

# ANÁLISIS DE LAS MODIFICACIONES QUE SE PRODUCEN A LO LARGO DE UNA TEMPORADA SOBRE LA FUERZA EXPLOSIVA DEL TREN INFERIOR Y LA FUERZA ISOMÉTRICA MÁXIMA DEL TREN SUPERIOR EN JUGADORES DE BALONMANO EN ETAPAS DE FORMACIÓN

Ignacio Polo Más, Carlos Castellar Otín, Marta Rapún López,  
Irene Coll Risco, Francisco Pradas de la Fuente  
Universidad de Zaragoza

## Resumen

El balonmano es un deporte que se encuentra íntimamente ligado a la capacidad de salto y a los lanzamientos. Estas habilidades se encuentran presentes de forma constante tanto en acciones de ataque como de defensa, pudiendo considerarse ambas habilidades como factores clave del rendimiento específico en esta modalidad deportiva. El objetivo de esta investigación fue valorar las modificaciones que se producen en la fuerza explosiva del tren inferior y la fuerza isométrica máxima del tren superior entre el inicio (pretest) y el final (postest) de una temporada. Un total de 67 jugadores masculinos con edades comprendidas entre los 13 y 18 años ( $15,3 \pm 1,59$  años) participaron en el estudio, distribuyéndose la muestra en tres categorías: infantil (12 a 14 años), cadete (14 a 16 años) y juvenil (16 a 18 años). Para estudiar las manifestaciones de la fuerza se utilizaron diferentes saltos pertenecientes a la batería de Bosco y un test de dinamometría manual.

Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en la dinamometría manual del brazo dominante en la categoría infantil y en la del brazo no dominante en la categoría cadete entre el pretest y el postest. Asimismo se hallaron diferencias estadísticamente significativas en todas las categorías al comparar el brazo dominante con el no dominante. Los resultados obtenidos tras el análisis de la fuerza explosiva del tren inferior muestran diferencias significativas entre el pretest y el postest para las variables CMJ, DJ y RJ en categoría infantil y CMJ y RJ para la categoría cadete.

Los resultados indican que los mejores valores en todas las variables de fuerza estudiadas se obtuvieron en la categoría juvenil. A menor categoría menores niveles de fuerza en el tren infe-

rior y superior. Sin embargo, a mayor categoría, las diferencias de fuerza entre brazos son más elevadas hacia el brazo dominante encontrándose una mayor descompensación muscular. El análisis de manera sistematizada de la evolución de la capacidad de salto puede constituir un perfecto indicador individual del nivel general del rendimiento físico en categorías inferiores.

### **Palabras clave**

Balonmano, adolescentes, dinamometría manual, test de Bosco.

### **Abstract**

Handball is a sport closely linked to jumping and throwing capacities. These skills that are frequently found in both attack and defensive actions can be considered essential when performing this sport. The purpose of this study was to evaluate the changes in the explosive strength of the lower limbs and the maximal isometric strength of the upper limbs that take place at the beginning (pre-test) and at the end (post-test) of the season. A total of 67 male players aged between 13 and 18 years ( $15,3 \pm 1,59$  years) participated in this study and were divided into three age categories: pre-cadet (12 to 14 years old), cadet (14 to 16 years old) and junior (16 to 18 years old). Different jumps belonging to the Bosco test and a manual dynamometry test were used to study the strength manifestations both in the pre-test and in the post-test.

Significant differences in the manual dynamometry were found ( $p < 0,05$ ) in the dominant arm of the pre-cadet category and in the non/dominant arm of the cadet category when comparing the pre-test and the post-test. Likewise, statistically significant differences were found in all the tested categories when comparing the dominant and non-dominant arm. Results achieved when evaluating the explosive strength of the lower limbs, showed significant differences between the pre and post-test for CMJ, DJ and RJ in the pre-cadet category and CMJ and RJ in the cadet category.

The junior category achieved the best overall results, independently of the tested variable. The lower the category, the lower the strength levels of the upper and lower limbs. Nevertheless, the greater the category, the larger the strength differences between both arms, and the greater the muscular decompensation. The systematic analysis of the evolution of jumping maybe a suitable individual indicator of the physical performance in lower categories.

### **Keywords**

Handball, adolescents, manual dynamometry, Bosco test.

## 1. Introducción

El balonmano es una disciplina deportiva incluida dentro de los denominados juegos deportivos colectivos, designación que comprende especialidades como el fútbol, el baloncesto, el voleibol, el hockey o el waterpolo (Garganta, 1994). Durante los últimos años el balonmano ha ido adquiriendo un mayor protagonismo en el ámbito educativo, de ocio y muy especialmente en el competitivo. En la actualidad el balonmano se practica de manera habitual en diferentes ligas de carácter profesional o semiprofesional, siendo además una especialidad deportiva que se aborda en el currículum de la Enseñanza Secundaria Obligatoria de la Educación Física (Boletín Oficial del Estado, 2006) dentro del bloque de contenidos “Juegos y Deportes”.

