

Terraza-Rebollo, M.; Baiget, E.; Corbi, F. y Planas Anzano, A. (2017). Efectos del entrenamiento de fuerza en la velocidad de golpeo en tenistas jóvenes / Effects of Strength Training on Hitting Speed in Young Tennis Players. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol 17 (66) pp. 349-366.
[Http://cdeporte.rediris.es/revista/revista66/artevaluacion804.htm](http://cdeporte.rediris.es/revista/revista66/artevaluacion804.htm)
DOI: <https://doi.org/10.15366/rimcafd2017.66.009>

ORIGINAL

EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN LA VELOCIDAD DE GOLPEO EN TENISTAS JÓVENES

EFFECTS OF STRENGTH TRAINING ON HITTING SPEED IN YOUNG TENNIS PLAYERS

Terraza-Rebollo, M.¹; Baiget, E.²; Corbi, F.³ y Planas Anzano, A.⁴

¹ Preparador físico escuela de competición tenis, C.N. Lleida. Lleida (España)
manuelterrazarebollo@gmail.com

² Profesor Titular. Sport Performance Analysis Research Group (SPARG), Universidad de Vic, (España) ernest.baiget@uvic.cat

³ Profesor Titular. Departamento de Salud y Gestión. Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Centro de Lleida. Universidad de Lleida. Lleida (España) fcorbi@inefc.es

⁴ Profesor Titular. Departamento de Salud y Gestión. Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, Centro de Lleida. Universidad de Lleida. Lleida (España) tplanas@inefc.es

Código UNESCO / UNESCO code: 5899 Educación Física y Deportes / Physical Education and Sport

Clasificación Consejo de Europa / European Council Clasification: 17. Rendimiento Deportivo/Sports Performance

Recibido 30 de mayo de 2014 **Received** May 30, 2014

Aceptado 15 de septiembre de 2015 **Accepted** September 15, 2015

RESUMEN

La velocidad de golpeo es uno de los factores fundamentales para el rendimiento en tenis competitivo. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de dos métodos de entrenamiento de fuerza sobre la velocidad de golpeo en tenis. 20 jugadores de nivel regional (promedio \pm SD: edad 15.5 ± 0.9 años; peso 61.4 ± 7.6 Kg; talla 170.3 ± 9.4 cm) fueron asignados aleatoriamente en tres grupos. Durante 8 semanas a 3 días·sem⁻¹, un grupo realizó un entrenamiento adicional con sobrecargas (SC), un segundo grupo entrenamiento adicional mediante lanzamientos con balón medicinal y banda elástica (L) y un tercer grupo (C, control) únicamente realizó el entrenamiento técnico-táctico. Todos los grupos mejoraron los niveles de fuerza, excepto el grupo control. El grupo SC obtuvo mayores incrementos en la velocidad de servicio. El grupo L mejoró la velocidad de lanzamiento de balón medicinal aunque no hubo transferencia en la velocidad de golpeo.

PALABRAS CLAVE: entrenamiento fuerza, tenis, velocidad de golpeo.

ABSTRACT

Nowadays, hitting speed is an important component of tennis performance. The purpose of this study was to determine the effect of two different strength training methods on hitting speed. 20 tennis players were (mean \pm SD: age 15.5 ± 0.9 years; weight 61.4 ± 7.6 kg; height 170.3 ± 9.4 cm) randomly divided into 3 groups. During 8 weeks with a frequency of 3 days per week, the first group (SC) performed one additional training with overloads, the second group (L) completed an additional training with medicine ball and elastic band; and the third group (C, control), only completed the technical-tactical training. Each group increased their strength, except the control group. SC group had the best improvement in serve speed. L group increased the strength levels although there was no transfer from the improved strength to the hitting speed.

KEY WORDS: tennis, hitting speed, strength training, resistance training.

