

ANÁLISIS DEL SALTO EN PLATAFORMA DINAMOMÉTRICA EN JUGADORES Y JUGADORAS DE BALONMANO

ANALYSIS OF JUMP IN PLATFORM DYNAMOMETER IN MALE AND FEMALE HANDBALL PLAYERS

RESUMEN

Este trabajo fue realizado en 36 jugadores de balonmano de dos equipos de primera división nacional, uno de hombres y otro de mujeres, de Sevilla durante la pretemporada 2003-04. Todos los sujetos efectuaron el mismo calentamiento en cicloergómetro para evitar la influencia del mismo sobre los resultados. Posteriormente realizaron el mismo protocolo de saltos: primero un squat jump (SJ), seguido de un countermovement jump (CMJ), y por último saltos continuos con contramovimiento durante 30 segundos siguiendo la técnica de Bosco.

El objetivo principal era ver qué diferencias existen entre las diferentes variables físicas durante el salto, así como obtener valores de referencia en la plataforma de fuerza para este deporte.

Los resultados mostraron valores mayores en los hombres (altura: $29'35 \pm 3'48$ cms, potencia: $50'14 \pm 5'07$ W/kg, velocidad: $2'59 \pm 0'13$ m/s, fuerza absoluta: $1405'3 \pm 213'7$ N, y fuerza relativa: $24'7 \pm 1'8$ N/kg) en las variables obtenidas durante un SJ, siendo significativa todas las diferencias con las mujeres ($18'78 \pm 3'48$ cms, $37'59 \pm 4'44$ W/kg, $2'13 \pm 0'15$ m/s, $815'1 \pm 125'4$ N, $22'3 \pm 1'9$ N/kg). También son mayores en los hombres todos los parámetros obtenidos durante un CMJ así como significativos, menos la capacidad elástica que es mayor en las mujeres aunque la diferencia no es significativa. La altura, potencia y los índices de resistencia a la fuerza veloz en altura y potencia en los saltos continuos son mayores en los hombres y significativa la diferencia con las mujeres.

El comportamiento de las variables obtenidas durante la realización de todos los tipos de salto en los jugadores de balonmano es similar en hombres y mujeres, aunque presentan valores mayores en aquellos, excepto la capacidad elástica que es mayor en las mujeres.

Palabras clave: Plataforma de fuerza. Salto sin contramovimiento. Salto con contramovimiento. Resistencia a la fuerza veloz. Fuerza explosiva. Fuerza elástico-explosiva. Balonmano.

SUMMARY

This report was made in 36 handball players from two first division teams, one male and other female, in Seville during the season 2003-04. Every subject carried out a five minutes warming up on a cicloergometer to avoid the influence of that on the results. After this they performed the same jump protocol: first a squat jump type (SJ) followed by a countermovement jump (CMJ), and finally a series of continues jumps for 30 seconds with Bosco technique.

The main aim was to find out if there were differences in physics variable during jumps and to obtain reference values on this platform in handball.

The results showed a greater explosive force level in men during SJ (height: $29'35 \pm 3'48$ cm., power: $50'14 \pm 5'07$ W/kg, velocity: $2'59 \pm 0'13$ m/s, absolute force: $1405'3 \pm 213'7$ N, and relative force: $24'7 \pm 1'8$ N/kg), there were significant differences in every variable in women ($18'78 \pm 3'48$ cms, $37'59 \pm 4'44$ W/kg, $2'13 \pm 0'15$ m/s, $815'1 \pm 125'4$ N, $22'3 \pm 1'9$ N/kg). Every parameter obtained during CMJ were higher in men and they showed significant differences except elastic capacity, but there wasn't differences. Height, power and fatigue force indices (in height and power) during continuous jumps were higher in men and they showed significant differences respect women.

Behaviour variables during every type of jump were similar both for men and women, but greater in men except elastic capacity, which was higher in women.

Key words: Force platform. Squat jump. Countermovement jump. Fast force resistance. Explosive force. Elastic explosive force. Muscle strength. Handball.

Ramón A. Centeno¹

José Naranjo¹

Juan de Dios Beas¹

Bernardo Viana-Montaner²

José Ramón Gómez Puerto²

Marzo Edir Da Silva²

¹Centro Andaluz de Medicina del Deporte. Sevilla.

Consejería de Turismo, Comercio y Deporte. Junta de Andalucía.

²Centro Andaluz de Medicina del Deporte. Córdoba. Consejería de Turismo, Comercio y Deporte. Junta de Andalucía

CORRESPONDENCIA:

Ramón A. Centeno Prada
Centro Andaluz de Medicina del Deporte. Sevilla. Glorieta Beatriz Manchón s/n
Residencia de deportistas del C.E.A.R. de Remo y Piragüismo de la Cartuja. Isla de la Cartuja. 41092, Sevilla

Aceptado: 15.01.2008/ Original nº 540

INTRODUCCIÓN

Hasta el día de hoy hemos observado que existen muy pocos estudios publicados sobre este deporte y mucho menos sobre las distintas manifestaciones de la fuerza explosiva y resistencia a la misma. Los pocos que hay están realizados sobre plataformas de contacto.