Ligado al creciente interés que suscitan los deportes colectivos se han realizado diferentes investigaciones con el fin de precisar cuáles son los factores que determinan el rendimiento en balonmano. Los planteamientos actuales nos indican que el resultado de la actividad competitiva en este deporte es el resultado de una integración coordinada de diferentes factores asociados al rendimiento (Bayer, 1987; Chiroso, 1998). Seirul-lo (1993) considera al jugador de balonmano como una estructura hipercompleja conformada por la presencia de aspectos condicionales, coordinativos y cognitivos. En este sentido, Gorostiaga, Granados, Ibáñez, González-Badillo e Izquierdo (2006) señalan que los factores determinantes para el éxito competitivo en los jugadores de balonmano dependen, además de las habilidades técnico-tácticas y las características antropométricas, de altos niveles de fuerza, potencia y velocidad de lanzamiento.

Sin embargo, para obtener el máximo rendimiento en este deporte es indispensable analizar cuáles son las prestaciones necesarias que ha de tener un jugador de balonmano. En este sentido es preciso investigar las acciones de juego que se producen durante la práctica competitiva. Diversos estudios se han centrado en analizar lo que ocurre a lo largo de un partido de balonmano, concluyendo que a lo largo de las dos partes de las que se compone un encuentro, se alternan acciones de corta duración y de gran intensidad durante las cuales los deportistas corren, saltan y lanzan el balón, con otras de menor intensidad y de pausas tales como son los bloqueos, golpes y empujes. Los momentos decisivos del juego se producen durante el primer grupo de acciones (Carter, Ross, Aubry, Hebblelinck y Borms, 1982; Gutiérrez 1987).

Para el óptimo desarrollo de dichas acciones es necesario que los jugadores presenten una serie de cualidades y una determinada condición física. Tal y como indica Moreno (2004), son las capacidades relacionadas con la velocidad, es decir, la velocidad de desplazamiento, la velocidad en las acciones, la capacidad de salto y la capacidad de lanzamiento, las capacidades físicas más influyentes en el rendimiento de dicho deporte, y a su vez las menos modificables por el entrenamiento. La velocidad de lanzamiento está condicionada por una serie de factores

dentro de los que destacan la fuerza y potencia muscular, tanto del miembro superior como del miembro inferior, siendo necesarios altos niveles de fuerza aplicada para poder incrementar la potencia del lanzamiento del balón (Gorostiaga, Izquierdo, Iturralde, Ruesta e Ibáñez, 1999; Toumi, Best, Martin y Poumarat, 2004).

Por esta razón, el objetivo principal del presente estudio ha sido valorar en jugadores de balonmano en etapas de formación las modificaciones que se producen en la fuerza explosiva del tren inferior y la fuerza isométrica máxima del tren superior entre el inicio (pretest) y el final (postest) de una temporada.

## 2. Material y método

### 2.1. Sujetos

Un total de 67 jugadores masculinos con edades comprendidas entre los 13 y 18 años ( $15,3 \pm 1,59$  años) participaron en este estudio. La muestra se distribuyó en tres categorías en función de la edad cronológica: infantil ( $n=23$ ; edad=  $13,6 \pm 0,49$  años), cadete ( $n=27$ ; edad=  $15,3 \pm 0,49$  años) y juvenil ( $n=17$ ; edad=  $17,5 \pm 0,5$  años).

Todos los deportistas participantes en el estudio tenían una experiencia previa de entre 2 y 5 años, entrenando de manera regular 2 veces por semana y jugando un partido de competición una vez a la semana. Las características descriptivas de la muestra se presentan en la tabla 1.

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MUESTRA.

	n	Edad (años)	Peso (kg)	Talla (cm)
Infantil	23	$13,6 \pm 0,49$	$59,90 \pm 8,59$	$1,64 \pm 0,07$
Cadete	27	$15,3 \pm 0,49$	$65,59 \pm 8,67$	$1,72 \pm 0,06$
Juvenil	17	$17,5 \pm 0,5$	$69,35 \pm 8,72$	$1,76 \pm 0,06$
Total	67	$15,3 \pm 1,59$	$64,52 \pm 9,52$	$1,70 \pm 0,08$

Todos los sujetos objeto de estudio colaboraron de manera voluntaria en este estudio, siendo informados de toda la metodología y pormenores concernientes a esta investigación, tras lo cual dieron su consentimiento por escrito antes de su participación. En aquellos casos en los

que los deportistas eran menores de edad debían aportar la correspondiente autorización firmada por uno de sus padres.

## **2.2. Instrumentos**

El material utilizado para la realización de este estudio consistió en una plataforma de salto modelo Musclelab Bosco System® 4000e (Ergotest Technology, Noruega), un cajón de madera de 20 cm de altura, una báscula y un tallímetro para la medición del peso y la talla (modelo Seca 714, con precisión de 100 g y 1 mm, respectivamente) y un dinamómetro digital de agarre manual ajustable modelo Takei 5101 (Takei Scientific Instruments Co. LTD, Japan).

