



INFLUENCIA AGUDA DE LA APLICACIÓN DE UN TRATAMIENTO DE FUERZA BASADO EN EL MÉTODO DE CONTRASTES COMBINADO, SOBRE LA PRECISIÓN Y LA VELOCIDAD DEL LANZAMIENTO EN BALONMANO

Acute influence of the application of strength treatment based on the combined contrast training method on precision and velocity in overarm handball throwing

Juan S. Gómez Navarrete¹
Rafael Sabido Solana²
Juan M. Gómez-Valadés Horrillo¹
David Barbado Murillo²

Recibido: 02/08/2010
Aceptado: 15/12/2010

¹ Laboratorio de Aprendizaje y Control Motor Universidad de Extremadura

² Laboratorio de Aprendizaje y Control Motor. Centro de Investigación del Deporte. Universidad Miguel Hernández

Correspondencia:

Juan S. Gómez Navarrete
Facultad de Ciencias del Deporte. Campus Universitario.
Avd. de la Universidad s/n. 10071 Cáceres (Cáceres)
Mail: Dejavie13@hotmail.com

Resumen

La combinación de métodos de entrenamiento de fuerza ha sido descrita como una estrategia efectiva para el desarrollo de esta capacidad. Es especialmente recomendable para la mejora de la potencia y la fuerza explosiva. El lanzamiento de balonmano es un gesto que requiere, entre otros factores, de precisión y velocidad para ser eficaz. Nuestro trabajo trata de observar como la aplicación de un tratamiento de fuerza basado en el método de contrastes combinado influye en estas variables de rendimiento del lanzamiento en apoyo de balonmano. Para ello, participaron en el estudio 10 jugadores de balonmano y 13 sujetos sin conocimiento de este juego. Las variables estudiadas fueron tomadas con un radar para el registro de la velocidad de los lanzamientos, cuya precisión fue obtenida a través de digitalización del punto de llegada respecto a un objetivo marcado. La evaluación de los parámetros de la curva fuerza-tiempo se realizó mediante un dinamómetro isométrico. Los resultados revelan un descenso significativo en el pico de fuerza del grupo de jugadores, así como un descenso significativo de los valores de la integral de la curva de fuerza hasta el pico para ambos grupos. Por último, se obtuvieron correlaciones significativas y positivas entre los parámetros de velocidad del lanzamiento normalizados con respecto a la altura y al coeficiente altura por peso, con respecto al pico de fuerza máxima medido en condiciones isométricas. Nuestra principal conclusión es la utilidad del registro de la curva fuerza-tiempo medida en condiciones isométricas para el registro de los cambios producidos en la capacidad de producción de fuerza de un sujeto durante un entrenamiento.

Palabras clave: precisión, velocidad, lanzamiento en balonmano, test isométrico, método de contrastes combinado.

Abstract

Combination of strength training methods has been shown as an effective way for strength development. This is specially indicated for improving explosive strength and power. Our study shows the influence of combined contrast improvement method on overarm throwing in handball. Treatment consisted on one session of combined contrast method. 10 handball players and 13 non-players participated in this study. The instrument was a gun radar to know velocity throws, a camera to digitalize the accuracy, and an isometric dynamometer for strength data collection. Results show a significant decrease in peak of force values in players group. Another significant decrease was observed on integral to peak force for both groups. There are significant positive relations between throwing velocity parameters related to weight and size with isometric peak of force. We concluded that isometric time/strength curve is an useful instrument to observe changes produced in the subject's capacity of producing strength during training.

Keywords: Precision, velocity, overarm handball throwing, isometric test, combined contrast method

Introducción

La combinación de métodos de entrenamiento de la fuerza se ha manifestado como una estrategia efectiva en el desarrollo de esta capacidad, frente al uso exclusivo de un solo tipo de ejercitación (Adams, O'Shea, O'Shea y Climstein, 1992) El entrenamiento de contrastes es un método de desarrollo de la fuerza (especialmente de la fuerza explosiva y potencia) cuya característica principal es la alternancia de cargas de trabajo de distinta intensidad.

