

---

## ARTIGO ORIGINAL

---

# Efectos de dos tipos de entrenamiento complejo en fuerza máxima y potencia en jugadores jóvenes de deportes colectivos

## *The effects of training focused on improving maximal strength and power abilities in young players of collective sports*

José María Izquierdo Velasco\*, Laline Oliveira da Silva\*, Juan Carlos Redondo Castán\*\*, Luis Manuel Mateo López\*\*, Éder Marcolin\*\*\*, Silvia Sedano Campo\*\*\*\*

---

*\*Universidad de León, Departamento de Ciencias del Deporte y Movimiento, León, España, \*\*Club Deportivo Numancia de Soria, España, \*\*\*Universidad de León, Departamento de Ciencias del Deporte y Movimiento, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq Brasil), \*\*\*\*Universidad Europea Miguel de Cervantes, Facultad de Ciencias de la Salud, Valladolid, España*

---

### Resumen

Se ha valorado los efectos de dos tipos de entrenamiento complejo de 6 semanas sobre diferentes factores de fuerza máxima y potencia, en diferentes atletas (edad =  $16,86 \pm 0,74$  años), un método de desarrollo de la fuerza (especialmente de la fuerza explosiva y potencia) cuya característica es la alternancia de cargas de trabajo de distinta intensidad. Eran jugadores de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol, divididos en tres grupos con jugadores de los 4 deportes. El grupo TG1 (n = 50) trabajó con series de cargas altas y a continuación con series de pliometría. TG2 (n = 50) trabajó con cargas

altas y pliometría en las mismas series. Además, el grupo control (CG) (n = 48). TG1 y TG2 demostraron un aumento significativo ( $p < 0.05$ ) en fuerza máxima y explosiva, así como en la capacidad de salto después de 6 semanas de entrenamiento. Se puede concluir que con el entrenamiento complejo con sobrecargas y pliometría hubo mejora en la fuerza máxima y explosiva en jugadores jóvenes de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol. Además, puede mantener las mejoras de fuerza máxima y explosiva por varias semanas.

**Palabras-clave:** educación y entrenamiento físico, potencia, atletas, deportes.

Recibido el 18 de septiembre de 2014; aceptado el 29 de octubre de 2014.

**Dirección para correspondencia:** Laline Oliveira da Silva, Universidad de León F.C.A.F.D. Laboratório de Entrenamento Deportivo, Campus de Vegazana, s/n CP 24007 León, España, E-mail: lalineoliveira28@yahoo.com.br

## Abstract

Two kind of 6 weeks training program on different factors of maximal strength and power in different athletes (age =  $16.86 \pm 0.74$  years old) improve force development (especially explosive strength and power). This program alternated workloads of different intensities. For this study we observed football, basketball, handball and volleyball players, divided into three groups of these four sports. TG1 group (n = 50) worked with high load series and then plyometric series. TG2 (n = 50) used heavy loads and plyometrics in the same

series and control group (CG) (n = 48). TG1 and TG2 evinced significant maximum and explosive strength increase ( $p < 0.05$ ), as well as the ability to jump after 6 weeks of training. It is believed that the overload and plyometric complex training resulted an improvement of maximal and explosive strength in young football, basketball, handball and volleyball players, and they can maintain these improvements for several weeks.

**Key-words:** education and physical training, potency, athletes, sports.

## Introducción

La fuerza es una capacidad fundamental en la mayoría de disciplinas deportivas. El entrenamiento llevado a cabo para el desarrollo de esta cualidad está en función del tipo de sollicitación de fuerza que se requiera en la especialidad deportiva practicada [1].

En el fútbol existen golpeos, saltos, giros, esprines y cambios de ritmo [2,3]; el balonmano requiere muchos movimientos laterales, saltos y lanzamientos [4], así como fuerza y potencia de las extremidades superiores e inferiores [5]. En baloncesto [6,7] y voleibol se producen numerosas acciones de salto. En voleibol, los jugadores que actúan en la parte delantera de la pista realizan gran cantidad de saltos intensos tanto defensivos como ofensivos [8]. Por todo ello, es necesario tener buenos niveles de potencia, la cual determina el rendimiento de alto nivel en fútbol [9,10], en baloncesto [6,7], balonmano [11], y en voleibol [12,13].

La fuerza máxima es una cualidad importante para la producción de potencia, ya que es el producto de la fuerza y de la velocidad, por lo tanto un aumento de una repetición máxima (1RM) está relacionado con la potencia [14]. Existe una gran variedad de protocolos de entrenamiento de la fuerza que se han utilizado para desarrollar fuerza y potencia. En general, el entrenamiento de la fuerza con cargas pesadas en los músculos las extremidades inferiores mejora su potencia, la altura en los saltos y el rendimiento de esprín [11].

Por otra parte, también se ha demostrado un aumento de la potencia, de la altura de salto, y del

rendimiento de esprín con el entrenamiento pliométrico que consistente en ejercicios en los que la participación activa los músculos se estiran antes de su acortamiento, con o sin carga externa [15].

Diversos estudios en este campo [1,3], apoyan la hipótesis de que la combinación, denominada *entrenamiento complejo*, de entrenamiento de la fuerza con cargas altas y ejercicios pliométricos es lo más apropiado y se presenta como una opción de trabajo efectiva, fundamentalmente para el desarrollo de la fuerza explosiva y la potencia. En este método complejo aplicado al deporte, en el trabajo de carga alta se deben realizar pocas repeticiones con cargas de moderadas a pesadas, para a continuación aplicar los ejercicios pliométricos siendo el volumen de estos, también reducido [16,17]. En otros deportes colectivos, el entrenamiento complejo ha incrementado la producción de fuerza o de potencia, como en el caso del fútbol australiano [18]; e incluso también en otras poblaciones como soldados [19].

Sin embargo, en la mayoría de estudios, que trabajan con métodos complejos, varían los tipos de carga así como las fases de recuperación, tanto en la aplicación de las diferentes intensidades de carga alta y carga baja, como entre series. Y todos ellos referidos a un único deporte en concreto impidiendo hacer una comparativa entre varios tipos de deportistas. Por eso, el objetivo fundamental del presente estudio es establecer y valorar los efectos de dos tipos de entrenamiento complejo de 6 semanas de duración sobre diferentes factores de fuerza máxima y potencia, en diferentes jugadores de categoría juvenil de deportes colectivos: fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol.

## Material y métodos

### Enfoque experimental del problema

Ciento cuarenta y ocho jugadores jóvenes de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol participaron en este estudio. Se dividieron en 3 grupos acorde con el programa de entrenamiento: grupo control (GC), grupo de entrenamiento 1 (TG1) y grupo de entrenamiento 2 (TG2).

La variable independiente fue el efecto de dos entrenamientos de fuerza complejos (sobrecarga y carga baja) en 6 semanas, afectando a las extremidades inferior y superior. Las variables dependientes fueron una repetición máxima en media sentadilla ( $1RM_{HS}$ ), salto con contra movimiento (CMJ), salto de caída (DJ) y salto vertical con brazos libres (ABK) para la extremidad inferior, y una repetición máxima en *press* de pecho ( $1RM_{BP}$ ) y potencia máxima en *press* de pecho ( $PP_{BP}$ ) para la extremidad superior.

### Muestra

Antes del comienzo de la intervención, los entrenadores y los jugadores fueron plenamente informados de los objetivos del estudio y firmaron la Declaración de Consentimiento Libre e Informado. Todos los procedimientos descritos en este estudio fueron aprobados por el Comité de Ética de la Universidad de León (España).

En total ciento cuarenta y ocho jugadores federados y sanos de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol participaron en este estudio. Todos ellos asistieron a todas las sesiones durante el periodo de investigación. A continuación se describen los 3 grupos:

GC: 48 jugadores (16 jugadores de fútbol, 12 jugadores de baloncesto, 10 jugadores de balonmano y 10 jugadores de voleibol) (edad  $16,81 \pm 0,84$  años, peso  $77,66 \pm 7,28$  kg, altura  $181,79 \pm 6,86$  cm.). Con ocho horas de entrenamiento y un partido a la semana.

TG1: 50 jugadores (15 jugadores de fútbol, 12 jugadores de baloncesto, 11 jugadores de balonmano y 12 jugadores de voleibol) (edad  $16,82 \pm 0,69$  años, peso  $77,95 \pm 7,39$  kg, altura  $183,10 \pm 6,30$  cm). Con ocho horas de entrenamiento y un partido a la semana.

TG2: 50 jugadores (15 jugadores de fútbol, 12 jugadores de baloncesto, 11 jugadores de balonmano y 12 jugadores de voleibol) (edad  $16,96 \pm 0,69$  años, peso  $78,74 \pm 7,34$  kg, altura  $182,07 \pm 6,95$  cm). Con ocho horas de entrenamiento y un partido a la semana.