## **2.3. Protocolos**

La evaluación de los deportistas se realizó en tres sesiones diferentes. En cada sesión se citaba a todos los jugadores que pertenecían a una misma categoría. Se analizaron las siguientes variables: fuerza explosiva del tren inferior y fuerza isométrica máxima manual.

Para estudiar las manifestaciones de la fuerza del tren inferior se seleccionaron diferentes saltos pertenecientes a la batería de Bosco (Bosco, 1994). El Test de Bosco es un método basado en el ciclo estiramiento-acortamiento que permite evaluar la fuerza explosiva dinámica. Está compuesto por una serie de saltos, cada uno de los cuales tiene unas aplicaciones específicas. Los saltos seleccionados para la realización del estudio fueron los siguientes: Countermovement Jump, Squat Jump, Abalakov, Drop Jump desde 20 cm y Repeat Jump durante 15 segundos.

Todos los deportistas realizaron un calentamiento estandarizado de 10 minutos de duración previo a la ejecución de cada uno de los saltos. Se realizaron tres intentos para cada salto considerándose el promedio de todos los saltos. A continuación se describen con más detalle los diferentes tipos de saltos efectuados:

- Squat Jump (SJ). Se trata de realizar un salto partiendo de una posición semiflexionada (flexión de rodillas a 90°) sin movimiento hacia abajo. El movimiento debe efectuarse con las manos sobre las caderas y el tronco recto. El SJ consiste en la realización de un salto vertical máximo partiendo de la posición de flexión de piernas de 90°, sin ningún tipo de rebote o contramovimiento. Los miembros superiores tampoco intervienen en el salto puesto que las manos deben permanecer en la cadera desde la posición inicial hasta la finalización del salto. El sujeto, en la fase de vuelo, debe mantener el cuerpo erguido, las piernas extendidas y los pies en flexión plantar, efectuando la caída en el mismo lugar

de inicio, con los brazos fijados en la cadera. A partir de los resultados obtenidos se valora la fuerza explosiva.

- Counter Movement Jump (CMJ). El sujeto debe partir de la posición de pie, con las manos sujetas a las caderas, donde permanecen desde la posición inicial hasta el final del salto. Se trata de realizar un movimiento rápido de flexo-extensión de las rodillas, formando durante el mismo un ángulo de 90° con las rodillas, e inmediatamente ejecutar un salto vertical máximo. Se provoca, por tanto, un estiramiento muscular que se traduce por una fase excéntrica. La diferencia con el SJ es que se aprovecha la energía elástica. Mide la fuerza elástico-explosiva.
- Abalakov (ABK). es prácticamente igual al CMJ pero con ayuda de brazos. En este salto los brazos se encuentran totalmente extendidos por detrás del tronco para llevarse de manera coordinada y explosiva hacia delante y arriba de manera sincronizada con la semiflexión-extensión de las piernas. Mide la fuerza reflejo- elástico-explosiva pero con ayuda de brazos.
- Drop Jump (DJ). Se trata de efectuar un salto luego de una caída (después de caer hay que realizar el máximo impulso para elevarse lo más rápido posible) desde una altura determinada, partiendo de una posición con piernas extendidas y con un movimiento hacia abajo. El movimiento continuo debe efectuarse con las manos sobre las caderas y el tronco recto. La caída se lleva a cabo adelantando una pierna y a continuación la otra, sin impulsarse. El test está estandarizado sobre cinco alturas de caída (20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm y 100 cm). En nuestro trabajo se ha seleccionado el DJ<sub>20</sub> cm por ser el más fácil de ejecutar y el que conlleva menor probabilidad de provocar lesiones. Mide la manifestación reflejo-elástico-explosiva de la fuerza.
- Repeat Jump durante 15 segundos (RJ<sub>15</sub>). El deportista se coloca en la zona de salto e inicia su acción muscular, descendiendo en contramovimiento, con los brazos apoyados en la cintura. Tiene que saltar durante 15 segundos tratando de alcanzar alturas máximas durante cada salto con el menor tiempo de contacto posible. Mide la potencia anaeróbica láctica desarrollada en 15 segundos.

Además del análisis de la fuerza activa y reactiva de la fuerza del tren inferior también se estudió la fuerza isométrica máxima de los antebrazos. Esta capacidad se determinó mediante el test de prensión manual o dinamometría manual. Previamente a la realización de esta prueba se calculó la longitud óptima del agarre en base a la fórmula propuesta por Ruiz, Mesa, Gutiérrez y Castillo (2002). Para su ejecución el dinamómetro se sujetó en línea con el antebrazo, no teniendo que tocar en ningún momento el cuerpo, con el brazo totalmente extendido hacia abajo y formando un ángulo de 30° con respecto al tronco. Se trata de aplicar

la mayor fuerza de presión posible. Cada sujeto realizó tres intentos con ambas mano, con intervalos de 1 min de descanso entre cada ejecución. Para la realización del análisis de los datos se tomó el valor máximo.