Los fundamentos del método contrastes se basan en el trabajo con cargas pesadas que incrementa la excitabilidad de las motoneuronas y el reflejo de potenciación, lo que puede crear unas condiciones de entrenamiento óptimas para la realización posterior del ejercicio de tipo explosivo (Chu, 1996; Fleck y Kontor, 1986). Este fenómeno se conoce como potenciación postactivación (Hamada, Sale, MacDougall y Tarnopolsky, 2000). En la actualidad, existen dos tipos de entrenamientos de contrastes fundamentalmente, el método de contrastes complejo en el que se realizan varias series de un trabajo que incluye cargas altas con cargas de tipo explosivo en la misma serie (Cometti, 1999). Y el método de contrastes combinado, que incluye trabajo de cargas altas primero y de cargas explosivas después, pero no alternados sino separados (Kotzamanidis, Chatzopoulos, Michailidis, Papaiakevou y Patikas, 2005).

En la mayoría de los estudios consultados se concluye que los métodos de contrastes, tanto de forma aguda como tras la aplicación de un programa, producen mayores ganancias de fuerza y potencia que otros métodos para la mejora de la potencia (Adams et al, 1992; Fatouros, Leontsini, Taxildaris, Aggelousis y Kostopoulos, 2000; Harris, Stone, O'Bryant, Proulx, y Johnson, 2000; Kotzamanidis et al, 2005). Sin embargo, hay que considerar que en la mayoría de estos estudios los grupos que realizan un trabajo combinado llevan a cabo un mayor volumen de entrenamiento, con lo cual, esto puede ser la causa de la obtención de mejores rendimientos. Los estudios sobre los efectos del método de contrastes son muy numerosos en la bibliografía, si bien es cierto que casi todos se centran en el método de contrastes complejo. No son tan frecuentes los que utilizan el método de contrastes combinado

(Kotzamanidis et al, 2005; Moore, Hickey y Reiser II, 2005; Tricoli, Lamas, Carnevale y Ugrinowitsch, 2005), y casi inexistentes los que se centran en los efectos agudos de una sesión de dicho método.

Además de habilidades técnicas y tácticas, características antropométricas y las adecuadas condiciones de fuerza, la potencia muscular junto con la velocidad y precisión del lanzamiento específico (Bayios, Anastasopoulou, Sioudris & Boudolos, 2001; Gorostiaga, Granados, Ibáñez & Izquierdo, 2005; Jöris et al 1985; Matsuo, Escamilla, Fleisig, Barrentine & Andrews, 2001). son los factores más importantes para el rendimiento en jugadores de balonmano (Gorostiaga, Granados, Ibáñez e Izquierdo, 2005). La potencia muscular es una variable dependiente del rendimiento del sistema neuromuscular. La habilidad de ese sistema para realizar acciones explosivas está altamente relacionada con una variable proveniente del análisis de la curva fuerza-tiempo en isometría. Esa variable es el índice de manifestación de la fuerza (Aagard, Simonsen, Andersen, Magnusson y Dyhre Poulsen, 2002). Ese índice de manifestación de la fuerza (IMF) es la relación del incremento de fuerza en la unidad de tiempo (Behm y Sale, 1993).

El control de esa curva fuerza-tiempo en isometría tiene especial relevancia para el lanzamiento en balonmano al valorarla en el ejercicio de press de banca, por su relación con el rendimiento en lanzamientos en apoyo en balonmano (Hirashima, Kudo, Watarai y Ohtsuki 2007; Terzis, Karampatsos y Georgiadis, 2007; Carter Kaminski, Douex, Knight y Richards, 2007). La razón para utilizar este movimiento es que se trata de uno de los ejercicios que más activan neuromuscularmente al pectoral mayor (Boeckh-Behrens y Buskies, 2004), principal rotador interno de la articulación del hombro (Valerius y col, 2007).

El objetivo del presente estudio es conocer cómo la aplicación de una sesión de fuerza explosiva y potencia basada en el método de contrastes combinado afecta, de forma aguda, tanto a índices directos del rendimiento como la velocidad y precisión en el lanzamiento en apoyo (van der Tillaar & Ettema 2003 y 2006), como a índices indirectos tales como la producción de fuerza explosiva valorada mediante el ejercicio de press de banca en régimen isométrico.

Método

Muestra:

La muestra de este estudio estuvo compuesta por 23 sujetos distribuidos en función de su experiencia en el juego de balonmano, agrupando a los sujetos con una experiencia mayor de 4 años y participantes en la actualidad en competición reglada en el grupo de mayor experiencia y a los que no cumplían estos requisitos en el grupo con menor experiencia (Tabla 1).

