

Monograph

Entrenamiento de Fuerza en Balonmano

Prof. Mikel Izquierdo¹, Esteban M Gorostiaga¹ y Cristina Granados¹

¹Centro de Estudios, Investigación y Medicina del Deporte, C/ Sangüesa 34. 31005 Pamplona, España.

RESUMEN

Palabras Clave: handball, sobrecarga, potencia, resistencia

IMPORTANCIA DE LA FUERZA, POTENCIA MUSCULAR Y VELOCIDAD EN EL BALONMANO

Desde el punto de vista del rendimiento físico, el balonmano es un deporte de equipo en el que se realizan esfuerzos de máxima intensidad y corta duración, en los que los jugadores tienen que correr, saltar y lanzar el balón, intercalados con momentos de reposo o de baja intensidad (Jacobs 1982). Además, se puede considerar que el balonmano también es un deporte de contacto, porque durante los partidos los jugadores realizan a menudo acciones contra sus adversarios como bloqueos, golpes, empujes y agarres. La competición se produce entre dos equipos que juegan en un terreno de 40m x 20m. En cada equipo solamente pueden jugar a la vez un máximo de 7 jugadores (un portero y 6 jugadores de campo). Dichos jugadores pueden ser sustituidos en cualquier momento durante el partido por otros 7 jugadores. La duración del partido es de 60 minutos, divididos en dos partes de 30 minutos, separadas por 15 minutos de descanso. El número de minutos que un jugador juega en cada partido es muy variable porque cualquier jugador puede ser sustituido y puede volver a jugar en cualquier momento del partido. En un estudio realizado en los años 70, Mikkelsen y Olesen (1976) encontraron que los jugadores de elite jugaban una media de 34-39 minutos por partido oficial. Sin embargo, el rango de minutos jugados por un jugador puede oscilar entre unos pocos segundos y 60 minutos.

Los tipos de metabolismo que participan de modo predominante en el balonmano son: el metabolismo aeróbico (resistencia aeróbica), el metabolismo anaeróbico aláctico (reflejado por la fuerza explosiva de los miembros superiores e inferiores y por la velocidad de desplazamiento y de lanzamiento del balón) y por la fuerza máxima y potencia muscular (necesaria para realizar acciones contra los adversarios, como golpes, empujes o agarres) (Wallace y Cardinale 1997). La velocidad del balón a portería es una característica esencial en balonmano. Dicha velocidad depende de la fuerza muscular, la técnica y la sincronización adecuada de diferentes segmentos corporales (miembro inferior, tronco y miembro superior) (Van Muijen y col. 1991).

Por el tipo de acciones realizadas durante el juego de balonmano, es lógico pensar que los jugadores deberán presentar valores elevados de fuerza máxima y de potencia muscular de las extremidades superiores e inferiores. En general, se observa que los jugadores de balonmano de elite presentan valores de fuerza máxima y de potencia de las extremidades superiores e inferiores que son un 50% superiores a los valores de los jóvenes sedentarios (Izquierdo y col. 2002, Gorostiaga y col. 2005). Esta diferencia observada en los valores de fuerza y de potencia entre los jugadores de elite y los sedentarios es muy superior a la que se observa en los valores de resistencia aeróbica (10-20%). Esto sugiere que la fuerza

máxima y potencia muscular son más determinantes en el balonmano que la resistencia aeróbica. Además, es probable que la cualidad física que más distingue a los jugadores de balonmano de elite (EM) de los de nivel inferior (AM) sea su capacidad para producir una mayor fuerza máxima y potencia con los miembros superiores e inferiores. Por ejemplo, en un estudio reciente realizado con dos equipos masculinos de balonmano españoles, se observó que los jugadores de elite presentaron valores absolutos de fuerza máxima y de potencia en los miembros superiores e inferiores que fueron un 16-20% superior a los presentados por jugadores de nivel inferior (Gorostiaga y col. 2005). En este estudio, los jugadores de elite presentaron valores medios de fuerza máxima y de potencia media desarrollada con cargas entre el 30%-70% de la fuerza máxima durante el ejercicio de pectoral en banca (miembros superiores) de 107 Kg y 451 vatios, respectivamente, mientras que el valor de potencia desarrollado durante el ejercicio de media sentadilla (miembros inferiores) con cargas entre el 60%-125% del peso corporal fue de 771 vatios (Figura 1 y Figura 7). El índice de potencia media (media de las potencias desarrolladas con todas las cargas) en el ejercicio de pectoral en banca por EM (451 ± 31.5 W) fue un 20% mayor ($p < 0.05$) que el índice desarrollado por AM (359 ± 20.0 W), mientras que el índice de potencia media desarrollada por la musculatura de la extremidad inferior por EM (776 ± 97.2 W) fue un 16% mayor ($p < 0.05$) que el índice desarrollado por AM (648 ± 97.2 W). Estos resultados indican que para ser jugador de elite de balonmano se requiere desarrollar valores elevados de fuerza máxima y de potencia en las extremidades superiores e inferiores (Gorostiaga y col. 2005).