### 2.4. Análisis estadístico

Para cada variable objeto de estudio se hallaron los valores descriptivos de tendencia central y de dispersión más habituales (media, desviación típica). Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para definir el tipo de distribución de cada una de las variables consideradas, cumpliendo todas ellas el criterio de normalidad. Atendiendo a los resultados de esta prueba y con la intención de establecer una comparativa entre los tests aplicados, se utilizó metodología paramétrica (Prueba T de Student para muestras relacionadas y análisis de la varianza). El análisis de los resultados se ha llevado a cabo mediante el paquete estadístico SPSS 15.0 para Windows considerándose un nivel de significación de  $p < 0,05$ .

### 3. Resultados

Los resultados correspondientes a las pruebas realizadas durante el inicio (pretest) y fin de la temporada (postest) se muestran en la tabla 2 y 3 respectivamente. Para averiguar los niveles de fuerza en el tren superior se analizó la fuerza máxima de prensión manual.

TABLA 2. RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS DEPORTISTAS AL INICIO DE LA TEMPORADA (PRETEST)

		Dinamometría (Kg)		Test de Bosco (cm)				
	n	DBD	DBND	SJ	CMJ	ABK	DJ <sub>20</sub>	RJ <sub>15</sub>
Infantil	23	27,1 ±6,2	23,2 ±6,1	24,6 ±5,6	27,9 ±5,6	32,6 ±5,9	23,3 ±5,2	16,2 ±3,3
Cadete	27	37,3 ±6,8	32,6 ±6,4	29,7 ±6	32,3 ±5,6	37,6 ±5,8	28,7 ±6,2	19,6 ±4,3
Juvenil	17	41,7 ±7,7	37,2 ±6,9	31,3 ±5,3	36,7 ±4,8	41,6 ±5,4	34,2 ±5,8	26,1 ±2,6

TABLA 3. RESULTADOS OBTENIDOS POR LOS DEPORTISTAS AL FINALIZAR LA TEMPORADA (POSTEST)

		Dinamometría (Kg)		Test de Bosco (cm)				
	n	DBD	DBND	SJ	CMJ	ABK	DJ <sub>20</sub>	RJ <sub>15</sub>
Infantil	23	28,4 ±6,4	23,5 ±6,1	25,4 ±5,5	28,7 ±5,6	32,3 ±5,1	26,9 ±5,1	18 ±4

Cadete	27	38,6 ±7,3	34,4 ±6,6	30,4 ±5,9	34,1 ±5,7	38,9 ±5,8	29,7 ±6,6	22,8 ±4
Juvenil	17	44,3 ±6,5	38,6 ±4,5	33 ±6,7	37,7 ±5,2	42,2 ±5,1	33,8 ±6,2	26,9 ±4

En la figura 1 se presentan agrupados por categorías los valores obtenidos al inicio y al final de la temporada para la variable fuerza isométrica del antebrazo de la extremidad dominante. En todos los casos los mayores valores coinciden con el final de la temporada, habiéndose encontrado diferencias estadísticamente significativas ( $p=0,019$ ) entre el pretest y el posttest en los sujetos de categoría infantil.

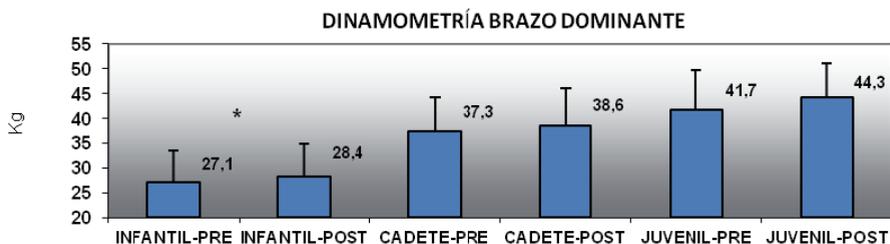


Figura 1. Valores de la fuerza isométrica máxima del antebrazo del brazo dominante de cada uno de los grupos al inicio y al final de la temporada.  $p<0,05$  (\*).

Si comparamos por categorías los resultados obtenidos al finalizar la temporada, se puede comprobar cómo los mejores registros coinciden con aquellos sujetos de mayor edad ( $44,3 \pm 6,7$  kg) y los peores con los más jóvenes ( $38,6 \pm 7,4$  y  $28,4 \pm 6,5$  kg para las categorías cadete e infantil respectivamente).

Los valores de fuerza isométrica máxima del brazo no dominante para cada uno de los grupos estudiados se muestran en la figura 2. Todos los valores máximos coinciden en todas las categorías con el final de la temporada de manera similar a lo descrito para el brazo dominante. Sin embargo, solamente se han alcanzado diferencias estadísticamente significativas en la categoría cadete ( $p=0,04$ ).

En las figuras 3, 4 y 5 se presentan agrupados por categorías (infantil, cadete y juvenil) los valores obtenidos por los jugadores en cada uno de los saltos analizados (SJ, CMAJ, ABK, DAJ<sub>20</sub> y RJ<sub>15</sub>) al inicio y al final de la temporada. Se puede apreciar como los valores se elevan de manera progresiva conforme la edad cronológica de los sujetos va aumentando, es decir, los más bajos se han dado en categoría infantil, algo más elevados en la categoría cadete y los más altos en la categoría juvenil.

