

Aguilar-Martínez, D.; Chiroso, L. J.; Martín, I.; Chiroso, I.J.; Cuadrado-Reyes, J. (2012). Efecto del entrenamiento de la potencia sobre la velocidad de lanzamiento en balonmano / Effect of power training in throwing velocity in team handball. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 12 (48) pp. 729-744 [Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista48/artefecto323.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista48/artefecto323.htm)

## ORIGINAL

# EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO DE LA POTENCIA SOBRE LA VELOCIDAD DE LANZAMIENTO EN BALONMANO

## EFFECT OF POWER TRAINING IN THROWING VELOCITY IN TEAM HANDBALL

Aguilar-Martínez, D.<sup>1</sup>; Chiroso, L.J.<sup>2</sup>; Martín, I.<sup>3</sup>; Chiroso, I.J.<sup>4</sup> y Cuadrado-Reyes, J.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Diplomado en Estudios Avanzados CCAFD por la Universidad de Granada, España, [daguim@correo.ugr.es](mailto:daguim@correo.ugr.es)

<sup>2</sup>Doctor CCAFD por la Universidad de Granada, Profesor Titular Departamento de Educación Física, Universidad de Granada, España, [ichiroso@ugr.es](mailto:ichiroso@ugr.es)

<sup>3</sup>Doctor en Psicología Social y Metodología de las Ciencias del Comportamiento por la Universidad de Granada, Profesor Titular Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Universidad de Granada, España, [imartin@ugr.es](mailto:imartin@ugr.es)

<sup>4</sup>Doctor CCAFD por la Universidad de Granada, Profesor Asociado Departamento de Educación Física, Universidad de Granada, España, [ichiroso@ugr.es](mailto:ichiroso@ugr.es)

<sup>5</sup>Doctor CCAFD por la Universidad de Granada, España, [jorgecu@correo.ugr.es](mailto:jorgecu@correo.ugr.es)

**Clasificación UNESCO / UNESCO Code:** 5899 Educación Física y Deportes / Physical Education and Sport

**Clasificación del Consejo de Europa / European Council classification:** 17. Rendimiento Deportivo / Sports Performance

**Recibido** 24 de noviembre de 2010 **Received** November 24, 2010

**Aceptado** 29 de septiembre de 2011 **Accepted** September 29, 2011

### RESUMEN

El propósito de este estudio fue examinar el efecto de diferentes métodos de fuerza unidos al entrenamiento técnico – táctico sobre la potencia muscular y la velocidad de lanzamiento en ambos brazos. Los participantes fueron 11 jugadores senior de balonmano (25±3 años; 188,7±4,7 cm; 90,6 ±10 Kg). Se tomaron 3 periodos de entrenamiento, cada uno de 8 semanas, con diferentes métodos de entrenamiento de la fuerza. Los resultados muestran como el entrenamiento de fuerza basado en el contraste estado – dinámico unido al entrenamiento técnico – táctico durante el periodo competitivo es más

eficaz ( $p=0,033$ ) que sólo la realización de entrenamiento de fuerza máxima combinada con el pico de potencia para la mejora de la velocidad de lanzamiento.

**PALABRAS CLAVE:** Balonmano, entrenamiento integrado, velocidad de lanzamiento, entrenamiento de la fuerza

## ABSTRACT

The purpose of this study was to examine the effect of different strength methods combined with technical-tactical training on muscle power and throwing velocity in both arms of team handball players. Eleven senior players participated ( $25\pm 3$  years;  $188,7\pm 4,7$  cm;  $90,6 \pm 10$  Kg) in this study. The season was divided into three training periods, each of eight week, to test different methods of strength training. The results show that strength training based on the contrast static - dynamic combined with technical- tactical training during the competitive season is more effective ( $p=0,033$ ) that only the realization of maximum strength training combined with peak power for improving throwing velocity.

**KEY WORDS:** Team handball, combined training, throwing velocity, strength training

## 1 INTRODUCCION

El balonmano es un deporte que se juega en una pista de 20x40m, donde se enfrentan 7 contra 7 jugadores (de equipos donde pueden intervenir 14 participantes sin limitación de cambios) en dos periodos de 30 minutos. Esta libertad reglamentaria en la posibilidad de cambios de jugadores durante el partido hace que la intensidad de los encuentros sea muy elevada. La lógica interna del juego hace que la naturaleza del esfuerzo que prime sea de tipo intermitente, utilizando en la mayoría de las acciones determinantes los sistemas fosfágenos. El jugador de balonmano debe estar dotado de altas prestaciones de fuerza explosiva (en sus diferentes manifestaciones), junto a una gran capacidad de recuperación mediante fosforilación oxidativa en los periodos de baja intensidad. Destacan en el juego las acciones como correr a velocidad máxima, cambios de velocidad y de dirección, saltos, lanzamientos, golpesos y choques entre los jugadores (Marques, Van Den Tillaar, Vescovi y González-Badillo, 2007).

Uno de los elementos técnicos-tácticos individuales más importantes, y clave en la consecución del objetivo final del juego es el *lanzamiento* a portería (Antón García, 1998), de cuya eficacia depende el éxito o fracaso de las acciones que lo preceden y la posibilidad de conseguir la victoria (finalidad intrínseca del juego de competición). Es bien sabido que el éxito del lanzamiento a portería en balonmano depende, en gran medida, de la

velocidad de salida del balón (Gorostiaga, Granados, Ibáñez e Izquierdo, 2005; Granados, Izquierdo, Ibáñez, Ruesta y Gorostiaga, 2008; Marques et al., 2007; Skoufas et al., 2003; Skoufas et al., 2008). Aunque se ha demostrado que la velocidad perjudica la precisión, en jugadores de alto nivel esta relación inversa no se produce, o si lo hace afecta de una manera poco significativa (Párraga, Sánchez y Oña, 2001).