Tabla 1.- Medidas antropométricas de los participantes del estudio

Grupo	Jugadores (n=10)	No Jugadores (n=13)
Edad	25.3±3.51	23.7±4.27
Altura(cm)	185±5.91	175±7.45*
Peso(kg)	81.00±8.28	71.15±8.28*

cm.=Centímetros; kg.=Kilogramos

* p<.05.

Todos ellos, una vez informados de la finalidad del estudio y previa puesta en marcha de los programas de intervención, rellenaron una hoja en la que expresaron su consentimiento a participar en esta investigación de forma voluntaria.

Instrumental:

Material para la toma o registro de datos:

- Galga extensiométrica marca Interface modelo SSM-AJ-5000N, cuya señal se adquirió y convirtió con una tarjeta analógico –digital USB-1208FS para su registro en Labview 7.0 a 1000 Hz.
- Radar marca Sports Radar. Este instrumental ya ha sido utilizado con estos fines anteriormente, sirvan como ejemplos los trabajos de Zapartidis, Gouvali, Bayios y Bodoulos (2007) y el de Carter y col (2007).
- Cámara de video Canon MV901, enfocando al objetivo, estas imágenes a 50 fotogramas/seg se digitalizaron con el programa ATD 2.1.

Protocolo de medición:

La sesión de medición constó de las siguientes partes o pasos:

1.- Previamente a la sesión de medición se realizó un test de fuerza dinámica máxima para press de banca plano para determinar el RM y el 3RM de cada uno de los sujetos con la ayuda del las tablas incluidas en el libro *Essentials of Strength training and Conditioning* (National Strength and Conditioning Association, 1994).

2.- Inicialmente, en la sesión de medición se realizó un pretest del tirón máximo isométrico en press de banca plano para establecer los niveles iniciales (una única repetición de 5 segundos) y así mismo se realizó un pretest de velocidad y precisión, para ello el sujeto se situaba en posición de lanzamiento de 7 metros (con el pie contrario a la mano de lanzamiento adelantado) justo enfrente y a 9 metros de un objetivo situado en la pared. Este objetivo tenía forma de cruz de 1,5 x 1,5 metros y su centro estaba situado a 1,60 metros de altura del suelo. Desde ahí debía realizar 3 lanzamientos espaciados entre ellos 30 segundos con la consigna de que fuesen lanzamientos con la máxima potencia al centro del objetivo. Esta es la forma en la que se desarrollaron todos los tests de lanzamiento.

3.- Posteriormente se realizó el tratamiento de 4 series de 3RM de press de banca plano con periodos de reposo de 4 minutos entre ellos. El tratamiento que se aplicó a los participantes en este estudio consistió en lo que Kotzamanidis y col (2005) denominaron un entrenamiento de potencia de contrastes combinado

4.- A continuación se realizó un segundo test de velocidad y precisión, y de fuerza isométrica de las mismas características del anterior, para comprobar los efectos de la fase de fuerza máxima del método.

5.- Seguidamente, se realizaron 4 series de 5 lanzamientos de balón medicinal de 5 kilogramos consistentes en lanzamientos explosivos de pecho (con una acción similar al lanzamiento de press de banca) partiendo desde sentado con la intención de aislar la acción del tren superior. Se descansaba 3 minutos entre series. El número de series y repeticiones de ambas partes del entrenamiento está de acuerdo con las indicaciones de Chu (1996)

6.- Por último, se volvían a realizar los tests de lanzamiento y fuerza isométrica en lo que constituye el postest del tratamiento.

Diseño:

Diseño pretest-posttest, sin grupo control con variable de asignación conocida.

Tratamiento estadístico:

Se llevó a cabo con el entorno estadístico SPSS 15.0. La normalidad de las variables fue evaluada a través del test de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors y el t-test para muestras no apareadas de Levene. Posteriormente, para la comparación de grupos, se realizó un análisis univariante. Se realizó un ANOVA de medidas repetidas para comparar las diferencias que los grupos presentaban a lo largo de las sucesivas utilizando como covariables la altura y el peso dadas las diferencias existentes entre ambos grupos. La significación fue establecida para $p < .05$.