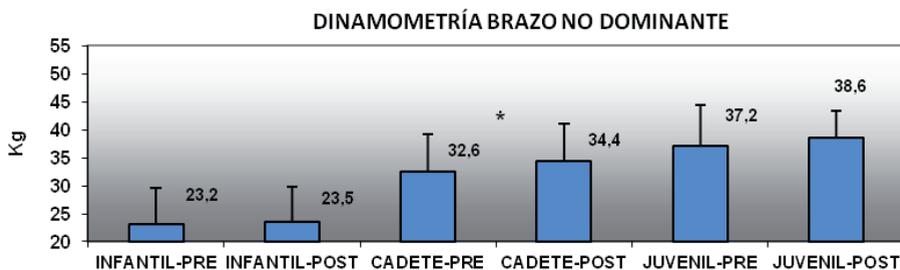


Figura 2. Valores de la fuerza isométrica del antebrazo del brazo no dominante de cada uno de los grupos al inicio y al final de la temporada.  $p < 0,05$  (\*).

En los tres grupos, el protocolo de Abalakov ha sido en el que los sujetos han alcanzado una mayor altura de vuelo:  $32,6 \pm 6$  cm (infantil),  $38,9 \pm 5,5$  cm (cadete) y  $42,2 \pm 5,3$  cm (juvenil). El salto que ha obtenido los menores registros en la altura de vuelo en todas las categorías estudiadas ha sido el RJ<sub>15</sub>:  $18 \pm 4,1$  cm (infantil),  $22,8 \pm 4,1$  cm (cadete) y  $26,9 \pm 4,1$  cm (juvenil). El segundo mejor registro obtenido en todas las categorías se corresponde con el salto CMJ:  $28,7 \pm 5,8$  cm (infantil),  $34,1 \pm 5,5$  cm (cadete) y  $37,7 \pm 5,4$  cm (juvenil).

Si realizamos un análisis por categorías se puede apreciar como en el caso de la modalidad infantil (figura 3) aumentan los registros en el postest, al finalizar la temporada, salvo en el test de salto Abalakov, siendo éstas diferencias estadísticamente significativas para el CMJ ( $27,9 \pm 5,7$  vs  $28,7 \pm 5,8$ ;  $p=0,048$ ), el DJ<sub>20</sub> ( $25,3 \pm 5,3$  vs  $26,9 \pm 5,2$ ;  $p=0,018$ ) y el RJ ( $16,2 \pm 3,3$  vs  $18 \pm 4,1$ ;  $p=0,027$ ).

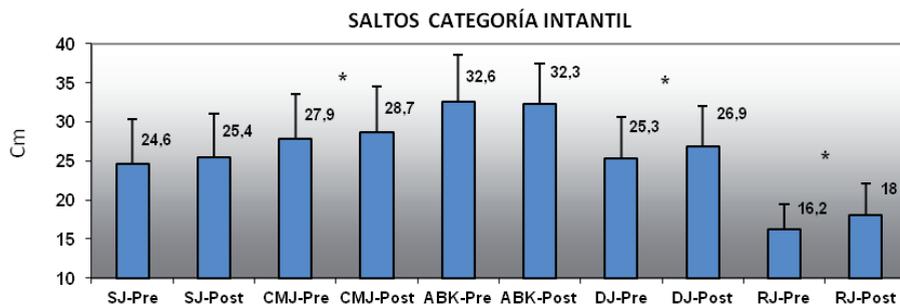


Figura 3. Valores medios (expresados en centímetros) obtenidos por los sujetos de la categoría infantil en cada uno de los saltos (SJ, CMJ, ABK, DJ<sub>20</sub> y RJ) al inicio y al final de la temporada.  $p < 0,05$  (\*).

Al realizar el mismo análisis para la categoría cadete (figura 4) los resultados obtenidos se muestran mejores en todos los casos en el postest (final de temporada), aunque sólo se encon-

traron diferencias estadísticamente significativas para el salto CMJ ( $32,3 \pm 5,6$  vs  $34,1 \pm 5,5$ ;  $p=0,019$ ) y el RJ ( $19,6 \pm 4,4$  vs  $22,8 \pm 4,1$ ;  $p=0,001$ ).

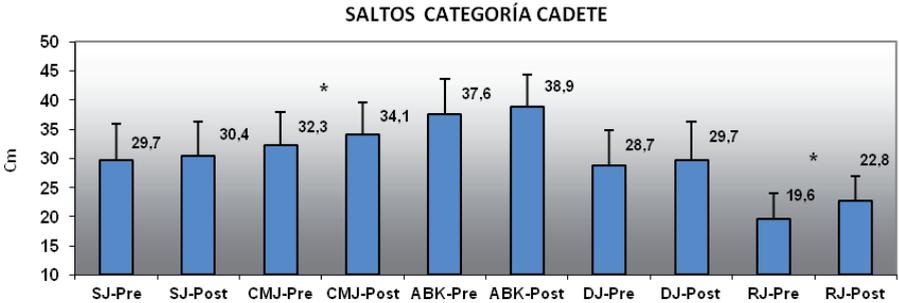


Figura 4. Valores medios (expresados en centímetros) obtenidos por los sujetos de la categoría cadete en cada uno de los saltos (SJ, CMJ, ABK, DJ<sub>20</sub> y RJ), al inicio de la temporada (pre) y al final (post).

