

Monograph

# Efecto Retardado en el Entrenamiento a Largo Plazo en Voleibol Amateur

Víctor Hugo García Casas<sup>1,2</sup> y Jorge E García<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Cátedra de Entrenamiento Deportivo. Lic. en Educación Física. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina.

## RESUMEN

Tres equipos de voleibol (22.8 + 4.6 años) fueron asignados aleatoriamente a 3 sesiones por semana de un entrenamiento de saltos de 4 semanas (GE4: n=10); y 8 semanas (GE8: n=10) de duración; y a un grupo control (GC: n=9), con el objetivo de diferenciar el Efecto Retardado del Entrenamiento a Largo Plazo (ERLP) luego de un programa de saltos de 4 y 8 semanas, y asimismo evaluar por cuánto tiempo se mantienen las ganancias de fuerza luego de ambos entrenamientos. El Squat Jump (SJ); Counter Move Jump (CMJ); Saltar y Alcanzar (SyA); Potencia (POT); Salto de Ataque (MAX); y 1RM de ½ sentadilla (1RM) fueron evaluados antes (etapa de control: 4 semanas previas), durante el entrenamiento, y durante la etapa de reducción del entrenamiento (13 y 9 semanas para el GE4 y GE8 respectivamente). Los resultados indicaron que el ERLP solo se manifestó en GE8, que mostró un aumento del CMJ, SyA, POT y MAX de 11.1; 10.5; 6; y 13.9% respectivamente, al finalizar el entrenamiento. Estas variables mantuvieron parte de las ganancias hasta la 7<sup>ma</sup> semana de reducción del entrenamiento, en la que CMJ, SyA, POT, y MAX fueron 5.7; 9.9; 6.2; y 9.2% (respectivamente) más altos a los niveles basales. En conclusión el ERLP en jugadores amateur voleibol de 1ra división solo se manifiesta luego de aplicar un entrenamiento de saltos de 8 semanas. Por otra parte el ERLP de mayor duración se produjo en las variables relacionadas a la potencia (CMJ, SyA, POT, y MAX); y las ganancias de potencia luego de un entrenamiento de saltos de 4 y 8 semanas, pueden ser mantenidas hasta la 5<sup>ta</sup> y 7<sup>ma</sup> semana de reducción del entrenamiento respectivamente

**Palabras Clave:** efecto retardado, saltos, potencia, entrenamiento, voleibol

## INTRODUCCION

El volumen de entrenamiento posee un nivel óptimo (e individual), y toda intervención que se ubique por encima o por debajo de este generará una respuesta decreciente del rendimiento. Si el volumen supera ampliamente este nivel, se produce una disminución uniforme de la capacidad de trabajo especial, que sin embargo aumenta en gran medida durante la reducción cuidadosamente calculada del volumen. Este gran aumento de la capacidad de trabajo especial es el fenómeno llamado Efecto Retardado en el Entrenamiento a Largo Plazo o ERLP (Stiff & Verkhoshansky 2000). La habilidad para mantener o mejorar el rendimiento de la fuerza potencia durante la temporada de competencias y especialmente al final de la misma es de considerable importancia. Una temporada de competencias muy larga, con un alto volumen de entrenamientos técnicos - tácticos y competencias, ha reportado generar disminuciones la capacidad de salto de los jugadoras de voleibol (Hakkinen 1993). La información precisa sobre cuando, como y cuanto disminuye el rendimiento de esta variable luego de la aplicación de una fase de entrenamiento y reducción del entrenamiento, es de gran utilidad para

todos los entrenadores y preparadores físicos, quienes en función de esos datos pueden destinar más tiempo a la práctica de variables técnico-tácticas. Si bien datos e investigaciones relacionadas al tema abundan en la literatura internacional, la gran mayoría están destinados a los deportes individuales de carácter cíclico, de hecho, el ERLP en la capacidad de salto y la fuerza potencia en voleibol solo fue investigada en dos ocasiones (García 2004; García 2005) y ninguna de ellas fue realizada en una población masculina. Por lo tanto el estudio y análisis de la influencia en el ERLP de un programa de entrenamiento de saltos de cuatro y ocho semanas aplicado a jugadores voleibol es de gran valor para establecer cómo y cuando se manifiestan las ganancias de rendimiento tanto en la fuerza como en la potencia, y por cuánto tiempo pueden ser mantenidas estas ganancias durante un periodo de reducción del entrenamiento.

## MÉTODOS

---

### Población y Muestra

Diez jugadores (n=10) de un equipo de voleibol fueron sometidos a un programa de entrenamiento de saltos durante cuatro semanas (Grupo Experimental de 4 semanas: GE4); mientras que otro equipo de voleibol (n=10) llevó a cabo un programa similar durante ocho semanas (Grupo Experimental de 8 semanas: GE8); por último un tercer equipo (n=9) hizo las veces de grupo control (GC) y solo realizó entrenamientos regulares. Todos los sujetos que participaron del estudio han practicado el deporte en forma amateur por al menos 5 años. La investigación se inició en el mes de agosto, coincidiendo con el comienzo de la segunda temporada de competencias, y culminó a mediados de diciembre. A lo largo del período de investigación, los equipos realizaron tres entrenamientos semanales, con una duración promedio de 100 + 20 minutos, y un porcentaje de asistencia los entrenamientos del 90, 87, y 80% para el GE4, GE8 y GC respectivamente. El GE4 y GE8 entrenaron los días lunes, miércoles y viernes; mientras que el GC entreno los días martes, jueves y viernes. Se les solicitó a los sujetos que durante la duración de la investigación se abstuvieran de participar en entrenamientos de sobrecarga u algún otro tipo de entrenamiento físico además del que llevan a cabo regularmente con su equipo de voleibol. Los jugadores y entrenadores fueron informados de las características del proyecto y los mismos firmaron un acuerdo de participación voluntaria en la investigación. Las muestras fueron contextualizadas a través de un perfil antropométrico de 5 componentes (tabla 3). Técnicas e Instrumentos de Medición Las mediciones antropométricas se efectuaron utilizando los siguientes elementos: una balanza marca CAM, una pinza (marca Harpenden), y una cinta y dos calibres (marca Roscraft). Se evaluó la altura del salto en los test Squat Jump (SJ), Counter Move Jump (CMJ), Altura de Caída Óptima para Pliometría (Q) de acuerdo al protocolo de Bosco (Bosco, C., 1995) y altura de Salto Máximo (MAX), la cual está representada por el salto de ataque en los jugadores de voleibol. Para determinar la altura de estos saltos se empleó una alfombra de contacto marca Axon Jump®. También se evaluó Saltar y Alcanzar y su valor fue empleado para determinar la potencia en watts a través de la fórmula de Sayers (1990), descrita a continuación. Para este test se utilizó el protocolo empleado por el mismo autor (Sayers, S., et al. 1990), reemplazando el anillo de velcro por pintura en la punta de los dedos.

$$\text{POTENCIA (Watts)} = 61,2 \times \text{SJ (cm)} + 47,2 \times \text{Peso (Kg)} - 2223$$

Por último se evaluó la Fuerza Máxima del Tren Inferior a través de 1 Repetición Máxima (1RM) de media sentadilla.

### Evaluaciones

#### Protocolos

Las evaluaciones fueron realizadas durante el primer día de entrenamiento semanal (lunes para el GE4 y el GE8, y martes para el GC). Los saltos se evaluaron en el sitio de entrenamiento, y luego de una entrada en calor estandarizada, que consistía en 5 minutos de trote suave, 5 minutos de elongación, y 2 series de 9 saltos submáximos de bloqueo con desplazamiento. Este esquema para la entrada en calor fue concebido con la intención de evitar rendimientos pobres en los primeros saltos de evaluación (Hertogh, C., et al. 2005). En cada variable a evaluar se le solicitaba a los sujetos que realizaran 3 intentos, con una pausa de 20" entre cada uno, debido a que la ejecución de saltos y saltos con carrera con pausa similares ha demostrado no perjudicar el rendimiento en la ejecución de hasta seis saltos seguidos (Chamari, K., et al. 2001; Hertogh, C., et al. 2005). Posteriormente se tomaba el salto de mayor altura para el análisis de datos. El orden en que se ejecutaron las evaluaciones fue el siguiente:

1. Squat Jump (SJ)
2. Counter Move Jump (CMJ)
3. Saltar y Alcanzar (SyA)
4. Altura de Salto Máximo (MAX)

La Altura de Caída Optima para Pliometría (Q) solo se tomo en T2 y T3, y sus valores fueron empleados para dividir los grupos de entrenamiento de acuerdo a su altura Q. Siempre que se midió esta variable se lo hizo al final de la evaluación y se utilizaron *steps* de 15 cm. de altura.

Para el test de fuerza máxima los sujetos concurren a un gimnasio el día posterior a la evaluación de saltos. La evaluación comenzaba luego de una entrada en calor que incluía 5 min de bicicleta fija o cita, y 5 min de elongación. La progresión de la evaluación fue la siguiente: 50%/10 70%/5 80%/3 85%/1 90%/1 100%/1 102.5%/1

Las pausas entre series fueron de 2´ para las series por debajo del 85% y de 3 min para las series por encima del 85%.

En el caso de que los sujetos no llegaran a concretar un intento máximo (1RM) se empleó la fórmula de Epley (1985), descripta a continuación, para estimar la fuerza máxima.

$$1RM = (0,033 \times \text{Peso Utilizado}) \times \text{Repeticiones} + \text{Peso Utilizado}$$

### Cronograma de Evaluaciones

En la cuarta semana previa al inicio de los programas de entrenamiento (PRE1) se evaluó SJ, CMJ, MAX y 1RM. Posteriormente, y durante las cuatro semanas siguientes y hasta el inicio del programa de entrenamiento se cuantificó la cantidad de saltos realizados por posición (opuesto, central, punta, armador). Estas variables fueron registradas en las planillas por observación directa de video filmaciones de los entrenamientos, para tal fin se empleó dos filmadoras Panasonic®.

En la semana previa al inicio de los programas de entrenamiento (PRE4) se llevaron a cabo las mediciones antropométricas, y se evaluó SJ, CMJ, Q, MAX y 1RM.

Tanto las evaluaciones PRE1 y PRE4 como la cuantificación de las variables de entrenamiento antes mencionadas, se realizaron con el objetivo de determinar la influencia del entrenamiento regular en la potencia, y la fuerza máxima del tren inferior.