INTRODUCCIÓN

El tenis competitivo requiere de una buena condición física, un gran nivel de habilidades motrices y un componente táctico y estratégico muy elevado, siendo un deporte de rendimiento multifactorial (Fernández et al., 2006, Unierzyski, 2006; Baiget, 2008; Fernández et al., 2012; Fernández et al., 2013). Durante los últimos años, los requerimientos en este deporte han cambiado notablemente: las distancias cubiertas en los desplazamientos, los elevados niveles de fuerza producida y los cambios en la mecánica de los golpes han convertido al tenis en un deporte sumamente exigente, desde un punto de vista condicional (Kovacs, 2010). Todo ello sugiere, que se ha producido una importante evolución desde un deporte en el que las habilidades puramente técnico-tácticas eran las máximas responsables del rendimiento, hasta un nuevo contexto en el que las capacidades físicas adquieren un gran protagonismo (Fernández et al., 2012). Estos cambios han influido en las demandas físicas y fisiológicas de los partidos de tenis, provocando un mayor énfasis en la potencia y velocidad de juego (Sarabia et al., 2010). Paralelamente a este hecho, existe una mayor preocupación en intentar mejorar estas capacidades mediante el entrenamiento. Aunque en algunos casos, los medios y métodos utilizados han presentado poco rigor científico, debido a que éstos se han basado mayoritariamente en la intuición y experiencia de los entrenadores y no en la aplicación del método científico (Fernández et al., 2006).

Por otro lado, el desarrollo de la fuerza juega un papel importante en el entrenamiento del tenis y tiene como principales objetivos la optimización de los golpes y de los desplazamientos así como la prevención de lesiones (Kovacs, 2006; Ortiz, 2004). Actualmente, la velocidad de golpeo es un factor determinante para el rendimiento en el tenis moderno (Signorile et al., 2005; Baiget, 2011). Con el fin de incrementarla, los entrenamientos de fuerza deberán ir encaminados a mantener y/o mejorar los valores óptimos de fuerza útil o

aplicada (Baiget, 2011), mejorando la potencia que se manifiesta en el gesto competitivo (Badillo y Serna, 2002). Para ello, es de vital importancia utilizar métodos de entrenamiento que se adecuen a las necesidades específicas de cada deporte y disponer de herramientas de control que nos permitan monitorizar su evolución (Van den Tillaar y Ettema, 2004).

Diversos estudios han demostrado que el entrenamiento de la fuerza explosiva a través del entrenamiento del CEA (ciclo estiramiento-acortamiento) permite mejorar la velocidad de golpeo en deportes como el tenis (Treiber et al., 1998; Fernández et al., 2013; Genevois et al., 2013) o el béisbol (Escamilla et al., 2012). En este sentido, diversos autores recomiendan realizar lanzamientos rotacionales de balón medicinal para estimular la velocidad de golpeo en tenis (Roetert y Ellenbecker, 2008; Roetert et al., 2009; Earp y Kraemer, 2010; Baiget, 2011) o la utilización de sobrecargas (Kraemer et al., 2000; Kraemer et al., 2003). Los objetivos del presente estudio son observar la efectividad del entrenamiento mediante balón medicinal y sobrecargas sobre la velocidad de golpeo de servicio, derecha y revés y analizar las relaciones existentes entre la velocidad máxima de lanzamiento de balón medicinal y la velocidad de golpeo en jugadores de tenis cadetes y juveniles.

MATERIAL y MÉTODO

Participantes

20 tenistas de competición (15 chicos y 5 chicas), de categoría cadete y junior participaron en este estudio (promedio \pm SD: edad $15,5 \pm 0,9$ años; peso $61,4 \pm 7,6$ Kg; talla $170,3 \pm 9,4$ cm). Las características generales de los sujetos se muestran en la Tabla 1. Ninguno de los sujetos participantes experimentó modificaciones significativas en sus características antropométricas durante la realización del estudio. Los criterios de inclusión en este estudio fueron: Poseer una experiencia previa en el entrenamiento en tenis superior a 4 años, no practicar ningún otro deporte de competición, no haber participado en ningún entrenamiento específico de la fuerza y durante los últimos seis meses no haber padecido ninguna lesión. Todos los sujetos participaron de manera voluntaria en el estudio y fueron previamente informados de los objetivos, métodos y riesgos derivados de su participación. Ninguno de los sujetos participantes en este estudio recibió recompensa económica o en especie por su participación. Todos los participantes, o sus tutores legales en el caso de ser menores de edad, firmaron un documento de consentimiento informado. Este estudio se diseñó teniendo en cuenta los principios de la Declaración de Helsinki de 1975, revisada en el 2008 y su protocolo fue aprobado por el comité de ética local.