Existen tres conjuntos de factores que son determinantes para regular la velocidad de lanzamiento: a) aquellos relacionados con la mecánica del gesto; b) los relacionados con los procesos coordinativos (coordinación intra e intermuscular); c) los resultantes del desarrollo de fuerza y/o la potencia de las extremidades superiores e inferiores (Marques et al., 2007).

### ***Mecánica del gesto***

La mecánica del lanzamiento en balonmano ha sido ampliamente estudiada, abordándose este análisis desde diversas perspectivas (Granados et al., 2008; Rivilla, Sampedro, Navarro y Gómez-Ortiz, 2010; Sachlikidis y Salter, 2007; Skoufas et al., 2003; Skoufas et al., 2008; Van Den Tillaar y Ettema, 2006; Van Den Tillaar y Ettema, 2007; Zapartidis, Gouvali, Bayios y Boudolos, 2007). En este apartado hay que diferenciar por ejemplo el tipo de lanzamiento que hace un jugador en apoyo clásico del realizado en suspensión, del mismo modo que hay que tener en cuenta el grado de oposición, así como la zona del lanzamiento (Bayer, 1987; Párraga, 1999; Rivilla et al., 2010). Podemos encontrar diferencias mecánicas en la ejecución si los sujetos son expertos o noveles (Skoufas et al., 2003; Skoufas et al., 2008; Van Den Tillaar y Ettema, 2006), incluso si el lanzamiento se realiza con el brazo dominante o no dominante (Ettema, Gløsen y Van den Tillaar, 2008; Gray, Watts, Debicki y Hore, 2006; Hore, O'Brien y Watts, 2005; Sachlikidis y Salter, 2007; Skoufas et al., 2008; Van den Tillaar y Ettema, 2006; Van den Tillaar y Ettema, 2009;).

En la mecánica de los lanzamientos, las mejoras en la rotación del hombro se producen en ambos brazos, tanto dominante como no dominante, pero no hay relaciones entre las velocidades de lanzamiento que se alcanzan entre ellos (Newsham, Keith, Saunders y Goffinett, 1998). Dichas velocidades son muy diferentes si el brazo del lanzamiento recibe un entrenamiento técnico – táctico, por lo que desarrollan un mayor rendimiento cuantitativo. Aunque podemos señalar, que diferentes estudios demuestran, que existen diferencias biomecánicas al efectuar el lanzamiento, con la mano dominante y no dominante, por lo que bajan las velocidades angulares en distintos puntos y hace que la velocidad final sea menor con cada brazo (Gray et al., 2006; Hore et al., 2005; Newsham et al., 1998; Sachlikidis y Salter, 2007; Van Den Tillaar y Ettema, 2009), igualmente la predominancia lateral del deportista, diestro o zurdo también tendrá influencia a nivel cualitativo en el lanzamiento (Aragón, Fernández-Santos, Gómez-Espinosa, Carrasco, Mora y González Montesinos, 2010).

### ***Procesos coordinativos***

Las diferencias entre ambos brazos pueden ser debidas a que, en el brazo no dominante, no se han desarrollado los mecanismos de coordinación de manera efectiva para aprovechar los momentos de interacción en las diferentes fases de la cadena cinética (Gray et al., 2006). Aunque existe una relación entre la coordinación dominante y no dominante en el lanzamiento, por lo que si un individuo obtiene la capacidad de lanzamiento de forma ambidiestra, puede aumentar con mayor facilidad su velocidad en ambos brazos a través de la transferencia (Sachlikidis y Salter, 2007).

Desde el punto de vista coordinativo se manifiestan diferencias técnicas entre ambos brazos, pero esto no quiere decir que no exista una estabilidad en el gesto (Van Den Tillaar y Ettema, 2006). Se puede afirmar que las diferencias técnicas se deben a la existencia de patrones de movimiento diferentes (Hore et al., 2005; Van den Tillaar y Ettema, 2009). Evidentemente, el patrón de movimiento del brazo dominante es más eficaz y en jugadores expertos está más consolidado. Una de las razones por las que los sujetos no expertos no pueden lanzar rápido con el brazo dominante es porque no han desarrollado los mecanismos de coordinación para explotar los denominados momentos de interacción en las distintas fases de la cadena cinética (Van Den Tillaar y Ettema, 2006; Wagner y Mueller, 2008).

### ***Desarrollo de la fuerza y/o de la potencia muscular***

Los valores de velocidad de lanzamiento dependen en cierto modo de la capacidad de generar fuerza máxima dinámica (FDM) que tiene cada jugador. Cuanto mayor es la profesionalización o categoría del jugador, mayores valores absolutos debe tener de FDM y de velocidad de lanzamiento (Gorostiaga et al., 2005; Granados et al., 2008), aunque no existe una relación directa entre ambas manifestaciones de la fuerza.