A lo largo del programa de entrenamiento y reducción del entrenamiento, el SJ, CMJ, MAX y 1RM fueron mensurados en las semanas 1 (T1); 4 (T2); 9 (T3); 13 (T4); 15 (T5); 17 (T6); 19 (T7); y 21 (T8) de acuerdo a los expresado en la Tabla 7.

Asimismo, la cuantificación de variables del entrenamiento regular continuó durante el programa de entrenamiento (4 y 8 semanas para el GE4 y GE8 respectivamente), y a lo largo de la etapa de reducción del entrenamiento (13 y 9 semanas para el GE4 y GE8 respectivamente).

MES	AGOSTO				SEPTIEMBRE					OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
TEST	T1			T2	T3				T4	T5	T6	T7	T8								
	SJ	CMJ	SyA		SyA	POT	Q	1RM						SJ	CMJ	SyA	SJ	CMJ	SyA	SJ	CMJ
GE4	PRE 1	PRE 2	PRE 3	PRE 4	ENT 1	ENT 2	ENT 3	ENT 4	RED 1	RED 2	RED 3	RED 4	RED 5	RED 6	RED 7	RED 8	RED 9	RED 10	RED 11	RED 12	RED 13
GE8	PRE1	PRE 2	PRE 3	PRE 4	ENT 1	ENT 2	ENT 3	ENT 4	ENT 5	ENT 6	ENT 7	ENT 8	RED 1	RED 2	RED 3	RED 4	RED 5	RED 6	RED 7	RED 8	RED 9
GC	CON 1	CON 2	CON 3	CON 4	CON 5	CON 6	CON 7	CON 8	CON 9	CON 10	CON 11	CON 12	CON 13	CON 14	CON 15	CON 16	CON 17	CON 18	CON 19	CON 20	CON 21
CUANTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES DE ENTRENAMIENTO REGULAR																					

**Tabla 1:** Cronograma de entrenamiento y evaluaciones. ANT: perfil antropométrico de 5 componentes. SJ: Squat Jump. CMJ: Counter Move Jump. SyA: Saltar y Alcanzar. Q: Altura de caída optima para saltos pliométricos. 1RM: una Repetición Máxima de Media sentadilla. GE4: Grupo de Entrenamiento de 4 Semanas. GE8: Grupo de Entrenamiento de 8 Semanas. GC: Grupo Control.

## Programas de Entrenamiento

Se aplicó dos programas de entrenamiento, con una duración de cuatro y ocho semanas. La duración del primero obedece a que 4 semanas sería un período de tiempo relativamente corto y apropiado para que las adaptaciones neuromusculares se manifiesten (Luebbers, P., et al. 2003). Mientras que el período de entrenamiento de saltos de 8 semanas ha demostrado producir mejoras significativas en el salto vertical, tanto en sujetos con experiencia (Bobbert, M., 1990; Lephart, M., et al. 2005), como en inexpertos (Bobbert, M., 1990; Holcomb, W., et al. 1996; García J. 2005). La organización de los tipos de saltos se propuso mejorar los niveles de fuerza de los sujetos, mediante los saltos con desplazamiento y pliométricos, para reducir al mínimo el tiempo de contacto durante la práctica de saltos con vallas (Cometti, G. 1998; 2002). Ambos programas de entrenamiento fueron monitoreados y supervisados.

### Programa de Entrenamiento de Cuatro Semanas

Se realizaron tres sesiones de saltos semanales, inmediatamente después de la entrada en calor de los entrenamientos regulares de cada equipo, ya que el desarrollo de las mismas podría afectar la coordinación y la calidad de los saltos (Rodacki, A., Fowler, N., and Bennett, S., 2000; Rodacki, A., Fowler, N., and Bennett, S., 2002). El volumen semanal se distribuyó de la siguiente manera.

Microciclos	1			2			3			4		
Sesiones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tipos de saltos	Con Desplazamiento			Pliométricos						Con Vallas		
Series	4	6	4	10	10	10	8	10	8	4	6	4
Repeticiones	20	10	20	4	4	4	6	4	8	10	10	10
Pausas entre series	2´			1´						3´		
Volumen x Sesión	80	60	80	40	40	40	48	40	64	40	60	40
Volumen x Micro			220			120			152			140
VOLUMEN TOTAL												632

Tabla 2: descripción del programa de entrenamiento de saltos.

### Programa de Entrenamiento de Ocho Semanas

Este programa de entrenamiento consto de dos etapas, en las cuales se realizaron dos ciclos consecutivos del Programa de Entrenamiento de Cuatro Semanas descrito anteriormente.

### Descripción de los tipos de saltos

#### Saltos con desplazamiento

Este tipo de saltos se ejecutaron de acuerdo a las técnicas deportivas específicas (saltos de ataque).

#### Saltos Pliométricos

Existen dos técnicas utilizadas para realizar los *Drop Jumps* (DJ). La primera demanda que los sujetos reviertan la velocidad de descenso lo más rápido posible luego de haber caído. La segunda requiere que se realice el mismo proceso pero en forma más gradual, a través de un movimiento descendente más largo luego de haber caído, el cual es similar a la fase inicial del CMJ. Los saltos pliométricos ejecutados de acuerdo a estas dos técnicas son denominados *Bounce Drop Jump* (BDJ) y *Countermovement Drop Jump* (CDJ) respectivamente (Bobbert, M., Huijing, P., and Jan Van Ingen Schenau, G., 1987 a).

Un estudio realizado por Bobbert demostró que la potencia generada en las articulaciones de rodilla y tobillo alcanzan valores más elevados durante el BDJ que durante el CDJ. Por lo tanto, se puede suponer que el BDJ es mejor que el CDJ para proporcionar el estímulo de entrenamiento que se requiere para una mejora a largo plazo en la capacidad de fuerza y potencia de los extensores de rodilla y los flexores plantares (Bobbert, M., Huijing, P., and Jan Van Ingen Schenau, G., 1987a). En función de esta evidencia se optó por emplear la técnica del BDJ para la ejecución de los saltos pliométricos.

En base a los valores de Q del T2 se organizaron tres grupos de trabajo (alto, medio, y bajo). La altura de caída de los

grupos antes mencionados se fue modificando en virtud de los resultados del T3.

### *Saltos con vallas*

Los jugadores se organizaron en tres grupos de trabajo (alto, medio, y bajo) y las vallas se ubicaron al 80% de la altura promedio del Salto Máximo (MAX).

Es importante destacar que se instruyó verbalmente a los sujetos para que durante la ejecución de los BDJ y los saltos con vallas “mantuvieran al mínimo el tiempo de contacto”, incluso se empleó la alfombra de salto para corregir el tiempo de contacto durante los entrenamientos.

### **Entrenamientos Técnico - Tácticos**

Todos los grupos de estudio realizaron tres entrenamientos técnico - tácticos semanales dirigidos y supervisados por el entrenador de cada equipo, la duración de los mismo fue de 100 + 20 minutos. Durante los entrenamientos los sujetos realizaron una típica sesión de voleibol, con una entrada en calor de 20-30 minutos, en la que se ejecutaban trotes suaves con incrementos de velocidad, contracciones submáximas de la musculatura media y superior (flexiones de brazo, abdominales, espinales), saltos submáximos, y elongación de la musculatura de la zona superior, media e inferior. La parte principal de la sesión consistió en entrenamiento de habilidades técnico tácticas específicas del deporte (saque, recepción, armado, ataque, bloqueo y defensa), a través de diversos driles y situaciones de juego. Por último, los equipos generalmente realizaban 5-10 minutos de trote suave y elongación de la musculatura antes mencionada. La densidad del entrenamiento fue cercana 1:1.

Ninguno de los grupos de estudio realizó entrenamientos de saltos durante la etapa de control (4 semanas previas), o durante la fase de reducción del entrenamiento (13 y 9 semanas posterior al entrenamiento para el GE4 y GE8 respectivamente).

### **Análisis Estadísticos**

Se aplicó estadística descriptiva e inferencial a través del análisis intra e intergrupales. Los análisis intergrupales e intragrupal se hicieron por medio del análisis de varianza no paramétrica (ANOVA) de Friedman para determinar la existencia de diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los grupos (Siegel, S., 1990). El ANOVA fue calculado a través del software Infostat®. Para el cálculo de los promedios, y los desvíos estándar y la prueba “t” se utilizó el software Microsoft Excel®.

## **RESULTADOS**

---

### **Variables Antropométricas**

La Tabla 3 presenta los valores antropométricos promedio de los tres grupos de estudio.

VARIABLE	GE4	GE8	GC
N	10	10	9
Edad (años)	21,1 + 4	23,9 + 5	23,4 + 4,7
Talla (cm)	178,5 + 7	176,8 + 9	174,2 + 8
Peso (Kg)	80 + 8,1	79,1 + 12	76,8 + 7,7
BMI	25,2	25	25,4
Masa Adiposa (%)	20,61	21,93	21,14
Masa Muscular (%)	51,3	49,85	50,82
Masa Residual (%)	11,91	12,40	11,98
Masa Ósea (%)	11,15	10,84	11,03
Masa de la Piel (%)	5,03	4,98	5,03
Endomorfia	2,2	2,5	2,5
Mesomorfia	5,3	5	5,4
Ectomorfia	3,3	3	2,8

**Tabla 3.** Variables antropométricas promedio de los grupos de estudio

### Análisis Intergrupar

A través de un análisis de varianza no paramétrica se pudo establecer que los grupos no presentaban diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) al momento de iniciar la investigación (semana 1).

		X ± DS	vs. GE4	vs. GE8	vs. GC
SJ	GE4	37,8 ± 4,5	-	N/S	N/S
	GE8	35,3 ± 5,7	N/S	-	N/S
	GC	34,7 ± 5,4	N/S	N/S	-
CMJ	GE4	40,5 ± 4,3	-	N/S	N/S
	GE8	37,6 ± 5,1	N/S	-	N/S
	GC	36,4 ± 5,7	N/S	N/S	-
SyA	GE4	42,8 ± 4,6	-	N/S	N/S
	GE8	42,1 ± 5,7	N/S	-	N/S
	GC	39,6 ± 6,2	N/S	N/S	-
POT	GE4	4189 ± 477	-	N/S	N/S
	GE8	4123 ± 554	N/S	-	N/S
	GC	3988 ± 537	N/S	N/S	-
MAX	GE4	59,5 ± 9,5	-	N/S	N/S
	GE8	55,3 ± 10,9	N/S	-	N/S
	GC	54,1 ± 8,4	N/S	N/S	-
1RM	GE4	99 ± 14,5	-	N/S	N/S
	GE8	93,5 ± 17,8	N/S	-	N/S
	GC	91,1 ± 8,2	N/S	N/S	-

**Tabla 4.** ANOVA intergrupar en base a los valores del T1.

### Variables de Entrenamiento

Se cuantificaron y analizaron la cantidad de saltos realizados por los jugadores en distintas posiciones. Esta variable fue mensurada a lo largo de los períodos de Control, Entrenamiento, y de Reducción del entrenamiento. Los grupos realizaron 181 entrenamientos (60 el GE4, 61 el GE8, y 60 el GC) lo que representó el 95% de los entrenamientos programados para el período que duró la investigación. La totalidad de los entrenamientos fueron grabados y analizados.