La fuerza en el balonmano se centra sobre todo en el lanzamiento del balón, bien en los tiros a portería o a un compañero, durante los saltos que ejecuta en el partido¹ para realizar lanzamientos o para bloquear, en los desplazamientos lineales y para superar a un rival o luchar con él, por ello está justificada la realización de tests de salto en este deporte. En el balonmano los saltos están presentes tanto en acciones de ataque (lanzamientos a puerta en suspensión, muchas acciones de los porteros) como de defensa (blocajes).

La valoración de la fuerza explosiva de los deportistas se está realizando en muchos centros médicos y equipos deportivos mediante el análisis del salto en una plataforma de contacto, que únicamente mide el tiempo de vuelo y tras aplicar una fórmula ($h = \text{tiempo de vuelo}^2 \times 1'226$) se obtiene la altura del salto. Ello provoca que no se pueda saber qué ocurre durante todo el tiempo anterior al despegue del jugador durante el salto así como descartar aquellos en los que se produce un pequeño contramovimiento en el SJ, sucesos ambos que se pueden estudiar si se utiliza una plataforma de fuerza.

El cálculo de la altura del salto se puede hacer mediante tres métodos: midiendo el tiempo de vuelo, midiendo el impulso de fuerza y midiendo la energía gastada durante el salto² siendo el más fiable y exacto el tercero que da resultados similares al de la doble integración usado por la Quattro Jump. El método del cálculo por el tiempo de vuelo sobreestima la altura del salto porque el grado de flexión del tobillo, cadera y rodilla en el aterrizaje es mayor flexión que en el despegue siendo por ello el tiempo de vuelo mayor^{2,3} debido a ello en diferentes estudios se propone que la sobreestimación puede llegar hasta dos centímetros^{2,4}.

Por ello este trabajo pretende analizar en los jugadores de balonmano (BM) el comportamiento de las variables físicas de altura, potencia, velocidad y fuerza durante el periodo contráctil del músculo en el salto tipo SJ, y además de las mismas, el tiempo y la fuerza durante la transición de excéntrico a concéntrico (TEC) y la capacidad elástica en el salto tipo CMJ, así como la altura, potencia y resistencia a la fuerza rápida durante la realización de los saltos continuos.

El objetivo final de los tests realizados es obtener valores de referencia de las variables anteriormente mencionadas en la plataforma dinamométrica que expresarán más válida y fiablemente el estado de la fuerza explosiva, elástico-explosiva y resistencia a la fuerza veloz, así como ver qué diferencias existen entre hombres y mujeres en las mismas variables físicas obtenidas durante el salto.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se ha realizado en jugadores de balonmano (BM) de ambos sexos durante la temporada 2003-04 en equipos de primera división nacional en el transcurso de reconocimientos y valoraciones funcionales realizadas durante la pretemporada anualmente a los mismos en el Centro Andaluz de Medicina del Deporte de Sevilla.

La muestra poblacional estuvo formada por 36 jugadores, de los que 15 eran hombres con $22'3 \pm 2'1$ años de edad, $94'18 \pm 7'75$ kgs de peso y $186'79 \pm 4'51$ cms de altura, y 21 eran mujeres con $21'2 \pm 3'8$ años, $65'74 \pm 7'95$ kgs y $167'13 \pm 7'25$ cms (Tabla 1).

Para la valoración del salto se utilizó una plataforma de fuerzas portable Quattro Jump (Kistler, Suiza) que registra directamente la fuerza vertical durante el salto con una frecuencia de registro de 500 datos por segundos y la transmite a una computadora electrónica para su posterior visualización y análisis gráfico. A partir de la fuerza hallada y tras diversos cálculos matemáticos obtiene la aceleración [$a(t) = F(t) / m$], la velocidad [$v(t) = \int(a(t)) dt$], la altura [$s(t)$]

TABLA 1.
Datos biomédicos

Sujetos			Edad años	Peso Kg	Talla cm	IMC Kg/m ²
Hombres	15	Media	22,3	94,18	186,79	26,97
		SD	2,1	7,75	4,51	1,64
Mujeres	21	Media	21,2	65,74	167,13	23,65
		SD	3,8	7,95	7,25	2,57
Total	36	Dif. Sig.	NS	P<0,001	P<0,001	P<0,001