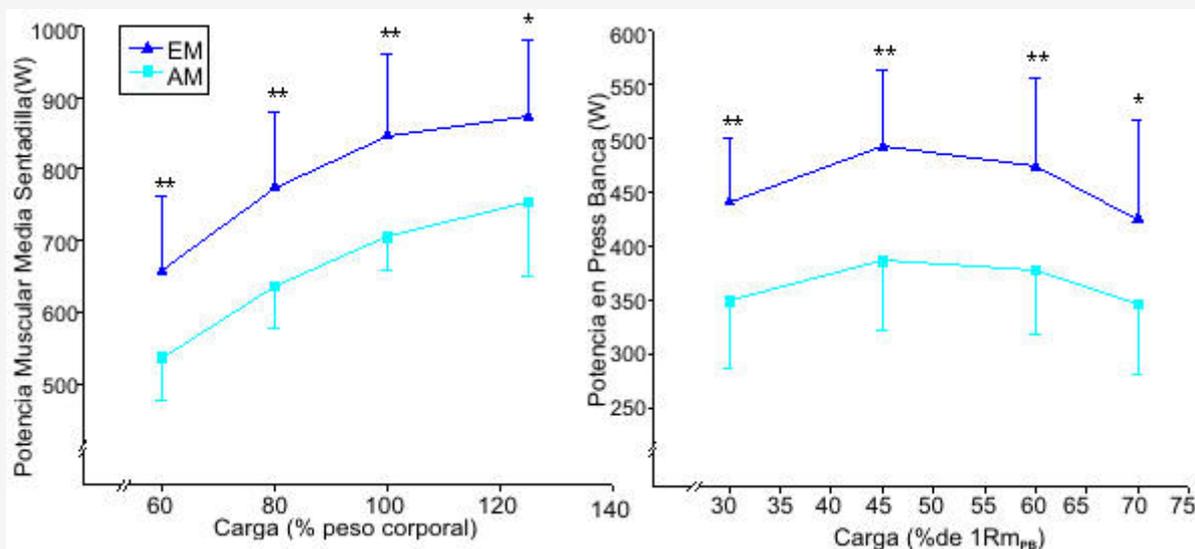


Figura 1. Potencia muscular media (DE) de los músculos de la extremidad inferior (A) y de la extremidad superior (B) producida en la acción concéntrica de media sentadilla y pectoral en banca, con las cargas correspondientes al 60%, 80%, 100% y 125% de los valores absolutos individuales del peso corporal (* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$) EM: Jugadores de nivel elite; AM: Jugadores de nivel inferior. (Modificado de Gorostiaga EM, Granados C, Ibañez J, Izquierdo M (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur handball players. *International Journal of Sports Medicine*. 26:225-232).