Se llevaron a cabo las correlaciones r de Pearson para variables cuantitativas continuas estableciendo la significación en $p < .05$, para establecer las correlaciones entre variables de fuerza - velocidad y fuerza - precisión.

Variables

Variables Independientes:

- Nivel de experiencia. Divide a los participantes en dos grupos:
 - Jugadores
 - No jugadores

Variables Dependientes:

- Relativas a la curva fuerza-tiempo:
 - Valor (PicoF), tiempo (Tpico) e integral (Intpico) del punto máximo de fuerza.
 - Valor (MIMF), tiempo (TMIMF) e integral (IMIMF) del máximo índice de manifestación de la fuerza.
 - Integral de fuerza desarrollada en los primeros 100 (I100) y 200 (I200) ms.

- Relativas a la velocidad del lanzamiento:
 - Velocidad media (Vmed) entre los tres lanzamientos de cada medición de cada sujeto.

- Relativas a la precisión del lanzamiento:
 - Precisión media (Pmed) definida como la media de las distancias entre el punto de impacto de cada lanzamiento y el centro del objetivo en cada una de las mediciones de cada sujeto.

Resultados

En la tabla 2 podemos observar la evolución de la variable pico de fuerza en ambos grupos durante la sesión de entrenamiento.

Tabla 2. Evolución de la variable Pico de Fuerza

Grupos	Pico F 1 (N)	Pico F 2 (N)	Pico F 3 (N)
No jugadores (N=13)	124.62±38.22	126.56±44.91	120.93±41.27
Jugadores (N=10)	151.81±29.02	132.37±37.97*	133.64±36.31•

• Diferencias significativas (p<.05) entre medida inicial y medida final.

* Diferencias significativas (p<.05) entre medida indicada y la anterior.

La variable pico de fuerza desciende en el grupo de “Jugadores” tanto tras las cargas máximas como tras las cargas explosivas con respecto a la medición inicial, si bien es cierto que el descenso de estos valores se da tras las cargas máximas y que después la tendencia es a mantenerse. En la tabla 3 se puede observar la evolución de la variable integral al pico de fuerza.

Tabla 3.- Evolución de la variable Integral al Pico de Fuerza (IntPico F)

Grupos	IntPico F 1 (N)	IntPico F 2 (N)	IntPico F 3 (N)
No jugadores (n=13)	181919±149775	184392±148826	117370±101502•*
Jugadores (n=10)	344911±164115	275903±184776	213455±128805•*

• Diferencias significativas (p<.05) entre medida inicial y medida final.

* Diferencias significativas (p<.05) entre medida indicada y la anterior.

Tanto los “Jugadores” como los “No Jugadores” descienden sus valores de forma significativa tras la aplicación de las cargas explosivas con respecto a las dos medidas anteriores. Pero mientras que en los “Jugadores” este descenso se da tras ambos tratamientos, en los “No Jugadores” el descenso se da tras las cargas explosivas.

En las tablas 4 y 5 podemos observar la evolución de los parámetros de velocidad y precisión de los lanzamientos en los distintos tests.

Tabla 4.- Evolución de la variable Velocidad Media de Lanzamiento (Vmed)

Grupos	Vmed1 (Km./h)	Vmed 2 (Km./h)	Vmed 3 (Km./h)
No jugadores (n=13)	52.18±4.30	51.92±4.84	52.72±3.88
Jugadores (n=10)	70.42±4.31+	69.58±4.79	69.90±4.16

+ Diferencias significativas (p<.05) entre grupos en la medida inicial.

Tabla 5.- Evolución de la variable Precisión Media (distancia hasta el centro del objetivo) (Pmed)

Grupos	Pmed 1 (cm)	Pmed 2 (cm)	Pmed 3 (cm)
No jugadores (n=13)	55.69±22.04	53.24±14.90	48.87±17.43
Jugadores (n=10)	38.51±18.41	34.05±19.61	38.29±13.35

La variable velocidad presenta diferencias significativas iniciales entre grupos, siendo mayor la velocidad de los “Jugadores”. Sin embargo, no se dan diferencias significativas entre medidas, la tendencia es a mantenerse.