IMC: Índice de masa corporal; NS: No significativa

= $\int(v(t) - v_0) dt$] y la potencia [$P(t) = F(t) * v(t)$] del salto, obteniéndose por tanto el mismo número de datos de cada variable por segundo. Todos los resultados fueron incorporados a una base de datos y analizados estadísticamente mediante el programa Excel 2003 del paquete informático Microsoft Office. Todos los datos se presentan como media y desviación standard de todos los valores de cada variable en cada tipo de salto. Para establecer el nivel de significación en las diferencias entre hombres y mujeres se utilizó una prueba T de Student de dos colas para muestras pareadas con varianzas diferentes (se tomó como nivel de significación una $p < 0,05$). Las varianzas de todas las series de datos fueron calculadas mediante un test F. Se utilizó el test de Pearson para analizar las correlaciones existentes entre las diferentes variables, tanto para hombre como para mujeres, valorando como positivo valores superiores a 0,60.

Previamente a los saltos se le hizo a cada deportista un breve interrogatorio sobre el entrenamiento, la comida y el descanso realizado el día anterior para que no influyeran en los resultados de los tests. Además se excluyeron todos los jugadores que presentaron cualquier patología músculo-tendinosa o de salud general que pudiese interferir en la ejecución máxima de las pruebas.

Todos firmaron un consentimiento previo para realizar todos los tests que reflejaba las posibles incidencias lesionales o de salud que podían presentarse y obligaba a interrumpir la ejecución de los saltos en el caso de que apareciesen.

Antes de empezar los tests todos los deportistas practicaron el mismo calentamiento para

evitar su influencia en los resultados. Consistió en pedalear durante 5 minutos en una bicicleta ergométrica de la marca Ergoline modelo 800, manteniendo una potencia de 50 vatios y una velocidad de 60 revoluciones por minuto.

A continuación y previamente a la realización de cada tipo de salto se les explicó las características del mismo e incluso se le hacía una demostración práctica por el evaluador, y en el caso de que cometiera un error en la técnica de ejecución del tipo de salto se le explicaba sobre la gráfica del salto en la pantalla del ordenador portátil que se usa para los tests. Todos los deportistas realizaron un mínimo de 3 intentos y un máximo de 8 para que pudiésemos asegurarnos la validez y fiabilidad de los saltos sin llegar a la fatiga muscular que produjera unos resultados inferiores a los máximos. Se dejó más de un minuto entre cada salto, para así tener la certeza de que se realizaran con el máximo desempeño. Tras los registros se escogió el intento más alto y mejor realizado según las recomendaciones de Bosco, *et al.*^{5,6}.

Los saltos ejecutados fueron del tipo SJ, sin pre-estiramiento, y CMJ, con estiramiento previo del cuádriceps. Y posteriormente a los saltos individuales, tras un descanso pasivo de 5 minutos, hicieron el test de saltos continuos durante 30 segundos, recalándoles que los hicieran con la máxima intensidad, a un ritmo de un salto por segundo y con una flexión aproximada de las rodillas de 90°. Las características de cada tipo de salto fueron las descritas por Bosco, *et al.*⁵⁻⁷.

Todos los saltos se realizaron en las primeras horas de la mañana, por el mismo personal y en condiciones climatológicas de temperatura, pre-

sión y humedad similares para evitar los posibles errores metodológicos derivados.

Después de cada salto SJ se recogieron las siguientes variables: altura, potencia, velocidad y fuerza máximas para su correcta interpretación. De cada CMJ se obtuvo los mismos parámetros más el tiempo que dura la transición de la fase excéntrica a concéntrica (TEC), la fuerza aplicada en la transición excéntrica a concéntrica respecto al peso corporal (Fi ex/con) y la capacidad elástica (diferencia porcentual de la altura del salto respecto a la del SJ).

El cálculo de la altura de cada salto se hizo restando de la altura alcanzada por el centro de masa del saltador en la cúspide del salto, la altura del centro de masa en el instante del despegue, como se recoge en diferentes estudios^{2,3}.

La resistencia a la fuerza se evaluó a partir de la ejecución de saltos máximos, explosivos y continuos del tipo CMJ durante 30 segundos siguiendo las indicaciones técnicas de Bosco, *et al.* 1991 y 1994, y González, *et al.* 1995⁵⁻⁷. Aunque en la literatura^{5,6} está descrito que la duración de los tests para valorar la resistencia en deportes de equipo debe ser de 15 segundos, achacado a que los jugadores de balonmano no llegan a realizar carreras con una duración mayor de 20 segundos nosotros hemos escogido este test porque en nuestra experiencia los saltos continuos con una duración de 15 segundos o menos no expresan ninguna fatiga debido a que en la mayoría de ellos se obtienen unos índices de resistencia a la fuerza superiores al 95%.