### Procedimiento

- *Protocolo de entrenamiento.* El programa de entrenamiento se llevó a cabo en el periodo competitivo, durante los meses de octubre y noviembre, después del periodo preparatorio (agosto-septiembre). Durante el periodo de intervención, todos los equipos entrenaban la fuerza con los ejercicios planteados en este estudio, dos días a la semana no consecutivos. En cada sesión de entrenamiento, los 3 grupos realizaban el calentamiento, técnica y táctica juntos (además del resto de sesiones en los que no entrenaban fuerza y el partido de competición del fin de semana). El acondicionamiento físico del programa fue diferente para los 3 grupos. GC siguió con el programa regular de acondicionamiento físico en fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol. Este programa fue sustituido por un programa de fuerza máxima y fuerza explosiva en las extremidades inferior y superior en los TG1 y TG2. Después de la intervención de 6 semanas, GC, TG1 y TG2 continuaron con su entrenamiento de fútbol, baloncesto, balonmano o voleibol juntos, según el deporte al que correspondan. Durante el estudio, a los jugadores no se les permitió llevar a cabo otro tipo de entrenamiento para no influir en los resultados. Los regímenes de entrenamiento de fuerza en las sesiones donde se realiza el trabajo propuesto durante el estudio se muestran en la tabla I.
- *Grupos de entrenamiento de fuerza (TG1 y TG2).* Un instructor capacitado dio las instrucciones específicas y mostró ejemplos de cada ejercicio antes de la primera sesión. Como se describe en la tabla I, el entrenamiento de fuerza se llevó a cabo después del calentamiento, 2 días a la semana durante 6 semanas (12 sesiones) bajo la supervisión de todos los entrenadores y el mismo investigador. El régimen de entrenamiento se basó en cuatro ejercicios diferentes, cuyos procedimientos se describen a continuación y en la tabla I:

**Tabla I** - Descripción de las sesiones de entrenamiento de fuerza.

Semanas 1 y 2	Semanas 3 y 4	Semanas 5 y 6
<b>15 min</b> <b>Calentamiento</b> (GC, TG1 y TG2)	<b>15 min</b> <b>Calentamiento</b> (GC, TG1 y TG2)	<b>15 min</b> <b>Calentamiento</b> (GC, TG1 y TG2)
<b>45 min</b> <b>Fuerza extremidad inferior</b> (TG1 y TG2) Carga alta: 3x6 repeticiones de ½ sentadilla 75% de 1 RM. Carga baja: 3x6 repeticiones de salto valla pies juntos (68 cm.) + salto valla pies alternos (50 cm.). <b>Fuerza extremidad superior</b> (TG1 y TG2) Carga alta: 2x8 repeticiones de press de pecho 60% de 1 RM. Carga baja: 2x8 repeticiones de lanzamientos de press de pecho al 30% de 1 RM. <b>GC Fútbol:</b> resistencia a la velocidad, velocidad de reacción, juegos de posesión en espacio reducido + flexibilidad. <b>GC Baloncesto:</b> resistencia a la velocidad, velocidad de reacción, ejercicios de tiro a canasta + flexibilidad. <b>GC Balonmano:</b> resistencia a la velocidad, velocidad de reacción, ejercicios de lanzamientos a portería + flexibilidad. <b>GC Voleibol:</b> resistencia a la velocidad, velocidad de reacción, acciones de ataque y defensa y ejercicios de flexibilidad.	<b>45 min</b> <b>Fuerza extremidad inferior</b> (TG1 y TG2) Carga alta: 3x5 repeticiones de ½ sentadilla 80% de 1 RM. Carga baja: 3x5 repeticiones de salto valla pies juntos (74 cm.) + salto valla pies alternos (50 cm.). <b>Fuerza extremidad superior</b> (TG1 y TG2) Carga alta: 2x5 repeticiones de press de pecho 70% de 1 RM. Carga baja: 2x5 repeticiones de lanzamientos de press de pecho al 40% de 1 RM. <b>GC Fútbol:</b> resistencia a la velocidad, velocidad de reacción, juegos de posesión en espacio reducido + flexibilidad. <b>GC Baloncesto:</b> resistencia a la velocidad, velocidad de reacción, ejercicios de tiro a canasta + flexibilidad. <b>GC Balonmano:</b> resistencia a la velocidad, velocidad de reacción, ejercicios de lanzamientos a portería + flexibilidad. <b>GC Voleibol:</b> resistencia a la velocidad, velocidad de reacción, acciones de ataque y defensa y ejercicios de flexibilidad.	<b>45 min</b> <b>Fuerza extremidad inferior</b> (TG1 y TG2) Carga alta: 3x4 repeticiones de ½ sentadilla 85% de 1 RM. Carga baja: 3x4 repeticiones de salto valla pies juntos (80 cm.) + salto valla pies alternos (50 cm.). <b>Fuerza extremidad superior</b> (TG1 y TG2) Carga alta: 2x4 repeticiones de press de pecho 80% de 1 RM. Carga baja: 2x3 repeticiones de lanzamientos de press de pecho al 50% de 1 RM. <b>GC Fútbol:</b> resistencia a la velocidad, velocidad de reacción, juegos de posesión en espacio reducido + flexibilidad. <b>GC Baloncesto:</b> resistencia a la velocidad, velocidad de reacción, ejercicios de tiro a canasta + flexibilidad. <b>GC Balonmano:</b> resistencia a la velocidad, velocidad de reacción, ejercicios de lanzamientos a portería + flexibilidad. <b>GC Voleibol:</b> resistencia a la velocidad, velocidad de reacción, acciones de ataque y defensa y ejercicios de flexibilidad.
<b>45 min</b> <b>Entrenamiento técnico y táctico del equipo y deporte correspondiente</b> (GC, TG1 y TG2).	<b>45 min</b> <b>Entrenamiento técnico y táctico del equipo y deporte correspondiente</b> (GC, TG1 y TG2).	<b>45 min</b> <b>Entrenamiento técnico y táctico del equipo y deporte correspondiente</b> (GC, TG1 y TG2).

TG1 = 120 segundos entre cada serie, primero las series de sobrecarga y luego las de carga baja para cada extremidad;  
TG2 = 240 segundos entre cada bloque de cada extremidad (sobrecarga e inmediatamente carga baja).

Para las extremidades inferiores, se realizaron 3 series de ½ sentadilla en máquina paralela para el trabajo de sobrecarga, y 3 series de saltos en vallas a pies juntos y a pies alternos para el trabajo de carga baja.

Para las extremidades superiores, se realizaron 2 series de *press* de pecho para el trabajo de sobrecarga, y lanzamientos de *press* de pecho para el trabajo de carga baja.

En todos los ejercicios de TG1 y TG2, cada dos semanas, el número de repeticiones fue menor y la intensidad se elevó. La diferencia entre los dos grupos de entrenamiento estaba únicamente en el orden de realización de las series y el tiempo de recuperación. El TG1 realizaba las series de sobrecarga y después las de carga baja, recuperando siempre entre ellas 120 segundos. El TG2 realizaba en la misma serie el ejercicio de carga alta y carga baja, recuperando 240 segundos entre cada serie. Después de 6 semanas de entrenamiento, el número total de repeticiones de ½ sentadilla fue de 180, de saltos a pies juntos fue de 180, de saltos a pies alternos fue de 180, de repeticiones de *press* de pecho fueron 136 y de lanzamientos en *press* de pecho fueron 128. En todos los saltos, a los jugadores se les indicó reducir al mínimo el contacto con el suelo (Tabla I).

*Grupo control (GC)*. Durante las 6 semanas del estudio, el grupo control continuó con su programa normal de acondicionamiento físico (fútbol, baloncesto, balonmano o voleibol) después del calentamiento. En sus programas se incluían resistencia a la velocidad, velocidad de reacción y flexibilidad. Además se incluye para CG Fútbol: posesión de balón en campo reducido, CG Baloncesto: lanzamientos a canasta, CG Balonmano: ejercicios de lanzamientos a portería, CG Voleibol: jugadas de ataque y defensa.

### Protocolos de los test

Antes de las primeras pruebas, cada jugador se familiarizó con los protocolos de los test y para estandarizar los procedimientos de las pruebas, el mismo investigador llevó a cabo la realización de las pruebas empleando idénticos protocolos. Todos los jugadores fueron evaluados en 3 ocasiones diferentes: T1, 1 semana antes del inicio del programa de entrenamiento; T2, una semana

después del final del programa de entrenamiento y T3, 5 semanas después del final del programa de entrenamiento (desentrenamiento). Las pruebas se realizaron en dos días: el primer día se evaluó la fuerza de las extremidades inferiores y el segundo día de la misma semana y después de 48 horas, se evaluó la fuerza las extremidades superiores. Antes de cada prueba, cada jugador llevó a cabo un calentamiento específico de 15 minutos.