En la categoría juvenil (figura 5) ocurre de manera similar a la categoría cadete en donde los valores más altos se obtienen siempre al final de la temporada. Sin embargo, y a diferencia de las otras dos categorías analizadas (infantil y cadete), no se han hallado diferencias estadísticas significativas en ninguno de los saltos estudiados.

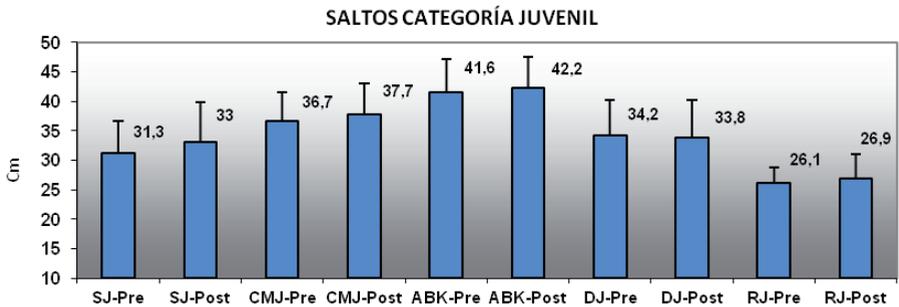


Figura 5. Valores medios (expresados en centímetros) obtenidos por los sujetos de la categoría juvenil en cada uno de los saltos (SJ, CMJ, ABK, DJ<sub>20</sub> y RJ), al inicio de la temporada (pre) y al final (post).

#### 4. Discusión

La capacidad de salto de los jugadores de balonmano se incrementa de manera progresiva conforme aumenta la edad biológica. Los mejores resultados en todas las variables de fuerza estudiadas se han obtenido en los sujetos de categoría juvenil. Estos datos ilustran la evidencia

de cambios importantes en el desarrollo de la capacidad de salto durante la pubertad, habiendo sido descritos anteriormente en estudios como el de Heras (2000). El proceso de maduración biológica influye en el desarrollo de la fuerza, capacidad física en la que se produce un aumento proporcional en hombres desde los 12 a los 17 años (Loko, Sikkut y Aule, 1996). Los sujetos de estudio presentan unas edades comprendidas entre los 13 y los 18 años, es decir, se encuentran durante la fase sensible del desarrollo de la fuerza.

Si comparamos los valores publicados por Bosco (1994) y por González y Gorostiaga (1995), realizados a la selección absoluta italiana de balonmano, los valores alcanzados por los sujetos de todas las categorías están claramente por debajo. Este hecho puede ser debido a la diferencia en el nivel de rendimiento. Sin embargo son superiores a los descritos por Centeno, Naranjo, De Dios, Viaja, Gómez y Edir (2008) en un estudio realizado con 15 jugadores de balonmano de un equipo de primera división nacional de edad  $22,3 \pm 2,3$  años.

Según estudios en los que se ha tomado como referencia la edad biológica de los sujetos, el pico de desarrollo de la fuerza se encuentra entre los 14-15 años de edad media, durante el año que sigue al pico de crecimiento de la talla (Beunen et al., 1988; Carrón y Bailey, 1974; Heras, 1997). En nuestro estudio, en el que se ha distribuido a los sujetos en función de la edad cronológica, se han obtenido diferencias significativas entre el pre test y el post test a lo largo de una temporada en los sujetos de categoría infantil, en las variables CMJ, DJ y RJ15 y en la categoría cadete en el CMJ y RJ. El proceso de maduración y desarrollo puberal descrito en los estudios anteriores posiblemente haya sido el desencadenante del estirón puberal de la capacidad de salto, factores a los que hay que sumar el proceso de entrenamiento realizado a lo largo de la temporada. Se ha producido una mejora evidente de la fuerza, y en concreto, de la fuerza elástico explosiva (CMJ) y de la potencia anaeróbica aláctica (RJ). La evolución de la fuerza explosiva y elástico explosiva conlleva a un aumento en la capacidad de salto, mejorando con ello las prestaciones del jugador en las acciones técnico-tácticas en las que el salto está presente.

En la categoría juvenil también se ha producido un incremento de la fuerza entre el pre y el post test, aunque sin hallarse diferencias significativas. Este grupo de sujetos se encuentra en el final de la etapa sensible para el desarrollo de la fuerza habiendo superado el pico de desarrollo, momento en el aumento de la ganancia de fuerza debida al proceso de maduración tiende a estabilizarse y son las mejoras debidas al entrenamiento las más importantes.