En cuanto a la precisión media del lanzamiento, ninguno de los grupos presenta una evolución significativa entre las diferentes medidas

En la tabla 6 se muestran las correlaciones obtenidas entre el pico de fuerza y la velocidad normalizada con las variables antropométricas. Se observan correlaciones significativas y positivas entre los valores de PicoF y las variables Vmed/altura y Vmed/altura-peso, en la medición inicial.

Tabla 6.- Correlación entre variables normalizadas de velocidad y el pico de fuerza.

		Vmed/ altura	Vmed/ altura x peso
PicoF 1	C. Pearson	.474*	.490*
	P	.030	.024
	N	21	21

*La correlación es significativa a nivel 0.05 bilateral

Discusión

Los efectos del de la aplicación de un entrenamiento basado en el método de contrastes combinado sobre el grupo de “Jugadores”, suponen un descenso tras la fase de cargas máximas en los valores de la variable PicoF, descenso que se mantiene tras las cargas de tipo explosivo. De esta forma tanto en la medida 2 como al final del tratamiento se ha producido un descenso significativo con respecto a los valores iniciales del PicoF en este grupo, posiblemente debido a la fatiga neuromuscular acumulada tras el tratamiento de cargas máximas. Estos resultados coinciden con las tendencias encontradas en estudios como el de Smith y Fry (2007), Bazett-Jones, Winchester y McBride (2005) y Comyns, Harrison, Hennessy y Jensen (2006).

En cuanto a la integral al pico, para ambos grupos son significativos los cambios producidos durante la fase de cargas explosivas del entrenamiento, en la que se da un descenso fruto de los descensos en el pico de fuerza y a pesar del ligero aumento del tiempo hasta el mismo. Es en esta medición final donde el análisis de medidas repetidas revela diferencias significativas con las medidas 1 y 2 con respecto a la medida final, lo que hace pensar que es esta parte del tratamiento la que afecta en mayor medida a ambos grupos.

Los cambios no significativos en las variables explosivas como el MIMF van en contra de los resultados de otros estudios en los que se encuentran resultados que apoyan la teoría de la potenciación postactivación como los de Hoffman, Ratamess, Faigebaum, Mangine y Kang (2007), Aagaard y col (2002), Terzis, Karampatsos y Georgiadis (2007), y Clark, Bryant y Reaburn (2006) entre otros. Pero existen estudios en los que se han encontrado resultados similares a estos como el de Bazett-Jones y col(2005) en el que se producían efectos negativos sobre los valores de MIMF, sólo que en este trabajo se estudiaba este efecto en el tren inferior. Tampoco hay cambios significativos tras completar el tratamiento.

Además tampoco se producen mejoras tras el tratamiento total en contra de lo concluido en estudios como los de Adams y col (1992), Fatouros y col (2000) Harris y col (2000), Kotzamanidis y col (2005). Pero en la línea de los resultados de otros como el de Brandenburg (2005) quien concluía que estas cargas, salvo en participantes habituados a entrenamientos de este tipo produciría fatiga neuromuscular en lugar de efectos positivos sobre el rendimiento y otros como Hrysonmallis y Kidgell (2001), que no encontraron diferencias en tests de explosividad tras un tratamiento de contrastes.

En lo referente a la variable velocidad, hemos podido observar en los resultados que existían diferencias significativas entre los "Jugadores" y los "No Jugadores" en la medida inicial, esto ya se ve en estudios como el de Granados, Izquierdo, Ibáñez, Bonnabau y Gorostiaga (2007), y Gorostiaga y col (2005). Los "Jugadores" presentaban velocidades máximas y medias más altas, en la medida previa al tratamiento, que los "No Jugadores" pero no se dan apenas diferencias entre las distintas mediciones para ninguno de los grupos. La tendencia es a mantener los resultados y por tanto las diferencias entre "Jugadores" y "No Jugadores".

Estos resultados están en consonancia con los referentes a las variables de fuerza explosiva y, de nuevo, están en contra de los resultados de estudios anteriormente citados en los que tras unas cargas de tipo máximo se producían mejoras en acciones de tipo explosivo.

Sin embargo, nuestros resultados concuerdan con los de Hrysonmallis y Kidgell (2001) o Ebben y Blackard (1998) quienes no obtuvieron mejoras tras la aplicación de un entrenamiento de contrastes de forma aguda en acciones de tipo explosivo, pero tampoco se produjeron descensos en el rendimiento.