En cualquier equipo en el que se busque el mayor rendimiento deportivo, gran parte de su entrenamiento está orientado a la mejora de las diferentes manifestaciones de fuerza para conseguir el óptimo rendimiento en las habilidades específicas del juego. Buscando este máximo rendimiento, se puede señalar que el empleo de cualquier intensidad de carga tiene un efecto positivo en el desarrollo de la fuerza (Chirosa, 1998). Pero lo determinante e interesante en todo el proceso de entrenamiento es saber ajustar las cargas para que el jugador pueda expresar el máximo de sus capacidades en cada momento de la temporada.

La fuerza aplicada va unida a la buena mecánica del lanzamiento, destacando la importancia de la manifestación explosiva de la fuerza, tanto de los miembros inferiores como superiores, todo influye en la velocidad de lanzamiento en jugadores de balonmano (Chelly, Hermassi y Shephard, 2010). Del mismo modo, la fuerza explosiva va unida a la velocidad de lanzamiento,

ya que hay estudios (Skoufas et al., 2003) que indican que si se hacen lanzamiento con balones más ligeros, aumenta la velocidad de rotación en el hombro, por lo que aumenta también la velocidad de lanzamiento. En un grupo entrenado, se puede mezclar con el entrenamiento de fuerza y el entrenamiento técnico-táctico para poder aumentar la velocidad de lanzamiento (Skoufas et al., 2003).

En la misma línea de relevancia de los estudios anteriores, cobra interés el desarrollo de los métodos de fuerza apropiados para incrementar la velocidad de lanzamiento del jugador (Chelly et al., 2010; Dalziel, Neal y Watts, 2002; Ettema et al., 2008; Skoufas et al., 2003) aunque pocos estudios examinan la relación entre el desarrollo de la velocidad de lanzamiento en los jugadores de elite de balonmano con los índices de fuerza dinámica y potencia (Marques et al., 2007).

Hasta donde se conoce, no existen estudios que reflejen la aplicación de diferentes métodos de fuerza en periodos de una temporada para aumentar o mantener los parámetros de pico de potencia y de velocidad de lanzamiento en ambos brazos en jugadores de nivel de un equipo de balonmano.

En este trabajo dentro del entrenamiento de fuerza se aplican diferentes métodos justificados por investigaciones precedentes (Gamble, 2006; Marques y Gonzalez-Badillo, 2006; Marques et al., 2007; Skoufas et al., 2003; Van Den Tillaar, 2004): fuerza máxima, picos de potencia, entrenamiento de contraste y obviamente, el entrenamiento integrado (Chirosa, 1998; Ingle, Sleaf y Tolfrey, 2006; Santos y Janeira, 2008), así como los cambios en la velocidad de lanzamiento que se producen en ambos brazos.

Por lo tanto, el propósito de este estudio es examinar el efecto de diferentes métodos de fuerza unidos al entrenamiento técnico – táctico sobre la potencia muscular y la velocidad de lanzamiento en ambos brazos, dominante y no dominante, en jugadores de balonmano en distintos momentos del periodo competitivo. En el contexto de la investigación, los objetivos que se han llevado a cabo han sido: conocer el efecto de diferentes métodos de entrenamiento de la fuerza sobre la velocidad de lanzamiento y comprobar si existen diferencias en esta manifestación de la fuerza (medida a través de la velocidad de lanzamiento) en función del momento de la temporada, una vez alcanzados los niveles máximos de velocidad.

## **2 METODO**

### **2.1 MUESTRA**

Los participantes de este estudio han sido 11 jugadores de un equipo de balonmano de categoría senior nacional masculina con una edad de  $25\pm 3$  años y una experiencia en este deporte de  $16 \pm 3$  años. Los principales datos

antropométricos del equipo han sido: altura (188,7 cm $\pm$ 4,7), peso (90,6 kg  $\pm$ 10) y masa grasa (11,5 %kg  $\pm$ 2,8).

Los jugadores no tomaron esteroides anabólico-androgénicos exógenos ni otro tipo de sustancias prohibidas o drogas que pudiesen afectar el rendimiento o el balance hormonal durante este estudio. La Federación Española de Balonmano sometió a varios jugadores a controles periódicos de dopaje, sin que hubiese caso alguno de infracción. Tampoco ingirieron medicamentos que pudiesen alterar los resultados del estudio.

## 2.2 DISEÑO Y VARIABLES

Las variables a tratar en el siguiente estudio son las siguientes:

Como variables dependientes (VD) hemos medido a cada jugador la Velocidad de lanzamiento (Vb) y el Pico de potencia en press banca (PP).

Como variable independiente fundamental (VI<sub>1</sub>) para estudiar su efecto sobre las variables dependientes hemos elegido el Método de Entrenamiento (ME) que ha tenido tres niveles: Aplicación de un método de fuerza (F1) en un momento de preparación (M1), aplicación de un método de fuerza (F2) unido al entrenamiento técnico – táctico (ETT) en un momento de competición (M2) y la aplicación de un método de fuerza (F3) unido al entrenamiento técnico – táctico (ETT) en un momento de competición (M3). Por consiguiente, se ha efectuado un análisis de 3 momentos diferentes de una temporada, cada uno con una duración de 8 semanas, en los que se comenzaba la recogida de información cuando los jugadores alcanzaban la velocidad de lanzamiento de la temporadas anteriores para que no se viera influenciada por el periodo de desentrenamiento (Marques y González-Badillo, 2006).

Otras variables independientes del estudio han sido la medida antes y después de cada método combinado de entrenamiento (VI<sub>2</sub>: Pre y post) y también, el brazo (VI<sub>3</sub>: con dos niveles brazo dominante o brazo no dominante) pero sólo se manipulaba cuando se medía Velocidad de Lanzamiento ya que el Pico de Potencia se ejerce con los dos brazos simultáneamente.

