

Variación de la potencia del tren inferior en jugadoras de balonmano de alta competición

■ SALVADOR OLASO CLIMENT
 ■ JORDI MARTÍNEZ PARDO
 ■ ANTONI PLANAS ANZANO

INEFC-Lleida.
 Universitat de Lleida

■ Palabras clave

Manifestación explosiva de la fuerza, Pesos libres, Pliometría, Potencia, Isocontrol, Balonmano

Abstract

In the present investigation, the modification of the maximum power values of lower extremities was measured and analysed in relation to external loads, representative of body weight (BW), through two standardised movements: a) extension of legs (muscular action of lifting with regards to exterior load representing a 50 % and 100 % BW).

b) flexion-extension of legs (muscular action of lifting and holding on representative load of a 50 % and a 100 % BW).

The above mentioned depending on two different trainings –plyometric method against traditional one with free loads, for women of a handball team during competition time. Eight women voluntarily took part in this study.

From the results, we can see that there is an increase of the maximum power values between T_i and T_f in relation to the concentric performing way 50 % BW and to the type 1 training group –plyometrics– and though it doesn't exist a statistical meaning ($p > 0,05$), technically we consider the increase as important for some players, especially taking in account their qualities.

Furthermore, the maximum power increases result to be determinant when they are obtained by persons who also used type 1 training in the concentric performing way 100 % BW. They improve their maximum power values within the two tests (+95 watts average) ($p < 0,05$). The described differences reflect increases in the power-strength method for lower extremities in the women doing plyometrics training.

Other results confirm the variations (decreases) using type 2 training –free loads– between T_i and T_f , as much in the concentric performing way 50% BW and 100 % BW as in the eccentric-concentric performing way 50 % BW and 100 % BW.

Key words

Explosive strenght, Free weight, Plyometric method, Power, Isocontrol, Handball

Resumen

En la presente investigación se han medido y analizado la modificación de los valores de la potencia máxima de las extremidades inferiores, frente a cargas externas representativas del peso corporal (PC), en dos movimientos estandarizados:

- Extensión de piernas (acción muscular de superación ante carga externa representativa del 50 % y 100 % del PC).
- Flexo-extensión de piernas (acción muscular de retención y superación ante carga representativa del 50 % y 100 % del PC).

Todo ello en función de dos tipos de entrenamiento diferenciado –método pliométrico vs método tradicional con pesos libres– en jugadoras de un equipo de balonmano durante su período de competición. Participaron en este estudio voluntariamente ocho mujeres.

De los resultados se desprende que existe aumento de los valores de la potencia máxima entre el test inicial – T_i – y el test final – T_f – referente al modo de ejecución concéntrico 50 % PC y respecto del grupo de entrenamiento tipo 1 –pliometría–, y aunque no existe significación estadística ($p > 0,05$), técnicamente se considera el aumento relevante para ciertas jugadoras, sobre todo dada su dimensión cualitativa. También resultan determinantes los aumentos de potencia máxima conseguidos por los sujetos que uti-

lizaron el entrenamiento tipo 1 en el modo de ejecución excéntrico-concéntrico 100 % PC los cuales adquieren una mejora en sus valores de potencia máxima entre los dos tests (+95 watts de media) ($p < 0,05$). Otros resultados confirman decrementos en la utilización del entrenamiento tipo 2 –pesos libres– entre ambos test, tanto en el modo de ejecución concéntrico 50 % PC y 100 % PC, como en el excéntrico-concéntrico 50 % PC y 100 % PC.

Introducción

Hoy día, la opinión dominante en materia de teoría del entrenamiento deportivo indica que la mejora de la fuerza aplicada se constituye en un elemento esencial del entrenamiento en la mayoría de las actividades deportivas y, en algunas de ellas, se puede llegar a considerar como determinante. Nunca puede ser perjudicial, para el deportista que reclama elevadas prestaciones, su desarrollo de manera correcta. Sólo un trabajo mal orientado, en el que se busque el aumento de la fuerza indiscriminada, por sí misma, sin tener en cuenta las características de la actividad o del deporte, puede influir negativamente en el rendimiento específico (González-Badillo y Gorostiaga, 1995).

Tradicionalmente, la valoración de la manifestación de la fuerza aplicada ha partido del conocimiento de sus registros ante la superación de una carga externa

■ TABLA 1.
Tipología de los sujetos.

SUJETO	SEXO	EDAD (años)	PESO (kg)	TALLA (cm)	TIPO DE ENTRENAMIENTO
1	F	21	81	170	1
2	F	18	82	174	2
3	F	28	72	166	1
4	F	19	67	172	1
5	F	23	64	172	1
6	F	18	69	170	2
7	F	21	84	172	1
8	F	17	65	173	2

máxima (generalmente dinámica, FDM –1RM–). Aunque parece ser que, tan vital como el conocimiento de la fuerza ante este tipo de situación, resulta también de gran interés el conocimiento de la que se alcanza ante cargas inferiores a la dinámica máxima FDM_{relativa} (González-Badillo, 2000).