Tabla 1: Características generales de los grupos (promedio \pm DE). SC: grupo experimental trabajo con sobrecargas; L: grupo experimental trabajo de lanzamientos de balón medicinal y goma elástica; CON: grupo control. *No hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) en las comparaciones de altura, masa y edad entre los grupos control y experimentales.

	n	Edad (años)	Peso (Kg)	Talla (cm)
SC	7	14,9 \pm 0,7	62,5 \pm 10,1	170,8 \pm 13,3
L	7	16,0 \pm 0,8	58,4 \pm 3,8	167,5 \pm 5,9
CON	6	15,4 \pm 0,9	63,6 \pm 7,9	173,1 \pm 7,8

Instrumentación

Para la realización de las valoraciones se utilizó un radar (Stalker Pro, EUA) que fue calibrado siguiendo las indicaciones del fabricante, antes del registro de cada uno de los sujetos participantes en el estudio. Este instrumento fue validado previamente por Sedano et al. (2009) y utiliza un sistema de microondas de banda Ka, con 20 miliwatts de potencia y con dos bocinas polarizadas destinadas a la transmisión y recepción conjunta de las señales. Este tipo de banda opera a una frecuencia de 34,7 GHz, lo que le hace menos vulnerable a la presencia de ruidos electromagnéticos. Para evitar el error provocado por el efecto coseno, el radar fue colocado en la misma línea de desplazamiento de la pelota y fueron eliminados aquellos golpes que no cumplieren este criterio. Sólo fueron consideradas las velocidades de golpeo máximas, utilizando el criterio propuesto por Fernández et al. (2013). Este mismo instrumento ha sido utilizado en tenis para valorar la velocidad de servicio (Blackwell & Knudson, 2002; Girard et al., 2005) y de los golpes de derecha y de revés (Signorelli et al., 2005; Corbi, 2008). Para los test de golpeo, se utilizaron pelotas homologadas por la Federación Internacional de Tenis (Babolat Gold). Con el fin de garantizar que no existiese variabilidad en el nivel de presión de las pelotas, en cada una de las sesiones de valoración se utilizaron pelotas nuevas. Para los test de lanzamiento, se utilizó una pelota medicinal Salter de 2 kg.

Protocolo

Todos los sujetos participantes en el estudio fueron asignados de manera aleatoria estratificada a tres grupos de entrenamiento: grupo experimental 1 (SC), grupo experimental 2 (L) y grupo control (CON). La inclusión de un grupo control se justificó ante la necesidad de poder controlar la influencia del entrenamiento técnico-táctico realizado en la pista de tenis durante la duración del estudio, y como forma de controlar la aparición de una posible mejora, fruto de la maduración natural de los sujetos.

No se constataron diferencias significativas entre grupos una vez organizados. Durante un periodo de 8 semanas, los tres grupos realizaron el mismo entrenamiento técnico-táctico. El grupo SC realizó un entrenamiento adicional con sobrecargas en el gimnasio, el grupo L realizó un entrenamiento adicional mediante lanzamiento de balón medicinal y entrenamiento con banda elástica y el grupo CON realizó únicamente el entrenamiento regular de tenis. El entrenamiento tuvo una duración de 8 semanas, a razón de 3 sesiones por

semana. Los dos grupos experimentales realizaron 2 horas de entrenamiento técnico-táctico en pista y una hora de preparación física adicional, el grupo CON únicamente realizó las dos horas de entrenamiento técnico-táctico. Durante las sesiones adicionales de preparación física de los grupos experimentales se realizaron los entrenamientos de fuerza orientados a mejorar la velocidad de golpeo. El entrenamiento consistió en un calentamiento de 15 min donde se incluyó carrera continua, estiramientos dinámicos y posteriormente, los ejercicios específicos pertinentes con una duración total de 45 min (Ayala et al., 2012). Durante la fase de intervención, los jugadores no introdujeron ninguna modificación técnica en sus golpes, ni cambiaron de raqueta o de tensión de cordaje. Todos los sujetos asistieron a un mínimo del 80% de las sesiones de entrenamiento programadas.

La semana anterior al inicio de la intervención, se convocó a todos los participantes en el estudio a una sesión informativa en la que todos los sujetos entregaron el documento de consentimiento informado, se les explicó el protocolo de estudio y fueron instruidos en la técnica correcta de realización de cada ejercicio. El grupo SC realizó los ejercicios con un carácter del esfuerzo entre 6 (12) y 10 (14), dependiendo del ejercicio (González Badillo & Gorostiaga, 1995; González-Badillo & Ribas, 2003; González Badillo, 2008). La velocidad de ejecución fue máxima (intencionalidad máxima) en los dos métodos de entrenamiento, ya que la mayor transferencia parece que se produce cuando la velocidad de ejecución es elevada y ésta permite equiparar los niveles de potencia desarrollada entre sujetos (González Badillo y Gorostiaga, 2011). En el trabajo de fuerza en gimnasio, se prescribieron 3 series por ejercicio siguiendo las directrices propuestas por Rhea et al. (2004). Los protocolos de entrenamiento utilizados en los diferentes grupos de este estudio pueden ser consultados a continuación en las tablas 2 y 3.