Por tanto, se trata de un diseño cuasi experimental de medidas repetidas. Cuando hemos medido la VD velocidad de lanzamiento, las variables independientes han sido tres todas de ellas manipuladas intrasujeto, mientras que cuando la VD era el pico de potencia las variables independientes sólo eran dos: método y pre-post. El orden de los métodos de entrenamiento no ha podido ser contrabalanceado dado que el diseño debía adecuarse al contexto de un equipo real en una competición real y, por tanto, de gran valor ecológico aunque ello signifique de alguna forma perder control interno en la investigación. En cualquier caso, introdujimos la medida en el brazo no dominante en un intento de establecer una medida de control de la mejoría del brazo dominante.

## 2.3 MATERIAL

El instrumental empleado para llevar a cabo la investigación estaba compuesto por: radar gun con un rango de 10 a 199 km/h,  $\pm 2/3$  km/h, encoder lineal rotatorio (1mm de precisión y 1000hz de frecuencia de registro), software Real Power, notebook HP nx7400 y SPSS15.

## 2.4 PROCEDIMIENTO

Los participantes han entrenado con el mismo entrenador y en el mismo club en los dos años previos, además del tiempo que duró el estudio. Antes de comenzar, se realizó un examen médico a los jugadores, incluyendo una prueba de esfuerzo con electrocardiograma. Los sujetos y entrenadores fueron informados de la finalidad del estudio y firmaron una fórmula de consentimiento informado para participar en el estudio.

Todos los controles se han llevado a cabo en el periodo de competición. Los jugadores estaban familiarizados con el sistema de control por haber realizado las mismas pruebas en otras temporadas. El procedimiento de evaluación ha sido estandarizado comenzando siempre después de dos días de recuperación postpartido, a principios de semana, con el mismo protocolo de prueba. El orden de participación de los sujetos en las pruebas ha sido aleatorizado. Los sujetos que han tenido algún tipo de molestias y no han participado en todas las medidas, han quedado excluidos del estudio como muerte experimental.

Se han controlado los métodos de entrenamiento de la fuerza para ver cómo afectan a la velocidad de lanzamiento y a la potencia muscular en tres momentos diferentes de la temporada. Los controles se han realizado en: en un momento de la temporada sin entrenamiento técnico – táctico (M1); en un momento de la temporada (M2); y en un momento final de la temporada (M3). El control sobre la velocidad de salida del balón en el gesto específico del brazo dominante y no dominante. Entre los factores que pueden influir también se han controlado el volumen y la intensidad de los lanzamientos y evolución de la curva fuerza - velocidad, analizando fundamentalmente el pico de potencia.

### ***Prueba de lanzamiento (Vb)***

La máxima velocidad de salida del balón se controló con un radar gun (con un rango de 10 a 199 km/h,  $\pm 2/3$  km/h) usando el lanzamiento en apoyo con armado clásico en carrera con tres apoyos a una distancia de 9m frontal a la posición del radar. Es el lanzamiento más usado en un equipo de balonmano y en la mayoría de las investigaciones precedentes (Marques et al., 2007; Van Den Tillaar y Ettema, 2006; Van den Tillaar y Ettema, 2009). El radar estaba situado fijo adaptado a la altura del hombro del lanzador detrás de la meta. Se utilizó un balón oficial de la IHF con 475 gr y 58 cm de diámetro.

Después de 10 minutos de un calentamiento estandarizado comenzaron los lanzamientos a máxima velocidad usando ambos brazos, dominante y no dominante, y la técnica preferida por el jugador para efectuar el lanzamiento. Se realizaron tres series de tres lanzamientos con tres minutos de recuperación entre serie y entre lanzamientos. El mejor lanzamiento es el que se ha utilizado para el posterior análisis. Los entrenadores supervisaron toda la prueba de lanzamiento para asegurarse de que los sujetos estaban utilizando una técnica adecuada.

### ***Curva Fuerza – Velocidad (PP)***

Se han realizado mediciones con un Encoder lineal, rotatorio, que funciona con un sistema de dinamo, detectando e informando la posición de la barra cada 10 milisegundos (1000 hz) a un interface conectado a un ordenador portátil donde el software Real Power calcula automáticamente los valores de fuerza, velocidad y potencia media y pico y consta de un registro mínimo de posición de 1 mm. El cable cuyo extremo se aseguró en un sitio específico de la barra de modo que no moleste la ejecución del ejercicio. El funcionamiento permite que cuando el sujeto realice el ejercicio el cable se desplace en forma vertical, según la dirección del movimiento.

Todos los participantes utilizaron un peso inicial de 26 kg (Marques et al., 2007), que posteriormente se aumentaba en incrementos de 10 o 5 kg de cada ensayo hasta que el deportista, con la ayuda del software, lograba alcanzar los valores máximos de pico de potencia. Para empezar la prueba y con la ayuda de dos entrenadores, la barra estaba colocada sobre el pecho del atleta y fue obligado a permanecer allí cerca de 1 segundo antes de iniciar el movimiento en un esfuerzo por minimizar sus efectos contra-movimiento en cualquiera de los resultados. A continuación, el deportista recibió instrucciones para realizar una acción concéntrica desde esta posición inicial, lo más rápidamente posible, hasta la extensión completa de los codos, con 3-5 minutos de descanso entre los ensayos para reducir la probabilidad de fatiga. Se anulaba un ensayo si parecía existir un contra-movimiento inicial de la barra, si el atleta bajaba la espalda o los glúteos se elevaban desde la banca, o si el atleta no lograba extender el codo. En todos los ejercicios se ha controlado las angulaciones de partida con goniómetro manual, y las trayectorias de los desplazamientos mediante pórticos o máquinas de tracción guiadas.