Las variables obtenidas durante los saltos continuos fueron el número de saltos realizados, la altura (respecto a la altura de la posición de pié inicial) y potencia media, y a partir de ellos obtenemos el índice de fatiga general de fuerza ("Ind. F. Gen." en la Tabla 6) calculado como el cociente en porcentaje, entre la altura media de los saltos y el CMJ, el índice de fatiga en altura ("Ind. F. Alt." en la Tabla 6) o cociente porcentual entre la altura media de los últimos 5 saltos y la de los primeros 5 saltos, y el índice de fatiga en potencia ("Ind. F. Pot." en la Tabla 6) o cociente porcentual entre la potencia media de los últimos 5 saltos y la de los primeros 5 saltos, y la intensidad demostrada durante todo el test (cociente porcentual entre la altura media de los primeros 5 saltos y el CMJ).

RESULTADOS

Respecto a los datos biomédicos de la población estudiada sólo existen diferencias significativas en las variables de peso y talla (Tabla 1) siendo más altos y pesados los hombres. Desde un punto de vista de salud los hombres presentaban un índice de masa corporal calificado como de sobrepeso $26,97 \pm 1,64 \text{ kg/m}^2$ ^{8,9} mientras que el de las mujeres es normal, $23,65 \pm 2,57 \text{ kg/m}^2$ (valores de referencia para personas normales: 20 a 25 kg/m^2), siendo estadísticamente significativa esta diferencia (Tabla 1).

Los resultados del SJ (Tabla 2) muestran que la altura, potencia, velocidad, y fuerza absoluta y relativa máximas del salto fueron mayores en los hom-

TABLA 2.
Resultados
obtenidos durante
la realización del
test SJ

		Squat jump					
		Alt. (cms)	P max (w/kg)	V. Max (m/s)	F. Max (N)	F. Max Total (N)	F. Max Tot/peso
Hombres	Media	29,35	50,14	2,59	1405,3	2329,2	24,72
	SD	3,48	5,07	0,13	213,7	264,4	1,80
Mujeres	Media	18,78	37,59	2,13	815,1	1460,0	22,30
	SD	3,48	4,44	0,15	125,4	170,7	1,91
	Disf. Sig.	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001
% Mujeres / hombres		64,0%	75,0%	82,6%	58,0%	62,7%	90,2%

Alt.: Altura máxima del salto; P. max: Potencia máxima, V. max: Velocidad máxima; F. Max: Fuerza máxima sin peso corporal; F. Max. Total: Fuerza máxima incluida el peso corporal; F. Max Tot/Peso: Fuerza relativa (al peso corporal); Dif. Sig.: Diferencias significativas; % Muj / Hom: Cociente porcentual entre cada valor de la variable en la mujer respecto a la del hombre.

Existe una gran diferencia significativa entre hombres y mujeres en todas las variables obtenidas durante el SJ.

bres ($29'35 \pm 3'48$ cms, $50'14 \pm 5'07$ W/kg, $2'59 \pm 0'13$ m/s, $1405'3 \pm 213'7$ N y $24'7 \pm 1'8$ N/kg, respectivamente) que en las mujeres, con significación estadística en todas las variables (Tabla 2).

Existe una buena correlación ($r > 0'60$) entre la altura, velocidad y potencia máximas desarrolladas durante el SJ, tanto en hombres como en mujeres (Figura 1) así como entre la potencia y la fuerza relativa máximas, tanto en hombres como en mujeres, no sucediendo lo mismo con la fuerza absoluta (Tabla 3).

Los resultados del CMJ dan valores superiores en los hombres en todas las variables obtenidas: altura máxima ($32'93 \pm 3'61$ cms), pico de potencia ($51'61 \pm 4'37$ W/kg), velocidad máxima ($2'71 \pm 0'14$ m/s), fuerza máxima absoluta ($1538'58 \pm 231'61$ N) y relativa ($26'14 \pm 2'05$ N/kg), y en la fuerza en la transición excéntrico-concéntrico (Fi ex/con: $1'64 \pm 0'27$ veces el peso corporal),

mientras que son menores los valores del tiempo en la transición excéntrica a concéntrica (TEC: $-231'73 \pm 13'16$ ms) y de la capacidad elástica ($8'97 \pm 4'15$ %) (Tabla 4). Se han observado diferencias significativas en todas las variables

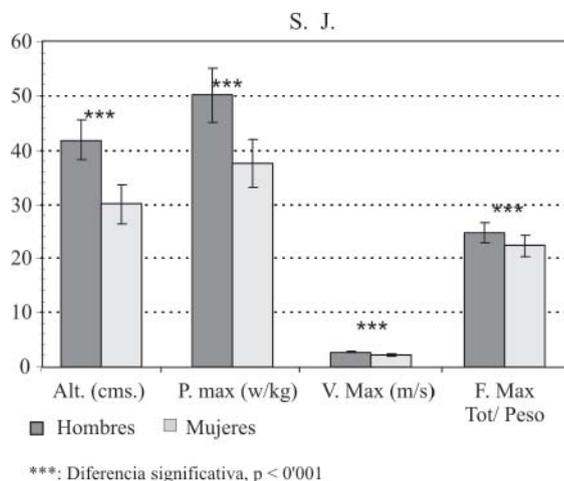


FIGURA 1.