Los protocolos de los test se describen a continuación:

- *Pruebas de fuerza máxima*. Siguiendo el protocolo de 1RM test establecido por la Asociación Nacional de Fuerza y Acondicionamiento (NSCA) se llevó a cabo la medición de la fuerza máxima [20]. La prueba de una repetición máxima se calculó siempre en el mismo orden: 1 repetición máxima en ½ sentadilla ( $1RM_{HS}$ ) el primer día y 1 repetición máxima en *press* de pecho ( $1RM_{BP}$ ) un segundo día. Todas las medidas tuvieron una fiabilidad alta con valores de ICC entre 0,904 y 0,992.
- *Potencia extremidades superiores*. Se examinó también en la posición de *press* de pecho utilizando cargas relativas al 30%, 45%, 60% y 70% de 1RM (41). En este caso, los sujetos fueron instruidos para mover la carga lo más rápido posible. Una única repetición para cada porcentaje eligiendo el mayor pico de potencia registrado para el análisis posterior. El tiempo de pausa entre cada repetición fue de 90 segundos. La medición se realizó con el sistema de medición de fuerzas dinámicas Isocontrol Dinámico 3.6 (JLMLi+D, Madrid, España) con una precisión del espacio de 0,2 mm y frecuencia de muestreo de 1000 Hz, que mediante el software Isocontrol 3.6Wxp nos permitía calcular el pico de potencia. Las medidas recogidas para la potencia mostraron valores de ICC entre 0,977 y 0,989, lo que demuestra una fiabilidad elevada.
- *Capacidad de salto*. Se evaluó con una plataforma de salto (*SportJUMP System*, DSD) con una correlación positiva ( $R_{XY} = 0.998$ ,  $p < 0.001$ ) con el *Ergojumo Bosco System* y también positiva la correlación ( $R_{XY} = 0.994$ ,  $p < 0.001$ ) con el *Dinascan 600M* (22). Los jugadores realizaron 3 saltos diferentes: *Counter Movement Jump* (CMJ) y *Drop Jump* (DJ) con

brazos en la cintura, y *Abalakov Jump* (ABK) con brazos libres. 3 medidas se obtuvieron de cada tipo de salto, usando la mejor de ellas para el análisis estadístico. La pausa entre intentos fue de 60 segundos.

### Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico SPSS (versión 18.0, IL, USA) para el análisis de todos los datos. La normalidad de la distribución de la muestra se probó por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Se calcularon los estadísticos descriptivos de las diferentes variables analizadas mostrando los valores de la media y la desviación estándar. Para descartar la existencia de diferencias significativas entre ambos grupos en las distintas variables, antes de iniciar la intervención en el proceso de entrenamiento, se efectuó una prueba *t de Students* para muestras independientes. Los efectos producidos con el entrenamiento se evaluaron mediante el análisis de la varianza de dos factores ANOVA con medias repetidas (grupo x tiempo). Los valores significativos de F se obtuvieron a través de la lambda de Wilks y realizó un análisis post-hoc de Scheffe para identificar las diferencias y las pruebas post-hoc de Bonferroni con el objetivo de localizarlas en el tiempo. Se efectuó un análisis de varianza de un solo factor (ANOVA) entre deportes. La magnitud del efecto se estimó con el coeficiente de Cohen (ES)(5). Cohen clasifica el ES en “pequeño” (0,2-0,3), “mediano” (0,4-0,7) y “grande” (> 0,8). Se utilizó  $p < 0,05$  para establecer la significación estadística. La fiabilidad fue evaluada mediante el coeficiente de correlación intraclase (CCI).

### Resultados

La prueba de Kolmogorov-Smirnov indica que todas las variables se distribuyen normalmente ( $p < 0,05$ ). Los resultados del análisis comparativo (*t de Student*) entre CG, TG1 y TG2 por deportes en todas las variables al inicio del estudio revelaron que no hubo diferencias estadísticamente antes del inicio del programa de entrenamiento (Tabla II).

En la Tabla III aparecen los datos de fuerza máxima y potencia para cada grupo en todas las tomas de evaluación (T1, T2 y T3).

### Pruebas de fuerza máxima

Las medidas fueron altamente fiables con valores del CCI que van desde 0,873 hasta 0,954. Tanto para la fuerza máxima de la extremidad inferior (1 RM<sub>HS</sub>) como para la extremidad superior (1 RM<sub>BP</sub>), la ANOVA indicó diferencias estadísticamente significativas en todos los deportes. Para 1 RM<sub>HS</sub> en fútbol (F = 26,36,  $p < 0,05$ ), 1 RM<sub>HS</sub> en baloncesto (F = 38,27,  $p < 0,05$ ), 1 RM<sub>HS</sub> en balonmano (F = 51,85,  $p < 0,05$ ) y 1 RM<sub>HS</sub> en voleibol (F = 41,67,  $p < 0,05$ ). En 1 RM<sub>BP</sub> en fútbol (F = 35,29,  $p < 0,05$ ), 1 RM<sub>BP</sub> en baloncesto (F = 44,22,  $p < 0,05$ ), 1 RM<sub>BP</sub> en balonmano (F = 63,12,  $p < 0,05$ ) y 1 RM<sub>BP</sub> en voleibol (F = 36,73,  $p < 0,05$ ). La prueba *post-hoc* de Bonferroni indicó que, para TG1 y TG2, hubo diferencias significativas entre T1, por una parte, y T2 y T3 por otra, tanto en 1 RM<sub>HS</sub> como en 1 RM<sub>BP</sub> en todos los deportes; indicando de esta manera el efecto positivo del programa de entrenamiento.

Para 1 RM<sub>HS</sub>, en términos generales existe una mejora superior en TG1 a lo largo de las

**Tabla II** - Análisis comparativo entre GC, TG1 y TG2 en fuerza máxima y potencia.

	Fútbol	Baloncesto	Balonmano	Voleibol
1 RMHS (kg)	0,72	0,42	0,52	0,48
1 RMBP (kg)	0,84	0,71	0,96	0,81
CMJ (cm)	0,69	0,87	0,96	0,82
DJ40 (cm)	0,68	0,88	0,94	0,62
ABK (cm)	0,89	0,91	0,89	0,91
Pot. máx. (W)	0,79	0,44	0,81	0,52

\*1 RMHS = 1 repetición máxima en media sentadilla; 1 RMBP = 1 repetición máxima en press de pecho; CMJ = salto con contramovimiento; DJ = salto desde caída; ABK = test Abalakov; Pot. Máx. = potencia máxima en press de pecho; T de student (muestras independientes y valores de p. Diferencias significativas con  $p < 0,05$ ).