### ***Entrenamiento Técnico – Táctico (ETT)***

La planificación ha sido diseñada siguiendo los principios del entrenamiento (Buford, Rossi, Smith y Warren, 2007; Kelly y Coutts, 2007), con una estructura ajustada a un modelo de planificación aplicada a deportes de largo periodo competitivo.

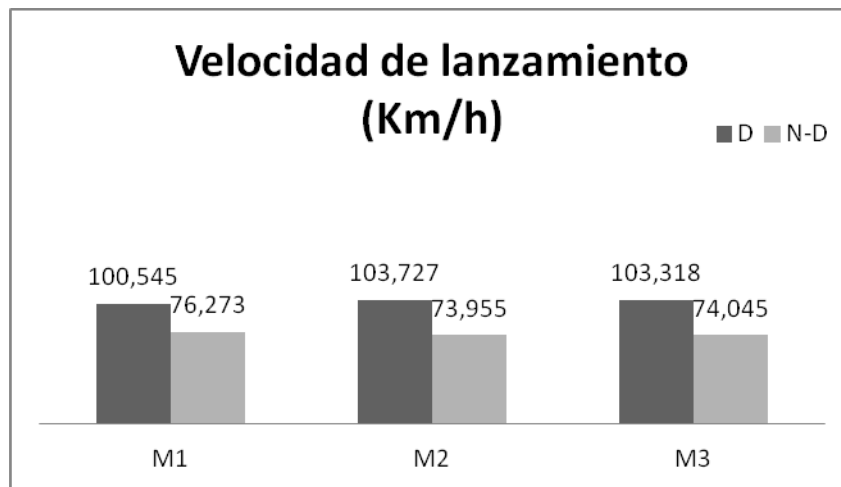


### 3 RESULTADOS

#### 3.1 Velocidad de lanzamiento

#### 3.2

Con los resultados obtenidos se realizó un ANOVA intrasujeto con tres variables independientes. Para este análisis, se asumió esfericidad dado que no se encontraron diferencias en la prueba de Mauchly. Los resultados obtenidos muestran significación en la variable dominante-no dominante ( $F_{1,10}=209,660$ ;  $p=0,0001$ ;  $E^2= 0,954$ ; Potencia= 1,00) y en la interacción de momento con dominante-no dominante ( $F_{2,20}=7,360$ ;  $p=0,004$ ;  $E^2= 0,424$ ; Potencia= ,899) (gráfico 1).



Gráfica 1. Velocidad de lanzamiento en función de brazo dominante y no dominante y el momento de estudio

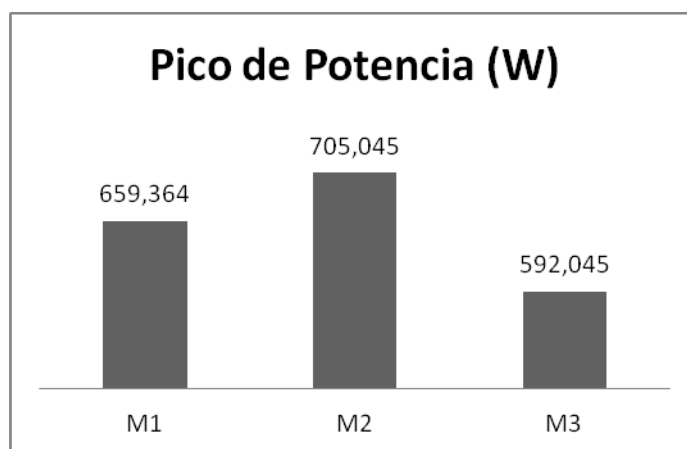
La media para la velocidad de lanzamiento en el brazo dominante es de 102,53 km/h mientras que en el brazo no dominante es de 74,76 km/h. Por su parte el estudio de las comparaciones de Bonferroni de la interacción momento por brazo dominante-no dominante muestran diferencias significativas entre todas las medias del brazo dominante con el no-dominante ( $p<0,001$ ) y también en el brazo dominante entre el momento 1 y el 2 ( $p=0,033$ ) y no llega a haberlas entre el momento 1 y la 3 ( $p=0,067$ ).

#### 3.3 Pico de Potencia

Para el análisis de la variable dependiente pico de potencia también se realizó mediante un ANOVA de medidas repetidas con dos variables independientes: temporada y pre-post. La prueba de esfericidad de Mauchly fue significativa para la variable temporada ( $W_2=0,345$ ;  $p=0,008$ ) pero no para la interacción entre ambas variables ( $W_2=0,930$ ;  $p=0,721$ ). Por tanto elegiremos la prueba de Greenhouse-Geisser en el primer caso.

Los resultados sólo muestran significativo la variable Momento ( $F_{1,208,12,082}=5,870$ ;  $p=0,027$ ). El análisis de las comparaciones entre las tres medias

mediante la prueba de Bonferroni muestra diferencias entre la 1 y la 3 ( $p=0,007$ ) y entre la 2 y la 3 ( $p=0,027$ ) (gráfica 2).