En este sentido, resulta también sumamente interesante unir al concepto de la fuerza aplicada el de potencia; ésta se constituye en una magnitud fundamental para la eficaz progresión en el entrenamiento de la primera. Sabemos, atendiendo a la dinámica, que la potencia se asocia al tratamiento común que se hace entre una carga externa y la velocidad de movilización de la misma, y es por eso que se puede explicar su papel al considerar al trabajo como el producto de la fuerza por la distancia en un tiempo determinado, y es bajo este concepto cuando se introduce la magnitud de la potencia mecánica para dar idea de la rapidez con la que se realiza dicho trabajo.

Desde esta línea de pensamiento la potencia se constituye, sin duda, en el parámetro más importante a la hora de describir el comportamiento mecánico del organismo. En realidad, podemos ser capaces de hacer un trabajo considerablemente grande si se nos da el tiempo preciso, pero para saber el ritmo al que se efectuaría dicho trabajo es indispensable el disponer del dato de la potencia.

De esta manera, definimos a la potencia en función de la cantidad de trabajo que puede efectuarse en la unidad de tiempo, así, si entendemos que el trabajo producido es equivalente al producto de la fuerza por la distancia a la que se desplaza la masa, tenemos que:

$$P = w/t = F \Delta x/t = F vt/t = F v.$$

Por lo que $P = F v$.

Hemos podido comprender que el proceso de medición y análisis de los valores que alcanza la potencia, en determinados momentos de la preparación del deportista, resulta vital para observar la orientación del entrenamiento de la fuerza, y por lo tanto la correcta evolución del rendimiento deportivo –eficacia–. A la máxima potencia generada por un grupo muscular se le denomina: umbral de rendimiento muscular –URM–. Mejorar dicho umbral siempre se ha de considerar como un aumento en el rendimiento de la fuerza aplicada del deportista (Bosco, 1994; González-Badillo y Gorostiaga, 1995; González-Badillo, 2000; Tous, 1999); por lo tanto, ser potente significa, ante todo, ser capaz de generar gran cantidad de trabajo en el menor tiempo posible, o lo que es lo mismo, tener la capacidad de aplicar una gran cantidad de fuerza a la mayor velocidad que podamos.

Por este motivo, el objeto de este estudio consiste en medir y valorar la poten-

cia máxima (W) –máxima potencia conseguida en todo el desplazamiento de la carga externa superada– del tren inferior y analizar su variación, en función del tipo de entrenamiento específico que se ha programado en un equipo de jugadoras de balonmano, y cuyo interés de rendimiento oscila, entre otros aspectos, en conseguir un óptimo nivel de potencia mecánica para su aplicación en la competición estatal en la cual participan.

Material y método

Sujetos

Se seleccionaron para este estudio trece sujetos que se encontraban en buen estado físico al inicio de la investigación, todos ellos de sexo femenino, que practican el deporte del balonmano en categoría nacional de División de Honor, equipo PlusFresh de Lleida. Sin embargo, debido a la dureza de este deporte con frecuentes problemas de lesión, se produjeron cinco muertes experimentales con lo que la muestra se ha reducido a ocho sujetos distribuidos irregularmente en dos grupos, por lo tanto éstos han quedado desbalanceados (tabla 1).

Los valores antropométricos (media, DE) de la muestra son: edad: 20,63 (3,58) años; peso: 73 (8,14) kg.; talla: 171,13 (2,47). Las deportistas, previamente informadas sobre los objetivos de nuestro estudio y de otras cuestiones de tipo ético como: participación voluntaria, aplicación de técnicas no invasivas ni agresivas, aspectos confidenciales de los resultados etc., voluntariamente han dado su consentimiento para participar en la experimentación, comprometiéndose a la realización del entrenamiento específico y de los tests.

Material

- Barra de pesos libres de 10 kg. y discos apropiados para el incremento de la carga.
- Cinturones para la protección de la zona lumbar.

- Cajones de madera de diversas alturas –10 hasta 50 cm– para el trabajo pliométrico.
- Báscula electrónica Balay 1050 de pesaje en kg.
- Plataforma de contactos: ErgoJump. Bosco-System, software modificado por el laboratorio de biomecánica del INEFC-Lleida.
- Isocontrol dinámico. Ver. 3.0. JLML^{i+d}. Componentes: módulo central; alimentador de 24 v; sensor fuerza dinámica; cable de conexión del sensor de fuerza dinámica al módulo central; software específico. Este aparato consiste en un dinamómetro, el cual está compuesto por un sensor externo que realiza una medición directa del espacio –precisión de 0,2 mm– relacionado con el tiempo –frecuencia 1 KHz–. El tiempo se mide con una precisión de reloj de 0,2 μ s, obteniendo un registro cada milisegundo, con lo que se consiguen los datos dinámicos gracias a los cálculos matemáticos derivados de los anteriores.
- Programa estadístico SPSS v.10.