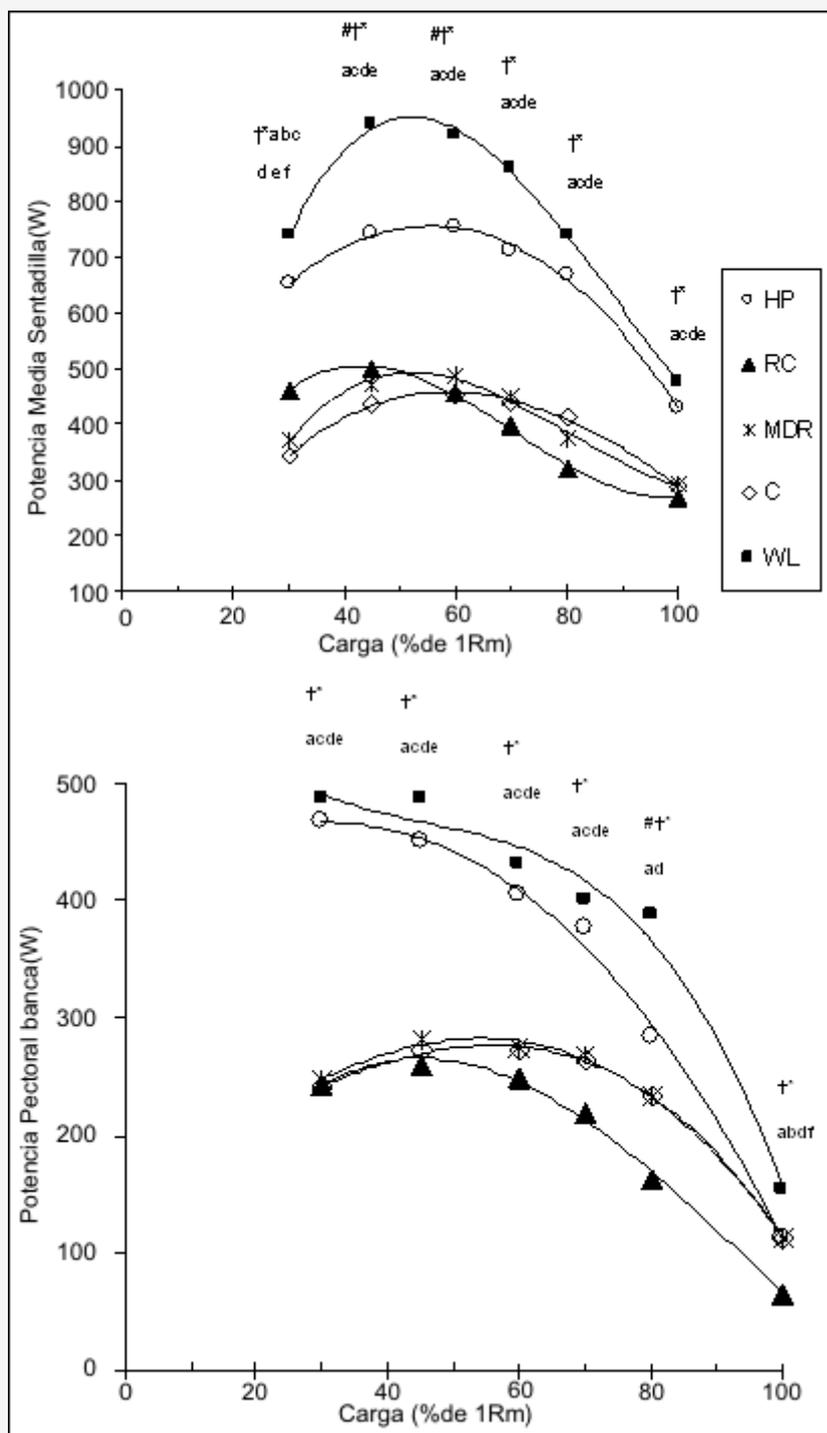


Figura 2. Curva carga-potencia en la acción de media sentadilla y pectoral en banca en halterófilos (WL), jugadores de balonmano (HP), medio fondistas (MDR), ciclistas de ruta (RC) y controles (C). † y * denota diferencia significativa ($p < 0.05$) comparado con RC. a, b y c denota diferencia significativa ($p < 0.05$) comparado con MDR. ^{d,e} y ^f denota diferencia significativa ($p < 0.05$) comparado con C. # denota diferencia significativa ($p < 0.05$) comparado con HP. Valores son Media \pm SD. (A partir de Izquierdo et al. 2002).

Al analizar las características antropométricas, se señalaba que los jugadores de balonmano de elite masculina suelen presentar valores de peso corporal significativamente mayores que los jugadores de menor nivel. Por ejemplo, en un estudio reciente realizado con dos equipos masculinos de balonmano españoles (Gorostiaga y col. 2005), se observó que los valores medios de peso corporal y de masa magra de los jugadores de elite fueron un 15% y un 13% superiores, respectivamente, que los de los jugadores amateur, mientras que no se encontraron diferencias significativas en la talla o el porcentaje graso entre los dos equipos. Esto indica que una de las características de los jugadores más aptos para jugar al balonmano de alto nivel es la corpulencia. Para una talla similar (180-190 cm), el índice de masa corporal en EM (26.7

kg·m⁻²) fue también mayor que el encontrado en equipos de balonmano de elite de los años 70 y 80 (23.7-25.5 kg·m⁻²) (Bartosiewicz y col. 1986, Fleck y col. 1992, Mikkelsen y Olesen 1976). Tal como ha sido también observado en otros deportes (lanzamiento de peso, disco, jabalina, fútbol, rugby) (Norton y Olds 2001), se ha observado un aumento de la envergadura de los jugadores de balonmano a lo largo de las dos últimas décadas. Este aumento de la envergadura y del peso corporal se ha relacionado con diferentes factores, como la globalización, el reclutamiento internacional de jugadores, los mayores incentivos sociales y financieros, y los avances en nutrición, ayudas ergogénicas, nuevos métodos de entrenamiento, o el desarrollo de técnicas médicas y fisioterápicas (Norton y Olds 2001).

Un aspecto interesante a considerar es que, cuando los valores absolutos de fuerza máxima (Mikkelsen y col. 1976) o de potencia de los miembros inferiores de los jugadores de balonmano masculino se dividen entre el peso corporal o entre el peso corporal libre de grasa (peso corporal menos peso graso), las diferencias que existen en la fuerza máxima y la potencia muscular de las extremidades inferiores entre los jugadores de elite y los de menor nivel desaparecen. Esto sugiere que la capacidad para producir máxima tensión por unidad de masa muscular es similar en los jugadores de balonmano de elite y en los jugadores de menor nivel. Además, este hallazgo indica que los jugadores de balonmano de elite tienen unos valores más elevados en valor absoluto de fuerza máxima y de potencia muscular, porque tienen un mayor peso corporal y, probablemente, una mayor masa muscular. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los valores más elevados en valor absoluto de fuerza máxima y de potencia que presentan los jugadores de balonmano de elite, con respecto a los jugadores de menor nivel, les proporcionan una clara ventaja cuando ejecutan durante los partidos algunas acciones (golpeos, bloqueos, empujes y agarres) que requieren realizar contracciones musculares a la máxima intensidad absoluta posible (máxima velocidad contra resistencias elevadas).