La cantidad de saltos realizados por los jugadores de distintas posiciones indicó que los centrales efectuaron un promedio de saltos por sesión  $45 \pm 7$ ,  $50 \pm 10$ , y  $59 \pm 16\%$  mayor al número de saltos efectuados por los puntas, opuestos y armadores respectivamente.

La cuantificación de los saltos en la etapa de control se realizó con el objetivo de determinar la influencia del entrenamiento regular en la potencia, y la fuerza máxima del tren inferior.

Los promedios de saltos por etapa indicaron que el GE4 realizó un 35 y 41% más saltos que el GE8 y GC durante la etapa de control, mientras que en la etapa de entrenamiento los promedios de saltos no mostraron diferencias significativas entre los tres grupos de estudio. Finalmente en la etapa de reducción del entrenamiento el GE8 y el GC promediaron una cantidad de saltos significativamente menor al GE4 (8,2 y 34,7% respectivamente).

GE4	Etapa	CONTROL				ENTRENAMIENTO				REDUCCIÓN DEL ENTRENAMIENTO												
	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Prom. Semanal	84	87	70	76	42	58	50	43	54	84	60	63	53	65	72	59	56	52	56	60	64
Prom. por Etapa	79				48,3				61													
GE8	Etapa	CONTROL				ENTRENAMIENTO								REDUCCIÓN DEL ENTRENAMIENTO								
	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Prom. Semanal	48	48	54	56	43	45	47	41	46	54	40	55	53	58	51	52	54	69	64	57	49
Prom. por Etapa	51 *				46								56 *									
GC	Etapa	CONTROL																				
	Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	Prom. Semanal	46	50	44	47	46	41	40	41	43	45	42	50	37	48	36	39	37	45	44	40	35
Prom. por Etapa	46,8 *				43,5								40,1 *+									
GE4 vs. GE8		-35				2,4								-8,2								
GE4 vs. GC		-41				10,4								-34,7								
GE8 vs. GC		-9,2				7,8								-28,8								

**Tabla 5.** promedios de saltos semanales del GE4, GE8 y GC. \* significativamente diferente a GE4. ♦ significativamente diferente a GE8.

## Variables de Rendimiento

### Análisis del Período de Control

El análisis de las variables de rendimiento (SJ, CMJ, MAX y 1RM) durante las cuatro semanas del período de control (semana 1 a semana 4) no mostró diferencias significativas, esta tendencia se manifestó en todos los grupos que participaron del estudio.

	SJ		CMJ		SyA		POT		MAX		1RM	
Sem	S1	S4	S1	S4	S1	S4	S1	S4	S1	S4	S1	S4
GE4	37,8 ± 4,5	37,8 ± 3,2	40,5 ± 4,3	40,7 ± 2,7	42,8 ± 4,6	43,2 ± 3,5	4189 ± 477	4208 ± 404	59,5 ± 9,5	59,8 ± 9,2	99 ± 14,5	100 ± 10,5
GE8	35,3 ± 5,7	35,8 ± 5,6	37,6 ± 5,1	37,2 ± 4	42,1 ± 5,7	42,3 ± 5,1	4123 ± 554	4140 ± 535	55,3 ± 10,9	56,2 ± 11,2	93,5 ± 17,8	93,5 ± 16,7
GC	34,7 ± 5,4	35,3 ± 4,3	36,4 ± 5,7	36,8 ± 5,3	39,6 ± 6,2	39,9 ± 3,8	3988 ± 537	3857 ± 463	54,1 ± 8,4	53,4 ± 6,9	91,1 ± 8,2	92,2 ± 6,7

**Tabla 6.** promedios ± desvíos estándar de las evaluaciones realizadas en la semana 1 (S1) y semana 4 (S4).

### Análisis del Período de Entrenamiento y Reducción del Entrenamiento

El análisis estadístico intragrupal del SJ, CMJ, SyA, POT, MAX, y 1RM arrojó los siguientes resultados.

#### Salto Máximo (MAX)

El MAX en el GE4 aumentó un 13,1% luego del entrenamiento (S9), posteriormente durante la 5ta (S13) y 7ma (S15) semana de reducción mantuvo un 11,4 y 5,2% de esa ganancia. Finalmente los valores disminuyeron un 3,5; y 6,4% en la semana 11 y 13 de reducción del entrenamiento respectivamente. En el GE8 el MAX mejoró un 17,6% en la 4ta semana de entrenamiento, luego en la 8va semana del mismo período hubo una disminución del rendimiento, y el MAX mostró ser 12,9% mayor al del inicio del entrenamiento. En la 3ra, 5ta y 7ma semana de reducción se observaron valores 21,7; 17,8 y 8,1% respectivamente más altos que los del inicio del entrenamiento. En cuanto al GC, este mostró disminuciones considerables del MAX en la semana 19 (-3,1%) y 21 (-4,4%).

Test	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Semanas	4	9	13	15	17	19	21
GE4	PRE4	RED1	RED5	RED7	RED9	RED11	RED13
	59,8 ± 9,2	67,7 ± 9,1 *	66,6 ± 8,6 * <sup>+</sup>	63 ± 7,8	59,7 ± 7,1	57,7 ± 5,3 *	56 ± 8,2 *
GE8	PRE4	ENT5	RED1	RED3	RED5	RED7	RED9
	56,2 ± 11,2	66,1 ± 11,3 *	63,4 ± 10,2 *	68,3 ± 11,1 * <sup>♦</sup>	66,1 ± 8,1 *	60,7 ± 9,8 * <sup>♦</sup>	56,1 ± 7,1
GC	53,4 ± 6,9	54,3 ± 7,1	55 ± 7,8	53,7 ± 5,7	54,1 ± 8,8	51,8 ± 5,3 *	51,1 ± 8,5 *

**Tabla 7.** promedios (X) y Desvío Estándar (DS) del MAX. \* significativamente diferente a S4. ♦ significativamente diferente a S9. ■ significativamente diferente a S13 (p<0,05).



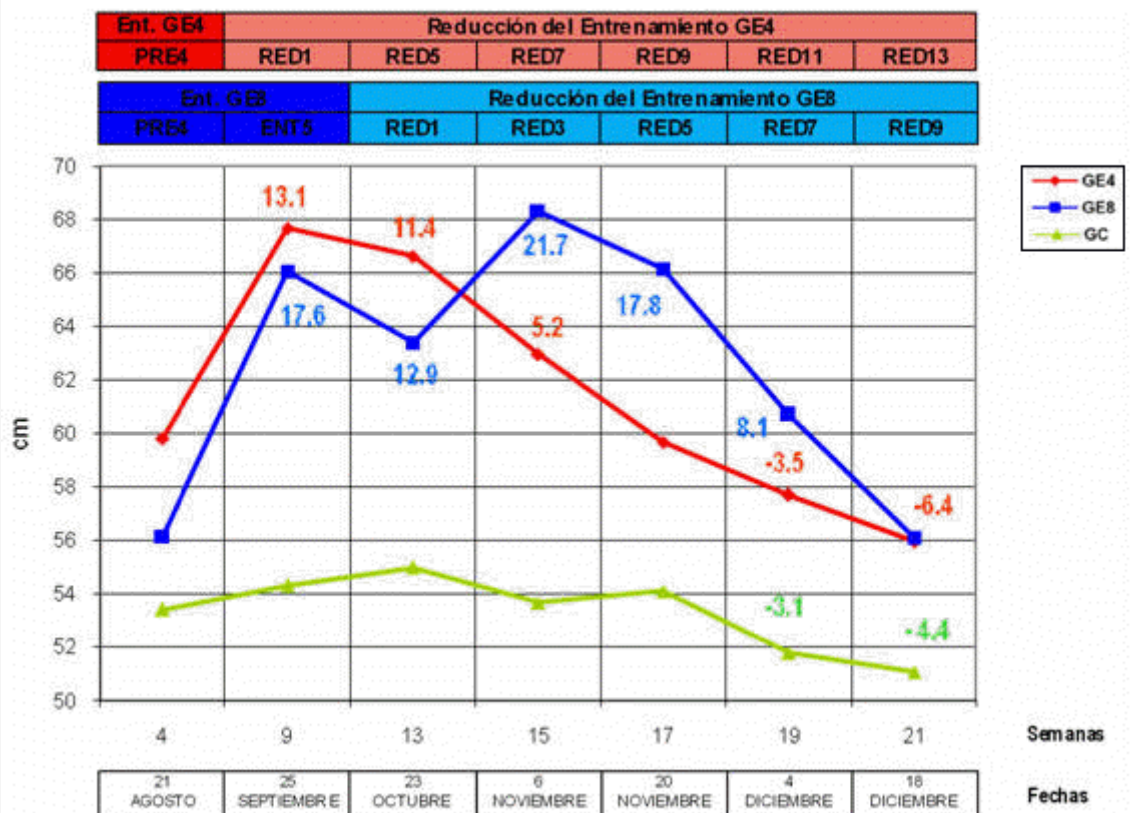


Figura 1. Valores promedio del MAX a lo largo del período de entrenamiento y reducción del entrenamiento.

### Counter Movent Jump (CMJ)

El GE4 mejoró un 10,3% en la 4ta semana de entrenamiento (S9) y luego los valores fueron disminuyendo (-4,8%) en la 13va de reducción. En el GE8 hubo un aumento del 16,8% en la 4ta de entrenamiento (S9); luego la ganancia se redujo al 11,1% en la 8va semana del mismo período (S13); en la 3er semana de reducción (S15) los aumentos del CMJ llegaron al 18%; y por último en la 5ta semana de reducción (S17) se registró un porcentaje 16,3% mayor al del inicio del entrenamiento. El GC mostró reducciones significativas (-6,4%) en la semana 21.