El desarrollo de la fuerza explosiva en jugadores de balonmano en etapas de formación ha sido analizado por varios estudios que incluyen los test de salto vertical, junto con la batería Eurofit, como medio para determinar los factores que determinan el alto rendimiento en balonmano y por lo tanto, servir como medio para la detección de talentos. Estudios como los de Hoare y Warr (2000), Reilly, Bangsbo y Franks (2000) o Keogh, Weber y Dalton (2003), justifican que las modificaciones de la fuerza explosiva son un determinante en la evaluación

de futuros talentos deportivos ya que la mejora de los niveles de fuerza explosiva y de fuerza elástica son el potencial de base para mejorar las prestaciones del jugador en las acciones técnico-tácticas en las que el salto está presente (Bosco, 1992).

En relación a la variable de presión manual, la fuerza isométrica máxima, Malina y Bouchard (1991) afirmaron que la fuerza estática aumenta de forma lineal a partir de los 13-14 años en los niños, justo cuando existe una aceleración en el desarrollo de la fuerza. Esto se corresponde con los resultados obtenidos en este estudio, ya que el aumento de la fuerza se produce de manera paralela al aumento de la edad de los sujetos. La evolución de la fuerza con la edad ha sido descrita en diversos estudios en los que se han tomado como referencia las categorías (cada una de las cuales comprende a sujetos con una misma edad cronológica). Fernández (1999) encontró diferencias significativas con el paso de todas las categorías en un grupo de jugadores pre seleccionados gallegos, mientras que Sánchez et al. (2007) determinó diferencias significativas del paso de infantil a cadete. Comparando los resultados con los obtenidos por Sánchez et al. (2007), los valores obtenidos en la fuerza de presión manual en el brazo dominante son ligeramente inferiores, estando más próximos los del posttest.

En nuestro estudio se han encontrado diferencias significativas en la categoría infantil en la dinamometría del brazo dominante y en la dinamometría del brazo no dominante en la categoría cadete, al comparar los resultados del pre y del post test. Este resultado nos indica que a lo largo de una temporada se produce una evolución significativa de la fuerza. Asimismo se hallaron diferencias estadísticamente significativas en todas las categorías al comparar el brazo dominante con el no dominante, suponiendo un elemento de análisis de seguimiento a lo largo de la etapa de formación del jugador, al objeto de evitar descompensaciones musculares.

Por otro lado, la valoración de la fuerza isométrica del antebrazo en balonmano puede resultar de gran interés, ya que aporta información relativa a la fuerza máxima del miembro superior, lo que supone un medio más para complementar y determinar los factores de rendimiento asociados a la fuerza en este deporte, en concreto aquellos que pueden tener una relación directa con la velocidad de lanzamiento del balón (Fleck, Smith, Craib y Mitchell, 1992). Estudios recientes como el de Fernández, Vila y Rodríguez (2004) incluyen la prueba de dinamometría manual como método de valoración condicional y de detección de talentos en el balonmano.

## **5. Conclusiones**

La maduración influye de manera directa sobre el rendimiento en pruebas de fuerza, aumentando la capacidad de salto y de presión manual conforme aumenta la edad biológica. La fuerza explosiva del tren inferior en balonmano es una de las capacidades físicas más importantes por su relación directa con las acciones técnico-tácticas que se despliegan en este deporte. Su aumento está relacionado con el pico de desarrollo de la fuerza coincidiendo con

las fases sensibles de la pubertad. La fuerza isométrica máxima manual apunta hacia una descompensación muscular entre ambas extremidades superiores conforme aumenta la edad posiblemente debida como consecuencia de una mayor utilización del brazo dominante, por lo que dicho factor se debería tener en cuenta para realizar un entrenamiento compensatorio. El análisis de manera sistematizada de la evolución de la capacidad de salto y de la fuerza isométrica máxima manual pueden constituir unos válidos indicadores individuales para evaluar el nivel general del rendimiento físico en categorías inferiores.

## **Bibliografía**

- BAYER, C. (1987): *Técnica del balonmano: La formación del jugador*. Barcelona: Hispano Europea.
- BEUNEN, G. R, MALINA, R. M., VAN'T HOF M. A., SIMONS, J., OSTYN, M., RENSON, R. Y VAN CERVEN (1988): *Adolescent Growth and Motor Performance: A Longitudinal Study of Belgian Boy*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- B.O.E. (2006): Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, ubicado en el Boletín Oficial del Estado de 4 de mayo de 2006.
- BOSCO, C. (1992): *Test de Bosco. La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- BOSCO, C. (1994): *Los valores de referencia. La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- CARTER, J. E., ROSS, W., AUBRY, S., HEBBLELINCK, M. Y BORMS, J. (1982): Anthropometry of Olympic Athletes. En J.E. Carter (Ed.), *Physical structure of Olympic Athletes (Part I)* (pp. 25-52). Montreal Olympic Games Anthropological Project. San Diego: Karger.
- CARRON, A.V. Y BAILEY, D.A. (1974): Strength development in boys from 10 through 16 years. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 39(4), 1-37.
- CENTENO, R.A., Naranjo, J., De Dios Beas, J., Viaja, B., Gómez, J. R. y Edir, M. (2008): Análisis del salto en plataforma dinamométrica en jugadoras de balonmano. *Archivos de Medicina del Deporte. Volumen XXV, 125*, 189-197.
- CHIROSA, L. (1998): *Eficacia del entrenamiento con un método de contraste para la mejora de la fuerza de impulsión en relación a otro de tipo convencional en balonmano*. Tesis

de Doctorado para la obtención del título de Doctor en Educación Física. Universidad de Granada, Granada, España.

