósea, músculo y grasa están relacionados con el rendimiento. Los estudios muestran un aumento de la talla y del índice de masa corporal a lo largo de la edad donde en jugadores de balonmano menores de 16 años se encuentran dentro de 1,68-1,75 m y 22-23 kg·m²^(2,8), siendo en jugadores adultos en torno 1,81 a 1,92 m y 24 a 25 kg·m²^(3,7,9,10). Ibnziaten *et al.*¹¹ analizaron las características antropométricas de 10 a 14 años, y Zapartidis *et al.*¹² de 12 a 15 años, pero son estudios aislados, donde sería necesario conocer estas diferencias respecto a jugadores adultos, incluyendo a su vez variables interesantes para el balonmano como por ejemplo, la masa grasa, masa libre de grasa, somatotipo, etc. ya que estos factores antropométricos y características morfológicas pueden influir en la eficacia de juego.

Además, el balonmano es un deporte muy complejo y el éxito depende de una serie de habilidades como fuerza específica, potencia, velocidad y resistencia. La creatividad en el juego en combinación con la velocidad y fuerza, así como la coordinación hace que este deporte sea muy atractivo pero difícil de jugar. La manifestación de estas características y su interacción hace que un gran número de científicos de todo el mundo investiguen en este campo¹⁰. El rendimiento en diversas tareas motoras mejora durante la infancia y la adolescencia y parece ser un gran predictor de lo que ocurre en el rendimiento futuro. Se conoce que durante la adolescencia el rendimiento de los jugadores masculinos muestra mejoras notables¹³. Las habilidades motrices básicas pueden considerarse como una evaluación completa de la mayoría de las funciones corporales de la actividad física diaria. Indirectamente, los estudios podrían mostrar las diferencias entre los grupos de edad. Parece que los adultos tienen más fuerza y velocidad respecto a jugadores de balonmano adolescentes^{2,7,12}, pero de nuevo son estudios aislados donde no se emplea la misma metodología de investigación y no son de la misma nacionalidad.

Por lo tanto, sigue siendo necesario profundizar en el efecto de la edad en características físicas y fisiológicas en jugadores de balonmano. El objetivo de este estudio fue examinar la variación en las características físicas y fisiológicas de acuerdo a tres grupos de edad (<15 años, <18 años y adultos).

Material y método

Se seleccionaron 96 jugadores masculinos de balonmano, los cuales fueron divididos en 3 grupos de edad: grupo <15 años (n=32): con 2,0 ± 0,9 años de experiencia en el entrenamiento de balonmano y un volumen de entrenamiento semanal de 4,0 ± 0,8h; grupo <18 años (n=26):

con 4,0 ± 1,7 años de experiencia en el entrenamiento de balonmano y un volumen de entrenamiento semanal de 5,9 ± 1,8 h; grupo adultos (n=38): con 14,4 ± 6,1 años y un volumen de entrenamiento semanal de 8,4 ± 2,0 h. En total, para tener una representación general del jugador de balonmano, fueron 17 porteros, 34 centrales, 30 laterales y 15 pivotes. Todos los jugadores pertenecen a equipos de Primera Liga Nacional Griega, cada uno en su categoría correspondiente.

Las valoraciones se llevaron a cabo durante un periodo competitivo. Los protocolos fueron realizados de acuerdo con la Declaración de Helsinki y aprobados por la institución local donde se desarrolló el estudio. Todos los jugadores se ofrecieron como voluntarios para participar en este estudio firmando un consentimiento informado por escrito, el cual fue completado por los tutores en el caso de los sujetos menores de 18 años. Todo ello después de explicar los objetivos, procedimientos y características del estudio. Los criterios de exclusión fueron tener antecedentes de alguna lesión de carácter crónico o ingerir medicamentos de manera continua.

Las pruebas llevadas a cabo se describen a continuación:

Valoración antropométrica: Se midió la talla, la masa corporal, pliegues cutáneos, el índice de masa corporal (IMC) que se calculó como el cociente entre masa corporal (kg) y la altura al cuadrado (m²). La grasa corporal se estimó a partir de la suma de 10 pliegues cutáneos¹⁴. Un peso electrónico (HD-351 Tanita, Illinois, EE.UU.) se utilizó para la medición de la masa corporal (precisión 0,1 kg), un estadiómetro portátil (SECA, Leicester, Reino Unido) para la estatura (0,001 m) y un pliómetro (Harpندن, West Sussex, Reino Unido) para los pliegues cutáneos (0,5 mm).