En lo referente a los valores de salto vertical, los valores medios de salto vertical (con contramovimiento previo e impulsándose con los brazos) de los jugadores de balonmano masculino de elite suelen ser cercanos a 46 cm (Bartosiewicz y col. 1986). Los equipos masculinos de nivel inferior suelen presentar valores similares a los de elite.

La evaluación de la velocidad de carrera en distancias muy cortas es muy importante en el jugador de balonmano porque la mayoría de las acciones decisivas en un partido se desarrollan en un espacio muy pequeño. Existen pocos trabajos que hayan medido el tiempo de carrera a máxima velocidad en jugadores de balonmano masculino (Mikkelsen y Olesen, 1976). Los resultados de estos estudios indican que, por ejemplo, los jugadores de un equipo español de elite tardan de media (saliendo de parado) 1.03 segundos en recorrer 5 metros y 2.46 segundos en recorrer 15 metros. Este tiempo empleado en correr 5 y 15 metros a la máxima velocidad es similar al tiempo empleado por los jugadores de balonmano de menor nivel ((Mikkelsen y Olesen, 1976) y mayor al que emplean los jugadores de fútbol de elite (0.95 segundos y 2.28 en 5 y 15 metros, respectivamente) (Gorostiaga y col. 2004, Coen y col. 1998).

Aunque los valores de salto vertical y de velocidad máxima de carrera son similares en los jugadores de elite y en los de menor nivel, como los jugadores de elite tienen un peso corporal más elevado, los valores absolutos de potencia que desarrollan los jugadores de elite cuando saltan o cuando corren a máxima velocidad son también mayores. Estos valores más elevados de potencia absoluta durante el salto y la carrera que presentan los jugadores de elite suponen una ventaja importante durante un partido, porque hace que sea más difícil interceptarles cuando están llevando a cabo estas acciones. Además, es posible que estos mayor valores de potencia absoluta les reduzcan el riesgo de lesionarse cuando entran en contacto con los adversarios durante la carrera y el salto, dos acciones del partido en las que se produce un número importante de lesiones (Nielsen y Yde, 1988).

No conocemos trabajos que hayan medido la fuerza y potencia muscular en las extremidades superiores e inferiores en jugadoras de balonmano. Existen muy pocos trabajos que han medido el tiempo empleado en correr distancias cortas a máxima velocidad en mujeres jugadoras de balonmano (Jensen y col. 1997). Por ejemplo, Jensen y col. (1997) encontraron en jugadoras de la selección noruega de balonmano que el tiempo medio empleado en recorrer los últimos 10 metros de una carrera de 30 metros fue de 1.27 segundos. En un estudio realizado con un equipo español de elite femenina, el tiempo medio empleado en correr 5 y 15 metros (saliendo de parado) fue de 1.11 segundos y de 2.65 segundos, respectivamente. Estos tiempos son un % peores que los valores observados en jugadores de balonmano masculino de elite.

El análisis de los trabajos citados anteriormente permite concluir que la capacidad para producir una gran cantidad de fuerza y de potencia muscular es la cualidad física que más distingue a los jugadores de balonmano de elite. Esto parece confirmar que el metabolismo anaeróbico aláctico es el sistema anaeróbico predominante en el partido de balonmano.

Es difícil comparar los resultados de diferentes estudios que han medido la velocidad de lanzamiento en jugadores de balonmano de elite, porque difieren en numerosos factores, como, por ejemplo, el método de medida (células fotoeléctricas, radar, cinematografía), comienzo de la medición (desde el despegue del balón de la mano, o desde 1 a 3 m de distancia del lanzador), o el tipo y la dirección del lanzamiento. En cualquier caso, las velocidades medias del lanzamiento de penalti (23.8±1.9 m s⁻¹) y con 3-pasos en apoyo (25.3±2.2 m s⁻¹) medidas en EM son la más alta y la segunda más alta, respectivamente, descritas en la literatura, en jugadores de balonmano de elite que jugaban en los años 70 y 80 (entre 20-23.3 m s⁻¹ y entre 21.8-28.1 m s⁻¹ para el lanzamiento de penalti y con 3-pasos en apoyo, respectivamente)

(Fleck y col 1992, Loftin y col 1996, Müller 1980). Se podría especular que una de las características de los jugadores actuales de balonmano de alto nivel, en comparación con los jugadores de los años 70 y 80, es su mayor velocidad de lanzamiento del balón. Sin embargo, esta interpretación debería tomarse con cautela, debido a las marcadas diferencias observadas en los factores metodológicos observadas entre los distintos estudios.