Gráfica 2. Pico de Potencia en función del momento de estudio

#### 4 DISCUSION

El propósito de este estudio fue examinar el efecto de diferentes métodos de fuerza unidos al entrenamiento técnico – táctico sobre la potencia muscular y la velocidad de lanzamiento en jugadores de balonmano. La mayor aportación de este trabajo es que el entrenamiento de la fuerza basado en el contraste estado – dinámico en la repetición con cargas del 100% del pico de potencia unido al entrenamiento técnico – táctico en un momento de una temporada es más eficaz ( $p=0,033$ ) que sólo la realización de entrenamiento de fuerza máxima combinada con el pico de potencia para la mejora de la velocidad de lanzamiento en un momento de una temporada. Hay que señalar que el método de aplicar el entrenamiento de fuerza basándose en el pico de potencia y la combinación con ETT, está justificado en la evidencia de que un entrenamiento estándar, consistente en movimientos de polea, no hace mejorar la velocidad de lanzamiento en jugadores expertos (6.1% vs 1.4%,  $P = .085$ ) (Ettema et al., 2008). Dalziel et al. (2002) combinan los ejercicios de potencia 30% de 1 - RM con el entrenamiento específico en balonmano para aumentar los niveles de pico de potencia y la velocidad de lanzamiento. En este trabajo, los niveles de pico de potencia de los jugadores se mantienen entre el 20-40%, coincidiendo con esta afirmación.

Los datos sugieren que estos métodos de fuerza deben ir acompañados de ejercicios técnico – tácticos específicos para poder desarrollar una de las habilidades más necesarias en el juego, como es el lanzamiento a portería. Aunque que no todos los métodos de unión de fuerza y entrenamiento técnico – táctico producen los mismos efectos. Con la utilización de un método de fuerza basado en el trabajo al 120% sobre el pico de potencia en un momento final de una temporada no llega a tener valores significativos ( $p=0,067$ ). Analizando de forma pormenorizada los incrementos que se han producido destaca el descenso de un 2,3% en la velocidad de lanzamiento en el momento (M1) de la aplicación sólo de fuerza entre el pre y el post y aumentos de la

velocidad de lanzamiento en otros momentos (M2 y M3) de un 1,4% y 1,9% entre el pre y el post. Este incremento se confirma según Gorostiaga et al. (2006) en la eficacia de la combinación de entrenamiento de fuerza unido al entrenamiento técnico – táctico en donde se producen multitud de acciones explosivas de lanzamiento. Los incrementos son menores que los alcanzados por (Gorostiaga et al., 2006; Granados et al., 2008; Marques y Gonzalez-Badillo, 2006) que encontraron mejoras en torno al 7%. Gorostiaga et al. (2006), Granados et al. (2008), Marques y Gonzalez-Badillo (2006) indican que el aumento de las acciones explosivas como el lanzamiento se producen en atletas entrenados, con buen nivel de ejecución técnica y con valores altos de inicio que hacen, en principio, que las mejoras sean más difíciles porque están muy cerca de su techo. En este estudio, los incrementos alcanzados tanto en la velocidad de lanzamiento como en el pico de potencia (3%) no muestran diferencias significativas entre las medidas pre y post. Pero en deportistas entrenados, coincidiendo con las afirmaciones de los autores anteriormente citados, las mejoras son difíciles ya que se ha comenzado la recogida de datos cuando los deportistas alcanzan los niveles de velocidad de lanzamiento y de pico de potencia de temporadas anteriores.

Del mismo modo, Gorostiaga et al. (2006) y Marques et al. (2007) no encontraron asociación entre la velocidad de lanzamiento utilizando 3 pasos y los incrementos de fuerza máxima dinámica (1RM) después de un entrenamiento de resistencia en jugadores de elite de balonmano. En esta investigación, se ha utilizado los niveles de fuerza máxima dinámica (1RM) para comprobar su influencia en la potencia y la velocidad de lanzamiento que desarrollan los jugadores de balonmano en un momento de la temporada (M1). Se obtiene un aumento de la velocidad de lanzamiento con el brazo no dominante del 1,1% y un aumento de la potencia muscular del 3,2 %. En ninguno de los casos es significativo, por lo que, es difícil comparar los datos de dichos estudios.

Se ha tenido en cuenta las fluctuaciones que la velocidad de salida de balón tiene en los jugadores de alto nivel en los diferentes momentos de la temporada (Gorostiaga et al., 2005; Gorostiaga et al., 2006; Granados et al., 2008; Marques y Gonzalez-Badillo, 2006) en los que se ve como el momento de la temporada influye en los picos de velocidad de salida de balón. Se puede indicar que hay significación entre la velocidad de lanzamiento y el pico de potencia con relación al momento en el que se encuentren. Así, los jugadores tienen mayores diferencias en la velocidad de lanzamiento entre M1 y M2 ( $p=0,033$ ) por lo que, como hemos señalado, conforme los jugadores van llegando a niveles máximos de velocidad de lanzamiento tienen una gran dificultad para poder incrementarlos. Con respecto al pico de potencia, existen diferencias significativas entre M1 y M3 ( $p=0,007$ ) que tienen su relación con el método de entrenamiento de la fuerza utilizado (F1) y también, los resultados son significativos entre M2 y M3 ( $p=0,027$ ) utilizando los métodos de entrenamiento de la fuerza unidos a la preparación técnico – táctica por lo que aumentan las acciones explosivas que realizan los jugadores.