Tabla 2: Ejercicios utilizados en el método de sobrecargas (SC) y [carácter del esfuerzo]. Se realizaron 3 series de cada ejercicio con 1 minuto de recuperación entre ejercicios y 3 minutos entre series.

DÍA 1	DÍA 2	DIA 3
Press banca horizontal en barra [8(12)]	Dominadas agarre medio y supino [6(12)]	Aperturas con mancuerna en banco inclinado (30°) [8(12)]
Curl de tronco en el suelo 50	Curl de tronco en el suelo 50	Curl de tronco en el suelo 50
Press de piernas en prensa inclinada [8(12)]	½ sentadilla [8(12)]	Press de piernas en prensa inclinada [8(12)]
Derecha/revés barra [6(12)]	Arrancada mancuerna [6(12)]	Tirar barra [6(12)]
Extensión tronco banco 20 kg	Extensión tronco en banco 20 kg	Extensión tronco en banco 20 kg
Rotación externa del hombro con mancuerna tumbado [10(14)]	Rotación externa del hombro con mancuerna tumbado [10(14)]	Rotación externa del hombro con mancuerna tumbado [10(14)]
Remo a la cintura con mancuerna a una mano [8(12)]	Pull-over con mancuerna [8(12)]	Remo a la cintura con mancuerna a una mano [8(12)]
Rotación interna en polea alta de pie [10(14)]	Rotación interna en polea alta de pie [10(14)]	Rotación interna en polea alta de pie [10(14)]
Tirar barra [6(12)]	Derecha/revés barra [6(12)]	Arrancada mancuerna [6(12)]

Tabla 3: Ejercicios utilizados en el método de lanzamientos con pelota medicinal y tubo elástico (LT). Se realizaron 3 series de 6 repeticiones por cada ejercicio. Peso del balón medicinal: 2 kg.

PELOTA MEDICINAL	TUBO ELÁSTICO
Lanzamiento lateral de derecha y de revés	Rotación de tronco a dos manos
Lanzamiento de pecho	Jalón de tronco cruzado a 1 mano
Lanzamiento frontal por encima de la cabeza a dos manos y frontal	
Lanzamiento por encima de la cabeza a dos manos posterior	
Lanzamiento frontal por encima de la cabeza a 1 mano	
Lanzamiento contra el suelo a ambos lados	

Imagen 1: A: Posición inicial lanzamiento lateral (derecha-revés). B: Posición final lanzamiento lateral (derecha-revés). C: Posición inicial lanzamiento de pecho. D: Posición final lanzamiento de pecho.