Test	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Semanas	4	9	13	15	17	19	21
GE4	PRE4	RED1	RED5	RED7	RED9	RED11	RED13
	40,7 ± 2,7	44,9 ± 3,3 *	42,6 ± 3,8 †	42,7 ± 4,1	40,6 ± 2,8	41 ± 3,5	38,8 ± 3,2 *
GE8	PRE4	ENT5	RED1	RED3	RED5	RED7	RED9
	37,2 ± 4	43,5 ± 4,5 *	41,4 ± 4,7 *	44 ± 3,4 * †	43,3 ± 5 *	38,9 ± 2,3 †	37,8 ± 3,8
GC	36,8 ± 5,3	37,6 ± 5,1	37,2 ± 6,1	37,4 ± 5,3	37,1 ± 5,4	36,5 ± 5,1	34,4 ± 4,8 *

Tabla 8. promedios (X) y Desvío Estándar (DS) del CMJ. \* significativamente diferente a S4. † significativamente diferente a S9. (p<0.05)

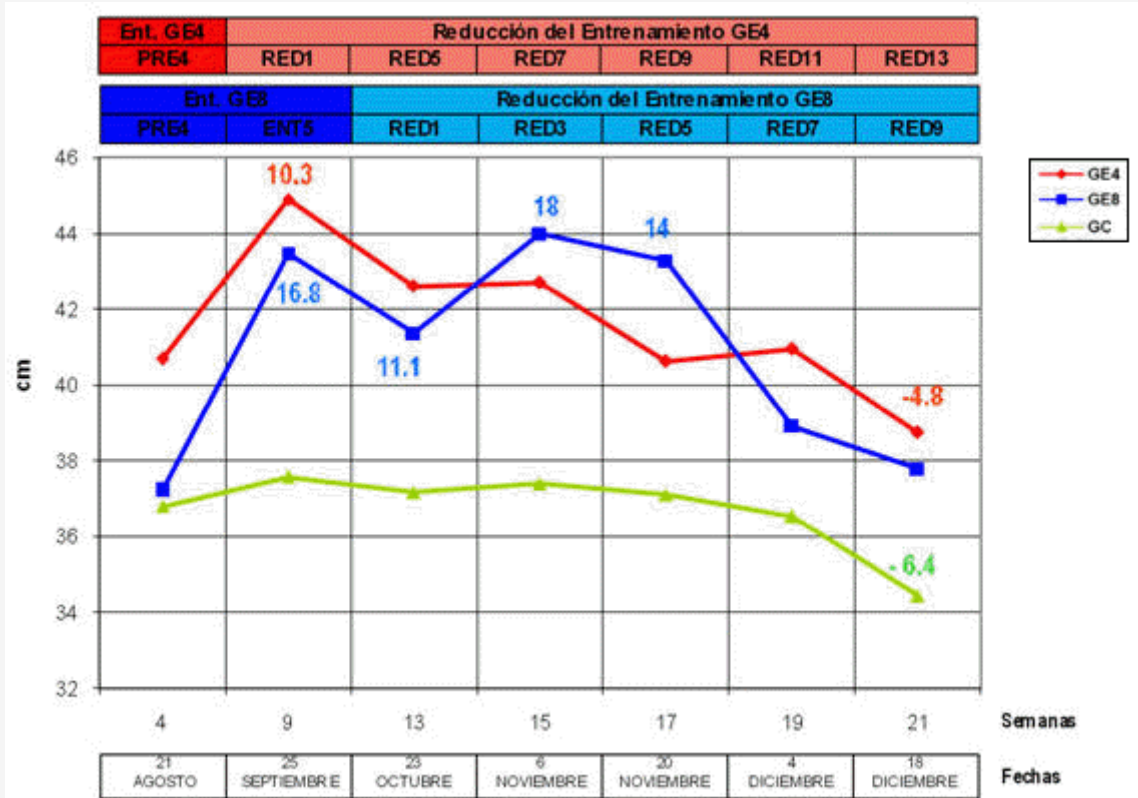


Figura 2. Valores promedio del CMJ a lo largo del período de entrenamiento y reducción del entrenamiento.

### Saltar y Alcanzar (SyA)

El GE4 aumentó un 13,4% después del entrenamiento, luego, en la 5ta semana de reducción el valor de disminuyó y se mantuvo un 7,8% más alto que al inicio del entrenamiento. Por su parte el GE8 mostró aumentos del 16,3% en la 4ta semana de entrenamiento; en la 8va semana del mismo período las ganancias disminuyeron, y el SyA solo mostró ser un 9,4% más alto que al inicio del entrenamiento, posteriormente las ganancias se retuvieron durante la 3ra, 5ta y 7ma semana de reducción registrando valores 21; 18,8; y 9% mayores al inicio del entrenamiento. El GC mostró disminuciones en la semana 19 (-2,6%) y 21 (-11,1%).

Test	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Semanas	4	9	13	15	17	19	21
GE4	PRE4	RED1	RED5	RED7	RED9	RED11	RED13
	43,2 ± 3,5	48,9 ± 4,5 *	46,5 ± 3,7 * ◊	45,1 ± 4,7	43,8 ± 2,6	40,9 ± 3,7 *	41,6 ± 3,6 *
GE8	PRE4	ENT5	RED1	RED3	RED5	RED7	RED9
	42,3 ± 5,1	49,2 ± 5,8 *	46,4 ± 2,9 * ◊	51,6 ± 6,4 * ◻	50 ± 2,5 *	46,5 ± 5,2 * ◊	42,9 ± 2,6 ◊
GC	39,9 ± 3,8	39,8 ± 5,5	40,5 ± 2,6	41,1 ± 4,3	39,6 ± 4,9	38,8 ± 2,5 *	35,4 ± 3,6 *

Tabla 9. promedios (X) y Desvío Estándar (DS) del SyA. \* significativamente diferente. a S4. ◊ significativamente diferente a S9. ◻ significativamente diferente a S13 (p<0,05) .

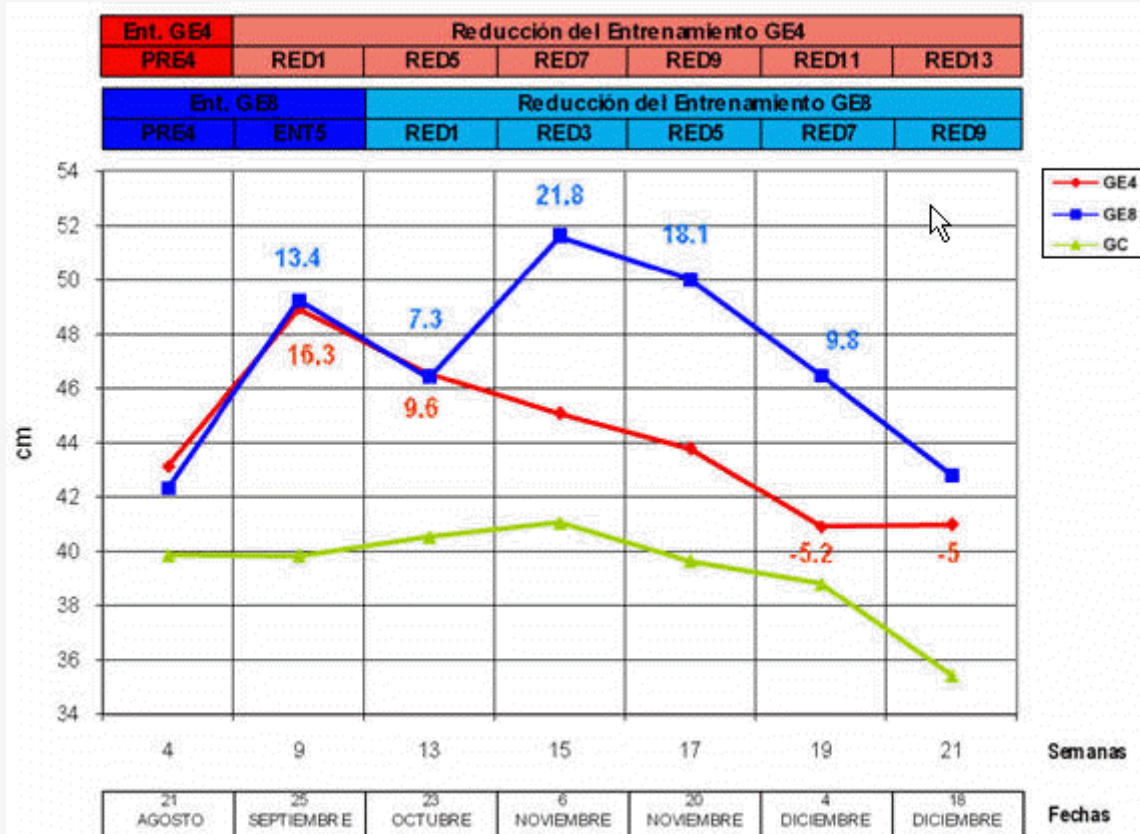


Figura 3. Valores promedio del SyA a lo largo del período de entrenamiento y reducción del entrenamiento.

### Potencia

El GE4 mejoró la POT un 8,4% luego del entrenamiento, de dicha ganancia retuvo un 4,9% en la 5ta semana de reducción. En el GE8 la potencia aumentó un 10% en la 4ta semana de entrenamiento; en la 8va semana de entrenamiento el valor de la POT fue un 6% mayor al test inicial. Posteriormente el GE8 mostró valores 13,7; 11,3; y 6,1% más altos que al inicio durante la 3er, 5ta y 7ma de reducción del entrenamiento. En relación al GC la potencia disminuyó en la semana 19 (-3%) y 21 (-2,3%).

Test	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Semanas	4	9	13	15	17	19	21
GE4	PRE4	RED1	RED5	RED7	RED9	RED11	RED13
	4208 ± 405	4563 ± 402 *	4415 ± 400 *♦	4326 ± 473	4248 ± 431	4072 ± 444 *	4076 ± 415 *
GE8	PRE4	ENT5	RED1	RED3	RED5	RED7	RED9
	4140 ± 535	4562 ± 560 *	4388 ± 594 *♦	4706 ± 602 *□	4609 ± 543 *	4393 ± 545 *	4170 ± 504
GC	3857 ± 463	3855 ± 526	3897 ± 358	3930 ± 517	3844 ± 564	3793 ± 418 *	3586 ± 321 *

Tabla 10. promedios (X) y Desvío Estándar (DS) de la POT. \* significativamente diferente a S4. ♦ significativamente diferente a S9. □ significativamente diferente a S13 (p<0,05).