La no obtención de resultados positivos en parámetros de fuerza explosiva y de velocidad del lanzamiento, tanto tras las cargas altas como al finalizar el tratamiento de contrastes puede ser debida a la falta de experiencia suficiente en trabajos con cargas máximas o con alternancia de cargas por parte de nuestros sujetos. Esta experiencia resulta imprescindible para la obtención de resultados positivos como nos indican estudios como los de Young, Jenner y Griffiths (1998); Duthie, Young y Aitken (2002); Chiu y col(2003) y Smith y Fry (2007) entre otros.

Se observa, al atender a la variable precisión media, un mejor rendimiento (sin llegar a ser significativo) del grupo de "Jugadores", con respecto al de "No Jugadores", tendencia que pasa a ser significativa si observamos la precisión máxima, esto ya se ve en estudios como los de Etnyre (1998) y Gorostiaga y col(2005). El grupo de "No Jugadores" mejora ligeramente al atender a la evolución entre 1-3 de la Pmed, mientras que los "Jugadores" mantienen su rendimiento al final del tratamiento aunque lo empeoran ligeramente tras la primera parte del mismo de manera no significativa, este empeoramiento ya se ve en el estudio de Etnyre (1998). El análisis de medidas repetidas no mostró diferencias significativas para ninguno de los grupos.

Esto puede explicarse por dos vías, la primera es el aprendizaje que se ha producido en los "No Jugadores", debido a los diferentes ensayos de lanzamientos que se produjeron durante el tratamiento. La segunda está basada en la teoría del cambio del patrón técnico anteriormente expuesta por Zapartidis y col(2007), en la que argumentaban que tras un tratamiento de fuerza que produjese fatiga neuromuscular en los sujetos, se produce en estos un reajuste del patrón técnico que posibilita el mantenimiento de los valores de velocidad en la tarea a costa de empeorar en los valores de precisión de la misma. Es decir, los participantes "Jugadores", mediante este reajuste conservan la velocidad del lanzamiento a costa de perder precisión en los mismos. Sin embargo, los valores en la Pmed no revelan empeoramiento en la

precisión tras el tratamiento en ninguno de los dos grupos, por lo que no estamos en condiciones de afirmar ni de desmentir lo propuesto por Zapartidis y col.

Como se pudo ver en el apartado de resultados no se han encontrado correlaciones significativas entre las variables relativas al PicoF y las variables de velocidad del lanzamiento ni en la medida pretest ni en la postest. En la bibliografía consultada son varios los estudios en los que no se encontraron relaciones entre el PicoF de los rotadores internos del hombro y la velocidad del lanzamiento (Bayios, Anastadopoulou, Sioudris y Boudolos, 2001; Zapartidis y col, 2007) o de otros grupos musculares con otro tipo de acciones de tipo explosivo (Juárez, Navarro, Aceña, Arijá y Muñoz, 2008) y muy pocos los que si encuentran una relación entre estas variables, como Granados y col (2007) estudiando esta relación en el lanzamiento en balonmano.

Pudimos observar en el apartado de resultados que en condiciones de reposo, es decir, en la medición inicial, antes de aplicar el tratamiento, no obteníamos ninguna correlación significativa para ninguno de los grupos en ninguna de las variables relativas al MIMF en contra de resultados como el de Bojsen-Moller, Magnusson, Rasmussen, Kjaer y Aagaard (2005); Matavuli, Kukolj, Tihanyi y Jaric (2001), y Stone y col (2004) quienes si obtenían correlaciones entre el MIMF medido en condiciones isométricas y el rendimiento en tareas de tipo explosivo.

Aunque parecería lógica la relación entre una medida que trata de describir la capacidad de ser explosivo de un sujeto y su rendimiento en una acción explosiva como ya se vio en estudios como los de Granados y col (2007) y Carter y col (2007); en nuestros sujetos, tanto "Jugadores" como "No Jugadores", o al considerarlos a todos en el grupo Total, no se dan correlaciones significativas entre las variables relativas al MIMF y las de velocidad y precisión del lanzamiento. Sin embargo estos resultados están en la misma línea que los obtenidos por Kawamori, Rossi, Justice, Haff y Pistilli (2006) quienes tampoco encontraron correlaciones entre el MIMF medido de forma isométrica y el rendimiento en salto.