**Tabla III - Datos de fuerza máxima y potencia para cada grupo en todas las tomas de evaluación (T1, T2 y T3).**

Grupo		Tiempo			Grupo	Tiempo	Grupo x Tiempo	
		T1	T2	T3				F
Fútbol	1RMHS (kg)	CG	90,79±7,28	92,28±7,09	94,16±7,20			
		TG1	90,86±10,65 <sub>a</sub>	104,10±8,76 <sub>b</sub>	107,65±7,70 <sub>b</sub>	4,39 †	237,07 †	26,36 †
		TG2	89,51±9,99 <sub>a</sub>	99,44±9,06 <sub>b</sub>	100,92±8,39 <sub>b</sub>			
	1RMBP (kg)	CG	60,27±7,52	62,24±7,41	64,56±7,49			
		TG1	61,19±7,26 <sub>a</sub>	72,60±6,47 <sub>b</sub>	75,47±6,97 <sub>b</sub>	6,54 †	447,52 †	35,29 †
		TG2	61,61±4,33 <sub>a</sub>	71,98±4,51 <sub>b</sub>	73,69±4,40 <sub>b</sub>			
	CMJ (cm)	CG	34,22±1,65	34,72±1,80	35,60±1,58			
		TG1	34,57±2,83 <sub>a</sub>	38,84±1,72 <sub>b</sub>	39,55±1,62 <sub>b</sub>	4,95 †	344,64 †	35,31 †
		TG2	33,54±2,43 <sub>a</sub>	39,28±1,99 <sub>b</sub>	40,34±2,82 <sub>b</sub>			
DJ40 (cm)	CG	31,48±1,02	31,85±0,79	32,25±0,91				
	TG1	32,58±3,31 <sub>a</sub>	35,78±2,75 <sub>b</sub>	36,34±2,73 <sub>b</sub>	5,37 †	494,82 †	53,88 †	
	TG2	31,71±2,53 <sub>a</sub>	37,21±2,31 <sub>b</sub>	37,91±2,14 <sub>b</sub>				
ABK (cm)	CG	37,03±3,00	37,41±2,49	37,91±2,78				
	TG1	38,06±2,48 <sub>a</sub>	42,04±1,90 <sub>b</sub>	42,59±1,88 <sub>b</sub>	3,34 †	105,39 †	14,17 †	
	TG2	37,41±2,99 <sub>a</sub>	42,80±2,57 <sub>b</sub>	43,43±2,23 <sub>b</sub>				
Pot. Máx. (W)	CG	462,40±43,5	465,48±43,6	470,11±43,7				
	TG1	471,26±43,3 <sub>a</sub>	515,57±44,7 <sub>b</sub>	522,20±45,6 <sub>b</sub>	4,53 †	674,28 †	57,30 †	
	TG2	469,24±25,8 <sub>a</sub>	515,04±29,3 <sub>b</sub>	523,42±29,3 <sub>b</sub>				
Baloncesto	1RMHS (kg)	CG	94,43±5,56	97,48±5,79	99,88±5,71			
		TG1	96,77±6,49 <sub>a</sub>	109,83±6,28 <sub>b</sub>	113,12±7,59 <sub>b</sub>	7,49 †	689,88 †	38,27 †
		TG2	93,46±6,79 <sub>a</sub>	106,62±4,71 <sub>b</sub>	109,83±5,34 <sub>b</sub>			
	1RMBP (kg)	CG	70,86±4,92	72,85±4,84	75,04±5,03			
		TG1	69,61±4,52 <sub>a</sub>	80,96±4,29 <sub>b</sub>	82,71±4,26 <sub>b</sub>	3,21	795,39 †	44,22 †
		TG2	69,41±4,65 <sub>a</sub>	78,39±5,22 <sub>b</sub>	80,19±5,41 <sub>b</sub>			
	CMJ (cm)	CG	35,24±1,71	35,40±1,66	35,80±1,67			
		TG1	35,15±2,18 <sub>a</sub>	38,92±2,61 <sub>b</sub>	39,61±2,30 <sub>b</sub>	1,75	359,13 †	38,03 †
		TG2	34,38±1,14 <sub>a</sub>	40,45±0,85 <sub>b</sub>	41,22±0,87 <sub>b</sub>			
	DJ40 (cm)	CG	33,53±2,21	33,79±2,19	34,17±2,22			
		TG1	33,42±2,21 <sub>a</sub>	36,83±2,22 <sub>b</sub>	37,51±3,59 <sub>b</sub>	0,97	334,47 †	35,37 †
		TG2	32,71±1,83 <sub>a</sub>	37,55±1,55 <sub>b</sub>	38,21±1,39 <sub>b</sub>			
	ABK (cm)	CG	40,19±2,45	40,46±2,28	41,11±2,16			
		TG1	40,91±3,12 <sub>a</sub>	44,75±3,50 <sub>b</sub>	45,46±3,35 <sub>b</sub>	2,83	546,02 †	51,40 †
		TG2	40,31±1,94 <sub>a</sub>	46,62±1,45 <sub>b</sub>	47,31±1,38 <sub>b</sub>			
	Pot. Máx. (W)	CG	625,54±38,8	628,69±38,4	639,10±40,4			
		TG1	610,61±33,7 <sub>a</sub>	652,99±35,5 <sub>b</sub>	666,66±34,2 <sub>b</sub>	0,50	841,23 †	214,11 †
		TG2	609,29±30,4 <sub>a</sub>	653,60±32,0 <sub>b</sub>	667,68±31,1 <sub>b</sub>			

Balonmano	1RMHS (kg)	CG	89,08±5,89	92,40±5,43	95,06±4,97			
		TG1	91,91±5,38 <sub>a</sub>	106,05±5,23 <sub>b</sub>	110,47±4,46 <sub>b</sub>	9,70 †	134,38 †	51,85 †
		TG2	89,76±6,39 <sub>a</sub>	100,52±6,49 <sub>b</sub>	104,24±5,91 <sub>b</sub>			
	1RMBP (kg)	CG	62,77±9,70	64,44±9,31	66,41±9,55			
		TG1	63,29±7,89 <sub>a</sub>	77,07±7,73 <sub>b</sub>	82,38±8,63 <sub>b</sub>	3,56 †	842,45 †	63,12 †
		TG2	63,72±7,29 <sub>a</sub>	72,16±7,69 <sub>b</sub>	74,76±7,45 <sub>b</sub>			
	CMJ (cm)	CG	36,13±3,88	36,37±3,74	37,12±3,56			
		TG1	35,61±5,95 <sub>a</sub>	39,61±5,82 <sub>b</sub>	40,93±5,74 <sub>b</sub>	1,58 †	356,85 †	31,63 †
		TG2	35,71±4,30 <sub>a</sub>	41,71±3,87 <sub>b</sub>	42,99±4,01 <sub>b</sub>			
	DJ40 (cm)	CG	34,51±1,14	34,66±1,04	35,09±1,02			
		TG1	34,13±2,18 <sub>a</sub>	37,38±2,50 <sub>b</sub>	38,65±2,28 <sub>b</sub>	1,65	323,40 †	40,22 †
		TG2	33,95±1,32 <sub>a</sub>	39,42±1,69 <sub>b</sub>	40,52±1,69 <sub>b</sub>			
	ABK (cm)	CG	40,22±1,78	40,42±1,81	40,85±1,62			
		TG1	39,22±3,07 <sub>a</sub>	43,20±2,98 <sub>b</sub>	44,54±2,86 <sub>b</sub>	1,43	388,42 †	34,40 †
		TG2	39,65±2,56 <sub>a</sub>	45,47±2,43 <sub>b</sub>	46,98±2,26 <sub>b</sub>			
	Pot. Máx. (W)	CG	574,90±98,9	578,54±98,3	589,62±99,3			
		TG1	559,04±69,0 <sub>a</sub>	595,34±71,9 <sub>b</sub>	612,19±72,0 <sub>b</sub>	0,37	606,28 †	41,56 †
		TG2	581,57±85,6 <sub>a</sub>	621,08±87,4 <sub>b</sub>	633,31±91,1 <sub>b</sub>			
Voleibol	1RMHS (kg)	CG	96,83±7,30	97,92±6,61	99,75±6,98			
		TG1	95,28±8,24 <sub>a</sub>	112,39±8,50 <sub>b</sub>	115,38±8,64 <sub>b</sub>	4,94 †	487,24 †	41,67 †
		TG2	99,29±8,70 <sub>a</sub>	110,42±8,35 <sub>b</sub>	113,17±8,59 <sub>b</sub>			
	1RMBP (kg)	CG	71,55±6,73	73,09±6,25	74,57±6,04			
		TG1	69,56±6,37 <sub>a</sub>	84,91±5,74 <sub>b</sub>	87,24±6,35 <sub>b</sub>	3,30	440,83 †	36,73 †
		TG2	70,84±8,49 <sub>a</sub>	79,89±7,83 <sub>b</sub>	81,52±7,39 <sub>b</sub>			
	CMJ (cm)	CG	38,88±3,09	39,19±2,88	39,62±2,99			
		TG1	38,69±2,50 <sub>a</sub>	42,32±2,79 <sub>b</sub>	42,88±2,68 <sub>b</sub>	5,79 †	625,94 †	51,37 †
		TG2	39,36±2,60 <sub>a</sub>	44,84±2,51 <sub>b</sub>	45,43±2,55 <sub>b</sub>			
	DJ40 (cm)	CG	37,57±2,12	37,71±2,01	38,47±1,98			
		TG1	37,58±2,10 <sub>a</sub>	40,89±2,44 <sub>b</sub>	41,55±2,54 <sub>b</sub>	9,56 †	335,69 †	39,80 †
		TG2	38,36±2,38 <sub>a</sub>	43,73±2,35 <sub>b</sub>	44,26±2,32 <sub>b</sub>			
	ABK (cm)	CG	41,17±1,58	41,44±1,59	41,81±1,30			
		TG1	40,66±3,36 <sub>a</sub>	44,85±2,43 <sub>b</sub>	45,46±2,38 <sub>b</sub>	7,06 †	73,34 †	10,10 †
		TG2	41,09±1,70 <sub>a</sub>	46,57±1,43 <sub>b</sub>	47,19±1,69 <sub>b</sub>			
	Pot. Máx. (W)	CG	600,18±34,4	602,57±34,4	607,16±34,2			
		TG1	576,81±42,1 <sub>a</sub>	609,70±40,3 <sub>b</sub>	619,78±43,7 <sub>b</sub>	0,18	548,85 †	39,16 †
		TG2	581,87±65,1 <sub>a</sub>	619,07±62,8 <sub>b</sub>	628,93±62,4 <sub>b</sub>			

1 RMHS = 1 repetición máxima en media sentadilla; 1 RMBP = 1 repetición máxima en press de pecho; CMJ = salto con contramovimiento; DJ = salto desde caída; ABK = test Abalakov; Pot. Máx. = potencia máxima en press de pecho; † p < 0,05. Los datos en la misma fila, con distinto subíndice, muestran diferencias estadísticamente significativas con p < 0,05.

pruebas que en el TG2. Además, esta mejora es mayor en los jugadores de balonmano y voleibol, tanto en la T2 como en T3. Para el baloncesto, los resultados son parecidos en ambos grupos, incluso los del TG2 para este deporte obtienen en la T2 un porcentaje superior a los de TG1. En el TG1 aparecen diferencias estadísticamente significativas en la T2 entre los futbolistas y los

jugadores de voleibol.