Se empleó un modelo de dos componentes de la composición corporal que divide el cuerpo en masa grasa, calculado como el producto de la masa corporal por el porcentaje de grasa corporal, y la masa libre de grasa, que se calcula como la diferencia entre la masa corporal y masa grasa. A su vez, se empleó el método antropométrico Heath-Carter para determinar el somatotipo, el cual se expresó en tres componentes, endomorfo, mesomorfo y ectomorfo¹⁵.

Test Sit and Reach: Los jugadores se situaron en sedestación, con las rodillas extendidas y los pies separados a la anchura de sus caderas, con tobillos en 90° de flexión. Las plantas de los pies se colocaron perpendiculares al suelo, en contacto con el cajón de medición y las puntas de los pies mirando hacia arriba. En esta posición se le solicitó que realizara una flexión máxima del tronco manteniendo las rodillas y los brazos extendidos. Las palmas de las manos, una al lado de la otra, se deslizaron sobre el cajón hasta alcanzar la máxima distancia posible. Los sujetos realizaron dos intentos anotando el mayor de los dos en centímetros¹⁶.

Capacidad de trabajo físico (PWC170): Este test se realizó de acuerdo al protocolo establecido por la batería Eurofit¹⁷ en un cicloergómetro (828 Ergomedic, Monark, Sweden). La altura del asiento se ajusta al sujeto el cual tiene a su vez su pie fijo en el pedal por medio de unas correas para evitar su deslizamiento. Los participantes fueron instruidos para pedalear con una cadencia de 80 revoluciones por minuto, aspecto que se da por referencia visual en la pantalla del cicloergómetro. La prueba PWC170 consistió en tres etapas, cada una de 3 min de duración, en contra de la fuerza de frenado gradual a fin de obtener la frecuencia cardíaca entre 120 y 170 latidos por minuto. El resultado

se basa en la relación lineal entre la frecuencia cardiaca y la potencia o carga de trabajo, expresándose como $W \cdot kg^{-1}$.

Salto vertical con contramovimiento (CMJ), Squat Jump (SJ) y Abalakov: Los sujetos realizaron dos intentos de cada uno de los saltos considerando el mejor¹⁸. La altura del salto fue estimada usando la plataforma de fuerza *Opto-jump* (Microgate Engineering, Bolzano, Italy) y expresados en cm.

Test de bosco 30 s modificado: Se empleó el mismo equipamiento que para el test CMJ. Los participantes fueron intruidos a saltar lo máximo posible, permaneciendo en contacto con el suelo el menor tiempo posible¹⁹. La potencia media durante el test 30 s fue anotada como $W \cdot kg^{-1}$.

Fuerza de presión manual: Los sujetos se colocaron en posición erguida con las piernas ligeramente separadas y el brazo extendido verticalmente a lo largo del tronco, pero sin tocar ninguna parte de éste. Con esta posición el sujeto debe presionar la empuñadura del dinamómetro (Takei, Tokyo, Japan) lo máximo que pueda durante 5 s¹⁷. Se realizaron dos intentos y el resultado se consideró como la suma del mejor de cada mano, dividida por la masa corporal y se expresa como $kg \cdot kg^{-1}$ de la masa corporal.

Test de fuerza-velocidad (F-V): Se empleó esta prueba para evaluar la potencia anaeróbica máxima, la cual se expresa como $W \cdot kg^{-1}$. Esta prueba emplea diversas fuerzas de frenado que provocan diferentes velocidades de pedaleo con el fin de derivar potencia máxima²⁰. Los participantes realizaron cuatro carreras de 7 segundos de duración cada una contra una fuerza incremental de frenado (2, 3, 4 y 5 kg) en un cicloergómetro (Ergomedics 874, Monark, Suecia) las cuales se intercalaron con períodos de recuperación de 5 min.

Test de Wingate: El test Wingate²¹ fue realizado con el mismo cicloergómetro que el test fuerza-velocidad. Se solicitó a los participantes que pedaleasen tan rápido como les fuera posible durante 30 s en contra de una fuerza de frenado que se determina por el producto de la masa corporal en kg por 0,075. La media de potencia (Pmedia) se calculó como la potencia media durante el período de 30 s y se expresó como $W \cdot kg^{-1}$.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el programa IBM SPSS v.20.0 (SPSS, Chicago, EE.UU.). Los datos se expresaron como media y desviación estándar de la media (SD). Para observar las posibles diferencias entre los grupos de edad en las características físicas y fisiológicas, se empleó un análisis de varianza de un factor (ANOVA) utilizando como análisis post hoc el proceso de Tukey. El nivel de significación se fijó en $\alpha = 0,05$, y la diferencia de media junto con intervalos de confianza del 95% (IC) fue calculada cuando era necesario el *post-hoc*. Además, se utilizó el análisis discriminante para las características físicas y fisiológicas con la variable grupo de edad como dependiente.