Método

Previo al primer test se aplica un programa de cuatro microciclos de perfeccionamiento técnico en el manejo de los ejercicios de pesos libres –fundamentalmente media sentadilla–, y ejecución correcta del DJ –noción de deslizamiento y menor tiempo posible en la fase de acoplamiento– (Bosco, 1994; Cometti, 1989-1998; Verkhoshansky, 1999). El cálculo del porcentaje de la carga externa –tanto para ambos tests, como para la aplicación del entrenamiento de pesos libres en el grupo 2–, se realiza en función del peso corporal (PC) de cada sujeto –concepto de fuerza relativa– (Vélez, 1992; Thépaut-Mathieu *et al.*, 1997). Seguidamente se realiza el test inicial basado en dos modos de ejecución:

- a) Modo de ejecución concéntrico. Manifestación explosiva de la fuerza: extensión de piernas –acción muscular

de las extremidades inferiores superando el 50 % y 100 % del PC–.

- b) Modo de ejecución excéntrico-concéntrico. Manifestación elástico-explosiva: flexo-extensión de piernas –acción muscular de las extremidades inferiores reteniendo y superando el 50 % y 100 % del PC– (Bosco, 1994).

En cada una de estas situaciones experimentales, se miden y se registran los valores de la magnitud de la potencia máxima en watts: $W = J s^{-1}$; si se expresa en unidades básicas: $W = m^2 kg s^{-3}$. El registro se ha efectuado con el implemento tecnológico: Isocontrol dinámico. Versión 3.0. JLML^{i+d}. Anteriormente al test, se lleva a cabo la calibración del sistema dinámico. Los resultados aparecen de forma numérica en la pantalla de los datos pormenorizados.

A continuación, se introduce un programa de entrenamiento de mejora de la manifestación explosiva de la fuerza a partir de dos métodos diferentes:

- Un grupo realiza los ejercicios pliométricos –impulso en el momento del contacto con ambos pies–, dejándose caer desde alturas diferenciadas para cada sujeto, en función del mejor registro de la altura alcanzada en el test inicial –DJ en ErgoJump–, aplicando el método de series repetidas 4 x 6 x DJ_{mn}. Tipo de entrenamiento 1.
- Otro grupo, ejecuta los ejercicios de media sentadilla (medio squat) –pesos libres– con la carga externa representativa del 50 % del PC de cada sujeto, utilizando el método de series repetidas 4 x 6 x 50 % e implicando una elevada velocidad de ejecución. Tipo de entrenamiento 2. Efectuando en ambos grupos dos sesiones semanales desde febrero hasta mayo –once microciclos–.

El test final se lleva a cabo una vez concluido el proceso de entrenamiento, y consiste en la repetición del test inicial registrando los nuevos valores de la mag-

nitud de la potencia máxima. En resumen, se han establecido dos test, uno antes de la aplicación del proceso de entrenamiento –test inicial (T_I)–, y otro al final del proceso –test final (T_F)–.

Hay que indicar que de forma continua y homogénea, ambos grupos siguen el programa de entrenamiento y de competición establecido para la temporada. Y en cuanto a la estructura de las sesiones, éstas comienzan con un calentamiento –ejercicios dinámicos generales, a continuación, ejercicios imitadores con menor peso y menor nivel de resistencia externa, de una duración aproximada de 15 minutos–, pasando a continuación a efectuar los ejercicios prescritos para cada grupo.

Se trata pues de un estudio con diseño de medidas repetidas de dos momentos (inicial-final) por dos factores (entrenamientos). Los registros se indican en función de los porcentajes de carga externa superada respecto al peso corporal de cada sujeto, diferenciando el 50 % y el 100 % del PC.

Análisis estadístico

El tratamiento estadístico de los datos se ha llevado a efecto mediante el programa SPSS, aplicando un análisis estadístico basado en el Modelo Lineal General, cuyo nivel de significación estadística elegido es $p < 0,05$.

Resultados

Éste es un estudio longitudinal que se centra en el seguimiento de un grupo de sujetos a los que se les registra la potencia máxima efectuando dos valoraciones: una al inicio y otra al final de dos entrenamientos específicos centrados en el desarrollo de la fuerza explosiva, durante el período de competición. Diferenciamos, a su vez, la realización de los tests de dos formas: modo de ejecución concéntrico y modo ejecución excéntrico-concéntrico. Para cada modo de ejecución se hace el mismo análisis.

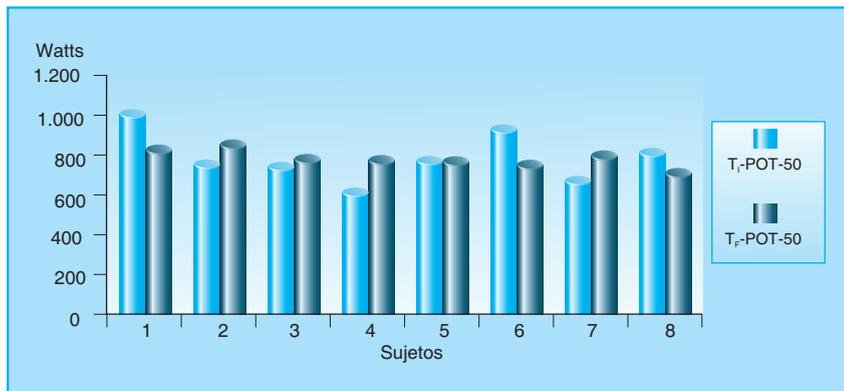
■ **TABLA 2.** Resultados de los tests de potencia máxima en watts (W), en función del modo de ejecución concéntrico del movimiento, del tipo de entrenamiento y del % del peso corporal movilizado.