Para el TG2, las diferencias significativas ocurren en las tres pruebas. En la T1 entre jugadores de voleibol con jugadores de balonmano y futbolistas; mientras que en la T2 y T3 entre futbolistas con jugadores de baloncesto y de voleibol por una parte, y entre jugadores de voleibol con jugadores de balonmano y fútbol (Figura 1).



Para  $1RM_{BP}$  y al igual que en  $1RM_{HS}$  la mejora es superior en TG1 a lo largo de las pruebas que en el TG2. Además, esta mejora es mayor en los jugadores de balonmano y voleibol, tanto en la T2 como en el retest (T3). Para el fútbol, los resultados son los parecidos con ambos métodos en todas las mediciones. En el TG1 aparecen diferencias estadísticamente significativas en la T1 entre los futbolistas con los jugadores de baloncesto y voleibol. En la T2 también entre futbolistas con jugadores de baloncesto y voleibol y, además entre los jugadores de balonmano con los jugadores de voleibol. En la T3 para este mismo TG1, las diferencias ocurren al igual que en la T1, entre futbolistas con jugadores de baloncesto y voleibol. Para el TG2, las diferencias significativas ocurren en las tres pruebas y no de idéntica forma. En la T1 entre jugadores de fútbol con los de baloncesto y voleibol (igual que en T1 para TG1); en la T2 entre jugadores de voleibol con jugadores de fútbol y balonmano; y en la T3 entre jugadores de fútbol y voleibol (Figura 1).

**Potencia extremidades superiores**

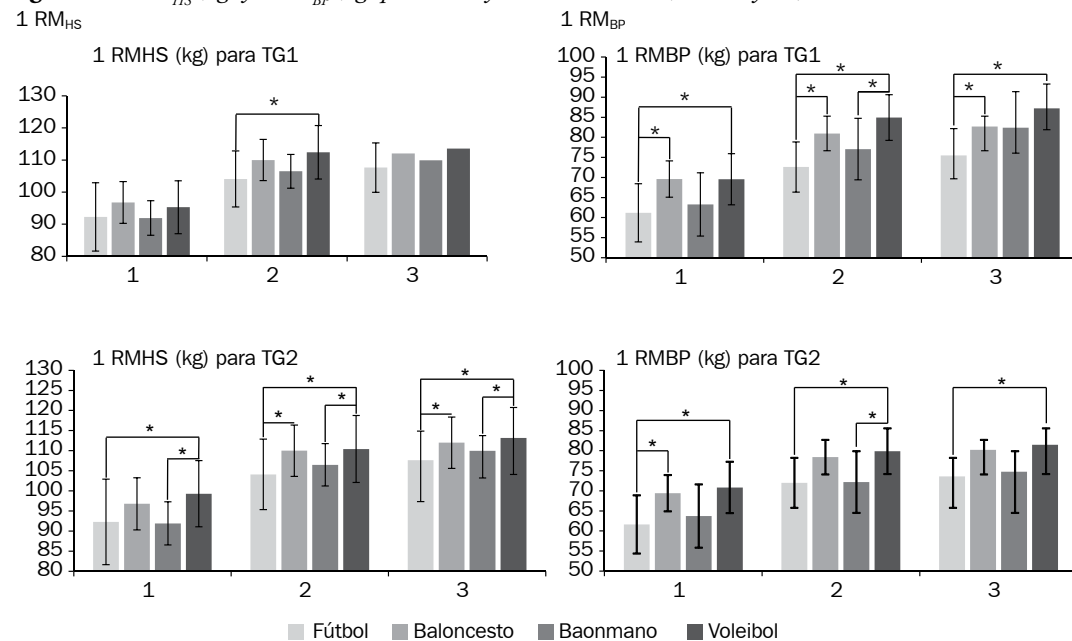
Las medidas del CCI estuvieron entre 0,914 y 0,952 en la prueba de Potencia Máxima en *press* de

pecho y aparecen diferencias significativas en los 4 deportes, fútbol ( $P = 57,30 p < 0,05$ ), baloncesto ( $F = 214,11 p < 0,05$ ), balonmano ( $F = 41,56 p < 0,05$ ) y voleibol ( $F = 39,15 p < 0,05$ ). La prueba post-hoc de Bonferroni indicó que, para TG1 y TG2, hubo diferencias significativas entre T1, por una parte, y T2 y T3 por otra.

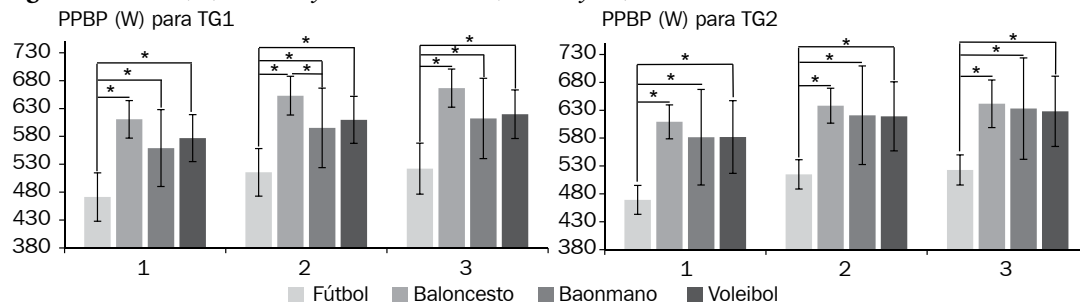
Al observar los efectos del entrenamiento se aprecia como en términos generales la mejora es más apreciable en el TG2, al ser el porcentaje de mejora ligeramente superior en este grupo a lo largo de las pruebas en detrimento del TG1. En ambos grupo de entrenamiento esta mejora es mayor en los jugadores de fútbol, tanto en la T2 como en el retest (T3), mientras que en el resto de deportes la mejora es muy parecida en la T2 respecto a la T1.

En ambos grupos, TG1 y TG2, aparecen diferencias estadísticamente entre deportes a lo largo de las pruebas efectuadas (Figura 2). En el TG1, aparecen esas diferencias en las tres pruebas entre los futbolistas con el resto de deportes; y además, en la T2 entre los jugadores baloncesto con los de balonmano. Mientras que en el TG2, las diferencias son siempre entre futbolistas y el resto de deportes.

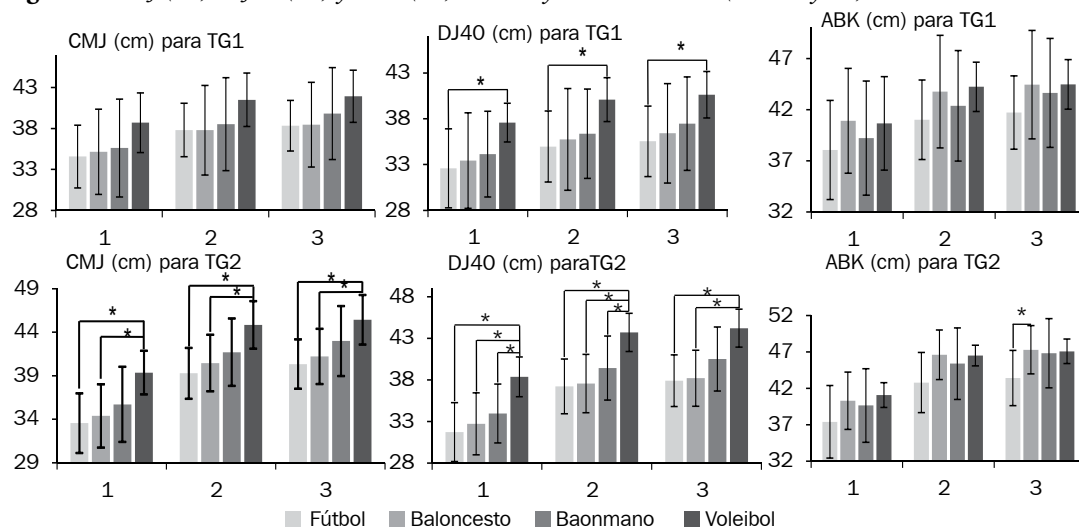
**Figura 1 -  $1RM_{HS}$  (kg) y  $1RM_{BP}$  (kg) para TG1 y TG2 en el test 3 (T1, T2 y T3).**



\*Diferencias Significativas ( $p < 0,05$ ).