Resultados

En la Tabla 1 se muestran las características físicas y composición corporal en los diferentes grupos de edad.

En la Tabla 2 se muestran las características fisiológicas en los diferentes grupos de edad.

En la Tabla 3, se muestran en los diferentes grupos la respuesta de la frecuencia cardiaca dos de los test llevados a cabo.

Discusión

El propósito de este estudio fue observar las posibles variaciones en parámetros antropométricos, físicos y fisiológicos, durante el proceso de crecimiento y formación a lo largo de años de entrenamiento en balonmano, observándolo en diferentes grupos de edad. Estos cambios se han observado en todos los grupos, sugiriendo que los sujetos tienden a mejorar su rendimiento y composición corporal según avanza la edad. Los resultados muestran grandes diferencias cuando se comparan todas las edades (Tablas 1, 2 y 3).

Tabla 1. Características físicas y composición corporal en adolescentes y adultos acorde al grupo de edad.

	<15 años (n=32)	<18 años (n=26)	Adultos (n=38)	ANOVA
Edad (años)	13,8±0,7 [†]	16,3±0,7 ^{**}	26,8±5,6 ^{*†}	$F_{(2,93)} = 130,94, p < 0,001, \eta^2 = 0,738$, grande ES
Masa corporal (kg)	64,7±12,3 [†]	72,2±9,1 ^{**}	87,5±8,3 ^{*†}	$F_{(2,93)} = 47,52, p < 0,001, \eta^2 = 0,505$, grande ES
Altura (m)	1,70±0,08 [†]	1,77±0,08 ^{**}	1,85±0,07 ^{*†}	$F_{(2,93)} = 36,96, p < 0,001, \eta^2 = 0,444$, grande ES
IMC ($kg \cdot m^{-2}$)	22,4±3,8 [‡]	23,0±2,4 [‡]	25,7±2,2 ^{*†}	$F_{(2,93)} = 12,98, p < 0,001, \eta^2 = 0,218$, grande ES
GC (%)	18,7±6,1	16,9±4,5	18,3±3,6	$F_{(2,93)} = 1,07, p = 0,348$
MLG (kg)	52,1±7,6 [†]	59,8±6,6 ^{**}	71,4±5,6 ^{*†}	$F_{(2,93)} = 75,96, p < 0,001, \eta^2 = 0,620$, grande ES
Ratio CC	0,77±0,04 [‡]	0,78±0,05 [‡]	0,81±0,04 ^{*†}	$F_{(2,93)} = 10,81, p < 0,001, \eta^2 = 0,188$, grande ES
Endomorfo	4,5±2,2	3,7±1,5	3,8±1,1	$F_{(2,93)} = 2,10, p = 0,128$
Mesomorfo	4,7±1,4	4,6±1,2 [‡]	5,4±1,1 [†]	$F_{(2,93)} = 4,08, p = 0,020, \eta^2 = 0,081$, medio ES
Ectomorfo	2,7±1,6	2,7±1,2	2,0±0,9	$F_{(2,93)} = 3,61, p = 0,031, \eta^2 = 0,072$, medio ES

IMC: índice de masa corporal; GC: grasa corporal; body fat percentage; MLG: masa libre de grasa; Ratio CC: ratio cintura-cadera; ES: tamaño del efecto. Los símbolos *,† y ‡ muestran las diferencias entre <15, <18 y adultos, respectivamente.

Tabla 2. Características fisiológicas en adolescentes y adultos.

	<15 años (n=32)	<18 años (n=26)	Adultos (n=38)	ANOVA
PWC ₁₇₀ (W.kg ⁻¹)	2,25±0,77 ^{††}	2,98±0,76*	3,04±0,67*	F _(2,90) = 11,54, p < 0,001, η ² = 0,204, grande ES
P _{max} (W.kg ⁻¹)	12,2±2,6 [‡]	12,6±2,6	13,9±2,0*	F _(2,88) = 4,43, p = 0,015, η ² = 0,091, medio ES
P _{media} (W.kg ⁻¹)	7,2±1,2 ^{††}	8,2±0,7*	8,4±0,5*	F _(2,86) = 19,60, p < 0,001, η ² = 0,313, large ES
SAR (cm)	17,6±7,8 [‡]	19,3±9,3	23,4±9,0*	F _(2,93) = 4,11, p = 0,020, η ² = 0,081, medio ES
FM (kg.kg ⁻¹)	1,17±0,26 [‡]	1,30±0,23	1,34±0,18*	F _(2,93) = 5,51, p = 0,006, η ² = 0,106, medio ES
SJ (cm)	26,4±5,2 [‡]	29,4±5,6 [‡]	33,9±4,9 ^{††}	F _(2,90) = 18,04, p < 0,001, η ² = 0,286, grande ES
CMJ (cm)	27,7±5,4 [‡]	30,2±5,8 [‡]	35,8±5,4 ^{††}	F _(2,90) = 19,33, p < 0,001, η ² = 0,300, grande ES
ABK (cm)	32,8±6,8 ^{††}	37,4±6,4 ^{††}	43,6±5,7 ^{††}	F _(2,90) = 24,94, p < 0,001, η ² = 0,357, grande ES
Bosco (W.kg ⁻¹)	23,6±5,1 ^{††}	29,7±5,2 ^{††}	34,3±6,0 ^{††}	F _(2,90) = 32,10, p < 0,001, η ² = 0,416, grande ES