		SUJETOS	TIPO DE ENTRENAMIENTO	T _i -POT-50 W	T _F -POT-50 W	T _i -POT-100 W	T _F -POT-100 W
MODO EJECUCIÓN CONCÉNTRICO		S 1	1	1.001,77	822,30	1.132,91	1.110,80
		S 2	2	752,62	847,94	1.320,50	1.301,85
		S 3	1	734,26	774,69	868,21	993,25
		S 4	1	609,73	765,63	808,80	1.186,11
		S 5	1	766,87	766,10	1.161,63	1.093,11
		S 6	2	923,07	750,29	1.296,36	1.227,89
		S 7	1	668,73	790,81	1.325,66	1.256,23
		S 8	2	811,43	705,74	1.177,44	1.010,51

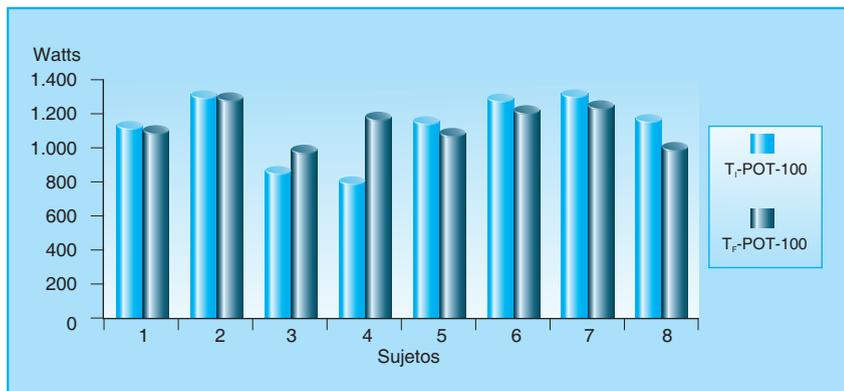
VARIACIÓN T _i -T _F		ENTRENAMIENTO vs MOMENTO	TIPO 1 vs TIPO 2
	p	p	p
50 %	ns	ns	ns
100 %	ns	ns	ns

S = sujeto. W = watts. POT = potencia. T_i = test inicial. T_F = test final. 50 = 50% del PC. 100 = 100% del PC. Concéntrico = un ciclo movimiento de extensión. Tipo de entrenamiento: 1 = pliometría 2 = pesos libres. ns = diferencia estadísticamente no significativa (p > 0,05)

■ **FIGURA 1.** Resultados individuales de los tests inicial y final de la potencia máxima, referentes al modo de ejecución concéntrico 50% del PC registrados en watts.



■ **FIGURA 2.** Resultados individuales de los tests inicial y final de la potencia máxima, referentes al modo de ejecución concéntrico 100 % del PC registrados en watts.



Modo de ejecución concéntrico

A continuación se describen en la *tabla 2* y se ilustran en las *figuras 1* y *2*, los registros de la potencia máxima expresados en watts (W), correspondientes a este modo de ejecución.

En la *tabla 2* y *figura 1*, referente al test concéntrico 50 % PC, se observa cómo gran parte de las jugadoras –2, 3, 4, 5 y 7–, independientemente del método de entrenamiento seguido, mantienen o mejoran su rendimiento. Contrariamente, tres de ellas –1, 6 y 8– consiguen resultados que manifiestan una disminución de la potencia. Sin embargo, tanto en la contrastación intrasujetos del T_i respecto el T_F, como en la interacción entrenamiento vs momento, no se han observado diferencias estadísticamente significativas (p > 0,05). En cuanto a la comparación del entrenamiento tipo 1 vs tipo 2, entre los diferentes sujetos, tampoco se han encontrado diferencias estadísticamente significativas (p > 0,05). En la *tabla 2* y *figura 2*, se presentan los registros del test concéntrico al 100 % del PC; se percibe como seis jugadoras exhiben resultados ligeramente inferiores en el test final en comparación al inicial. Por el contrario, dos de los sujetos, el 3 y

■ **TABLA 3.**

Resultados de los tests de potencia máxima en watts (W), en función del modo de ejecución excéntrico-concéntrico del movimiento, del tipo de entrenamiento y del % del peso corporal movilizado.