**Figura 2** - PPBP (W) en TG1 y TG2 en el test 3 (T1, T2 y T3).

\*Diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

**Figura 3.** CMJ (cm), DJ40 (cm) y ABK (cm) en TG1 y TG2 en el test 3 (T1, T2 y T3).

\*Diferencia Significativa ( $p < 0,05$ ).

## Potencia, capacidad de salto

Demostrada la fiabilidad con valores del CCI que van desde 0,910 hasta 0,996, en todos los tipos de saltos (CMJ, DJ40 y ABK), aparecen diferencias estadísticamente significativas en los 4 deportes analizados. Para CMJ en fútbol ( $F = 35,31$ ,  $p < 0,05$ ), CMJ en baloncesto ( $F = 38,03$ ,  $p < 0,05$ ), CMJ en balonmano ( $F = 31,63$ ,  $p < 0,05$ ) y CMJ en voleibol ( $F = 51,37$ ,  $p < 0,05$ ). En DJ40 en fútbol ( $F = 53,88$ ,  $p < 0,05$ ), DJ40 en baloncesto ( $F = 35,37$ ,  $p < 0,05$ ), DJ40 en balonmano ( $F = 40,22$ ,  $p < 0,05$ ) y DJ40 en voleibol ( $F = 39,80$ ,  $p < 0,05$ ). En ABK en fútbol ( $F = 14,17$ ,  $p < 0,05$ ), ABK en baloncesto ( $F = 51,40$ ,  $p < 0,05$ ), ABK en balonmano ( $F = 34,40$ ,  $p < 0,05$ ) y ABK en voleibol ( $F = 10,10$ ,  $p < 0,05$ ). Al igual que ocurría en las anteriores variables, la prueba

post-hoc de Bonferroni indicó que, para TG1 y TG2, hubo diferencias significativas entre T1, por una parte, y T2 y T3 por otra; indicando también de esta manera el efecto positivo del programa de entrenamiento para la capacidad de salto.

Para los 3 tipos de salto, el grupo en el que la mejora es más elevada con respecto a la T1 es el TG2 en todos los deportes, ya que el % de mejora es superior en este grupo a lo largo de las pruebas. Además y en ambos grupos, los deportistas obtienen una mejora parecida salvo los jugadores de voleibol, cuya mejora es algo inferior con respecto al resto de deportes. Para TG2, las diferencias en CMJ ocurren entre futbolistas con jugadores de baloncesto y voleibol. En DJ40 entre jugadores de voleibol con resto de deportes, salvo en T3 con los jugadores de balonmano. En ABK no aparecen diferencias entre

deportes, únicamente en T3 entre futbolistas y jugadores de baloncesto. Para TG1 no aparecen diferencias en CMJ y ABK a lo de las 3 pruebas mientras que en DJ40 siempre ocurren entre futbolistas y jugadores de voleibol.

## Discusión

Los estudios relacionados sobre los efectos de un programa de entrenamiento complejo comparando los 4 deportes aquí presentes son poco explorados y sin relatos importantes en la literatura científica. Por ello, la discusión de nuestros resultados se centrará en el análisis de deportes por separado y la influencia del entrenamiento complejo en las distintas variables.

Según MacDonald [21] el entrenamiento complejo (alternando entre ejercicios de resistencia de carga pesados y ligeros con patrones de movimiento similares dentro de una sesión de ejercicio) es una forma de entrenamiento que potencialmente puede producir un estado de la potenciación post-activación, lo que resulta en una mayor potencia dinámica (Pmax) y el desarrollo de la fuerza durante el ejercicio con carga más ligera.

En nuestras observaciones, la prueba de ½ sentadilla en fútbol obtiene una mejora significativa para ambos grupos, aunque existen otros estudios en los que aumentan su 1 RM en mayor medida [9,22]. Esto puede deberse a un posible proceso de sobreentrenamiento [22] o, lo más probable, que nuestros futbolistas no tienen el hábito de realizar este ejercicio con la intensidad aplicada y el efecto agudo no es asimilado como en el resto de deportes.

En jugadores de baloncesto, se aprecian mejoras significativas en ambos grupos de trabajo de forma similar, e incluso algo superiores en TG2. Algo que concuerda con los resultados de Navarro *et al.* [23] en los que la mejora era superior para el grupo que trabajaba sobrecarga y pliometría de forma conjunta. La mejora cualitativa de su 1RM es similar a los resultados obtenidos por García *et al.* [9], con valores que oscilan entre un 14 y un 16%. En nuestro trabajo, son precisamente los jugadores de baloncesto quienes asumen mejor las cargas con respecto a los futbolistas.

En los jugadores de balonmano, la mejora cualitativa de fuerza máxima de la extremidad

inferior ocupa la segunda posición en ambos grupos de entrenamiento en comparación con los otros deportes estudiados. Sin embargo, el tiempo dedicado al entrenamiento del balonmano, sobre todo en categorías inferiores, suele conllevar en estos niveles un desarrollo más centrado en el tren superior (lanzamientos, situaciones de contacto), en detrimento de entrenamiento específico del tren inferior [24]. Pero también, y al contrario de lo que se afirmaba con los futbolistas, los jugadores de balonmano sí que asimilan las cargas de fuerza máxima a tenor de nuestros resultados, y si estas son superiores al 70% dentro de un entrenamiento contrastes (complejo), van a tener efectos positivos en todas las manifestaciones de fuerza [25].

En voleibol, los resultados cuantitativos son los mayores con respecto al resto de deportes, puesto que el trabajo con sobrecargas y pliometría es una constante en el entrenamiento habitual para conservar y mejorar la capacidad de salto [12,15]. Los componentes del TG2 no obtienen mejores resultados que el resto de deportes, y sin embargo, son en los que la mejora es más significativa para el TG1. Algo que no concuerda siempre para estos tipos de entrenamiento, puesto que en el grupo de fuerza máxima + carga baja de forma seguida de Navarro *et al.* [23], las diferencias significativas son a favor de este trabajo.

Se ha afirmado que el entrenamiento con sentadillas utilizando grandes pesos (70% a 120 % de 1RM) no mejora la potencia [26], y puede incluso reducir la capacidad para desarrollar fuerza rápidamente [27]. Estos autores también indican que no hay una mejora apreciable en el rendimiento de potencia, especialmente en atletas que ya han desarrollado un entrenamiento de fuerza de base (más de 6 meses de entrenamiento). En nuestro caso, la mejora de la capacidad de salto (potencia) se deberá justificar principalmente en el trabajo pliométrico. En otra investigación llevada a cabo, se llegó a la conclusión de que el entrenamiento de fuerza especial, es decir, ejercicios que buscan un desarrollo de potencia una vez que los niveles de fuerza han sido incrementados [28], utilizando saltos desde media sentadilla, con cargas sobre la potencia máxima, es generalmente más efectivo que el entrenamiento de fuerza general (trabajo de fuerza máxima de los músculos involucrados en el salto) utilizando senta-

dillas, e incluso que el de fuerza específica (ejercicios de salto o similares a los realizados en competición) con la realización de saltos en profundidad [3]. A pesar de todo, se aconseja incluir un trabajo de fuerza máxima para incidir también sobre la mejora del salto y del esprín [29,30].

También se ha demostrado que la mejora experimentada en la fuerza máxima, realizando durante el entrenamiento un trabajo propio de esta manifestación de fuerza, no se corresponde con una mejora similar en la capacidad de salto [32,32]. Si bien, es cierto que para todos los tipos de salto en los dos grupos de entrenamiento los sujetos obtuvieron diferencias significativas, al trabajar de forma conjunta y seguida la sobrecarga y la pliometría en el TG2, este grupo obtuvo de forma cualitativa unas mejoras más elevadas, confirmándose con este tipo de entrenamiento combinado el efecto positivo que tiene sobre la capacidad de salto en diferentes perfiles de deportistas: en fútbol: García *et al.* [9]; Nuñez *et al.* [33]; Ronnestad *et al.* [22]. En baloncesto: Navarro *et al.* [23]; García *et al.* [9]. En balonmano: Chiroso *et al.* [19,25]; Martínez *et al.* [24]. En voleibol: Rodríguez y García Manso [15]; Navarro *et al.* [23]; García *et al.* [9].