PWC₁₇₀: capacidad de trabajo físico a 170 lat·min⁻¹; P_{max}: potencia máxima estimada en el test fuerza-velocidad; P_{media}: potencia media durante el test de Wingate; SAR: test *sit-and-reach*; FM: fuerza manual; SJ: salto *squat jump*; CMJ: salto con contramovimiento; ABK: salto abalakov; ES: tamaño del efecto. Los símbolos *, † y ‡ muestran las diferencias entre <15, <18 y adultos, respectivamente.

Tabla 3. Respuesta de la frecuencia cardiaca en los test de Wingate y Bosco en adolescentes y adultos.

		<15 años (n=32)	<18 años (n=26)	Adultos (n=38)	ANOVA
WANt	min ⁻¹	186,1±10,1 ^{††}	176,5±10,8*	173,0±12,2*	F _(2,86) = 11,84, p < 0,001, η ² = 0,216, grande ES
	%	90,2±5,0 [†]	86,7±5,3*	89,4±5,9	F _(2,86) = 3,16, p = 0,048, η ² = 0,069, medio ES
Bosco	min ⁻¹	169,2±13,4 ^{††}	156,5±12,9*	159,2±13,9*	F _(2,86) = 7,32, p = 0,001, η ² = 0,148, grande ES
	%	82,1±6,5 [†]	76,8±6,3 ^{††}	82,1±6,7 [†]	F _(2,86) = 5,65, p < 0,005, η ² = 0,119, medio ES

Los símbolos *, † y ‡ muestran las diferencias entre <15, <18 y adultos, respectivamente.

Los valores medios de los parámetros de composición corporal muestran diferencias significativas (<15, <18 y adultos), sobre todo en masa corporal, talla, IMC, MLG y Ratio CC (Tabla 1). Los resultados a nivel antropométrico están en línea de los valores mostrados en investigaciones anteriores, destacando un aumento en la altura según pasan los años (Tabla 1). Más concretamente, son diversos los estudios que muestran una altura media en torno a 1,68-1,75 m en <15 años^{2,12}, en torno a 1,77 m en <18 años²² y entre 1,81 a 1,92 m en adultos^{3,7,10,23}. A su vez, se han mostrado diferencias estadísticamente significativas en la talla entre jugadores de nivel élite y de menor nivel²³. Esto podría indicar que la madurez biológica entre los jugadores no se alcanza hasta que no son adultos.

De manera similar, la evolución de la masa corporal se relacionada con la edad de los jugadores de balonmano (Tabla 1). En la literatura, estos valores se sitúan entre 40 a 70 kg en <15 años^{2,11}; alrededor de 69 kg en <18 años y entre 78 a 96 kg en adultos^{2,3,5,7,10,23-25}. Savucu (26) sugieren que los jugadores de balonmano de mayor estatura y peso tienen la capacidad de alcanzar una mayor velocidad en el lanzamiento en salto, que es esencial en este deporte.

Similar a las variables antropométricas anteriores, los resultados medios de IMC fueron muy similares en comparación con investigaciones previas. En <15 años, el rango de datos se realiza entre 22 a 23 kg/m²⁽²⁾, en <18 años es en torno a 22 kg/m²⁽²²⁾ y entre 24 - 25 kg/m² en adultos^{3,7,9,10}. Aunque el IMC puede ser un indicador erróneo para

determinar el grado de obesidad²⁷, si es cierto que puede proporcionar información valiosa observando la evolución a lo largo de la edad y, a su vez, viendo la relación de IMC con la grasa corporal, tal y como se indica en otros deportes de equipo²⁸. Otro punto importante acerca de los parámetros de composición corporal, según Visnapuu and Jürimäe²², indican que la altura, la masa corporal y el IMC, son más importantes en los jugadores de balonmano, que otras variables como puede ser la fuerza de prensión manual.