Como indica Van den Tillaar & Ettema, (2009) en muchos deportes de equipo como beisbol, cricket y el balonmano el lanzamiento es el movimiento más importante. En estos deportes, solo el brazo dominante es el utilizado para efectuar el lanzamiento. El brazo dominante y no dominante se diferencian por los movimientos que se realizan después de la fase de aceleración del balón. Al examinar las diferencias entre la velocidad de lanzamiento en ambos brazos, dominante y no dominante, se obtienen resultados altamente significativos ( $p=0,0001$ ) entre todas las medias de las velocidades de lanzamiento del brazo dominante con el no dominante, a priori cuestión que parece lógica por las diferencias de intervención de ambos brazos. Menores índices de velocidad de lanzamiento con el brazo no dominante se deben a la inexperiencia de los jugadores para realizar los lanzamientos dado que es un movimiento poco habitual (Van den Tillaar y Ettema, 2009). Por lo tanto, como el lanzamiento es una de las habilidades más decisivas en el balonmano, los jugadores deben efectuar lanzamientos con el brazo no dominante para intentar adquirir los mismos patrones de eficacia en el movimiento. Del mismo modo, señala que las diferencias entre los lanzamientos no se deben ni a la experiencia ni a diferentes entrenamientos, sino que es el resultado de una disminución de las velocidades angulares en distintos puntos de la cadena cinética obteniendo velocidades diferentes entre ambos brazos. Conforme aumenta el proceso de especialización en los jugadores, las diferencias entre ambos brazos se van haciendo mayores. Debido a que en el proceso de formación, generalmente, se va reduciendo paulatinamente el empleo del brazo no dominante.

En este punto, cobra importancia la existencia del entrenamiento de fuerza exclusivo o el entrenamiento de fuerza unido al entrenamiento técnico – táctico ya que para poder disminuir las diferencias existentes entre la velocidad de lanzamiento de ambos brazos, se debe combinar el entrenamiento técnico – táctico para asimilar los patrones de movimiento del brazo dominante y no dominante para buscar mejores resultados a la hora de realizar el lanzamiento a portería.

Por último señalar que el tipo de diseño garantiza la validez externa al ser el diseño ecológico y de fácil aplicabilidad, pero plantea problemas de validez interna al no ser la muestra de participantes elegida al azar, no haber contralanceado los momentos de estudio y no poder controlar de forma exhaustiva la variable brazo dominante y no dominante. En el entrenamiento no se ha controlado si los jugadores en alguno de los momentos, por ejemplo, utilizan el brazo no dominante para realizar acciones específicas de las cuales es imposible inhibir en el proceso de esta investigación. Debemos señalar, que el estudio está hecho en un equipo en liga nacional durante el proceso de competición y parece más interesante comparar cuáles son los resultados entre un brazo y otro, teniendo la certeza de que el brazo no dominante prácticamente no es usado por los jugadores que hacer otro diseño donde se pierda la validez de estudiar el jugador en su hábitat natural.

## 5 CONCLUSIONES

- La combinación de entrenamiento técnico – táctico con el método de fuerza basado en el contraste estato – dinámico aumenta los parámetros de velocidad de lanzamiento y el pico de potencia.
- Existen diferencias en la velocidad de lanzamiento en función del momento de la temporada, por lo que, conforme los jugadores van llegando a niveles máximos de velocidad de lanzamiento tienen una gran dificultad para poder incrementarlos.
- Para alcanzar valores mayores de velocidad de lanzamiento la combinación de entrenamiento técnico – táctico con el entrenamiento de manifestaciones explosivas de la fuerza conduce a mayores mejoras en los diferentes factores neuromusculares que cuando se aplican los mismos métodos de entrenamiento de forma aislada.

Para finalizar, se puede añadir que los resultados indican que se puede obtener diferencias significativas entre la velocidad de lanzamiento y el pico de potencia, por lo que, se debería ampliar la muestra para poder comprobar dichos indicios. Entonces, sobre estos aspectos se abren nuevos caminos hacia el estudio de variables que tengan que ver con la formación de jugadores y aprendizaje desde el punto de vista funcional. Se pueden estudiar periodos en los que el entrenamiento se base en la utilización del brazo dominante combinado con periodos en los que se base el entrenamiento en la utilización del brazo no dominante para comprobar si se obtiene una mayor riqueza motriz y transferencia para un mejor desarrollo de una habilidad tan fundamental en el balonmano como es el lanzamiento.