La mejora de la fuerza máxima para la extensión de caderas y rodillas y flexiones plantares, que son los grupos musculares directamente responsables del salto, puede no resultar muy complicada si no se está muy entrenado en fuerza, tal y como se encuentran la mayoría de los sujetos de nuestra muestra, y esto puede llevar a una mejora del salto vertical [34]. De hecho, se ha observado que entrenando la fuerza sólo con sentadillas, durante 7 a 12 semanas con 2 o 3 sesiones por semana, puede mejorar el salto de manera significativa, tanto en sujetos entrenados como desentrenados [3]. También se ha encontrado una mejora significativa en estudiantes de Educación Física en la altura de salto en SJ y CMJ durante 6 semanas (3 sesiones/semana) de entrenamiento excéntrico de media sentadilla [35]. Sin embargo, en otros estudios realizados con sujetos más entrenados, el entrenamiento con sentadillas fue insuficiente para provocar una mejora significativa del salto [31]. Cabe destacar, en cualquier caso, que en otra investigación, atletas expertos, aunque no de elite, utilizando sentadillas con cargas altas,

mejoraron un 10.6% en CMJ y un 7.3% en SJ [36]. Asimismo, en otra investigación con atletas de nivel similar se obtuvieron mejoras del 17.5% en CMJ combinando el entrenamiento de saltos desde media sentadilla y pliometría [36].

Para 1 RM en *press* de pecho, al analizar nuestros resultados se observa que la mejora es significativa para el deporte de baloncesto, en el que nuestros resultados son algo similares cuantitativamente a los de García *et al.* [9]. En jugadores de baloncesto, se aprecian mejoras significativas en ambos grupos de trabajo de forma similar, e incluso algo superiores en TG2. Algo que concuerda con los resultados de Navarro *et al.* [23] en los que la mejora era superior para el grupo que trabajaba sobrecarga y pliometría de forma conjunta. La mejora cualitativa de su 1 RM es similar a los resultados obtenidos por García *et al.* [9] con valores que oscilan entre un 14 y un 16%. En nuestro trabajo, son precisamente los jugadores de baloncesto quienes asumen mejor las cargas y mejoran de forma más sustancial.

En los jugadores de balonmano, la mejora cualitativa de fuerza máxima de la extremidad superior ocupa la segunda posición en ambos grupos de entrenamiento en comparación con los otros deportes estudiados, aunque es en el TG1 donde la mejora es más considerable con respecto al resto de deportes y muy parecida a los jugadores de voleibol. El aumento es de un 17% en el TG1 y de un 11% en el TG2, si bien en ambos grupos el aumento es significativo, al igual que ocurre en otros estudios como el de Hermassi *et al.* [37] y Marques y González-Badillo [11], en esos la mejora con sus jugadores al trabajar con cargas altas fue de 16% para el primero y de 28% para el segundo. El aumento de fuerza máxima en la extremidad superior es necesaria para proporcionar los jugadores un aumento o para mantener sus niveles de contracción muscular explosiva en acciones específicas del balonmano tales como lanzar, golpear, bloquear, empujar y saltar [5].

En voleibol, los resultados son los mayores cuantitativamente hablando con respecto al resto de deportes, puesto que el trabajo con sobrecargas y pliometría es una constante en el entrenamiento habitual en este deporte para conservar y mejorar la capacidad de salto: Rodríguez y García Manso [15]; Stanganelli *et al.* [12]. Los componentes

del TG2 no obtienen mejores resultados que el resto de deportes, y sin embargo, son en los que la mejora es más significativa para el TG1. Algo que no concuerda siempre para estos tipos de entrenamiento, puesto que en el grupo de fuerza máxima + carga baja de forma seguida de Navarro *et al.* [23], las diferencias significativas son a favor de este trabajo. En este caso, con nuestros jugadores jóvenes, el entrenamiento aplicado incrementa la potencia máxima en todos los deportes, aunque sería necesaria una individualización para cada deporte y cada sujeto para optimizar ese aumento de potencia, que al fin y al cabo, es lo que más interesa en deportes colectivos.

En los jugadores de balonmano, la mejora cualitativa de potencia máxima para *press* de pecho ocupa la tercera posición en ambos grupos únicamente por encima de los jugadores de voleibol. Además la mejora cualitativa en ambos grupos es muy parecida, superando el 6%. Un porcentaje menor si lo comparamos con el resto de pruebas de la extremidad superior. No obstante la mejora en ambos grupos llega a ser significativa en función del tiempo. Hermassi *et al.* [37] vincularon un aumento en la fuerza máxima de sus sujetos a un aumento de la potencia máxima debido a factores neuronales y de mayor reclutamiento de fibras [38]. Sin embargo, en sus sujetos, hubo un mayor aumento para la potencia en un grupo que trabajó con cargas medias y no con cargas máximas.

En nuestro estudio, al tratarse siempre de cargas altas podemos sacar en claro que para la potencia media es correcto trabajar con estas intensidades pero, sin embargo, para la potencia máxima es preferible a tenor de nuestros resultados en los que el porcentaje de mejora es menor que en potencia media, y los obtenidos por Hermassi *et al.* [37], que la intensidad de cargas debe ser algo menor siendo media. Ellos concluyeron afirmando que con diez semanas de entrenamiento con carga moderada se producen avances en el volumen de los músculos de la extremidad superior, lo que podría explicar el aumento significativo del pico de potencia en comparación con los sujetos de un grupo de control. El hecho de haber trabajado en nuestro estudio con carga baja a continuación de carga alta puede que no sea un factor fundamental en el aumento de potencia máxima para *press* de pecho, aunque en un futuro

sea interesante observar los cambios producidos para esta variable al trabajar con cargas medias + trabajo excéntrico-concéntrico-excéntrico como el plantado en el ejercicio de lanzamiento en *press* de pecho. Otros autores defienden el trabajo con cargas altas como la base para la obtención de potencia en *press* de pecho ya que se asocian al reclutamiento máximo de unidades motoras a partir del tamaño muscular [39], además con el trabajo de cargas altas se puede inhibir el proceso necesario de regeneración en los órganos de Golgi y mejora la sincronización de la obtención de energía en el músculo [27,40,41].

Cuantitativamente, nuestros resultados concuerdan con los de Hermassi *et al.* [37] y Marques y González-Badillo [11]. Aplicado a aspectos técnicos en este deporte, las acciones de lanzamiento y golpeo de móviles se clasifican como acciones explosivo-balísticas. En este sentido, la fuerza máxima no es tan importante como lo puede ser en las acciones explosivo-tónicas [42]. En cualquier caso, también se han encontrado, por ejemplo, mejoras en la velocidad de lanzamiento en balonmano al incluir en el programa de entrenamiento trabajos con cargas pesadas, tal como la realización de 3 series de 5-6 repeticiones al 85% de 1RM de *press* de banca, 3 veces por semana, durante 9 semanas [43]. Por otra parte, se ha observado que puede existir una gran relación entre la fuerza máxima y el pico de potencia con cargas relativamente ligeras [10]. Con el trabajo planteado en nuestro estudio, se alcanza una mejora de resultados combinando fuerza máxima con cargas medias y bajas; aún así, podría resultar interesante como influye este entrenamiento en la acción específica de lanzamiento. Comparando nuestros resultados para voleibol con los sujetos jóvenes de Drinkwater *et al.* [44] obtenemos resultados cuantitativos ligeramente superiores en esta prueba, ya que ellos alcanzaban una potencia máxima algo inferior a 600 W tras un periodo de entrenamiento de 6 semanas en el que trabajan únicamente con cargas altas variando el número de series y repeticiones en función de los grupos de trabajo. Sin embargo, de forma cualitativa comparando nuestros propios resultados de potencia, el porcentaje de mejora es muy similar en potencia media y máxima para los cuatro deportes, incluso algo superior en potencia media.

Sobre la base de la especificidad del desarrollo de potencia muscular, se recomienda el entrenamiento con una carga que eleve al máximo la producción de potencia mecánica para mejorar la potencia muscular máxima [45,46].

### **Conclusión**

Sobre la base de los resultados del presente estudio, se podría concluir que con 6 semanas de entrenamiento complejo puede mejorar la fuerza máxima y explosiva de los jugadores jóvenes de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol.

Trabajar con diferentes métodos en los que los ejercicios de carga alta y carga baja se aplican en la misma serie o en distinta serie no tiene efectos cuantitativos sobre los jugadores jóvenes de fútbol, baloncesto, balonmano y voleibol de esta forma, el entrenador podrá utilizar estos métodos aplicando el principio de versatilidad de la carga, pero siempre empleando cargas ajustadas a las características individuales de cada jugador.