### Squat Jump (SJ)

El GE4 mejoró un 15,1% luego de 4 semanas de entrenamiento (S9). Por su parte el GE8 aumentó su SJ un 9,4; 16,3; y

9,2% luego de 4, 8 semanas de entrenamiento, y 3 semanas de reducción del entrenamiento respectivamente. La altura de SJ en el GC mostró reducciones con respecto a los valores iniciales del 3,4 y 3,3% en la semana 19 y 21 respectivamente.

Test	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Semanas	4	9	13	15	17	19	21
GE4	PRE4	RED1	RED5	RED7	RED9	RED11	RED13
	37,8 ±3,2	43,5 ±4 *	42,3 ±3,2 †	39,1 ±3,3	38,2 ±2,1	36,6 ±1,7 *	36,4 ±3 *
GE8	PRE4	ENT5	RED1	RED3	RED5	RED7	RED9
	35,6 ±5,1	38,9 ±5,3 *	41,4 ±4,8 * ‡	38,8 ±5 *	36,7 ±5,2 □	35,9 ± 5,1	35,3 ±5,3
GC	35,3 ±4,3	35,8 ±4,2	36,3 ±4,9	35,7 ±4,9	36,2 ±4,2	34,1 ±5 *	34,2 ±4,7 *

**Tabla 11.** promedios (X) y Desvío Estándar (DS) del SJ. \* significativamente diferente a S4. † significativamente diferente a S9. ‡ significativamente diferente a S13 (p<0,05).

### Repetición Máxima de Media Sentadilla (1RM)

El GE4 manifestó una ganancia de 6% luego de la 4ta semana de entrenamiento, posteriormente en la 5ta semana de reducción (S13) se perdió gran parte de esa ganancia y los valores ya no indicaron diferencias significativas con respecto al inicio del entrenamiento. Hacia la semana 11 y 13 de reducción (S19 y S21 respectivamente) los valores 1RM mostraron disminuciones de 6 y 5% respectivamente. Por otro lado, el GE8 evidenció una mejora del 12,3% y 18,2% luego de la 4ta y 8va semana de entrenamiento respectivamente, dichas ganancias se mantuvieron hasta la 3er semana de reducción (S15), en la que se evidenció un 6,4% más de rendimiento que al inicio del entrenamiento. Por su parte el GC mostró disminuciones del rendimiento de 1RM en la semana 17 (-6,6%), 19 (-7,8%), y 21 (-10,2%).

Test	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Semanas	4	9	13	15	17	19	21
GE4	PRE4	RED1	RED5	RED7	RED9	RED11	RED13
	100 ±10,5	106 ± 15,8 *	104,5 ± 9 †	98 ± 9,2	96,5 ± 10,3	94 ± 10,2 *	95 ± 13,1 *
GE8	PRE4	ENT5	RED1	RED3	RED5	RED7	RED9
	93,5 ±16,7	105,1 ± 13,2 *	110,5 ± 18 *	99,5 ± 15 * □	96 ± 12,9	92 ± 12,1	85,1 ± 12,2 *
GC	92,2 ± 6,7	91,1 ± 6	92,8 ± 6,2	92,8 ± 7,1	86,1 ± 6,5 *	85 ± 7,9 *	82,8 ± 10,3 *

**Tabla 12.** promedios (X) y Desvío Estándar (DS) de la 1RM. \* significativamente diferente a S4. † significativamente diferente a S9. □ significativamente diferente a S13 (p<0,05).

## DISCUSION

Los jugadores de voleibol que participaron del estudio presentaban características antropométricas (talla, peso, y masa grasa) similares a las reportadas por otros estudios (Driss, T., et al. 1998; Lanconi, P., et al. 1998; Hertogh, C., et al. 2005).

Los valores obtenidos luego de la aplicación de los programas de entrenamiento de 4 y 8 semanas de duración son, en términos generales, mayores a los reportados por la literatura (ver Tabla 13). Sin embargo, estas discrepancias se deben al nivel amateur de los sujetos, los cuales en el test inicial mostraron un CMJ promedio de 40, 38 y 36 cm. en el GE4, GE8, y GC respectivamente, mientras que jugadores de voleibol belgas de primera y segunda división han reportado un CMJ de 56,5 y 51,2 cm respectivamente (Forthomme, B., et al. 2005). Asimismo el SJ promedio al inicio del estudio fue de 38, 35 y

35 cm. para el GE4, GE8, y GC respectivamente, en tanto que jugadores de la NCAA de Estados Unidos han reportado un SJ de 68 cm. (Newton, R., Kraemer, W., and Hakkinen, K., 1999).

Autor	Duración Ent. (Semanas)	Estímulos por Semana	Tipo de Entrenamiento	Tipo de Muestra	SyA	SJ	CMJ	MAX
					%	%	%	%
Newton 1999	8	2	Entrenamiento Balístico	Jugadores de Voleibol de 1ra División NCAA (USA)		5,9		6,3
Chimera 2004	6	2	Pliometría	Jugadoras Universitarias de Fútbol y Hockey de Nivel Nacional	5,8			
García J. 2004	7	2	Sobrecarga (pesas) + Saltos	Jugadoras de Voleibol	10,5			
García J. 2004	8	2	Pliometría	Jugadoras de Voleibol	4			
García J. 2005	8	2	Saltos	Jugadoras de Voleibol	3,5			
García V. 2006	4	3	Saltos	Jugadores de Voleibol Amateur	13,4	15	10,3	13,2
García V. 2006	8	3	Saltos	Jugadores de Voleibol Amateur	9,6	16,3	11,3	12,8

**Tabla 13.** Valores Pre-Test y Post-Test expresados en centímetros, y porcentajes de ganancia de los distintos test.

Aunque existe una diferencia en cuanto a la ubicación de las sesiones de entrenamiento semanal entre GE4, GE8 y GC, debido a que los dos primeros grupos realizaron sus entrenamientos cada 48 hs (lunes, miércoles, y viernes), y el GC entreno los días martes, jueves y viernes, habiendo solo 24 hs de diferencia entre las sesiones de los días jueves y viernes, y esto generaría una diferencia entre los periodos de recuperación entre sesiones de entrenamiento de los grupos de estudio. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los resultados a ser confrontados son la evolución del rendimiento a lo largo del periodo de entrenamiento y reducción del entrenamiento entre GE4 y GE8, mientras que el GC solo fue incluido en el estudio a los fines de evaluar la influencia del entrenamiento regular (técnico-táctico) en la fuerza y potencia de los jugadores de voleibol amateur.

El presente estudio estableció las diferencias entre los efectos retardados de dos programas de entrenamiento con una duración de cuatro y ocho semanas. Tales discrepancias se exhibieron principalmente en la manifestación del Efecto Retardado del Entrenamiento a Largo Plazo (ERLP), sin embargo también se pudieron comprobar que las variables evaluadas generaron respuestas adaptativas distintas en ambos grupos experimentales.

Más allá de la manifestación del Efecto Retardado del Entrenamiento a Largo Plazo en el GE8, en este grupo también se observó que todas las variables (SJ, CMJ, SyA, POT, MAX, y 1RM) se mantuvieron por más tiempo durante el período de reducción del entrenamiento. Se descarta que esta mantención se deba a un mayor número de estímulos (saltos) durante el período de reducción del entrenamiento por parte del GE8, ya que como se observa en la Tabla 6, el GE4 realizó un promedio de saltos 8,2% mayor al GE8 durante ese período. Por otra parte, una modificación en los patrones técnico-tácticos de entrenamiento tampoco podría haber provocado estas mayor mantención de los efectos del entrenamiento en el GE8, pues ha sido establecido que periodos cortos (8 semanas), o largos (6 meses) de entrenamiento de habilidades técnico - tácticas no producen cambios significativos en la altura de salto en jugadores de voleibol (Gabbett, T., and Georgieff, B., 2005; Gabbett, T., et al. 2006), esto coincide con los hallazgos de la presente investigación en la cual ninguno de los grupos de estudio mostró diferencias significativas durante las cuatro semanas del período de control, en las que solo se realizaron entrenamientos técnico - tácticos. Esta mantención de los efectos del entrenamiento más prolongada debe atribuirse entonces, al estímulo generado por el mayor volumen de entrenamiento que representa un programa de saltos de 8 semanas versus un programa de 4 semanas.

El Efecto Retardado del Entrenamiento a Largo Plazo no se manifestó en el Grupo de Entrenamiento de 4 semanas (GE4), ya que no se registró una pérdida de rendimiento, luego del período de entrenamiento, la cual es un proceso característico del ERLP. La ausencia del ERLP puede atribuirse a dos causas:

**Primero:** el cronograma de evaluaciones no contempló un test en la 3ra semana de reducción del entrenamiento para el GE4, período en el cual podría haberse comprobado una disminución del rendimiento.

**Segundo:** el programa de entrenamiento de saltos aplicado no fue lo suficientemente estresante para el GE4, probablemente debido a que estos sujetos estaban adaptados a cargas de entrenamiento mayores; así lo demuestra la cantidad de saltos realizados durante la etapa de control, en la que se registró un promedio de saltos 35 y 41% mayor al GE8 y GC respectivamente.

En cuanto a la evolución de las variables de rendimiento, se observó que aquellas más relacionadas a la potencia, se mantuvieron por períodos de tiempo más prolongados tanto en el Grupo de Entrenamiento de 4 semanas, que demostró retener parte de las ganancias del SyA, la POT, y el MAX hasta la 5ta semana de reducción del entrenamiento; como así también en el Grupo de Entrenamiento de 8 semanas (GE8), en el que se evidenciaron valores más altos que los iniciales hasta la 5ta (en CMJ) y 7ma semana de reducción del entrenamiento (en SyA, POT, y MAX).

Por su parte, las variables más ligadas a la fuerza máxima, (SJ y 1RM) no retuvieron las ganancias producidas por el entrenamiento, a excepción de una mantención del 10,2% del SJ en la 3ra semana de reducción del entrenamiento por parte del Grupo de Entrenamiento de 8 semanas. Esto concuerda con lo expresado por Mujika y Padilla, quienes afirman que el rendimiento de la fuerza es en general mantenido por 4 semanas de inactividad (Mujika, I., and Padilla, S., 2000).