		SUJETOS	TIPO DE ENTRENAMIENTO	T _I -POT-50 W	T _F -POT-50 W	T _I -POT-100 W	T _F -POT-100 W
MODO EJECUCIÓN EXCÉNTRICO-CONCÉNTRICO		S 1	1	866,66	805,24	1.214,32	1.205,90
		S 2	2	872,07	781,33	1.489,64	1.256,97
		S 3	1	838,17	763,33	1.016,13	1.046,35
		S 4	1	765,98	727,83	1.003,37	1.272,51
		S 5	1	636,56	635,79	1.128,79	1.209,46
		S 6	2	986,84	787,04	1.427,18	1.181,92
		S 7	1	845,75	871,79	1.296,17	1.399,53
		S 8	2	738,21	604,89	1.256,05	1.043,60

VARIACIÓN T _I -T _F		ENTRENAMIENTO vs MOMENTO	TIPO 1 vs TIPO 2
	p	p	p
50 %	<0,05	<0,05	ns
100 %	<0,05	<0,05	ns

S = sujeto. W = watts. POT = potencia. T_I = test inicial. T_F = test final. 50 = 50% del PC. 100 = 100% del PC. Ex-conc = doble ciclo movimiento de flexión y extensión. Tipo de entrenamiento: 1 = pliometría 2 = pesos libres. ns = diferencia estadísticamente no significativa (p > 0,05)

el 4 (grupo de entrenamiento tipo 1), muestran una mejora destacable en sus niveles de potencia.

Desde el punto de vista de la significación, tanto en la contrastación intrasujetos del T_I respecto el T_F, como en la interacción entrenamiento vs momento, no se han observado diferencias estadísticamente significativas (p > 0,05). En cuanto a la comparación del entrenamiento tipo 1 vs tipo 2, entre los diferentes sujetos, tampoco se han encontrado diferencias estadísticamente significativas (p > 0,05).

Modo de ejecución excéntrico-concéntrico

En la tabla 3 se describen y se ilustran en las figuras 3 y 4, los registros de la potencia máxima expresados en watts (W), correspondientes a este modo de ejecución.

En la tabla 3 y figura 3, indicativas del test excéntrico-concéntrico 50 % PC, se advierte como la mayoría de sujetos merman sus registros en el T_F, únicamente el sujeto 7 –grupo entrenamiento tipo 1– mejora ligeramente, y el sujeto 5 –también del grupo de entrenamiento tipo 1–

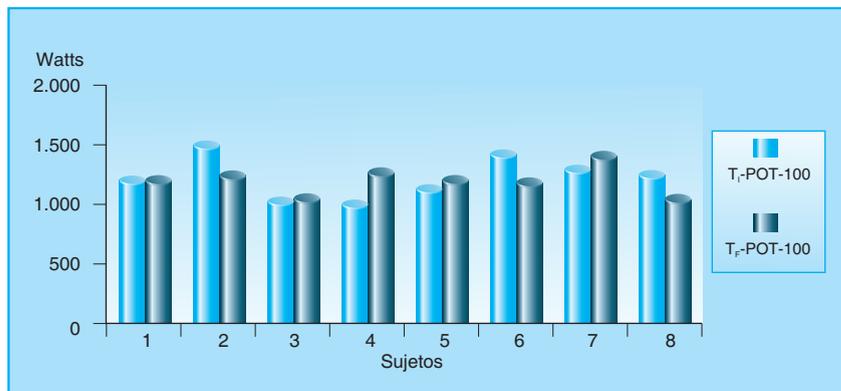
■ **FIGURA 3.**

Resultados individuales de los tests inicial y final de la potencia máxima, referentes al modo de ejecución excéntrico-concéntrico 50% del PC registrados en watts.



■ **FIGURA 4.**

Resultados individuales de los tests inicial y final de la potencia máxima, referentes al modo de ejecución excéntrico-concéntrico 100% del PC registrados en watts.



mantiene los niveles iniciales. En cuanto a la significación, tanto en la contrastación intrasujetos del T_1 respecto el T_F , como en la interacción entrenamiento vs momento, sí se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). En este sentido, podemos determinar que con una confianza del 95 % se apreciarán decrementos entre 43'806 y 127'308 watts comparando el T_1 con el T_F . En la comparación del entrenamiento tipo 1 vs tipo 2, entre los diferentes sujetos, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). En la tabla 3 y figura 4, test excéntrico-concéntrico al 100 % PC, se percibe como las jugadoras del grupo de entrenamiento tipo 1 han conseguido mantener –sujeto 1–, o mejorar –sujetos 3, 4, 5 y 7– los resultados que obtuvieron en el T_1 . No obstante, todos los sujetos que formaban parte del grupo de entrenamiento tipo 2 –sujetos 2, 6 y 8– empeoran sus resultados con respecto al T_1 . Así, en referencia tanto a la contrastación del test intrasujetos del T_1 respecto el T_F , como en la interacción entrenamiento vs momento, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). En este sentido, podemos determinar que con una confianza del 95 % se darán incrementos entre 10'701 y 145'834 watts comparando el T_1 con el T_F .

En la interacción entrenamiento vs momento se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$); en el grupo de entrenamiento de pliometría se ha registrado un incremento promedio de 95 watts mientras que en el grupo de entrenamiento de pesos libres se ha detectado un decremento promedio de 230 watts.