La evolución de la grasa corporal a través de la edad no muestra el mismo patrón que las variables anteriores (Tabla 1). De hecho, nuestros datos no concuerdan con los descritos por Ilnziaten *et al.*¹¹, quienes exponen que el porcentaje de grasa corporal desciende a lo largo de la edad y nivel competitivo en jugadores de balonmano, de forma similar a otros deportes de equipo como el fútbol²⁸. Si es cierto que nuestros valores fueron similares a propuesta de Nikolaidis & Karydis²⁹, quienes indican que la evolución de la grasa corporal a lo largo de la edad no tiene por qué ser lineal. A su vez, la grasa corporal hallada es ligeramente superior a estudios anteriores, donde en <15 años se sitúa entre el 14 a 16%¹¹ y en adultos de entre el 11 y 15%^{3,5,7,10,23-25}. Un alto porcentaje de grasa corporal tiene un efecto negativo sobre el rendimiento y la salud en deportes de equipo²⁸, por lo que tanto jugadores como entrenadores deben estar pendiente de ello.

La masa grasa también es un parámetro interesante con respecto al crecimiento³⁰. La masa libre de grasa aumenta a lo largo de los grupos

de edad determinados en este estudio, tal y como indican investigaciones anteriores^{11,28}. En concreto, el grupo de adultos (71,4 kg) están en línea con las propuestas de otros estudios que la sitúan entre 65 y 82 kg^{3,5,29,31}. En nuestro estudio, se muestran diferencias altamente significativas entre los grupos, incluso de forma más notable que el incremento del ratio CC hacia la edad adulta. En estudios previos se ha observado como jugadores de élite eran más altos y tenían más masa libre de grasa en comparación con jugadores aficionados³². Ilnziaten et al.¹¹ indican una posible relación causal entre el entrenamiento a lo largo de la infancia y la adolescencia, y una tendencia a poseer una constitución más sana, es decir, menos grasa corporal y mayor masa muscular. Se sugiere que diferencias en la masa libre de grasa, puede conllevar a mayores diferencias en variables como fuerza y potencia, lo que provoca una mejora de la masa muscular hacia la edad adulta. Vila et al.⁴ indican que la masa muscular es importante para los jugadores de balonmano, ya que un mayor peso y fuerza muscular puede ser una ventaja cuando se lucha contra los defensores en la línea de 6 metros. Una mayor fuerza y potencia máxima en jugadores de élite implica tener ventaja en acciones básicas del balonmano como es el bloqueo, golpear, empujar y conseguir posesión³³.

Los componentes de endomorfa y ectomorfa del somatotipo mostraron valores significativos entre <15 años y <18 años, no existiendo diferencias respecto a los adultos (Tabla 1). Sin embargo, el componente mesomórfico se incrementó notablemente entre el grupo de <18 años y el grupo de adultos. Resultados similares hallaron Nikolaidis y Karydis²⁹ donde el factor endomorfo y ectomorfo disminuyó a lo largo de la adolescencia, mientras el factor mesomorfo aumentó.

Bayios et al.³⁴ demostraron que los jugadores de balonmano tenían valores más altos en el componente mesomórfico y endomórfico y menos en el ectomórfico que jugadores de baloncesto y voleibol, en línea con nuestros resultados (Tabla 1). A su vez, si estos datos se observan con otros deportes de equipo, se observa como los jugadores de balonmano muestran valores más altos en grasa corporal, componente endomórfico y mesomórfico, siendo más patente en la comparación entre géneros^{4,29,30,34,35}. Asimismo, el valor más bajo se obtuvo en el componente ectomórfico (Tabla 1), en línea con los resultados expuestos en Vila et al.⁴. Son diversos los autores que hacen hincapié en este hecho, indicando que las características antropométricas de los jugadores de balonmano son importantes porque existen repetidas acciones de contacto físico y un gran número de colisiones que implica que pequeñas diferencias en estos componentes sea o no una ventaja⁹.

Características fisiológicas

Se observa un incremento según avanza la edad en todas las variables relacionadas con la valoración funcional del jugador (Tabla 2). Respecto por ejemplo a la fuerza de presión manual, se han hallado valores en jugadores entorno a 171 y 285 N en menores de 15 años y entre 414 y 472 N en menores de 18 años²², observándose un incremento según la edad. Estas diferencias en la fuerza de presión manual de élite son superiores en comparación con jugadores aficionados³². En consonancia con esto, se encontraron diferencias significativas entre los menores de 15 años y los adultos. La FM parece estar relacionada con parámetros antropométricos, donde se observa que los jugadores

más altos y con una masa corporal mayor son más propensos a tener mejores resultados en esta variable²². Por lo tanto, el control de este parámetro podría ser útil a los entrenadores. No hay que olvidar que la capacidad de agarrar la pelota es esencial en el balonmano⁴, por lo que la fuerza parece ser crucial para el éxito en este deporte, con el fin de lanzar y controlar el balón durante el partido. Estas conclusiones son compatibles con otros estudios, donde se indica que la velocidad y la precisión del tiro se consideran unos de los elementos más importantes en el balonmano³², aspecto asociado con la capacidad de agarrar y por tanto obtener un valor alto en la fuerza de presión manual.