Al comenzar este apartado, se señalaba que la fuerza muscular es una cualidad determinante en la velocidad de lanzamiento del balón en balonmano. Algunos estudios han confirmado esta afirmación (Fleck y col. 1992, Jöris y col. 1985, Mikkelsen y Olesen, 1976) porque han encontrado relaciones lineales directas significativas entre la velocidad de lanzamiento y la fuerza o la velocidad desarrollada durante la extensión del codo al levantar cargas bajas (ejemplo: 30% de una repetición máxima), así como con la fuerza ejercida sobre el balón durante el lanzamiento (Figura 3). Sin embargo, no se han encontrado relaciones significativas entre la velocidad de lanzamiento y la fuerza máxima que se puede levantar una sola vez durante la extensión del codo (1 RM pectoral en banca). Ello se debe a que el tiempo durante el cual se puede aplicar fuerza durante el lanzamiento del balón (unos 200 milisegundos) es muy inferior al tiempo que se necesita para aplicar la fuerza máxima que se puede levantar una sola vez (más de 500-700 milisegundos). Por ejemplo, se ha visto que jugadoras de balonmano pueden producir durante el lanzamiento del balón una fuerza máxima equivalente a 9 kg durante los 200 milisegundos de tiempo que tienen para poder aplicar la fuerza, mientras que pueden producir una fuerza máxima de unos 50 kg cuando realizan un test de una repetición máxima de extensión de codo (pectoral en banca), que dura más de 500-700 milisegundos.

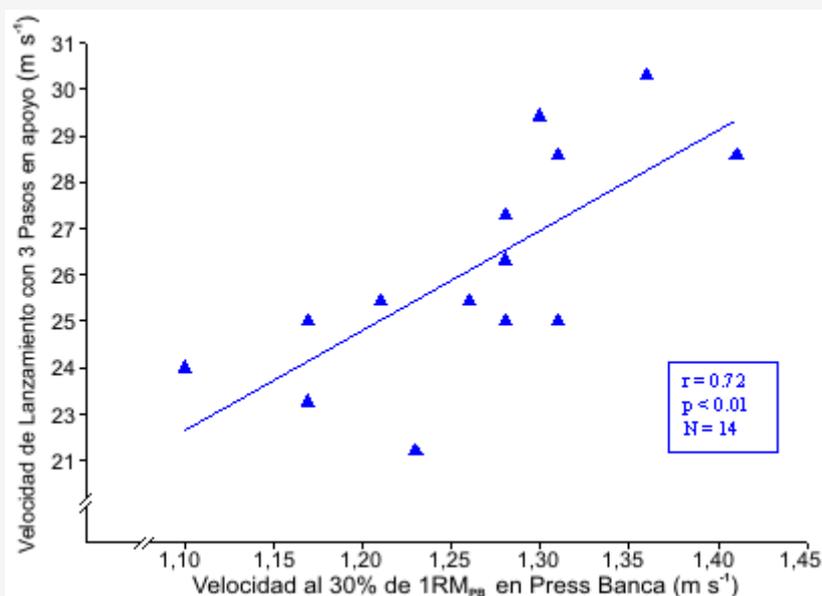


Figura 3. Correlación entre los valores individuales de la velocidad producida concéntricamente con la carga del 30% de 1RM_{pb} en el ejercicio de press-banca y los valores individuales de la velocidad de lanzamiento con 3-pasos en apoyo, en EM. (Modificado de Gorostiaga EM, Granados C, Ibañez J, Izquierdo M (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur handball players. *International Journal of Sports Medicine*. 26:225-232).

Es decir, que durante el lanzamiento del balón de balonmano, como no hay tiempo suficiente para poder aplicar la fuerza máxima que puede desarrollar una jugadora en 500-700 milisegundos, lo importante es ser capaz de producir la máxima fuerza posible en los cerca de 200 milisegundos que se tienen para producirla. En el caso de las jugadoras de balonmano, será más determinante para mejorar la velocidad de lanzamiento del balón que las jugadoras sean capaces de producir más fuerza durante los 200 milisegundos del lanzamiento (ejemplo: 11 kg en vez de 9 kg) que mejoren la fuerza producida durante un test de una repetición máxima (ejemplo: que puedan producir una fuerza equivalente a 55 kg en vez de 50 kg). Por lo tanto, para mejorar la velocidad de lanzamiento deberá mejorarse la capacidad para producir la mayor fuerza submáxima posible en un periodo corto de tiempo (ejemplo: producir 11 Kg de fuerza en vez de 9 kg durante 200 milisegundos) o, dicho de otro modo, deberá mejorarse la capacidad para mover en el menor tiempo posible una carga submáxima determinada (ejemplo: ser capaz de producir 9 kg de fuerza en 180 milisegundos, en vez de en 200 milisegundos).

Basado en estudios que midieron la frecuencia cardiaca y los niveles de lactato sanguíneo durante partidos de 30 a 60 min de duración, se ha sugerido que el juego del balonmano exige que los jugadores presenten una capacidad aeróbica elevada (Delamarche, P et al. 1987, Loftin, M et al. 1996, Mikkelsen, F. and Olesen, M. N. 1976). Sin embargo, los jugadores de balonmano de elite y de menor nivel no suelen presentar capacidades aeróbicas elevadas, porque sus valores medios de consumo máximo de oxígeno (Alexander y Boreskie 1989, Delamarche y col. 1987, Hermansen 1973, Mikkelsen y Olesen 1976), porcentaje de fibras musculares de tipo I (Mikkelsen y Olesen 1976) y actividad del enzima succinato deshidrogenasa en el músculo vasto lateral del cuádriceps (Mikkelsen y Olesen 1976) son solamente ligeramente superiores a los del hombre joven sedentario. Además, durante los partidos, los jugadores suelen ser sustituidos con mucha frecuencia y suelen jugar de media de 25 a 30 minutos por partido, recorriendo distancias pequeñas (1.1 a 3.0 km) (Wallace y Cardinale 1997), con un coste calórico bajo (500 a 800 kcal) (Banister 1964), y utilizando poco glucógeno muscular (39% del nivel inicial) (Mikkelsen y Olesen 1976). Por lo tanto, parece probable que los jugadores de balonmano no necesiten poseer valores elevados de capacidad aeróbica para destacar en el juego del balonmano. Los resultados de un reciente estudio refuerzan esta hipótesis, porque los valores medios de la velocidad correspondiente a una concentración sanguínea de lactato de 3 mmol l^{-1} (11.8-12.0 km h^{-1}), reflejo de la resistencia aeróbica, son similares en EM y AM, y bastante modestos (Gorostiaga y col. 2005). Estos resultados sugieren que la resistencia aeróbica no parece ser una limitación para la mejora del nivel de balonmano