En la comparación del entrenamiento tipo 1 vs tipo 2, entre los diferentes sujetos, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

Discusión

De los estudios efectuados sobre la fuerza máxima aplicada en jugadoras de ba-

lonmano destaca los de Hoff y Almasbakk (1995) que investigaron el efecto que tiene el entrenamiento máximo de fuerza en el ejercicio de press de banca en la velocidad en los lanzamientos de balonmano femenino. En él, se revelaron efectos positivos en el entrenamiento de la fuerza, y se demostró que la velocidad de lanzamiento, desde parado, varió de $19,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a $23,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ($p < 0,05$), y con tres pasos de carrera previa, la velocidad de lanzamiento se modificó de $22,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a $24,6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ($p < 0,05$). Para Letzelter (1990) los criterios de medición de la fuerza máxima en los ejercicios de press de banca para el miembro superior y el de la sentadilla para el miembro inferior, muestran una elevada correlación con los tests de lanzamiento (0,74 y 0,75 por 0,73 y 0,74), contrariamente, la fuerza máxima no correlaciona con la velocidad de movimientos cíclicos –carreras de 30 m o test de sentadilla cronometrada– ($-0,20/-0,32$ y $-0,37/-0,12$).

Sin embargo, desde el punto de vista de la dinámica, el trabajo representa una medida de la energía mecánica que se transfiere al sistema por la acción de una fuerza, y la potencia implica la rapidez con que se hace dicho trabajo. Debemos pues considerar, que los resultados de la magnitud de la potencia van a ser los que se nos manifiestan como los de mayor eficacia en el tratamiento de la fuerza en cualquier gesto o acción deportiva que se nos presente, ya que ésta –la potencia– se constituye en la magnitud de referencia en la relación fuerza-velocidad (González-Badillo y Gorostiaga, 1995; González-Badillo, 2000; García *et al.*, 1996; García, 1999; Olaso y Lapuente, 1997; Manno, 1999). Este argumento se consolida en el denominado entrenamiento funcional de la fuerza (Tous, 1999), el cual busca mejorar la actividad de las unidades motoras de cara a la producción de un óptimo rendimiento muscular (Cometti, 1989-1998).

En este sentido existen pocas referencias sobre la importancia del estudio y valoración de la potencia mecánica, so-

bre todo en lo que concierne a los deportes de situación, como es el caso que nos ocupa; por lo que como ya se ha descrito en la introducción, el objeto de esta investigación ha consistido no en medir y controlar la fuerza máxima de las jugadoras, sino en medir la potencia máxima del tren inferior y analizar su variación, ya que los valores de esta magnitud son los que deben orientar el entrenamiento de la fuerza en este tipo de deportistas.

De esta manera, al hacer el análisis de los valores de la potencia máxima del tren inferior obtenidos en el transcurso de los tests a los que han sido sometidos los sujetos –independientemente del modo de ejecución solicitado–, en una primera mirada, se percibe como aparece una tendencia a la disminución en los valores de los registros en parte de las situaciones experimentales planteadas, aunque también se observan aumentos considerables que vamos a continuación a destacar.

Referente a la primera situación experimental correspondiente al modo de ejecución **concéntrico 50 %** –tabla 2, figura 1–, se ha podido constatar en el grupo de entrenamiento tipo 1, como los sujetos S1, S3, S4, S5 y S7 aumentan, sensiblemente, los valores de la potencia (+27 watts de media). Respecto del entrenamiento tipo 2, todos los sujetos S2, S6, S8, descienden en los valores de la magnitud testada (–62 watts de media).

La primera reflexión nos induce a considerar que la capacidad contráctil muscular –característica del modo concéntrico– en algunas jugadoras –aquellas en que se produce mejora– se ve reafirmada por el tipo de entrenamiento pliométrico. Esto se puede percibir como una contradicción, ya que la pliometría teóricamente incide en la capacidad elástica y sobre todo en la estimulación refleja –reflejo miotático– (manifestación de la fuerza reflejo-elástico-explosiva. –Bosco, 1994–).

Ello tiene una difícil explicación; quizás exista una tendencia a una variabilidad

sistemática –efectos de aprendizaje en casos de aumentos positivos– (Atkinson y Nevill, 1998) o bien sea la presencia de factores de variabilidad psicobiológica –aumentos vs descensos de la motivación en la segunda valoración– la causa de dichas modificaciones. En este sentido, existe concordancia en la explicación que facilitan Martín *et al.* (2001), que encontraron diferencias significativas en la reproductibilidad temporal en los resultados medios de ciertas pruebas de fuerza como el CMJ y CMJA y 30 m, atribuibles, en su caso, a las causas ya apuntadas. Sin embargo, a pesar de darse un incremento de la magnitud en tres de los ocho sujetos testados, en referencia a la contrastación intrasujeto, contrariamente al estudio de Martín *et al.* (2001) este aumento no nos resulta estadísticamente significativo ($p > 0,05$).

A pesar de ello, entendemos que es preciso considerar estos aumentos como técnicamente relevantes para ciertas jugadoras, sobre todo dada su dimensión cualitativa, ya que su capacidad contráctil aparece favorablemente mejorada, a pesar de no seguir un régimen de entrenamiento basado en la ganancia de fuerza máxima. En este sentido consideramos que dicha ganancia se deba, probablemente, al efecto de reclutamiento y sincronización de las fibras musculares, la cual se ha visto afectada por la estimulación pliométrica –gran capacidad de activación neural–.