La especificidad de los programas de entrenamiento es la principal responsable de esta diversidad en las respuestas adaptativas de las distintas variables, puesto que las acciones motrices planteadas por el programa de entrenamiento se enmarcan dentro de movimientos con ciclos de estiramiento-acortamiento (CEA), los cuales producen un importante aprovechamiento de la energía elástica (Bobbert, M., 1990; Schmidtbleicher, D., 2000), y un gran estímulo de entrenamiento durante la fase excéntrica del movimiento, en contraposición con acciones motrices como el SJ o la media sentadilla en las que no existe el contra-movimiento y por lo tanto la utilización de la energía elástica es nula (Bobbert, M., et al. 1996). Esta especificidad del entrenamiento ha sido reportada por Colliander et al. quienes luego de aplicar un protocolo de 12 semanas de entrenamiento de fuerza tradicional, (ya sea con acciones concéntricas o excéntricas-concéntricas), seguido de 12 semanas de desentrenamiento, obtuvieron aumentos en la fuerza máxima de media sentadilla de un 13 y 23% en el entrenamiento concéntrico y excéntrico-cocéntrico respectivamente; mientras que el salto vertical no manifestó cambios significativos a lo largo de dicho protocolo (Colliander, E., Tesch, P., 1992). Asimismo, varios estudios han comprobado mejoras en el CMJ pero no en el SJ luego de la aplicación de un programa de saltos pliométricos. Esto puede deberse a que el entrenamiento pliométrico mejora la habilidad de los sujetos para coordinar el control neural de los movimientos con ciclos de estiramiento - acortamiento, sin producir cambios significativos en la fuerza muscular de los miembros inferiores (Newton, R., Kraemer, W., and Hakkinen, K., 1999).

Es bien sabido que el desentrenamiento posterior al entrenamiento de la fuerza conlleva cambios adaptativos en el sistema neuromuscular opuestos a los producidos por el entrenamiento. La magnitud y el tiempo de las adaptaciones neuromusculares durante el desentrenamiento están influenciadas por la intensidad del entrenamiento precedente, la cantidad y tipos de actividades físicas realizadas durante el desentrenamiento y la longitud de dicho período (Deschenes, M., and Kraemer, W., 2000). En este sentido, ha sido reportado que la retención de la fuerza durante el período de desentrenamiento es mayor cuando se incluyen acciones musculares excéntricas (Housh, T., et al. 1996). Así lo demuestra una investigación en la que sujetos físicamente activos, pero que no habían realizado ningún tipo de entrenamiento de fuerza en los 6 meses previos al estudio, mantuvieron los aumentos de fuerza inducidos por el entrenamiento excéntrico, en ambos miembros (entrenado y no entrenado), por 8 semanas de desentrenamiento (Housh, T., et al. 1996).

Más allá de esto, las características del entrenamiento regular también podrían haber influenciado de alguna manera en la diversidad de respuestas de las variables de rendimiento, puesto que el entrenamiento técnico-táctico de voleibol se compone por un gran número de acciones que involucran saltos, y los mismos poseen la característica de generar un gran reclutamiento de unidades motoras tanto en la fase concéntrica como en la excéntrica (Bobbert, M., et al. 1987a; Bobbert, M., et al. 1987b; Bobbert, M., 1990). En tal sentido, los beneficios de la incorporación de saltos en un programa de fuerza en jugadoras de voleibol ha sido documentado por Newton et al. (2006) quienes luego de reemplazar las últimas 4 semanas de un entrenamiento de fuerza tradicional de 11 semanas de duración, por un entrenamiento balístico, (compuesto por saltos con carga), comprobaron que la capacidad de salto de jugadoras de voleibol puede ser mantenida al final de la temporada al mismo nivel que al comienzo de la misma, mientras que si durante las 11 semanas se realiza el entrenamiento de fuerza tradicional, la capacidad de salto de las jugadoras disminuye significativamente al final de la temporada (Newton, R., et al. 2006).

Los tiempos de mantención del ERLP concuerdan con los datos presentados por García y cols. quienes tras aplicar un programa de entrenamiento de fuerza (sobrecarga) y de potencia (sobrecarga + saltos) a un equipo de fútbol y otro de voleibol, el ERLP se manifestó hasta la 7ma semana de desentrenamiento, en la cual se registró un aumento de fuerza en ambos grupos del 7 y 20% respectivamente (García, J., et al. 2004). En un trabajo posterior del mismo autor, se evaluó el ERLP en jugadoras de voleibol, a través de un programa de pliometría de 8 semanas, seguido de un período de reducción del entrenamiento de 9 semanas, en el que se realizaron solo entrenamientos técnico-tácticos. El ERLP se manifestó en forma creciente hasta la 8va semana de desentrenamiento, en la cual se registró un 10% de mejora en el test de Saltar y Alcanzar; luego, en la 10° semana el ERLP disminuyó, registrándose solo un 7% de mejora (García, J., et al. 2005). Por otra parte Maffiuletti et al. aplicaron en jugadores de básquet 3 sesiones semanales de electroestimulación durante 4 semanas, luego de lo cual los jugadores continuaron con la práctica de básquet regular por otras 4 semanas. En la 4ª semana de desentrenamiento el CMJ había mejorado un 17% con respecto a la última semana de electroestimulación, mientras que el grupo control, que solo había realizado la practica regular de básquet durante las 8 semanas, no obtuvo diferencias significativas en la misma evaluación (Maffiuletti, N., et al. 2000). En un estudio posterior, el mismo autor sometió a 10 jugadores de voleibol a un protocolo de 2 semanas de entrenamiento pliométrico + 2 semanas de entrenamiento de electroestimulación + 2 semanas de reducción del entrenamiento (en las que solo realizaron entrenamientos técnico - tácticos). En la 2da semana de reducción del entrenamiento, el SJ, el CMJ, y la altura del salto de ataque (MAX) mostraron ser un 22,7; 17,5; y 12,3% más altos que al inicio del entrenamiento (Maffiuletti, N., et al. 2002). Resultados similares también fueron reportados por Diallo y cols., quienes tras aplicar un programa de entrenamiento pliométrico de diez semanas de duración a jugadores de fútbol pre-púberes, observaron que la capacidad de salto (SJ - CMJ), y la Potencia Máxima en cicloergómetro, no mostraban diferencias significativas luego de 8 semanas de reducción del entrenamiento, durante las cuales los sujetos solo realizaron sus entrenamiento de fútbol regulares (Diallo, O., et al. 2001).

Asimismo, la literatura reporta una gran variación en cuanto a tiempo de mantención de los efectos del entrenamiento, ya sean de corto plazo como los reportados por Gibala et al. donde atletas entrenados que incrementaron la fuerza isométrica de los flexores de codo tras diez días de reducción del entrenamiento (7.5% al 6° día, y 6.8% al 10° día del Taper) y mejoraron la fuerza concéntrica a baja velocidad (7.7% al 4° día, y 2.8% al 10° del Taper) por encima de los niveles de base (Gibala, M., MacDougall, D., and Sale, D., 1994). De igual modo 12 jugadores de voleibol de nivel regional de la Liga Italiana, realizaron un protocolo de 4 semanas de electroestimulación (EMS) seguido de 10 días de entrenamientos técnico-tácticos. El SJ mejoro un 2,8 y 6,5% luego del EMS y la reducción del entrenamiento respectivamente; mientras que el CMJ aumento un 3,2 y 5,5% luego de ambos periodos; incluso la altura promedio de 15 segundos de saltos continuos aumento significativamente (3,7 y 5,4% respectivamente) al finalizar el EMS y el periodo de reducción del entrenamiento (Malatesta, D., et al. 2003).

Mejoras del rendimiento luego de períodos de ERLP de mediano plazo también fueron observadas. Jugadores de handball junior quienes como preparación para la Copa del Mundo, llevaron a cabo una reducción del entrenamiento de 2 semanas, durante las cuales se disminuyó la intensidad del entrenamiento, y no se realizaron entrenamiento de pesas ni entrenamientos intervalados cortos, mostraron, al final de la etapa de reducción, un incremento en el salto vertical y la velocidad sprint del 6 y 3,2% respectivamente (Eliakim, A., et al. 2002).

El GE4 mostró una disminución en todas las variables de rendimiento por debajo de los niveles iniciales. Estas perdidas afectaron en primer lugar al salto máximo (MAX) en la 9na semana de reducción del entrenamiento (RED9); luego al SJ, SyA, la POT y 1RM en la RED11; y finalmente al CMJ en la RED13. Esto estaría indicando que aun cuando los entrenamientos regulares continuaron, los mismos no provocaron un estímulo suficiente en el GE4 para mantener, al menos, los niveles basales de rendimiento. Este fenómeno ha sido bien documentado por Gabbett et al. quienes comprobaron que períodos cortos (8 semanas), o largos (6 meses) de entrenamiento de habilidades técnico - tácticas no producen mejoras en la capacidad de salto en jugadores de voleibol. Esto autores midieron variables de habilidad técnica y de rendimiento, en jugadores de voleibol de 15,5 + 0,2 años de edad, que tenían solo 3 meses de experiencia en la práctica de este deporte. Los sujetos participaron de un programa de detección de talentos de 8 semanas de duración, en el que solo se realizaron entrenamientos de destrezas técnico - tácticas. Al final del programa se pudo establecer que la altura del salto vertical y el salto de ataque no mostraban diferencias significativas, con respecto a los valores registrados al inicio del programa (Gabbett, T., et al. 2006). Del mismo modo una temporada de competencias de 6 meses de duración, durante la cual solo se llevaron a cabo entrenamientos técnico-tácticos, no demostró producir mejoras significativas en el salto vertical o el salto de ataque, en jugadores de voleibol de 16,5 + 0,1 años de edad (Gabbett, T., and Georgieff, B., 2005).

La ausencia de pérdidas de rendimiento de similares características en el GE8 podría obedecer a que este grupo fue estudiado solo a lo largo de 11 semanas de reducción del entrenamiento, y se sometió a un programa de saltos del doble de duración (8 semanas).

Desde el punto de vista fisiológico el aumento del rendimiento durante la etapa de reducción del entrenamiento, podría deberse a varios factores, que van desde lo estructural (modificación en la composición y distribución de las fibras musculares) hasta lo hormonal y enzimático.

Un estudio realizado en nadadores universitarios indicó incrementos significativos en el diámetro (11%) y el Área Transversal (24%) de las Fibras IIa del deltoides posterior, luego de 21 días de reducción del entrenamiento. Estos cambios fueron acompañados por un aumento significativo en la velocidad de contracción de las mismas fibras (Trappe, S., Costill, D., and Thomas, R., 2000).