EVOLUCIÓN DE LA FUERZA, POTENCIA Y RESISTENCIA AERÓBICA A LO LARGO DE UNA TEMPORADA

En cuanto a la distribución del entrenamiento de fuerza y resistencia a lo largo de una temporada en jugadores de elite masculino se ha observado recientemente (Gorostiaga y col. 2006), que cuando se entrena elevados volúmenes de resistencia (75-87 % del volumen total del entrenamiento de resistencia) a baja intensidad (Frecuencia cardiaca <80 % de la velocidad de 3 mmol l^{-1}) (Figura 4), es muy probable que dicho volumen no aumente los valores de resistencia aeróbica y por el contrario interfiera con el desarrollo de la fuerza (Figura 5). En este estudio, se observó a lo largo de la temporada de balonmano, una ausencia de mejora en los valores de la resistencia aeróbica, y de fuerza explosiva en la extremidad inferior, a pesar del entrenamiento de pesas realizado. Sin embargo, un resultado interesante fue la relación positiva encontrada entre el trabajo de resistencia a alta intensidad y los valores de la resistencia aeróbica (Figura 6). Es decir, aquellos jugadores que más minutos de alta intensidad habían desarrollado a lo largo de la temporada eran aquellos jugadores que mayores valores de resistencia aeróbica presentaban. Esto sugiere que se debería prestar especial atención al entrenamiento de resistencia y reducir el volumen de entrenamiento de baja intensidad, para evitar interferir en el rendimiento de la fuerza, y entrenar la resistencia a alta intensidad para mejorar los valores de resistencia aeróbica (Gorostiaga y col. 2006).

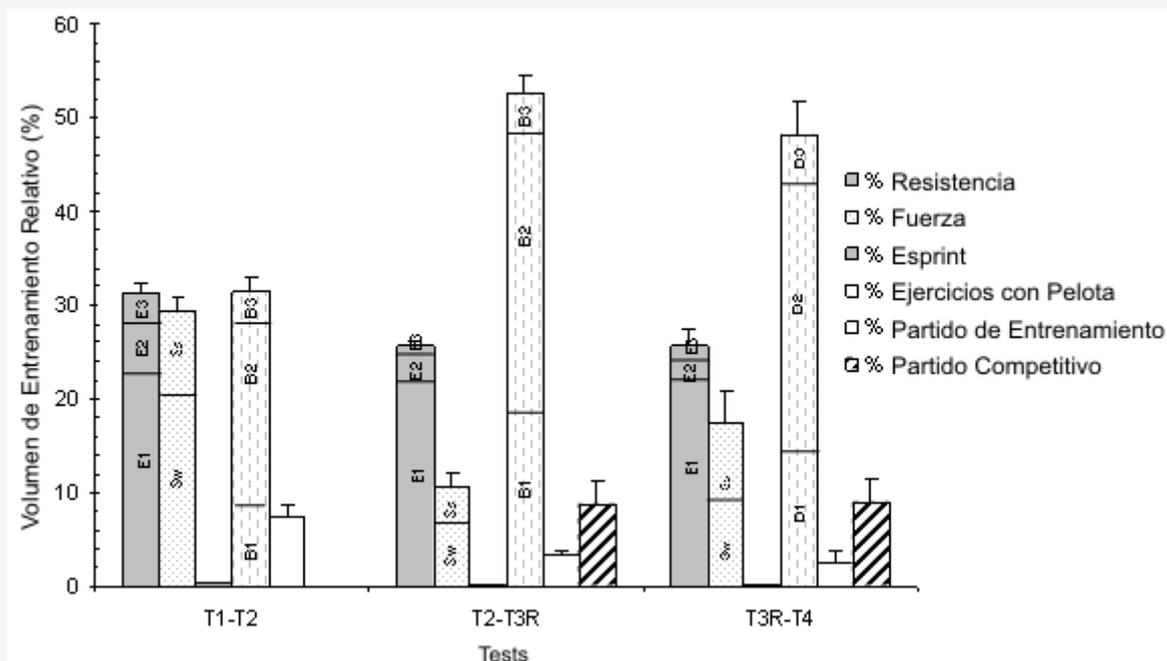


Figura 4. Volúmenes relativos (media \pm SD) de los diferentes modos de entrenamiento y competición entre los tests durante toda la temporada. Entrenamiento de resistencia de baja (E1), media (E2) y alta intensidad (E3); entrenamiento de fuerza con pesas (Sw) y de fuerza específica (Ss); entrenamiento con balón a baja (B1), media (B2) y alta intensidad (B3); partido de entrenamiento (TG) y partido de competición (CG). (Gorostiaga EM, Granados C, Ibañez J, Gonzalez-Badillo JJ, Izquierdo M. (2006) Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 38(2): 357-366).