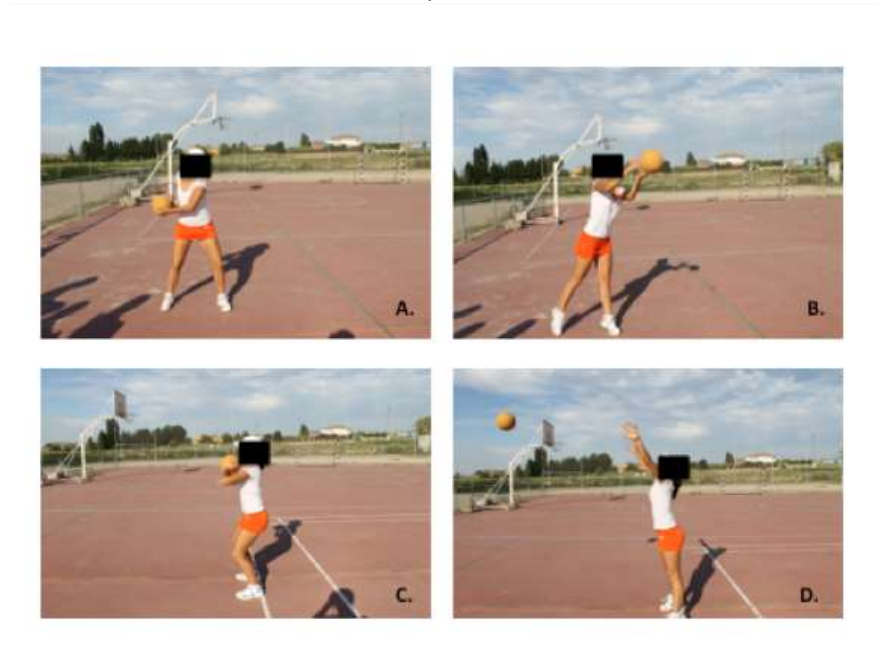


Imagen 2: A: Posición inicial lanzamiento por encima de la cabeza a dos manos. B: Posición final lanzamiento por encima de la cabeza a dos manos. C: Posición inicial lanzamiento de espaldas por encima de la cabeza a dos manos. D: Posición final lanzamiento de espaldas por encima de la cabeza a dos manos.

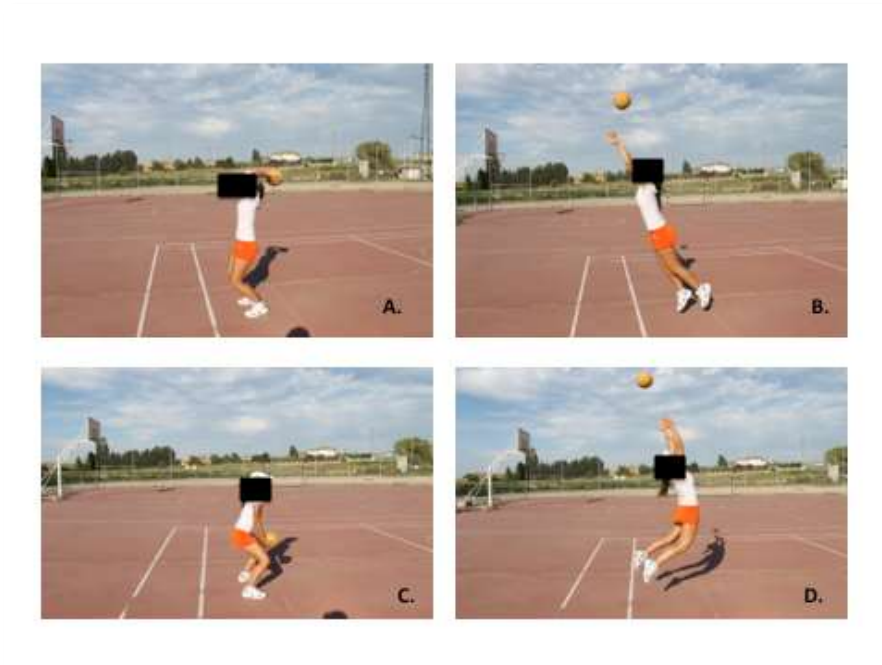


Imagen 3: A: Posición inicial lanzamiento por encima de la cabeza a una mano. B: Posición final lanzamiento por encima de la cabeza a una mano. C: Posición inicial lanzamiento contra el suelo a dos manos. D: Posición final lanzamiento contra el suelo a dos manos.