Además, el entrenador debe tener en cuenta las acciones específicas dentro del deporte para adaptar en medida de lo posible las acciones más explosivas de fuerza a los gestos técnicos.

### **Referencias**

1. Santos-García DJ. El método de entrenamiento de contrastes: una opción de desarrollo de la fuerza requerida en acciones explosivas. *PubliCE Standard*; 2007.
2. Bangsbo J, Mohr M, Krstrup P. Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *J Sports Sci* 2006;24(7):665-74.
3. Wilson GJ, Newton RU, Murphy AJ, Humphries BJ. The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(11):1279-86.
4. Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Izquierdo M. Differences in physical fitness and throwing velocity among elite and amateur male handball players. *Int J Sports Med* 2005;26(3):225-32.
5. Gorostiaga EM, Granados C, Ibanez J, Gonzalez-Badillo JJ, Izquierdo M. Effects of an entire season on physical fitness changes in elite male handball players. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(2):357-66.
6. Brittenham G. Complete conditioning for basketball: Champaign: National Basketball Conditioning Coaches Association; 1996.
7. Hedrick A. Strength and power training for basketball. *Natl Strength Cond Assoc J* 1993;15:31-5.
8. Rimmer E, Sleivert G. Effects of a plyometrics intervention program on sprint performance. *J Strength Cond Res* 2000;14:295-301.
9. García J, Cappa D, Sarmiento S, Olivera J, Aparicio F, Managua J. Efecto acumulado y retardado de un programa de entrenamiento de fuerza en los deportes de fútbol, baloncesto y voleibol. *Educación Física y Deportes Revista Digital* 2004;10(76).
10. Stone MH, Sanborn K, O'Bryant HS, Hartman M, Stone ME, Proulx C, et al. Maximum strength-power-performance relationships in collegiate throwers. *J Strength Cond Res* 2003;17(4):739-45.
11. Marques MC, Gonzalez-Badillo JJ. In-season resistance training and detraining in professional team handball players. *J Strength Cond Res* 2006;20(3):563-71.
12. Stanganelli LC, Dourado AC, Oncken P, Mancan S, da Costa SC. Adaptations on jump capacity in Brazilian volleyball players prior to the under-19 World Championship. *J Strength Cond Res* 2008;22(3):741-9.
13. Thomas JR, Lochbaum MR, Landers DM, He C. Planning significant and meaningful research in exercise science. Estimating sample size. *Res Q Exerc Sport* 1997;68:33-43.
14. Schneiker KT, Billaut F, Bishop D. The effects of preloading using heavy resistance exercise on acute power output during lower-body complex training. *Lausanne: 11th annual Congress of the European College of Sport Science. Book of Abstracts*; 2006.
15. Rodríguez D, García-Manso JM. Efecto de dos modelos de entrenamiento de la fuerza especial en voleibol: Aplicación práctica de dos temporadas en el C.V. Archivos de Medicina del Deporte Gran Canarias 1997;14(57):25-31.
16. Chu DA. Explosive power and strength: complex training for maximum results: Champaign: Human Kinetics; 1996.
17. Chu DA. Jumping into plyometrics. 2, editor: Champaign: Human Kinetics; 1998.
18. Smith DJ, Roberts D, Watson B. Physical, physiological and performance differences between Canadian national team and universiade volleyball players. *J Sports Sci* 1992;10:131-8.
19. Chiroso LJ, Chiroso IJ, Requena B, Feriche B, Padial P. Efecto de diferentes métodos de entrenamiento de contraste para la mejora de la fuerza de impulsión en un salto vertical. *Eur J Human Mov* 2002;4:47-71.
20. Lesuer DA, MacCormick JH, Mayhew JL, Wasserstein RL, Arnold MD. The accuracy of prediction

- equations for estimating 1-RM performance in the bench press, squat, and deadlift. *J Strength Cond Res* 1997;11(4):211-3.
21. MacDonald C, Lamont H, Garner J. A comparison of the effects of six weeks of traditional resistance training, plyometric training, and complex training on measures of strength and anthropometrics. *J Strength Cond Res* 2012;26(2):422-31.
  22. Ronnestad BR, Kvamme NH, Sunde A, Raastad T. Short-term effects of strength and plyometric training on sprint and jump performance in professional soccer players. *J Strength Cond Res* 2008;22(3):773-80.
  23. Navarro E, Pablos C, Ortiz V, Chillarón E, Cervera I, Ferro A, et al. Aplicación y seguimiento mediante análisis biomecánico del entrenamiento de la fuerza explosiva. In: CSD (Ed.), Rendimiento deportivo. Parámetros electromiográficos (EMG), cinemáticos y fisiológicos. Madrid: CSD; 1997.
  24. Martínez I, Paz J, Cuadrado G. Efecto del entrenamiento de desarrollo muscular sobre la fuerza isométrica máxima, en jugadores de balonmano en etapas de formación. *Rendimiento Deportivo* 2002;1.
  25. Chiroso LJ, Chiroso IJ, Padial P. Efecto del entrenamiento integrado sobre la mejora de la fuerza de impulsión en un lanzamiento en suspensión en balonmano. *Mot Eur J Hum Mov* 2000;6:155-74.
  26. Häkkinen K, Komi PV, Tesch PA. Effect of combined concentric and eccentric strength training and detraining on force-time, muscle fiber and metabolic characteristics of leg extensor muscles. *Scand J Sports Sci* 1981;3(2):50-8.
  27. Häkkinen K. Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. *J Sports Med Phys Fitness* 1989;29:9-26.
  28. Baker D. Improving vertical jump performance through general, special and specific strength training: A brief review. *J Strength Cond Res* 1996;10(2):131-6.
  29. Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med* 2005;35(6):501-36.
  30. Wisloff U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *Br J Sports Med* 2004;38(3):285-8.
  31. Alen M, Häkkinen K, Komi PV. Changes in neuromuscular performance and muscle fiber characteristics of elite power athletes self-administering androgenic and anabolic steroids. *Acta Physiol Scand* 1984;122(4):535-44.
  32. Baker D, Wilson G, Carlyon R. Periodization: the effect on strength of manipulating volume and intensity. *J Strength Cond Res* 1994;8(4):235-42.
  33. Nunez VM, Da Silva-Grigoletto ME, Castillo EF, Poblador MS, Lancho JL. Effects of training exercises for the development of strength and endurance in soccer. *J Strength Cond Res* 2008;22(2):518-24.
  34. González Badillo JJ, Ribas J. Bases de la programación del entrenamiento de fuerza. Barcelona: Inde; 2002.
  35. Garcia-Lopez J, Peleteiro J, Rodriguez-Marroyo JA, Morante JC, Herrero JA, Villa JG. The validation of a new method that measures contact and flight times during vertical jump. *Int J Sports Med* 2005;26(4):294-302.
  36. Häkkinen K, Komi PV. Changes in electrical and mechanical behaviour of leg extensor muscles during heavy resistance strength training. *Scand J Sports Sci* 1985;7(2):55-64.
  37. Hermassi S, Chelly MS, Fathloun M, Shephard RJ. The effect of heavy- vs. moderate-load training on the development of strength, power, and throwing ball velocity in male handball players. *J Strength Cond Res* 2010;24(9):2408-18.
  38. Schmidtbleicher D. Training for power events. In: Strength and power in sport P. Komi. London: Blackwell Scientific; 1992.
  39. Behm DG. Neuromuscular implications and applications of resistance training. *J Strength Cond Res* 1995;9(4):264-74.
  40. Komi PV. Training of muscle strength and power: Interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. *Int J Sports Med* 1986;7:10-5.
  41. Sale DG. Neural adaptation to strength training. In: PV Komi (Ed), Strength and power in sport. Oxford: Blackwell; 1992.
  42. García Manso JM. Entrenamiento de la fuerza. Madrid: Gymnos; 1999.
  43. Hoff J, Almasbakk B. The effects of maximum strength training on throwing velocity and muscle strength in female team-handball players. *J Strength Cond Res* 1995;9(4):255-8.
  44. Drinkwater EJ, Lawton TW, McKenna MJ, Lindsell RP, Hunt PH, Pyne DB. Increased number of forced repetitions does not enhance strength development with resistance training. *J Strength Cond Res* 2007;21(3):841-7.
  45. Graham J. Periodization research and an example application. *Strengthádbol Cond J* 2002;24:62-70.
  46. Gonzalez-Badillo JJ, Gorostiaga EM, Arellano R, Izquierdo M. Moderate resistance training volume produces more favorable strength gains than high or low volumes during a short-term training cycle. *J Strength Cond Res* 2005;19(3):689-97.