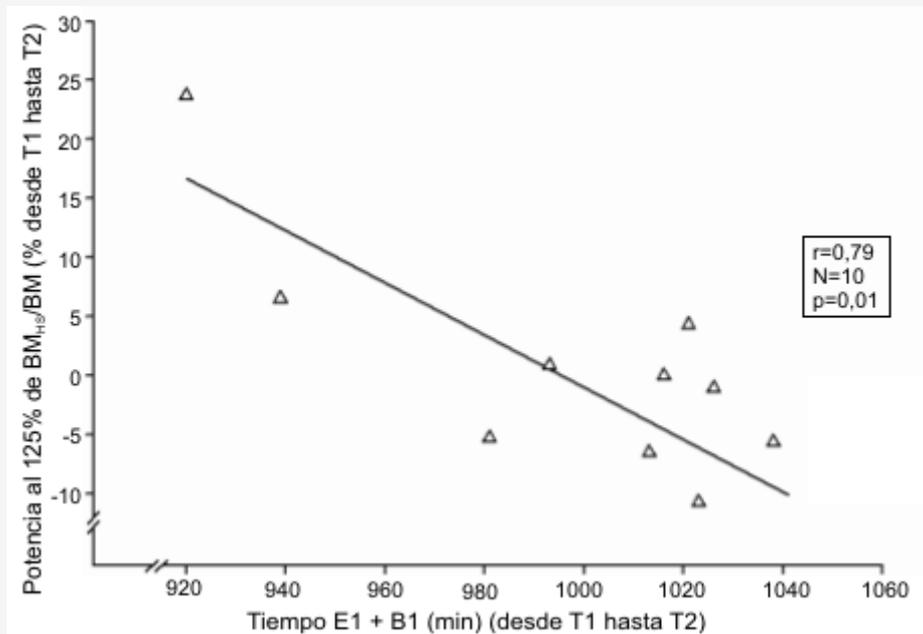


Figura 5. Relación entre los minutos de entrenamiento dedicados a la resistencia (E1) y ejercicios con balón (B1), a baja intensidad y los cambios relativos a la potencia al 125% del peso corporal durante la acción de media-sentadilla durante la primera parte del periodo preparatorio, de T1 a T2. (Gorostiaga EM, Granados C, Ibañez J, Gonzalez-Badillo JJ, Izquierdo M. (2006) Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 38(2): 357-366).

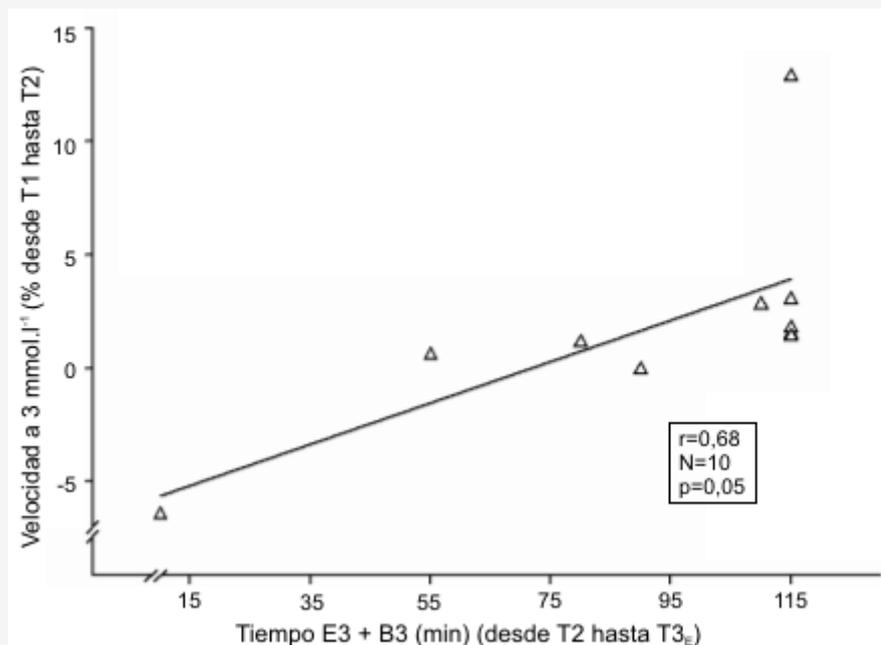


Figura 6. Relación entre los minutos de entrenamiento dedicados a la resistencia (E3) y ejercicios con balón (B3), a alta intensidad y los cambios individuales en la velocidad asociada a una concentración de lactato de 3mM (V_3) durante la primera parte del periodo competitivo, de T2 a T3. (Gorostiaga EM, Granados C, Ibañez J, Gonzalez-Badillo JJ, Izquierdo M. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 38(2): 357-366).