Los valores medios del test *sit-reach* muestra que el resultado aumenta desde los jóvenes a los adultos. Los resultados obtenidos pueden parecer bajos (Tabla 2), pero están dentro de lo que han propuesto otros autores. Los datos oscilan entre 15 a 34 cm en menores de 15 años, estando los mejores de 18 años en torno a 32 cm. Los resultados en las mujeres son más altos en ambas edades, entre 31 y 39 cm^{2,8,12,28}. Llama la atención que los valores vayan aumentando, sin mostrar significación estadística entre el grupo de menos de 15 y 18 años, pero sí de estos dos respecto al grupo de adultos (Tabla 2). Es interesante esta variable porque el incremento es aproximadamente un 24% desde <15 años hasta el grupo de adultos. Puede ser que el entrenamiento de balonmano a lo largo de los años mejore esta cualidad por la especificidad del entrenamiento. Si es cierto que una de las limitaciones de este estudio es que no se ha valorado la carga de entrenamiento que los jugadores han realizado, es decir, cantidad de entrenamiento destinado a la fuerza o resistencia, por lo que sería interesante valorarlo porque en una cualidad que tiende a disminuir con el paso del tiempo, que aumente puede ser debido a un mayor carga de entrenamiento según se incrementa la especialización.

Se observa cómo la capacidad de salto se incrementa según el grupo de edad en todos los saltos evaluados (Tabla 2). Los jugadores adultos obtienen en el salto SJ valores en torno a 32-35 cm, similares a otros estudios³⁶. Con respecto a CMJ, se muestran resultados similares en jugadores de fútbol menores de 15 años, entre 30 a 34 cm²⁸, y en adultos, con un rango entre 34 - 40 cm^{3,36,37}. Un deporte como el balonmano implica la necesidad de saltar al máximo y lanzar a la máxima velocidad^{3,12,26}, de ahí que tenga su lógica que a lo largo de los años de entrenamientos, estas variables se vean aumentadas. Nuestros resultados revelan que la masa muscular parece ser un factor importante fundamentalmente asociada al rendimiento en el salto. En línea con esto Sporis, Vuleta¹⁰ señalaron la asociación entre el peso y la masa grasa con la prueba de salto. Por lo tanto, estos resultados marcan la importancia de desarrollar la capacidad de salto desde la adolescencia, controlando la mejora en la masa muscular, para un mayor éxito en la etapa adulta.

Haciendo un análisis a lo largo del tiempo, se aprecia como los porcentajes de mejora del grupo <15 años al grupo de <18 años, está en un intervalo del 8-12%; siendo para el grupo de adultos una diferencia en torno al 22-24%. Con lo cual, la capacidad de salto se incrementa de forma paulatina según aumenta la edad y el grado de especialización.

En este sentido, respecto a la potencia, la mejora a lo largo de la edad obtiene valores más altos, es decir, cambios del 20% en los grupos de menos edad y hasta de un 31% de mejora para el grupo de adultos. Es conocido que programas de entrenamiento entre 6 y 10 semanas pueden mejorar la potencia³⁸. Souhail et al.³⁹ muestran como la potencia

aeróbica está relacionada con la distancia cubierta durante el juego; y en este sentido un jugador adulto recorre dos veces la distancia respecto a los adolescentes en un partido⁴⁰. Teniendo en cuenta el carácter intermitente de este deporte de equipo, se ha declarado que rendimiento se asocia con la capacidad de producir salida de alta potencia durante un corto duración de tiempo (potencia anaeróbica) y la capacidad para recuperarse entre tales alta intensidad acciones (potencia aeróbica)⁴¹. Esto se observa en las diferencias estadísticamente significativas entre grupos de edad (Tabla 2), marcando mayores diferencias entre formación y el grupo de adultos en esta cualidad que en el salto.

A su vez, se observa una adaptación cardiovascular a lo largo de la edad (Tabla 3). Wagner *et al.*⁴² manifiestan la necesidad del control de parámetros cardiovasculares por su gran implicación en la competición de balonmano. Esto es un parámetro de vital importancia para ser más efectivo en el juego. Las diferencias entre grupos, a pesar de ser significativas, lo hacen con mayor presencia que en otras cualidades.