Por lo tanto, y sin pretender inferir los resultados concretos del modo concéntrico 50 % PC, entendemos que, en nuestro caso, se han presentado efectos relativamente satisfactorios para la eficacia en el rendimiento cuando se han seguido regímenes de entrenamiento de tipo pliométrico, reflejándose en un aumento de la potencia máxima en estas jugadoras por lo que respecta a este sector de movilización de cargas externas.

En cuanto al modo de ejecución **concéntrico 100 %** –*tabla 2, figura 2*–, se observa claramente como la mayor parte de los sujetos, sin diferencias entre las dos

tipologías de entrenamiento, empeoran los resultados de la potencia máxima. Solo los sujetos S3 y S4 –del entrenamiento tipo 1– aumentan su potencial entre los dos tests. Desde el punto de vista de la significación, muestran resultados estadísticamente no significativos ($p > 0,05$), con lo que apreciamos pues que las variaciones de la potencia máxima en el 100 % PC, deben ser atribuidas a variaciones de tipo aleatorio.

Por otro lado, y en referencia a la otra situación experimental relativa al modo de ejecución **excéntrico-concéntrico 50 %** –*tabla 3, figura 3*–, prácticamente todos los sujetos descienden en el valor de los registros, salvo S5 que los mantiene estables y S7 que los mejora ligeramente –ambos del grupo entrenamiento tipo 1–. Puesto que existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) tanto en la contrastación intrasujetos, como en la interacción entrenamiento vs momento, deducimos que las diferencias advierten de una fuerte disminución de los registros de la potencia máxima, con lo que el procedimiento de potencia-velocidad (Thépaut–Mathieu *et al.*, 1997) no se ve, en nuestro estudio, favorecido. Este aspecto, desde el punto de vista de la eficacia, no nos resulta crucial, ya que se trata de un tramo ligero de la sobrecarga –1/2 del PC–, y nuestras deportistas incluyen el 100 % del PC como carga externa a movilizar –fuerza útil–.

Desde el punto de vista de la significación, en la comparación del entrenamiento tipo 1 vs tipo 2, entre los diferentes sujetos, no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$). Es evidente que el estímulo de la carga externa empleada por los dos tipos de entrenamiento, no ha producido adaptaciones funcionales en la movilización del 50 % del peso corporal.

Por el contrario, sí resultan determinantes los resultados que confirman como los sujetos –S1, S3, S4, S5, S7– que utilizaron el entrenamiento tipo 1 en el modo **excéntrico-concéntrico 100 %**

–*tabla 3, figura 4*–, adquieren una mejora en sus valores de potencia máxima entre los dos tests (+95 watts de media). Sin embargo, disminuyen S2, S6, S8 del tipo de entrenamiento 2 (–230 watts de media). Así, en referencia tanto a la contrastación del test intrasujetos, como en la interacción entrenamiento vs momento, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Estas diferencias descritas, vienen a reflejar incrementos en el procedimiento de la potencia–fuerza en las extremidades inferiores (Thépaut–Mathieu *et al.*, 1997) en el grupo de jugadoras adscritas al entrenamiento pliométrico.

Estos resultados se diferencian, en ciertos aspectos, de los de Kabitsis y Nevill (1993), los cuales encuentran diferencias en el resultado de la fuerza y de la potencia según sea el grupo muscular estudiado y la modalidad deportiva realizada; así en el caso de los lanzadores de disco describen correlaciones elevadas y significativas ($p < 0,05$) entre la potencia y la fuerza de los músculos del tronco ($r = 0,62$) y de piernas ($r = 0,63$). Y al contemplar las cuatro especialidades de lanzamiento en atletismo –disco, peso, martillo y jabalina–, observan como existen correlaciones entre las dos formas de manifestarse la fuerza (potencia vs fuerza máxima) en el miembro superior (0,54, 0,63 y 0,70, 0,45); no obstante, en referencia a la musculatura de las piernas y tronco, no ocurre lo mismo.

Desde nuestra posición, aparece claramente definida la eficacia en el incremento de los valores de la potencia máxima a favor del entrenamiento tipo 1–pliometría–, respecto del entrenamiento tipo 2 –pesos libres 50 % PC–. Así, parece que los resultados de la potencia máxima en la musculatura de los extensores de las piernas resultan manifiestamente mejorables, siempre que se utilicen medios de desarrollo que incidan tanto en la capacidad elástica como en la refleja del músculo –la pliometría aparece como un método sumamente eficaz–. No ocurre lo

mismo con el entrenamiento tradicional de sobrecargas con pesos libres. Aunque dicho análisis nos crea ciertas dudas en la elección del estímulo representativo del 50 % del PC como carga externa del entrenamiento.