Tras normalizar los valores de la velocidad con respecto a la altura y al producto altura peso, se obtuvieron correlaciones entre la medida inicial del PicoF y estos valores. Este resultado nos lleva a concluir que, el test de fuerza isométrica realizado con la tarea de press de banca plano sólo presenta relación con parámetros de velocidad del lanzamiento para nuestros sujetos, cuando se normalizan los valores de velocidad con respecto a la altura y el peso. Esto ya ocurrió en el estudio de Wit y Elias (1998), en el que sólo encontraron relaciones significativas entre valores de producción de energía por parte de los rotadores internos del hombro y valores de velocidad de lanzamiento normalizados con respecto al peso de los sujetos.

Conclusiones

La curva fuerza tiempo medida en condiciones isométricas es un instrumento útil para el registro de los cambios producidos en la capacidad de aplicar fuerza de un sujeto. Puede usarse por tanto para el control del entrenamiento y de los efectos del mismo.

Los sujetos estudiados no mejoran en términos de velocidad del lanzamiento posiblemente debido a que su experiencia en tratamientos de este tipo no es suficiente como para que se produzcan los resultados esperados.

La relación entre el pico de fuerza alcanzado de forma isométrica y la velocidad del lanzamiento se produce siempre y cuando se normalicen estas variables respecto al peso y/o la altura de los sujetos. En la precisión, no se producen mejoras ni empeoramientos significativos tras la aplicación de la carga de entrenamiento o de alguna de sus partes en ninguno de los grupos.

Referencias

- Aagaard, P., Simonsen, E.B., Andersen, J.L., Magnusson, P., Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93 (4), 1318-1326.
- Adams, K., O'shea, J. P., O'Shea, K. L., y Climstein, M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. *Journal of Applied Sport Science Research*, 6(1), 36-41.
- Bayios., I.A., Anastasopoulou, E.M., Sioudris, D.S. y Boudolos, K.D. (2001). Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physiology Fitness*, 41(2), 229-35.
- Bazett-Jones, D. M., Winchester, J. B. y McBride, J. M. (2005). Effect of potentiation and stretching on maximal force, rate of force development, and range of motion. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 421-426.
- Behm, D.G. y D.G. Sale, (1993). Velocity specificity of resistance training. *Sports Medicine*, 15, 374-388.
- Boeckh-Berens, W., y Buskies, W. (2004). *Entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Bojsen-Moller, J., Magnusson, S.P. , Rasmussen, R., Kjaer, M. y Aagaard, P. (2005) Muscle performance during maximl isometric and dynamic contractions is influenced by stiffnes of the tendinous structures. *Journal of Applied Physiology*, 99, 986-994.
- Brandenburg, J.P. (2005).The acute effects of prior dynamic resistance exercise using different loads on subsequent upper-body explosive performance in resistance-trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 427-32.
- Carter, A.B., Kaminski, T.W., Douex, A.T., Knight, C.A. y Richards JG. (2007). Effects of high volume upper extremity plyometric training on throwing velocity and functional strength ratios of the shoulder rotators in collegiate baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 208-15.
- Chiu, L. Z. F., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E., y Smith, S. L.. (2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 671-677.
- Chu, D. A. (1996). *Explosive power and strength: complex training for maximum results*. Champaign: Human Kinetics.
- Clark, R.A., Bryant, A.L. y Reaburn, P. (2006). The acute effects of a single set of contrast preloading on a loaded countermovement jump training session. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(1), 162-6.
- Cometti, G. (1999). *Los métodos modernos de musculación*. Barcelona: Paidotribo.