Por lo tanto, los valores antropométricos y fisiológicos son muy similares a los datos existentes en la literatura en jugadores de balonmano de la misma edad, sin embargo, desde nuestro punto de vista, los entrenadores deben centrarse en algunos parámetros que pueden ser de gran utilidad. En primer lugar, se debería tener en cuenta algunas características antropométricas (por ejemplo jugadores más altos con mayor mesomorfo y menor FFM), porque es probable que este perfil pueda tener un mejor rendimiento en el futuro. Bases de datos que incluyesen información sobre diferentes edades, facilitaría valores de referencia para el entrenador y su evolución a lo largo del tiempo. En segundo lugar, hay que destacar los datos de potencia y fuerza, ya que los porcentajes de mejora a lo largo de los grupos de edad, puede servir como inicio para conocer la evolución de estas variables en jugadores de balonmano y que esto permita ajustar mejor la planificación a lo largo del tiempo. La mayoría de los hallazgos en el presente estudio se centran en la importancia de la formación a lo largo de los años, la mejora física, fisiológica y antropométrica, sobre todo el rendimiento del salto, la masa muscular y menor FFM, que son vitales para el éxito de balonmano.

Por lo tanto, se concluye que existen diferencias entre los grupos de edad, donde entre las mismas destacan características antropométricas (jugadores con mayor talla, mayor componente mesomorfo y menos MLG), mayor capacidad de salto en sus diferentes variantes que se muestran en torno al 22-24% para la edad adulta; mientras que la potencia lo hace entorno al 30%. Se destaca el incremento a lo largo del tiempo de la flexibilidad; así como una frecuencia cardíaca sub-máxima más eficiente a lo largo de la edad. Estos datos pueden contribuir al mejor conocimiento por parte de los entrenadores de la evolución de las características físicas y fisiológicas en una especialidad como el balonmano.

Bibliografía

- Hasan AA, Reilly T, Cable NT, Ramadan J. Anthropometric profiles of elite Asian female handball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2007;47(2):197-202.
- El-Din HG, Zapartidis I, Ibrahim H. A comparative study between talented young greek and german handball players in some physical and anthropometric characteristics. *Biol Sport*. 2011;28(4):245-8.
- Moncef C, Said M, Olfa N, Dagbaji G. Influence of Morphological Characteristics on Physical and Physiological Performances of Tunisian Elite Male Handball Players. *Asian J Sports Med*. 2012;3(2):74-80.
- Vila H, Manchado C, Rodriguez N, Abalades JA, Alcaraz PE, Ferragut C. Anthropometric profile, vertical jump, and throwing velocity in elite female handball players by playing positions. *J Strength Cond Res*. 2012;26(8):2146-55.
- Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Gonzalez-Badillo JJ, Izquierdo M. Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(2):357-66.
- Cuadrado-Reyes J, Ríos LJC, Ríos JC, Martín-Tamayo I, Aguilar-Martínez D. Rate of perceived exertion to monitor training load over a season in a handball team. *Rev de Psicol Deporte*. 2012;21(2):331-9.
- Chaouachi A, Brughelli M, Levin G, Boudhina N, Cronin J, Chamari K. Anthropometric, physiological and performance characteristics of elite team-handball players. *J Sports Sci*. 2009;27(2):151-7.
- Zapartidis I, Nikolaidou ME, Varelzlis I, Kororos P. Sex differences in the motor abilities of young male and female handball players. *Biol Sport*. 2011;28(3):171-6.
- Hasan A, Rahaman J, Cable N, Reilly T. Anthropometric profile of elite male handball players in Asia. *Biol Sport*. 2007;24(1):3-12.
- Sporis G, Vuleta D, Vuleta D, Jr., Milanovic D. Fitness profiling in handball: physical and physiological characteristics of elite players. *Col Antropol*. 2010;34(3):1009-14.
- Ibnziani A, Poblador M, Leiva A, Gómez J, Viana B, Noguera F, *et al*. Body composition in 10 to 14-year-old handball players. *Eur J Anat*. 2012;6(3):153-60.
- Zapartidis I, Varelzlis I, Gouvali M, Kororos P. Physical fitness and anthropometric characteristics in different levels of young team handball players. *Open Sports Sci J*. 2009;2:22-8.
- Malina RM, Geithner CA, O'Brien R, Tan SK. Sex differences in the motor performances of elite young divers. *Ital J Sport Sci*. 2005;1:2:18-23.
- Parizkova J. Lean body mass and depot fat during autogenesis in humans. In: Parizkova J, Rogozkin V, editors. *Nutrition, Physical Fitness and Health: International Series on Sport Sciences*. Baltimore: University Park Press; 1978;22-6.
- Heath BH, Carter JEL. A modified somatotype method. *Am J Phys Anthropol*. 1967;27:57-74.
- Wells KF, Dillon EK. The sit and reach. A test of back and leg flexibility. *Res Quart Exerc Sport*. 1952;23:115-8.
- Adam C, Klissouras V, Ravazzolo M, Renson R, Tuxworth W. The Eurofit Test of European Physical Fitness Tests. Strasbourg. Council of Europe; 1988. 20.
- Aragon-Vargas LF. Evaluation of four vertical jump tests: Methodology, reliability, validity, and accuracy. *Meas Phys Educ Exerc Sci*. 2000;4:215-28.
- Sands WA, McNeal JR, Ochi MT, Urbanek TL, Jenni M, Stone MH. Comparison of the Wingate and Bosco anaerobic tests. *J Strength Cond Res*. 2004;18(4):810-5.
- Vandewalle H, Peres G, Heller J, Monod H. All out anaerobic capacity tests on cycle ergometers, a comparative study on men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1985;54(2):222-9.
- Bar-Or O, Skinner JS. Wingate anaerobic test. Champaign. *Human Kinetics*; 1996. 35.
- Visnapuu M, Jürimäe T. Handgrip strength and hand dimensions in young handball and basketball players. *J Strength Cond Res*. 2007;21(3):923-9.
- Hermassi S, Chelly MS, Fathloun M, Shephard RJ. The effect of heavy-vs. moderate-load training on the development of strength, power, and throwing ball velocity in male handball players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(9):2408-18.
- Rannou F, Prioux J, Zouhal H, Gratas-Delamarche A, Delamarche P. Physiological profile of handball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2001;41(3):349-53.
- 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(3):399-405.
- Savucu Y. Effect of long-term training on physical and hematological values in young female handball players. *Afric J Microbiol Res*. 2012;6(5):1018-23.
- Ode JJ, Pivarnik JM, Reeves MJ, Knous JL. Body mass index as a predictor of percent fat in college athletes and nonathletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(3):403-9.
- Nikolaidis PT. Elevated body mass index and body fat percentage are associated with decreased physical fitness in soccer players aged 12-14 years. *Asian J Sports Med*. 2012;3(3):168-74.
- Nikolaidis P, Karydis N. Physique and body composition in soccer players across adolescence. *Asian J Sports Med*. 2011;2(2):75-82.
- Gil SM, Gil J, Ruiz F, Irazusta A, Irazusta J. Physiological and anthropometric characteristics of young soccer players according to their playing position: relevance for the selection process. *J Strength Cond Res*. 2007;21(2):438-45.

31. Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Izquierdo M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med*. 2005;26(3):225-32.
32. Lidor R, Ziv G. Physical and Physiological Attributes of Female Team Handball Players - A Review. *WSPAJ*. 2011;20(1):23-38.
33. Granados C, Izquierdo M, Ibanez J, Bonnabau H, Gorostiaga E. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handball players. *Int J Sports Med*. 2007;28(10):860-7.
34. Bayios I, Bergeles N, Apostolidis N, Noutsos K, Koskolou M. Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. *J Sports Med Phys Fitness*. 2006;46(2):271-80.
35. Malina R, Pena-Reyes M, Eisenmann J, Horta L, Rodrigues J, Miller R. Height, mass and skeletal maturity of elite Portuguese soccer players aged 11-16 years. *J Sports Sci*. 2000;18(9):685-93.
36. Cherif M, Said M, Chaatani S, Nejlaoui O, Gomri D, Abdallah A. The effect of a combined high-intensity plyometric and speed training program on the running and jumping ability of male handball players. *Asian J Sports Med*. 2012;3(1):21-8.
37. Cardoso Marques MA, González-Badillo JJ. In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *J Strength Cond Res*. 2006;20(3):563-71.
38. Ziv G, Lidor R. Physical characteristics, physiological attributes, and on-court performances of handball players: A review. *Eur J Sport Sci*. 2009;9(6):375-86.
39. Souhail H, Castagna C, Mohamed HY, Younes H, Chamari K. Direct validity of the yo-yo intermittent recovery test in young team handball players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(2):465-70.
40. Chelly MS, Hermassi S, Aouadi R, Khalifa R, Tillaar RVD, Chamari K, et al. Match analysis of elite adolescent team handball players. *J Strength Cond Res*. 2011;25(9):2410-7.
41. Povoas SC, Seabra AF, Ascensao AA, Magalhaes J, Soares JM, Rebelo AN. Physical and physiological demands of elite team handball. *J Strength Cond Res*. 2012;26(12):3365-75.
42. Wagner H, Finkenzeller T, Würth S, Von Duvillard SP. Individual and team performance in team-handball: A review. *J Sports Sci Med*. 2014;13(4):808-16.