		Correlación de Pearson				
		P. Max	V. Max	F. Max	F. Max total	F. Max Tot/peso
Hombres	Alt.	0,79	0,94	NC	NC	NC
	P. max		0,92	NC	NC	0,66
	V. Max			NC	NC	NC
Mujeres	Alt.	0,83	0,95	NC	NC	NC
	P. max		0,89	NC	NC	0,69
	V. Max			NC	NC	NC

TABLA 3. Correlación entre las diferentes variables obtenidas durante el SJ

Alt.: Altura máxima del salto; P. max: Potencia máxima; V. max: Velocidad máxima; F. Max: Fuerza máxima sin peso corporal; F. Max. Total: Fuerza máxima incluido el peso corporal; F. Max Tot/Peso: Fuerza relativa (al peso corporal); NC: No correlacionan ambas variables.

		Countermovement jump								
		Alt. (cms)	P. max (w/kg)	V. max (m/s)	F. max (N)	F. max Total (N)	F. max Tot/Peso	TEC	Fi ex/con	Cap. El.
Hombres	Media	32,93	51,61	2,71	1538,58	2462,44	26,14	-231,73	1,64	12,44
	SD	3,61	4,37	0,14	231,61	280,64	2,05	13,16	0,27	5,77
Mujeres	Media	21,86	38,46	2,27	871,87	1516,78	23,03	-254,10	1,32	17,05
	SD	3,69	4,23	0,14	178,90	239,71	2,07	24,52	0,21	9,45
	Dif. Sig.	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001	P<0,001
% Muj. /Hom.		66,4%	74,5%	83,7%	56,7%	61,6%	88,1%	109,6%	80,4%	137,0%

TABLA 4. Resultados obtenidos durante la realización del test CMJ

Alt.: Altura máxima del salto; P. max: Potencia máxima; V. max: Velocidad máxima; F. Max: Fuerza máxima sin peso corporal; F. Max. Total: Fuerza máxima incluido el peso corporal; F. Max Tot/Peso: Fuerza relativa (al peso corporal); TEC: Tiempo que dura la transición de contracción excéntrica a excéntrica, en milisegundos; Fi ex/con: Fuerza empleada en la transición de contracción excéntrica a concéntrica respecto al peso corporal; Cap. El.: Capacidad elástica en porcentaje; NS: No significativa.

Durante el CMJ todas las variables son mayores en los hombres, excepto el TEC y la capacidad elástica, lo que indica que los jugadores del sexo hombre tienen menos elasticidad pero aprovechan mejor la fuerza elástica.

analizadas excepto en la capacidad elástica (Tabla 4 y Figura 2), siendo muy significativas ($p < 0'001$) en las variables altura, potencia, velocidad y fuerza absoluta.

Existe una buena correlación ($r > 0'60$) entre la altura, potencia y velocidad máximas obtenidas durante la realización de los CMJ, tanto en hombres como en mujeres, no así entre las demás variables obtenidas (Tabla 5).

Los saltos continuos (Tabla 6) reflejan un número de saltos realizados similar aunque mayor en las mujeres ($30'90 \pm 2'05$ frente a $29'20 \pm 1'78$ en los hombres), realizando sin embargo los hombres una mayor altura ($39'35 \pm 3'87$ cms frente a $26'03 \pm 3'34$ cms), potencia media

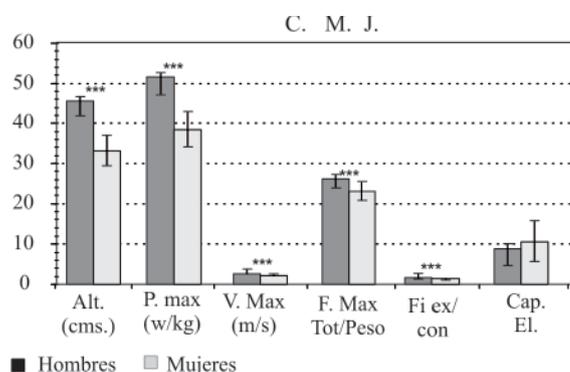
($27'04 \pm 4'67$ W/kg frente a $18'59 \pm 2'31$ W/kg), y resistencia a la fuerza veloz reflejados en los tres índices de fatiga evaluados: general ($86'27 \pm 4'08\%$), en altura ($87'95 \pm 5'98\%$) y en potencia ($83'88 \pm 11'09\%$), a pesar de que la intensidad máxima demostrada tanto en mujeres como en hombres fue máxima, superior a 80% ⁵. Todos las variables obtenidas son estadísticamente significativas (Figura 3), excepto la intensidad desempeñada durante la realización del test.