## APLICACIONES PRÁCTICAS

- Como en el proceso de formación de los jugadores, generalmente, se va reduciendo paulatinamente el empleo del brazo no dominante. Esto hace que lógicamente, como se ha visto en la conclusión, existan diferencias muy significativas entre todas las medias de las velocidades de lanzamiento entre el brazo dominante y no dominante. Esto sugiere que en el proceso de iniciación y consolidación del aprendizaje de los deportistas la ambidiestría debe ser uno de los objetivos de los entrenadores para ampliar la riqueza motriz y aumentar las posibilidades de éxito.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Antón García, J. L. (1998). *Balonmano: Táctica grupal ofensiva: Concepto, estructura y metodología*. Madrid: Gymnos.
- Aragón Vela, J., Fernández Santos, J., Gómez Espinosa de los Monteros, R., Carrasco Peña, A., Mora Vicente, J. y González Montesinos, J.L. (2010). Análisis cinemático del lanzamiento con el brazo derecho e izquierdo en waterpolo. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte* vol. 10 (39) pp. 369-379.
- Bayer, C. (1987). *Técnica del balonmano: La formación del jugador*. Barcelona: Hispano Europea.
- Buford, T. W., Rossi, S. J., Smith, D. B. y Warren, A. J. (2007). A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1245-1250.
- Chelly, M. S., Hermassi, S. y Shephard, R. J. (2010). Relationships between power and strength of the upper and lower limb muscles and throwing velocity in male handball players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(6), 1480-1487.
- Chirosa Ríos, L. J. (1998). *Eficacia del entrenamiento con un método de contraste para la mejora de la fuerza de impulsión en relación a otro de tipo convencional en balonmano*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada
- Dalziel, W. M., Neal, R. J. y Watts, M. C. (2002). A comparison of peak power in the shoulder press and shoulder throw. *Journal of Science and Medicine in Sports*, 5(3), 229-235.
- Ettema, G., Gløsen, T. y van den Tillaar, R. (2008). Effect of specific resistance training on overarm throwing performance. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 3(2), 164-175.
- Gamble, P. (2006). Periodization of training for team sports athletes. *Journal Strength & Conditioning Research*, 28(5), 56-66.
- Gorostiaga, E. M., Granados, C., Ibáñez, J., González-Badillo, J. J. y Izquierdo, M. (2006). Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(2), 357-366.
- 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 Sports Medicine*, 26(3), 225-232
- Granados, C., Izquierdo, M., Ibáñez, J., Ruesta, M. y Gorostiaga, E. M. (2008). Effects of an entire season on physical fitness in elite female handball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(2), 351-361.
- Gray, S., Watts, S., Debicki, D. y Hore, J. (2006). Comparison of kinematics in skilled and unskilled arms of the same recreational baseball players. *Journal of Sports Sciences*, 24(11), 1183-1194.
- Hore, J., O'Brien, M. y Watts, S. (2005). Control of joint rotations in overarm throws of different speeds made by dominant and nondominant arms. *Journal of Neurophysiology*, 94(6), 3975-3986.

- Ingle, L., Sleaf, M. y Tolfrey, K. (2006). The effect of a complex training and detraining programme on selected strength and power variables in early pubertal boys. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 987-997.
- Kelly, V. G. y Coutts, A. J. (2007). Planning and monitoring training loads during the competition phase in team sports. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(4), 32-37.
- Marques, M. C. y González-Badillo, J. J. (2006). In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(3), 563-571.
- Marques, M. C., Van Den Tillaar, R., Vescovi, J. D. y González-Badillo, J. J. (2007). Relationship between throwing velocity, muscle power, and bar velocity during bench press in elite handball players. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 2(4), 414-422.
- Newsham, K. R., Keith, C. S., Saunders, J. E. y Goffinett, A. S. (1998). Isokinetic profile of baseball pitchers' internal/external rotation 180, 300, 450 degrees.s<sup>-1</sup>. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(10), 1489-1495.
- Párraga, J. (1999). *Efectos de la variación del tiempo de aparición de estímulos visuales sobre la precisión y los parámetros biomecánicos en el lanzamiento de balonmano*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada
- Párraga, J., Sánchez, A., y Oña, A. (2001). Importancia de la velocidad de salida del balón y de la precisión como parámetros de eficacia en el lanzamiento en salto a distancia en balonmano. *Apuntes: Educación Física y Deportes*, 66, 44-51.
- Rivilla García, J., Sampedro Molinuevo, J., Navarro Valdivielso, F. y José Gómez Ortiz, M. (2010). Influencia de la oposición en la velocidad de lanzamiento en jugadores de balonmano de élite, amateur y formación. *RICYDE. Revista Internacional De Ciencias Del Deporte*, 6(18), 91-99.
- Sachlikidis, A. y Salter, C. (2007). A biomechanical comparison of dominant and non-dominant arm throws for speed and accuracy. *Sports Biomechanics*, 6(3), 334-344.
- Santos, E. y Janeira, M. (2008). Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 3-903.
- Skoufas, D., Papadopoulou, S., Patikas, D., Zaggelidis, G., Skoufa, E. y Christodoulidis, T. (2008). The effect of arm and forearm loading on the throwing velocity of novice handball players: Influences during training and detraining. *Physical Training*, , 2-2.
- Skoufas, D., Stefanidis, P., Michailidis, C., Hatzikotoulas, K., Kotzamanidou, M., y Bassa, E. (2003). The effect of handball training with underweighted balls on the throwing velocity of novice handball players. *Journal of Human Movement Studies*, 44(2), 157-171.
- Van Den Tillaar, R. (2004). Effect of different training programs on the velocity of overarm throwing: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(2), 388-396.

- Van Den Tillaar, R. y Ettema, G. (2006). A comparison between novices and experts of the velocity-accuracy trade-off in overarm throwing. *Perceptual and Motor Skills*, 103(2), 503-514.
- Van Den Tillaar, R. y Ettema, G. (2007). A three-dimensional analysis of overarm throwing in experienced handball players. *Journal of Applied Biomechanics*, 23(1), 12-19.
- Van Den Tillaar, R. y Ettema, G. (2009). A comparison of overarm throwing with the dominant and nondominant arm in experienced team handball players. *Perceptual and Motor Skills*, 109(1), 315-326.
- Wagner, H. y Mueller, E. (2008). The effects of differential and variable training on the quality parameters of a handball throw. *Sports Biomechanics*, 7(1), 54-71.
- 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 Physical Fitness*, 47(2), 169-178.

**Número de citas totales / Total references:** 32 (100%)

**Número de citas propias de la revista / Journal's own references:** 1 (0,32 %)