- Comyns, T., Harrison, A. J., Hennessy, L. K. y Jensen, R. L. (2006). The optimal complex training rest interval for athletes from anaerobic sports. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 471-476.
- Duthie, G. M., Young, W. B. y Aitken, D. A. (2002). The acute effects of heavy loads on jump squat performance: and evaluation of the complex and contrast methods of power development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 16(4), 530-538.
- Ebben, W. P. y Blackard, D. O. (1998). Paired for strength: a look at combining weight training with plyometric exercises with a focus on vertical jump improvement. *Training and Conditioning*, 8(3), 55-63.
- Etnyre, BR. (1998). Accuracy Characteristics of throwing as a result of maximum force effort. *Perceptual Motor Skills*, 86, 1211-1217.
- Fatouros, I. G, Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jumping performance and leg strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(4), 470-476.
- Fleck, S. J. y Kontor, K. (1986). Complex training. *National Strength and Conditioning Association Journal*, 8(5), 66-68.
- Gorostiaga, E.M., Granados, C., Ibáñez, J. y Izquierdo, M. (2005). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *International Journal of Sport Medicine*, 26(3), 225-32.
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibáñez, J., Bonnabau, H. y Gorostiaga, E.M. (2007). Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur female handball players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(10), 860-7.
- Hamada, T., Sale, D.G., MacDougall, J.D. y Tarnopolsky, M. A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in the human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*, 88, 2131-2137.
- Harris, G.R., Stone, M.H., o'Bryant, H.S., Proulx, C.M. y Johnson, R.L. (2000). Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 14(1), 14-20.
- Hirashima, M., Kudo, K., Watarai, K. y Ohtsuki, T. (2007). Control of 3D limb dynamics in unconstrained overarm throws of different speeds performed by skilled baseball players. *Journal of Neurophysiology*, 97(1), 680-91.
- Hoffman, J. R., Ratamess. A., Faigembaum, A. D., Mangine, G. T. y Kang, J. (2007). Effects of maximal squat exercise testing on vertical jump performance in american college football players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6(3), 149-150.
- Hrysomallis, C. y Kidgell, D. (2001). Effect of heavy dynamic resistive exercise on acute upper-body power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(4), 426-430.
- Kawamori, N., Rossi, S.J., Justice, B.D., Haff, E.E., Pistilli, E.E., O'Bryant, H.S., Stone, M.H. y Haff, G. G. (2006). Peak force and rate of force development during isometric and dynamic mid-thigh clean pulls performed at various intensities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 483-91.
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaikovou, G., y Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 369-375.

- Matavuli, M., Kukolj, D., Tihanyi, J., y Jaric, S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 41, 159-164.
- Moore, E. W. G., Hickey, M. S. y Reiser II, R. F. (2005). Comparison of two twelve week off-season combined training programs on entry level collegiate soccer players performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 791-798.
- Smith, J. C. y Fry, A.C. (2007). Effects of a ten-second maximum voluntary contraction on regulatory myosin light-chain phosphorylation and dynamic performance measures. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(1), 73-76.
- Stone, M.H., Sand, W.A., Carlock, J., Callan, S., Dickie, D., Daigle, K., Cotton, J., Smith, S.L. y Hartman, M. (2004). The importance of isometric maximum strength and peak rate of force development in sprint cycling. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 18(4) 878-884.
- Terzis, G., Karampatsos, G. y Georgiadis, G. (2007). Neuromuscular control and performance in shot-put athletes. *Journal of Sports and Medicine Physiology Fitness*, 47(3), 284-90.
- Tricoli, V., Lamas, L., Carnevale, R., y Ugrinowitsch, C. (2005). Short-term effects on lower-body functional power development: weightlifting vs. vertical jump training programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 433-437.
- Van den Tillaar, R. y Ettema, G. (2003). Influence of instruction on velocity and accuracy of overarm throwing. *Perceptual Motor Skills*, 96(2), 423-34.
- Van den Tillaar, R. y Ettema, G. (2006). A comparison between novices and experts of the velocity-accuracy trade-off in overarm throwing. *Perceptual Motor Skills*, 103(2), 503-14.
- Wit, A., Elias, J. (1998). A three dimensional kinematic analysis of handball throws. *XVI International Symposium of biomechanics in sports*.
- Young, W. B., Jenner, A. y Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 12(2), 82-84.
- Zapartidis, I., Gouvali, M., Bayios, I. y Boudolos, K. (2007). Throwing effectiveness and rotational strength of the shoulder in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physiology Fitness*, 47(2), 169-78.

Referencia del artículo:



Gómez, J.S., Sabido, R., Gómez-Valadés, J.M., Barbado, D. (2011). Influencia aguda de la aplicación de un tratamiento de fuerza basado en el método de contrastes combinado, sobre la precisión y la velocidad del lanzamiento en balonmano. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 7(1), 5-16.
<http://www.e-balonmano.com/ojs/index.php/revista/index>