DISCUSIÓN

Los datos biomédicos (Tabla 1) muestran que no existía diferencia en las edades entre hombres y mujeres, pero aquellos eran más altos y pesados presentando un índice de masa corporal elevado, aunque dentro de los límites considerado como "sobrepeso"⁹. Los hombres presentaban similar peso que los publicados en la literatura científica reciente¹⁰ aun mayor que hace años^{11,12}. Respecto a las mujeres, observamos que son más pesadas que las asiáticas¹³ y de menor estatura que éstas, y de similar talla y peso que las griegas¹⁴, posiblemente la causa radique en la diferencia racial euro-asiática. No se han encontrado referencias de trabajos realizados en jugadoras de balonmano en España para poder comparar con nuestra publicación.

Los resultados del SJ muestran unos valores de altura inferiores a los publicados por Bosco, 1991 y 1994^{5,15} y González, et al., 1995⁷ realizados a la

FIGURA 2.



***: Diferencia muy significativa, $p < 0'001$. La única variable en la que no existe diferencia significativa entre hombres y mujeres es la capacidad elástica.

TABLA 5.
Correlación entre las diferentes variables obtenidas durante el CMJ

		P. Max.	V. Max	F. Max	Correlación Pearson		TEC	Fi ex/con	Cap. El.
					F. Max Total	F. Max Tot / peso			
Hombres	Alt	0,88	0,95	NC	NC	NC	NC	NC	NC
	P. Max		0,95	NC	NC	NC	NC	NC	NC
	V. Max			NC	NC	NC	NC	NC	NC
Mujeres	Alt	0,90	0,95	NC	NC	NC	NC	NC	NC
	P. Max		0,94	NC	NC	NC	NC	NC	NC
	V. Max			NC	NC	NC	NC	NC	NC

Alt.: Altura máxima del salto; P. max: Potencia máxima; V. max: Velocidad máxima; F. Max: Fuerza máxima sin peso corporal; F. Max. Total: Fuerza máxima incluido el peso corporal; F. Max Tot/Peso: Fuerza relativa (al peso corporal); TEC: Tiempo que dura la transición de contracción excéntrica a concéntrica, en milisegundos; Fi ex/con: Fuerza empleada en la transición de contracción excéntrica a excéntrica respecto al peso corporal; Cap. El.: Capacidad elástica en porcentaje; NC: No correlacionan ambas variables.

		Saltos continuos						
		Nº saltos	Pot. Med. (W/kg)	Alt. Med. (cm)	Ind. F. Gen. (%)	Ind. F. Alt. (%)	Ind. F. Pot. (%)	Intensidad (%)
Hombres	Media	29,20	27,04	39,35	86,27	84,95	93,88	93,0%
	SD	1,78	4,67	3,87	4,08	5,98	11,09	4,1%
Mujeres	Media	30,90	18,59	26,03	78,44	76,80	74,50	89,5%
	SD	2,05	2,31	3,34	5,34	3,91	7,80	6,8%
Disf. Sig.		P < 0,05	P < 0,001	P < 0,001	P < 0,001	P < 0,001	P < 0,01	NS
Muj/Hom		105,8%	68,7%	66,2%	90,9%	90,4%	88,8%	

TABLA 6.
Resultados durante la realización del test de Saltos Continuos

Alt. Med: Altura media de todos los saltos respecto a la altura de la posición de pie inicial; *Pot. Med:* Potencia media de todos los saltos; *Ind. F. Gen.:* Índice de fatiga general; *Inf. F. Alt.:* Índice de fatiga en altura; *Ind. F. Pot.:* Índice de fatiga en potencia. % *Muj / Hom:* Cociente porcentual entre cada valor de la variable en la mujer respecto a la del hombre; *NS:* No significativa.

selección nacional de balonmano de Italia, por lo que posiblemente se deban a la diferencia de nivel de rendimiento y a que se han realizado en otra época de la temporada. Lo mismo sucede con los valores de altura del CMJ publicados en los trabajos de mismos autores⁵⁻⁷. Hay que tener en cuenta que estos trabajos (Bosco, 1991 y 1994^{5,6}; González, 1995⁷) se han realizado con plataforma de salto, por lo que sobrevaloran la altura del salto en unos dos centímetros^{2,3}, siendo a pesar de ello valores más altos que en nuestro trabajo.