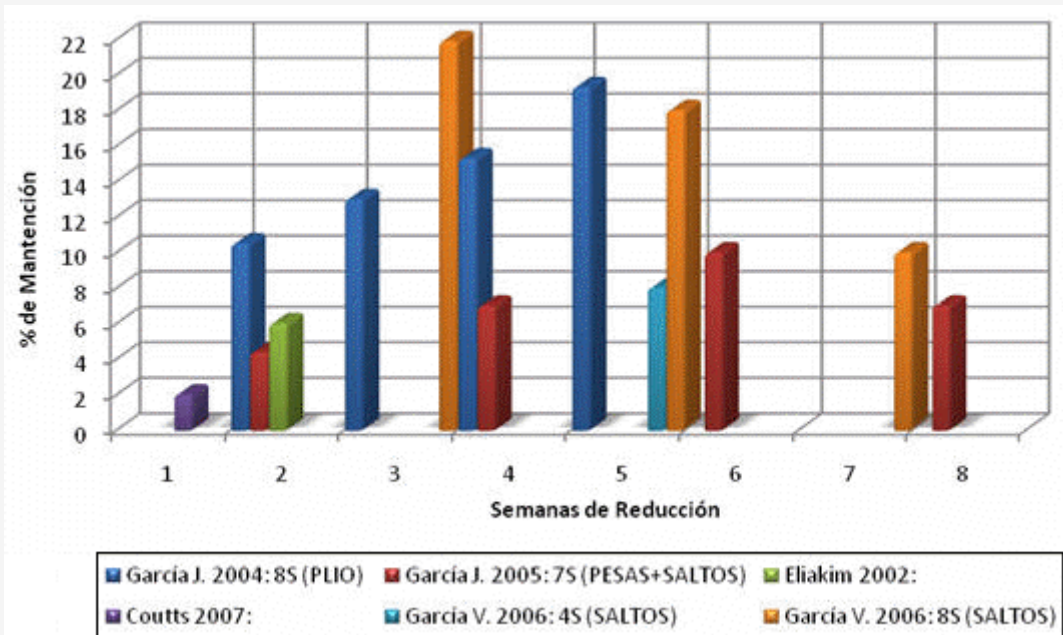
Los aumentos en la concentración de la Testosterona y la Hormona de Crecimiento (GH) durante la etapa de reducción del entrenamiento, son variables contempladas en numerosos trabajos, debido a que estas son las hormonas anabólicas por excelencia. Sin embargo, no parece haber un acuerdo en cuanto al comportamiento de la testosterona durante periodos de reducción del entrenamiento que van de los 6 a los 28 días, en distintos deportistas (ciclistas, nadadores, remeros, levantadores de pesas, y corredores), ya que de 12 estudios revisados por Mujika et al. 5 de ellos reportaron aumentos y 6 no reportaron cambios en la concentración de testosterona sérica (Mujika, I., Padilla, S., and Busso, T., 2004). Asimismo, han sido reportados incrementos en los niveles de Hormona de Crecimiento (GH) luego de 14 días de desentrenamiento en atletas entrenados en fuerza (Mujika, I., and Padilla, S., 2000). De igual manera, el Factor Insulínico de Crecimiento (IGF-1), otra hormona anabólica que juega un importante papel en el crecimiento somático, el metabolismo, y la proliferación celular, ha mostrado incrementarse un 76% luego de 4 meses de entrenamiento intensivo en nadadores colegiales, los cuales luego de 4 semanas de reducción del entrenamiento todavía mostraban estos valores elevados (Mujika, I., Padilla, S., and Busso, T., 2004). En tal sentido, en un estudio citado anteriormente, se pudo comprobar que jugadores de handball evidenciaron un incremento del 7,7% en el IGF-1, luego de 2 semanas de reducción del entrenamiento (Eliakim, A., et al. 2002). Por otra parte, las evidencias en cuanto al comportamiento de una hormona catabólica como el Cortisol no son concluyentes, ya que sobre 12 estudios revisados por Mujika y cols. Solo dos de ellos mostraron disminuciones significativas, mientras que 8 no reportaron cambios, y 2 reportaron aumentos (Mujika, I., Padilla, S., and Busso, T., 2004). Sin embargo, la actividad de enzimas relacionadas a los procesos catabólicos parece mostrar una clara tendencia a disminuir durante las etapas de reducción del entrenamiento. La Creatin Kinasa (CK), ha sido propuesta como un índice de estrés fisiológico inducido por el entrenamiento, y eleva su concentración sanguínea luego de ejercicios extenuantes o excéntricos, probablemente debido a una alteración en la permeabilidad de la membrana celular. Factores que influyen en el grado de liberación de la CK al torrente sanguíneo incluyen la duración, intensidad y forma del ejercicio, como así también el nivel de rendimiento físico individual. En una revisión, en la cual se analizaron los datos de 11 estudios realizados en nadadores y corredores, se encontró que 8 de estos trabajos reportaban disminuciones de la CK durante etapas de reducción del entrenamiento que iban de los 6 a los 28 días de duración (Mujika, I., Padilla, S., and Busso, T., 2004).

Asimismo, factores referidos a la calidad de sueño han sido relacionados con los períodos de reducción del entrenamiento, debido a que durante el mismo, se originan mecanismos energéticos de conservación y restauración, luego de procesos catabólicos que tienen lugar a lo largo del día (Taylor, S., Rogers, R., and Driver, H., 1996). En este aspecto, se han estudiado las dos principales categorías del sueño: Movimientos Rápidos del Ojo durante el sueño (REM) y las Ondas Lentas del Sueño (SWS), que representan pequeñas interrupciones del sueño, y la etapa más importante de restauración, respectivamente. Se pudo comprobar que las SWS en nadadoras de elite durante el período de mayor carga de entrenamiento representaba el 31% del tiempo total del sueño, mientras que durante la fase de reducción del entrenamiento solo representó 16%, indicando así, que el tiempo de restauración disminuía con la reducción de las demandas físicas. Asimismo el número de REM disminuyó un 37% durante la fase de reducción del entrenamiento, demostrando menos interrupciones del sueño comparada con los períodos de alta intensidad del entrenamiento (Taylor, S., Rogers, R., and Driver, H., 1996). De igual modo, se han comprobado mejoras en la calidad de sueño de nadadores luego de 2 semanas de reducción del entrenamiento previas a los campeonatos nacionales australianos (Mujika, I., Padilla, S., and Busso, T., 2004).

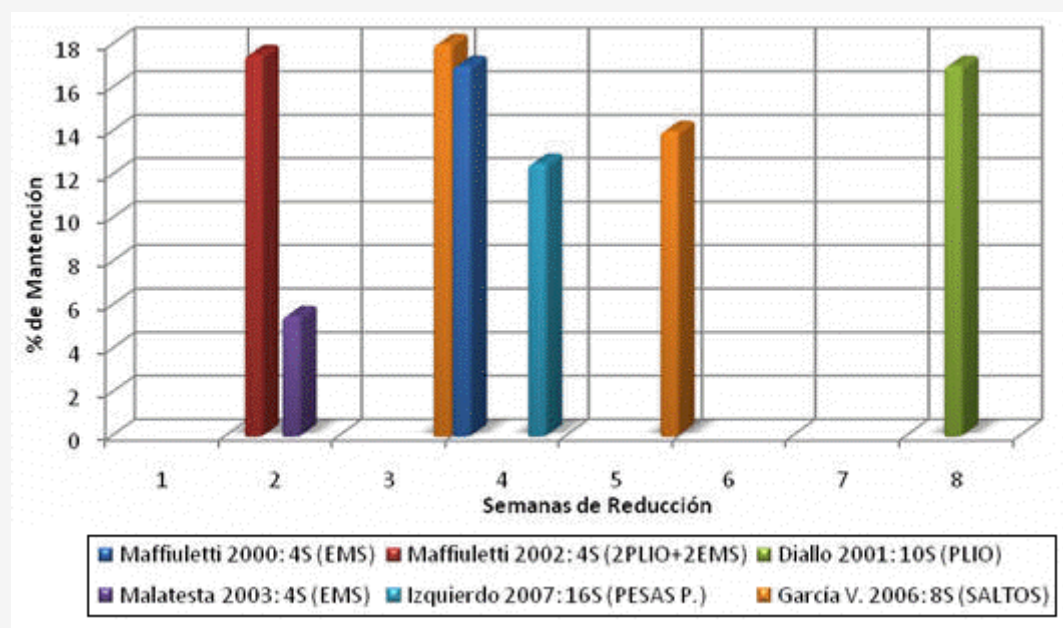
VARIABLES DEL ASPECTO PSICOLÓGICO TAMBIÉN HAN SIDO DOCUMENTADAS DURANTE LA REDUCCIÓN DEL ENTRENAMIENTO. EN TAL SENTIDO MUJIKA Y COLS. REALIZARON UNA REVISIÓN DE 18 TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN SOBRE PERÍODOS DE REDUCCIÓN DEL ENTRENAMIENTO DE 7 A 28 DÍAS DE DURACIÓN, EN DIVERSOS DEPORTES (CICLISMO, NATACIÓN, REMO, TRIATLÓN, HANDBALL, ETC.). LA GRAN MAYORÍA DE LOS ESTUDIOS REPORTARON MEJORAS EN EL ESTADO DE ÁNIMO DE LOS SUJETOS, Y DISMINUCIONES EN LOS ÍNDICES DE ESFUERZO PERCIBIDO (MUJIKA, I., PADILLA, S., AND BUSO, T., 2004).

Parece ser entonces, que durante la fase de reducción del entrenamiento, los procesos anabólicos se ven favorecidos debido a un incremento de la Testosterona, la GH, y el IGF-1, simultáneamente el cuerpo experimentaría también una disminución de los procesos catabólicos, como lo indica el descenso en los niveles de Cortisol y CK. Esta predisposición fisiológica a los procesos anabólicos sumada a modificaciones en la composición fibrilar, dada por aumentos en la proporción de cadenas de miosina pesada de las fibras IIa, y aumentos tanto en el diámetro como en el área transversal de dichas fibras, en conjunción con una mayor calidad de sueño, y la presencia de aspectos psicológicos favorables, tales como mejoras en el estado de ánimo, y disminución de los índices de esfuerzo percibido, podrían explicar el aumento de rendimiento que se observa durante la etapa de reducción del entrenamiento.