FERNÁNDEZ, J.J. (1999): *Estructura condicional en los preseleccionados gallegos de diferentes categorías de formación de balonmano*. Tesis de Doctorado para la obtención del título de Doctor en Educación Física, Departamento de Medicina, Universidade da Coruña, A Coruña, España.

FERNÁNDEZ, J.J., VILA, M. H. Y RODRÍGUEZ, F.A. (2004): Modelo de estudio de la estructura condicional a través de un análisis multivariante enfocado a la detección de talentos en jugadores de balonmano. *Motricidad. European Journal of Human Movement*, 12, 169-185.

FLECK, S.J., SMITH, S.L., CRAIB, M.W. Y MITCHELL, M.L. (1992): Upper extremity isokinetic torque and throwing velocity in team handball. *J. Appl. Sport Sci Res*, 6, 120-124.

GARGANTA, J. (1994): Para uma teoría dos jogos desportivos colectivos. En V.AA. (Ed.), *O ensino dos jogos desportivos (69-104)*. Porto: FCDEF-UP, Centro de Estudos dos Jogos Desportivos.

GONZÁLEZ, J.J. Y GOROSTIAGA, E. (1995): *Evaluación de la fuerza. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde Publicaciones.

GOROSTIAGA, E.M., IZQUIERDO, M., ITURRALDE, P., RUESTA, M. E 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.

GOROSTIAGA, E. M., GRANADOS, C., IBAÑEZ, J., GONZALEZ-BADILLO, J. J. E IZQUIERDO, M. (2006): Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Med Sci Sports Exerc*, 38(2), 357-366.

GUTIÉRREZ, J. A. (1987): Perfil fisiológico del jugador de balonmano de alto nivel. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 24, 163-6.

HERAS, R. (1997): Crecimiento y rendimiento motor en función del pico de crecimiento de la talla (PHV): estudio longitudinal de una muestra de chicos y chicas menorquinas. *Apunts. Medicina de L'Esport*, Vol. XXXI, 223-241.

HERAS, P. (2000): Aspectos evolutivos de la capacidad de salto: influencia de la edad cronológica de 6 a 18 años. *Apunts Medicina de L'Esport*. 35 (133), 19-28.

- HOARE, D. G. Y WARR, C. R. (2000): Talent identification and women's soccer: An Australian experience. *Journal of Sports Sciences*, 18 (9), 751-758.
- KEOGH, J.W.L., WEBER, C.L. Y DALTON, C.T. (2003): Evaluation of anthropometric, physiological, and skillrelated tests for talent identification in female field hockey. *Canadian Journal of Applied Physiology- Revue Canadienne de Physiologie Appliquee*, 28 (3), 397-409.
- LOKO, J., SIKKUT, T. Y AULE, R. (1996): Sensitive periods in physical development. *Modern Athlete and Coach*, 34(2), 26-29.
- MALINA, R.M. Y BOUCHARD, C. (1991): *Growth, Maturation and Physical Activity*. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books.
- MORENO, F. (2004): *Balonmano: Detección, selección y rendimiento de talentos*. Madrid: Gymnos.
- REILLY, T., BANGSBO, J. Y FRANKS, A. (2000): Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences* 18 (9), 669-683.
- RUIZ-RUIZ, J, MESA J. L., GUTIÉRREZ, A. Y CASTILLO, M. J. (2002): Hand size influences optimal grip span in women but not in men. *J Hand Surg Am* 27(5), 897-901.
- SÁNCHEZ, A. D., Saavedra, J. M., Feu, S., Domínguez, A. M., Cruz, E., García, A. y Escalante, Y. (2007): Valoración de la condición física general de las selecciones extremeñas de balonmano en categorías de formación. *E-balonmano.com: Revista De Ciencias del Deporte*, 3 (1), 9 -20.
- SEIRUL-LO, F. (1990): Entrenamiento de la fuerza en balonmano. *Revista de entrenamiento deportivo*, 4 (6), 30-4.
- SEIRUL-LO, F. (1993): *Preparación física aplicada a los deportes colectivos: Balonmano*. A Coruña: Ediciones Lea.
- TOUMI, H., BEST, T. M., MARTIN, A. Y POUMARAT, G. (2004): Muscle plasticity after weight and combined (weight + jump) training. *Med Sci Sports Exerc.* 36 (9), 1580-8.