En plataforma dinamométrica sólo se han publicado trabajos realizados sobre otros deportes, así los jugadores masculinos de balonmano presentan una fuerza explosiva inferior a los futbolistas^{16,17} y baloncestistas¹⁷, debido a que en éstas publicaciones no se tuvo en cuenta la elevación del tobillo en el momento del despegue para el cálculo del salto; pero si en nuestro trabajo no tenemos en cuenta el grado de elevación del tobillo resulta que la fuerza explosiva es inferior o similar a los futbolistas, y similar a los baloncestistas. Los jugadores de balonmano han realizado un salto de menor altura que los baloncestistas¹⁷ pero lo han realizado con la misma velocidad máxima, más potencia y fuerza absoluta y relativa, lo que se puede deber al mayor peso corporal de éstos ($99'33 \pm 13'48$ kg). Sin embargo, respecto a los futbolistas la potencia y velocidad son similares pero los jugadores de balonmano producen una mayor fuerza absoluta pero menor relativa porque presentan un peso corporal mayor. Los resultados en mujeres no son comparables a ningún resultado publicado porque no hemos encontrado ninguno en la literatura científica.

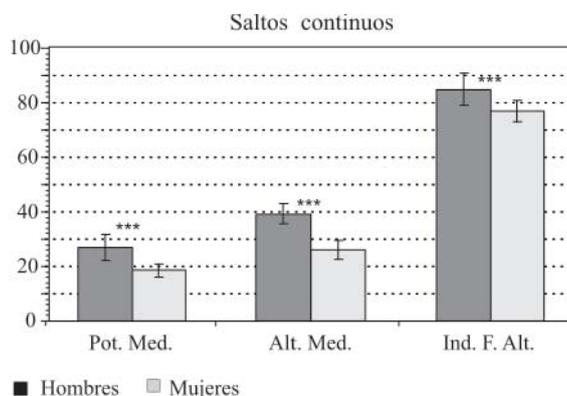


FIGURA 3.

***: Diferencia significativa, $p < 0'001$

Respecto a las diferencias entre hombres y mujeres en las variables obtenidas durante un SJ se puede observar en la Tabla 2 que todos los parámetros son mayores en los hombres, siendo los valores de fuerza máxima absoluta (restada la fuerza realizada para desplazar el peso corporal) y fuerza máxima total en las mujeres un 58'0% y 62'7% del de los hombres, respectivamente (Tabla 2). Existe una gran diferencia significativa en todos los parámetros (Figura 1), lo que se puede deber al mayor peso corporal de los hombres (Tabla 1) que suponemos que posiblemente sea debido a un mayor porcentaje de masa muscular, aunque no disponemos de los datos de la composición corporal. Además, todos los valores mayores en los hombres se pueden deber a la mayor concentración en reposo de testosterona en la sangre respecto a las mujeres, que puede ser de 10 a 20 veces superior^{18,19}, y como se describe en diferentes estudios, se relacionan el nivel de testosterona y la altura de los saltos²⁰.

Las correlaciones entre la altura, potencia y velocidad máximas, así como entre la potencia y la fuerza relativa tanto en hombres como en mujeres son similares a las descritas en futbolistas y en baloncestistas¹⁷.

Los valores obtenidos en el CMJ reflejan que los hombres son superiores en todas las variables, excepto en el tiempo de transición de la fase excéntrica a concéntrica (9'6% menor) y en la capacidad elástica (un 18'8% menor) (Tabla 4), lo que significa que a pesar de saltar más los hombres, con mayor potencia, velocidad y fuerza tienen una menor elasticidad y mayor explosividad, y esto se traduce en que aprovecha mejor la energía elástica durante dicha transición, esto podría contribuir a que los demás parámetros sean superiores en los hombres. Por otro lado esta mayor capacidad de energía elástica se refleja en que la fuerza generada durante dicha transición excéntrica a concéntrica (Fi ex/con) es también mayor en los hombres.

A diferencia del SJ en el CMJ sólo hay correlación entre la altura, potencia y velocidad máximas del salto tanto en hombres y mujeres. No sabemos a que se podría deber.

La altura y potencia media de los saltos continuos en hombres son similares a los hallados en futbolistas¹⁶ mientras que la potencia media es mayor a los trabajos realizados sobre balonmano^{5,6}.

La intensidad demostrada durante la prueba, tanto en hombres como en mujeres, es adecuada para las pruebas de una duración de 30 segundos realizadas en deportes de equipo^{5,6}, lo que demuestra que el mejor índice de resistencia a la fuerza rápida es el debido a la disminución de la altura con los saltos ("Ind. F. Alt." en la Tabla 6).

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que la plataforma dinamométrica nos permite ver la diferencia de comportamiento de las diferentes variables ob-

tenidas durante todo el tiempo de ejecución del salto, lo que supone la principal ventaja sobre las plataformas de contacto.

No podemos juzgar sólo la fuerza explosiva y elástico-explosiva por el resultado de la altura máxima obtenida durante el salto a partir del tiempo de vuelo.