**Figura 4.** comparación del ERLP en el Test de Saltar y Alcanzar de distintos trabajos de investigación. En el eje X se encuentran la cantidad de semanas de Reducción del Entrenamiento. Las referencias indican nombre de Autor, año de publicación, a continuación la duración del programa de entrenamiento en semanas y finalmente, entre paréntesis, el tipo de entrenamiento empleado. Los valores de la tabla están expresados en porcentaje respecto a los test iniciales.



**Figura 5.** comparación del ERLP en el Test de Salto con Contra Movimiento (CMJ).

## CONCLUSION

En conclusión, un programa de entrenamiento de fuerza (saltos) de cuatro y ocho semanas aplicado a jugadores amateur voleibol de primera división, genera diferencias significativas en el Efecto Retardado, ya que el mismo solo se manifiesta

luego de aplicar el programa de entrenamiento de saltos de 8 semanas de duración. Asimismo se produce un ERLP de mayor duración en las variables relacionadas a la potencia, como los son el Counter Move Jump (CMJ), el test de Saltar y Alcanzar (SyA), la Potencia (POT), y la Altura de Salto Máximo (MAX).

Finalmente, las ganancias de potencia luego de un programa de entrenamiento de saltos de 4 y 8 semanas de duración aplicado a jugadores de voleibol amateur, pueden ser mantenidas hasta por 5 y 7 semanas de reducción del entrenamiento respectivamente.

### Aplicaciones Prácticas

La información precisa sobre cuando, como y cuanto disminuye el rendimiento del salto vertical en jugadores de voleibol luego de la aplicación de una fase de entrenamiento y reducción del entrenamiento, es de gran utilidad para todos los entrenadores y preparadores físicos, quienes en función de esos datos pueden destinar más tiempo a la práctica de variables técnico-tácticas, las cuales son fundamentales en este deporte de conjunto.

### Futuras Líneas de Investigaciones

No caben dudas de que el complemento ideal del programa de entrenamiento de saltos es un entrenamiento de fuerza con sobrecarga, el cual podría ser aplicado en una etapa previa a la fase de entrenamiento en la cual se empleen los saltos, procurando potenciar los efectos de estos últimos sobre el rendimiento de los sujetos. También sería de gran utilidad la cuantificación de variables fisiológicas (Hormona de Crecimiento, Creatinina, etc.), las cuales permitirían evaluar la evolución orgánica de los sujetos durante la fase de reducción del entrenamiento.

### Agradecimientos

Un profundo agradecimiento al Dr. Iñigo Mujika (Departamento de Investigación y Desarrollo, Club Athletic de Bilbao, País Vasco, España), por su valioso y desinteresado aporte.

## REFERENCIAS

1. Bobbert M., Huijing P., and Jan Van Ingen Schenau G. Drop Jumping I (1987). The Influence of Jumping technique on the biomechanics of jumping. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 19 (4), 332-338
2. Bobbert M., Huijing P., and Jan Van Ingen Schenau G. Drop (1987). Jumping II. The Influence of dropping height on the biomechanics of jumping. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 19 (4), 339-346
3. Bobbert M (1990). Review Article: Drop Jumping as a Training Method for Jumping Ability. *Journal of Sport Medicine*. 9(1):7-22
4. Bobbert M., and Van Soest A (1994). Effects of muscle strengthening on vertical jump height: a simulation study. *Med. Sci. Sports Exerc.* 26 (8), 1012-1020
5. Bobbert M., Gerritsen K., Litjens M., and Van Soest A (1996). Why is countermovement jump height greater than squat jump height?. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 28 (11), 1402-1412
6. Bosco C (1995). La valoración de la fuerza con el Test de Bosco. *Editorial Paidotribo*
7. Chamari K., Ahmaidi S., Blum J., Hue O., Temfemo A. Hertogh C., Mercier B., Prefaut C., and Mercier J (2001). Venous blood lactate increase after vertical jumping in volleyball athletes. *Eur Appl Physiol*. 85: 191-194
8. Chimera N., Swanik K., Buz Swanik C., Straub S (2004). Effects of Plyometric Training on Muscle-Activation Strategies and Performance in Female Athletes. *J. of Athletic Training*. 39 (1), 24-31
9. Colliander E., Tesch P (1992). Effects of detraining following short term resistance training on eccentric and concentric muscle strength. *Acta Physiol Scand*. 144, 23-29
10. Cometi G (1998). La Pliometría. *Editorial Inde. España*
11. Cometti G (2002). Los Métodos Modernos de Musculación. *Editorial Paidotribo. España*
12. Coutts A., Reaburn P., Piva T., Rowsell G (2007). Monitoring for overreaching in rugby league players. *Eur J Appl Physiol*. 99, 313-324
13. Deschenes M., and Kraemer W (2002). Literature Review: Performance and Physiologic Adaptations to Resistance Training. *American J of Physical Medicine & Rehabilitation*. 81 (Suppl), S3-S16
14. Diallo O., Dore E., Duche P., & Van Praagh E (2001). Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*. 41(3), 342-8
15. Driss T. Vandewalle H. & Monod H (1998). Maximal power and force-velocity relationships during cycling and cranking exercises in volleyball players. Correlation with the vertical jump test. *The Journal of Sport Medicine and Physical Fitness*. 38 (4), 286-293
16. Eliakim A. Nemet D., Bar-Sela S (2002). Changes in circulating IGF-I and their correlation with self-assessment and fitness among elite athletes. *Int J Sports Med*. 23, 600-603
17. Forthomme B., Croisier J., Ciccarone G., Crielaard Jm and Cloes M (2005). Factors Correlated With Volleyball Spike Velocity. *Am.*

18. Gabbett T., Georgieff B (2005). Physiological characteristics of elite junior volleyball players over a competitive season. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 13: 2-7
19. Gabbett T., Georgieff B., Anderson S., Cotton B., Savovic D., and Nicholson L (2006). Changes in Skill and Physical Fitness Following Training in Talent-Identified Volleyball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 20(1), 29-35
20. Gibala M., Macdougall D., and Sale D (1994). The Effects of Tapering on Strength Performance in Trained Athletes. *Int. Journal Sport Medicine.* 15 (8), 492-497
21. Hakkinen, K (1993). Changes in physical fitness profile in female volleyball players during the competitive season. *J. of Sport Med. and Physical Fitness.* 33, 19-23
22. Hertogh C., Chamari K., Damiani M., Martin R., Hachana Y., Blanc S., and Hue O (2005). Effects of adding a preceding run-up on performance, blood lactate concentration and heart rate during maximal intermittent vertical jumping. *Journal of Sports Sciences.* 23(9): 937 - 942
23. Holcomb W., Lander J., Rutland R. and Wilson D (1996). The Effectiveness of a Modified Plyometrics Program on Power and Vertical Jump. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 10(2), 89-92
24. Housh T., Housh D., Weir P., and Weir L (1996). Effects of Eccentric-Only Resistance Training and Detraining. *Int. Journal of Sport Medicine.* 17 (2), 144-148
25. Lanconi P., Melis F., Crisafulli A., Sollai R., Lai C., Concu A (1998). Field Tests for Mechanical Efficiency Evaluation in Matching Volleyball Players. *Int. J. Sports Med.* 19, 52-55
26. Lephart M., Abt J (2005). Neuromuscular and biomechanical characteristic changes in high school athletes: a plyometric versus basic resistance program. *British Journal of Sports Medicine.* 39, 932-938
27. Luebbbers P., Potteiger J., Hulver M (2003). Effects of Plyometric Training and Recovery on Vertical Jumping and Anaerobic Power. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 17 (4), 704-709
28. Maffiuletti N., Cometti G (2000). The Effects of Electrostimulation Training and Basketball Practice on Muscle Strength and Jumping Ability. *Int. J Sport Medicine.* 21, 437-443
29. Maffiuletti N., Dugnani S (2002). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Medicine & Science in Sports & Exercise®.* 34 (10), 1638-1644
30. Malatesta D., Cattaneo F., Dugnani S., and Maffiuletti N (2003). Effects of Electromyostimulation Training and Volleyball Practice on Jumping Ability. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 17(3), 573-579
31. Matveev L (1995). El Proceso del Entrenamiento Deportivo. *Editorial Stadium*
32. Matveev L.P (2001). Teoría General del Entrenamiento Deportivo. *Editorial Paidotribo*
33. Mujika I., Padilla S., Pyne D., and Busso T (2004). Review Article: Physiological Changes Associated with the Pre-Event Taper in Athletes. *Sports Med.* 34 (13), 891-927
34. Newton R., Kraemer W., and Hakkinen K (1999). Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Medicine & Science in Sports & Exercise®.* 31 (2), 323-330
35. Newton R., Rogers R., Volek F., Hakkinen K., and Kraemer W (2006). Four Weeks of Optimal Load Ballistic Resistance Training at the end of Season Attenuates Declining Jump Performance of Women Volleyball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 20(4), 955-961
36. Rodacki A., Fowler N., and Bennett S (2000). Multi-segment coordination: fatigue effects. *Medicine & Science in Sports & Exercise®.* 33 (7), 1157-1167
37. Rodacki A., Fowler N., and Bennett S (2002). Vertical jump coordination: fatigue effects. *Medicine & Science in Sports & Exercise®.* 34 (1), 105-116
38. Sayers S., Harackiewicz D., Harman E., Frykman P. and Rosenstein M (1998). Cross-validation of three jump power equations. *Medicine & Science in Sports & Exercise®.* 31 (4), 572-577
39. Schmidtbleicher D (2000). Ciclo Estiramiento-Acortamiento del Sistema Neuromuscular: Desde la Investigación hasta la Práctica del Entrenamiento. *Proceedings 2000. Byosistem*
40. Siegel Sidney (1990). Estadística No Paramétrica. *Editorial Trillas*
41. Stiff M., Verkhoshansky Y (2000). Superentrenamiento. *Editorial Paidotribo*
42. Taylor S., Rogers G., and Driver H (1996). Effects of training volume on sleep, psychological, and selected physiological profiles of elite female swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise®.* 29 (5), 688-693
43. Trappe S., Costill D., Thomas R (2000). Effect of swim Taper on whole muscle and single muscle fiber contractile properties. *Medicine & Science in Sports & Exercise®.* 32 (12), 48-56
44. Verjoshansky I. V (1990). Entrenamiento Deportivo: Planificación y Programación. *Ediciones Martínez Roca S.A*
45. Verkhoshansky Y (2001). Todo sobre el método pliométrico. *Editorial Paidotribo*
46. Verkhoshansky Y (2002). Teoría y Metodología del Entrenamiento Deportivo. *Editorial Paidotribo*