En conclusión, se observa que los jugadores de balonmano de elite presentan valores de fuerza máxima y de potencia de las extremidades superiores e inferiores que son un 50% superiores a los valores de los jóvenes sedentarios (Izquierdo y col. 2002, Gorostiaga y col. 2005). Esta diferencia observada en los valores de fuerza y de potencia entre los jugadores de elite y los sedentarios es muy superior a la que se observa en los valores de resistencia aeróbica (10-20%). Esto sugiere que la fuerza máxima y potencia muscular son más determinantes en el balonmano que la resistencia aeróbica. Además, es probable que la cualidad física que más distingue a los jugadores de balonmano de elite (EM) de los de nivel inferior (AM) sea su capacidad para producir una mayor fuerza máxima y potencia con los miembros superiores e inferiores.

En cuanto a la distribución del entrenamiento de fuerza y resistencia a lo largo de una temporada en jugadores de elite masculino se ha observado, que cuando se entrena elevados volúmenes de resistencia (75-87% del volumen total del entrenamiento de resistencia) a baja intensidad (Frecuencia cardiaca < 80% de la velocidad de 3mmol l⁻¹), es muy probable que dicho volumen no aumente los valores de resistencia aeróbica y por el contrario interfiera con el desarrollo de la fuerza (Figura 5). En este estudio, se observó a lo largo de la temporada de balonmano, una ausencia de mejora en los valores de la resistencia aeróbica, y de fuerza explosiva en la extremidad inferior, a pesar del entrenamiento de pesas realizado. Sin embargo, un resultado interesante fue la relación positiva encontrada entre el trabajo de resistencia a alta intensidad y los valores de la resistencia aeróbica (Figura 6). Es decir, aquellos jugadores que más minutos de alta intensidad habían desarrollado a lo largo de la temporada eran aquellos jugadores que mayores valores de resistencia aeróbica presentaban. Esto sugiere que se debería prestar especial atención al entrenamiento de resistencia y reducir el volumen de entrenamiento de baja intensidad, para evitar interferir en el rendimiento de la fuerza, y entrenar la resistencia a alta intensidad para mejorar los valores de resistencia aeróbica.

REFERENCIAS

- Alexander, M.J. and Boreskie, S.L. (1989). An analysis of fitness and time-motion characteristics of handball. *Am J Sports Medicine* 17:76-82
- Banister, E.W. (1964). The caloric cost of playing handball. *Res Quart* 35:236-240
- Bartosiewicz, G., Dabrowska, A., Ellasz, J., Gajewski, J., Trzaskoma, Z., and Wit, A. (1986). Maximal mechanical power of lower and upper extremities of man. *Biology of Sport* 3:47-54

4. Delamarche,P., Gratas,A., Beillot,J., Dassonville,J., Rochcongaar,P., and Lessard,Y (1987). Extent of lactic metabolism in handballers. *Inter J Sports Med* 8:55-59
5. Fleck,S.J., Smith,S.L., Craib,M.W., Denahan,T., Snow,R.E., and Mitchell,M.L (1992). Upper extremity isokinetic torque and throwing velocity in team handball. *J.Appl.Sport Sci Res.* 6:120-124
6. Hermansen,L (1973). Oxygen transport during exercise in human subjects. *Acta Physiol.Scand* 399:1-104
7. Jacobs I, N. Westlin, M. Rasmusson y B. Houghton (1982). Muscle glycogen and diet in elite players. *European Journal of Applied Physiology.* 48:297-302
8. Jensen J, Jacobsen ST, Hetland S, Tveit P (1997). Effect of combined endurance, strength and sprint training on maximal oxygen uptake, isometric strength and sprint performance in female elite handball players during a season. *Int J Sports Med.* 354-358
9. Joris,H., Van Muijen,A.E., Van Ingen Schenau,G.J., and Kemper,H.C.G (1985). Force, velocity and energy flow during the overarm throw in female handball players. *J.Biomechanics* 18:409-414
10. Loftin,M., Anderson,P., Lyton,L., Pittman,P., and Warren,B (1996). Heart rate response during handball singles match-play and selected physical fitness components of experienced male handball players. *J.Sports Med Phys Fitness* 36:95-99
11. Mikkelsen, F. and Olesen, M. N (1976). Handball 82-84 (Traening af skudstyrken). *Thesis/Dissertation*
12. Norton,K. and Olds,T (2001). Morphological evaluation of athletes over the 20th century. *Sports Medicine* 31:763-783
13. Van Muijen,A.E., Joris,H., Kemper,H.C.G., and Van Ingen Schenau,G.J (1991). Throwing practice with different ball weights: effects on throwing velocity and muscle strength in female handball players. *Sports Training, Med.& Rehab.* 2:103-113
14. Wallace,M.B. and Cardinale,M (1997). Conditioning for team handball. *Strength & Conditioning December:*7-12