En el presente estudio se han dejado reflejados los valores de referencia de los saltos con y sin contramovimiento así como de los saltos continuos realizados por los jugadores de balonmano, tanto en hombres como en mujeres, de nivel nacional durante la pretemporada.

La fuerza explosiva (SJ) de los hombres es mayor que la de las mujeres porque generan más fuerza, velocidad y potencia durante el salto como se ha visto en este trabajo, siendo significativa esta diferencia.

La fuerza elástico-explosiva (CMJ) en los hombres es superior porque, sobre todo son más fuertes, aprovechan mejor la fuerza elástica (debido a un menor tiempo de transición excéntrico a concéntrico "TEC" y a generar más fuerza durante dicha transición "Fi ex/con") a pesar de que son menos elásticos (menor capacidad elástica).

Por último, los jugadores de balonmano masculinos no sólo generan más potencia sino también tienen una mayor resistencia a la fuerza rápida que las mujeres.

Sugerimos que, para posteriores trabajos, se podrían realizar estudios de cineantropometría para saber si la fuerza explosiva y elástico-explosiva se debe a una mayor masa muscular, y análisis sanguíneos hormonales para estudiar la relación con los niveles de testosterona sanguíneos, y así poder demostrar si la diferencia que existe entre hombres y mujeres en este estudio se pueden deber a algunos de estos factores (hormonal y/o de composición corporal).

B I B L I O G R A F Í A

1. **Seirullo F.** Entrenamiento de la fuerza en balonmano. *Revista de entrenamiento deportivo*, 1990;4(6):30-4.
2. **Linthorne NP.** Analysis of standing vertical jumps using a force platform. *Am J Phys*, 2001;69:1198-204.
3. **Kibele A.** Possibilities and limitations in the biomechanical analysis of countermovement jumps: a methodological study. *J Appl Biomech* 1998;14:105-17.
4. **Lara A, Abián J, Alegre LM, Jiménez L, Aguado X.** Jump tests on a force platform for applicants to a sports science degree. *J Hum Movement Stud* 2006;50:133-48.
5. **Bosco C.** Test de Bosco. En: *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: editorial Paidotribo 1994;35-137.
6. **Bosco C.** Test de Bosco. En: *Aspectos fisiológicos de la preparación física del futbolista*. Barcelona: editorial Paidotribo 1991;72-85.
7. **González JJ, Gorostiaga E.** Evaluación de la fuerza. En: *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde Publicaciones 1995;243-301.
8. **Jáequier E.** Energy, obesity and body weight standards. *Am J Clin Nutr* 1987;45:1035-47.
9. **Sociedad Española para el estudio de la obesidad (SEEDO).** Consenso SEEDO'2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Cli* 2000;15:587-97.
10. **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.
11. **Jiménez R, Álvarez A, Cordier JF, Garate R, Saiz C, Eguibar R.** Valoración inicial y seguimiento médico deportivo de un equipo de balonmano de alto nivel (Elgorriaga-Bidasoa). *Archivos de Medicina del Deporte* 1988;19:245-52.
12. **Pérez J, Heredia F.** Capacidad anaeróbica en jugadores de balonmano determinada por el máximo déficit acumulado de oxígeno. *Archivos de Medicina del Deporte* 1993;38:141-6.
13. **Hasan AA, Reilly T, Cable NT, Ramadán J.** Anthropometric profiles of elite asian female handball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2007;47:197-202.
14. **Bayios IA, Bergeles NK, Apostolidis NG, Noutsos KS, Koskolou MD.** Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players. *J Sports Med Phys Fitness* 2006;46:271-80.
15. **Bosco C.** Los valores de referencia. En: *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Editorial Paidotribo 1994;143-85.
16. **Centeno RA, Naranjo J, Calero T, Orellana R, Sánchez E.** Valores de la fuerza obtenidos mediante plataforma dinamométrica en futbolistas profesionales. *MD Revista Científica en Medicina del Deporte* 2005;1:11-7.
17. **Centeno RA, Naranjo J.** Análisis comparativo del patrón de salto entre fútbol y baloncesto en plataforma dinamométrica. *Archivos de Medicina del Deporte* 2005;110:522.
18. **González JJ, Gorostiaga E.** Fundamentos biológicos sobre el desarrollo y la manifestación de la fuerza. En: *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde Publicaciones 1995;65-113.
19. **McArdle W, Katch F, Katch V.** Hormonas, ejercicio y entrenamiento. En: *Fundamentos de fisiología del ejercicio*. Madrid: Mc Graw-Hill/Interamericana de España 2004;340-67.
20. **Cardinale M, Stone MH.** Is testosterone influencing explosive performance? *J Strength Cond Res* 2006;20:103-7.