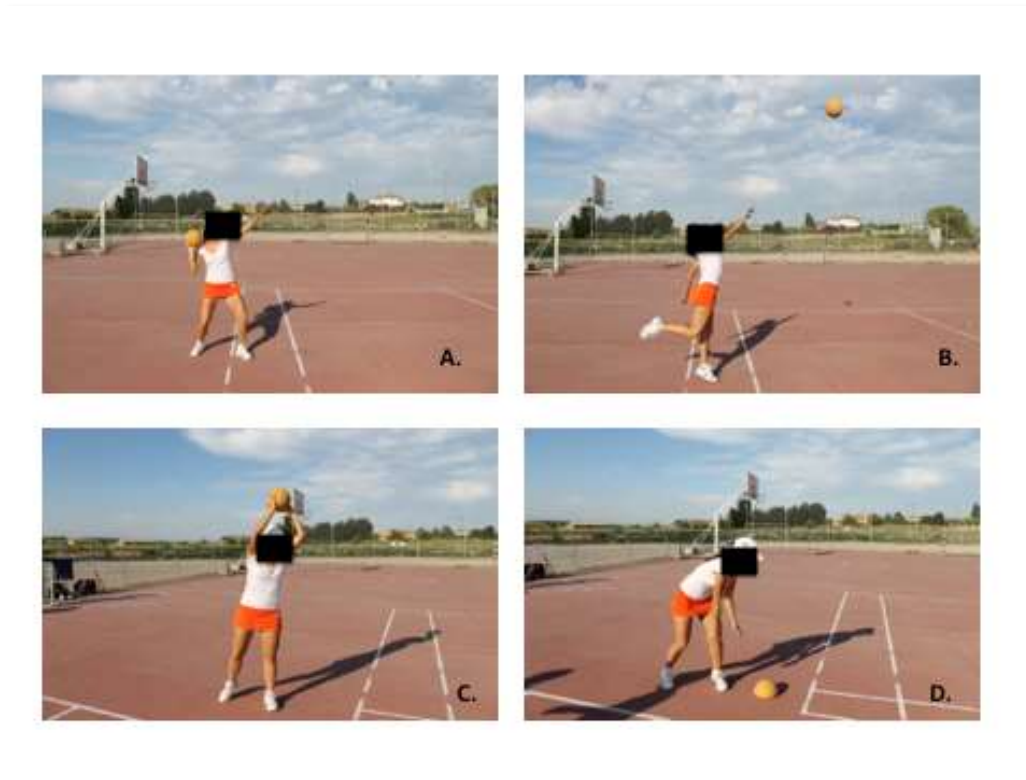


Imagen 4: A: Posición inicial de rotación de tronco con tubo. B: Posición final de rotación de tronco con tubo. C: Posición inicial jalón cruzado a una mano. D: Posición final de jalón cruzado a una mano.



Para la valoración de la velocidad de golpeo y lanzamiento se realizaron tres mediciones: pre-test (dos días antes de la intervención), inter-test (a las 4 semanas de intervención) y post-test (cinco días después de la intervención).

El test consistió en la valoración de la velocidad de golpeo de 12 servicios planos por sujeto (6 por cada hemisferio de la pista), 12 golpes de revés y 12 derechas (6 paralelas y 6 cruzadas) y 3 lanzamientos de balón medicinal de 2 Kg por encima de la cabeza a dos manos y 3 lanzamientos a una mano. En todo momento se animó a los participantes a realizar los golpes y los lanzamientos a la máxima intensidad posible. Sólo fueron considerados como válidos, los golpes que fueron dirigidos dentro del terreno de juego y en la trayectoria designada. Entre golpes, se recuperó 20 segundos y entre test 3 minutos. Durante las sesiones de entrenamiento no se realizó ningún tipo de esfuerzo máximo 48 horas previas a la realización de los test. No se ingirieron alimentos ricos en carbohidratos 2 horas antes de la realización de los test.

Análisis estadístico

Se ha presentado la media y la desviación estándar como estadísticos descriptivos. Para determinar las diferencias entre grupos de peso, talla y edad se ha aplicado ANOVA de un factor (ONEWAY) después de comprobar el ajuste a la normalidad de las variables mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

Con el objetivo de comparar los diferentes tipos de entrenamiento, se ha realizado un análisis de la variancia de medidas repetidas de tres grupos (inter-sujeto: entrenamiento sobrecargas -SC-, entrenamiento lanzamiento y goma elástica -L-, control -CON-) por tres momentos (intra-sujeto: pre-test, inter-test y post-test). Cuando el ANOVA ha determinado la existencia de diferencias significativas, se han calculado los contrastes el post hoc con el método de Bonferroni. El nivel de significación se ha establecido en $p < .05$. El programa utilizado para el análisis estadístico ha sido SPSS Statistics versión 20.

RESULTADOS

No se detectaron diferencias significativas en la edad cronológica ($F_{2,17} = 2,935$; $p = ,08$), peso ($F_{2,17} = 0,837$; $p = ,45$) y talla ($F_{2,17} = 0,569$; $p = ,577$) entre los grupos (Tabla 1). Los estadísticos descriptivos relacionados con la velocidad de golpeo, pueden ser consultados en la Tabla 4. No se constataron diferencias significativas durante el pre-test entre los tres grupos analizados en la velocidad de golpeo del servicio ($F_{2,17} = 0,110$; $p = ,897$), velocidad del golpeo de derecha ($F_{2,17} = 0,639$; $p = ,540$), velocidad del golpeo de revés ($F_{2,17} = 2,340$; $p = ,1278$) y velocidad del lanzamiento de balón medicinal a dos manos ($F_{2,17} = 1,297$; $p = ,299$) y velocidad de golpeo a una mano ($F_{2,17} = 0,412$; $p = ,669$).