En este sentido, nos hemos dejado llevar por las opiniones de autores que afirman que toda acción contra resistencias externas medias o ligeras de las que tengan posibilidad de efectuar importantes velocidades de desplazamiento en su ejecución, posibilitarán un aumento de la fuerza veloz (García, 1999). Por ello, las resistencias utilizadas para el entrenamiento de la fuerza-velocidad deben de ser del 50 % de 1 RM (Behm, 1991). Por su parte Kaneko et al. (1983) nos indican que la mejor carga para el incremento de la potencia se ubica en el 30 % de la fuerza máxima; porcentaje semejante 1/3 de la FIM- nos proponen Moritani et al. (1987). Para Thépaut-Mathieu et al. (1997), el desarrollo de la potencia máxima, está determinada por suscitadas tensiones máximas en la zona de las cargas y de las velocidades de ejecución donde se expresa dicha cualidad (80 % al 100 % de la potencia máxima) con resistencias del 45 %-55 % de 1 RM, pero es importante que se tenga en cuenta el peso adicional que ejerce la masa muscular del sujeto.

En la presente investigación, el incremento de los resultados del modo de ejecución concéntrico-excéntrico 100 % conseguidos por el grupo de entrenamiento tipo 1, poseen paralelismos con lo establecido por Häkkinen y Komi en García (1999), que estudiaron durante 24 semanas el efecto del entrenamiento explosivo en la curva de fuerza-velocidad, con dos procedimientos de salto diferenciado con cargas y sin cargas, los resultados confirmaron que los sujetos que utilizaron cargas medias mejoraron un 6,9 % ($p < 0,05$) en el test de sentadilla y aumentaron en el SJ un 21,2 % ($p < 0,05$) y en el CMJ un 17,6 % ($p < 0,05$).

Finalmente, podemos considerar que el entrenamiento de la pliometría realizada desde alturas selectivas determinadas por los mejores resultados en el test de DJ_{mh} , ha sido capaz de ocasionar ciertas adaptaciones funcionales, las cuales se manifiestan a partir de una mejora en la media de la potencia máxima en el grupo de entrenamiento tipo 1. Por ello entendemos que dicho incremento favorece el impulso de fuerza, con lo que la capacidad biomotora se ha visto aumentada y debe ser capaz de estimular el rendimiento en aspectos cruciales de la competición –saltos y lanzamientos–.

Referencias

- Atkinson, G. y Nevill, A. (1998). Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. *Sports Medicine*, 26 (4), 217-238.
- Behm, D. (1991). An analysis of intermediate speed of resistance exercises for velocity-specific strength gains. *Journal Applied Sports Science Research*, 5 (1), 1-5.
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona: Paidotribo.
- Cometti, G. (1989). *Les méthodes modernes de musculation*. Dijon: URF Staps, Université de Bourgogne.
- (1998). *La pliometría*. Barcelona: Inde.
- García, J. M. (1999). *La Fuerza*. Madrid: Gymnos.
- García, J. M.; Navarro, M. y Ruiz, J. A. (1996). *Bases Teóricas del Entrenamiento Deportivo*. Madrid: Gymnos.
- González-Badillo, J. J. (2000). Concepto y medida de la fuerza explosiva en el deporte. Posibles aplicaciones al entrenamiento. *RSD*, (14), 1, 5-16.
- González-Badillo, J. J. y Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la Fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona: Inde.
- Hoff, J. y Almasbakk, B. (1995). The effects of maximum strength training on throwing velocity and muscle strength in female team-handball players. *Journal Strength Conditioning Research*. Champaign, 9 (4), 255-258.
- Kaneko, M.; Fuchimoto, T.; Toji, H. y Suei, K. (1983). Training effect of differing loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scandinavian Journal Sport Science*, 5 (2), 50-55.
- Kabitsis, C. y Nevill, A. (1993). A comparison among the four throwing events on the attributes leading to high throwing performance. En: Proceedings of international sports science conference '93. *Optimizing performance 9 to 11 June 1993*, Westin Stamford & Westin Plaza, Singapore, Sports Medicine and Research Center, Singapore Sports Council, Kallang, pp. 134-141.
- Letzelter, H. y Letzelter, M. (1990). *Entraînement de la force*. París: Vigot.
- Manno, R. (1999). *El entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Inde.
- Martín, R.; Fernández, M.; Veiga, J. V.; Otero, X. L. y Rodríguez, F. (2001). Fiabilitat de les proves de força en salt vertical i velocitat de cursa en escolars de 6 a 8 anys. *Apunts. Educación Física y Deportes* (63), 40-45.
- Moritani, T.; Muro, M.; Ishida, K. y Taguchi, S. (1987). Electrophysiological analyses of the effects of muscle power training. *Research Journal Physiology*. Edit. 1, pp. 23-32.
- Olaso, S. y Lapuente, M. (1997). Tratamiento de la fuerza explosiva en un grupo de saltadores de longitud y de triple. En *Tercer Congrès de les Ciències de l'Esport, l'Educació Física i la Recreació*. Lleida: INEFC, pp. 771-779.
- Thépaut-Mathieu, C.; Miller, C. y Quièvre, J. (1997). *Entraînement de la force. Spécificité et planification*. París: Les Cahiers de l'INSEP, 21. INSEP.
- Tous, J. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Edición Julio Tous Fajardo, ISBN: 84-605-9935-3.
- Vélez, M. (1992). El entrenamiento de fuerza para la mejora del salto. *Apunts*. Vol. XXIX.
- Zatziorski, V. M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign (Illinois): Human Kinetics.