Se observan correlaciones estadísticamente significativas entre las velocidades en la mayoría de las variables estudiadas, excepto entre el lanzamiento del balón medicinal a dos manos y los golpes de derecha y de revés, aunque las correlaciones entre el lanzamiento del balón medicinal a una

mano y los golpes de derecha y revés no fueron tan altas como las del resto (Tabla 5).

Tabla 4: Velocidad de golpeo (promedio \pm DE) obtenidos en los tres test (T1, T2 y T3). CON: Control; SC: Grupo entrenamiento con sobrecargas; L: Grupo entrenamiento de lanzamientos con balón medicinal y banda elástica.

	PRE-TEST (T1)			INTER-TEST (T2)			POST-TEST (T3)		
	CON (n=6)	SC (n=7)	L (n=7)	CON (n=6)	SC (n=7)	L (n=7)	CON (n=6)	SC (n=7)	L (n=7)
SERVICIO (Km/h)	150,3 \pm 14,6	146,57 \pm 14,39	149,43 \pm 15,38	147,50 \pm 16,87	147,7 \pm 18,63	150,8 \pm 16,89	148,67 \pm 15,48	152,57 \pm 17,16	151,57 \pm 16,62
DERECHA (Km/h)	135,67 \pm 11,74	140,43 \pm 11,73	143,14 \pm 15,32	137,83 \pm 8,09	139,8 \pm 12,39	140,2 \pm 17,99	139,17 \pm 5,95	142,86 \pm 12,48	136,86 \pm 11,42
REVÉS (Km/h)	117,33 \pm 7,31	124,14 \pm 7,22	128,00 \pm 11,36	117,33 \pm 4,55	124,5 \pm 13,16	124,7 \pm 10,58	118,17 \pm 2,32	126,29 \pm 7,78	124,57 \pm 8,18
LANZ 2 MANOS (Km/h)	32,62 \pm 2,88	33,00 \pm 4,90	29,71 \pm 4,28	32,83 \pm 3,06	34,00 \pm 5,26	32,57 \pm 3,91	33,17 \pm 3,31	34,43 \pm 3,60	32,43 \pm 3,65
LANZ 1 MANO (Km/h)	31,67 \pm 3,67	33,00 \pm 5,63	30,71 \pm 4,54	32,33 \pm 3,93	34,57 \pm 4,89	31,86 \pm 3,84	32,67 \pm 2,86	34,14 \pm 5,08	33,71 \pm 4,35

En la velocidad de golpeo de servicio, se detectan diferencias estadísticamente significativas ($F_{(2,17)} = 3,028$; $p = ,04$; $ES = 0,151$; $1-\beta = 0,548$) entre Pretest y Posttest ($M_{dif} = 2,16$ km/h; $p = ,030$; $IC95\%$ 0,238 a 4,080 km/h) y Intertest y Posttest ($M_{dif} = 2,25$ km/h; $p = ,037$; $IC95\%$ 0,152 a 4,341 km/h).

También se detectan en la evolución del grupo SG ($ES = 0,534$; $1-\beta = 0,945$) entre el Pretest y Posttest ($M_{dif} = 6$ km/h; $p = ,001$; $IC95\%$ 2,763 a 9,237 km/h) y entre el Intertest y Posttest ($M_{dif} = 4,86$ km/h; $p = ,010$; $IC95\%$ 1,327 a 8,39 km/h).

En la velocidad de golpeo del derecha, únicamente se detectan diferencias estadísticamente significativas ($ES = 0,239$; $1-\beta = 0,430$) en la evolución del grupo L, entre Pretest y Posttest ($M_{dif} = 6,29$ km/h; $p = ,035$; $IC95\%$ 0,501-12,07 km/h).

En la velocidad de golpeo de revés no se aprecian diferencias estadísticamente significativas entre grupos, ni entre momentos ni en la interacción entre grupos y momentos.

En la velocidad del lanzamiento de balón medicinal a dos manos, se detectan diferencias estadísticamente significativas ($F_{(2,17)} = 6,448$; $p = ,01$; $ES = 0,275$; $1-\beta = 0,877$) entre Pretest y Intertest ($M_{dif} = 1,34$ km/h; $p = ,029$; $IC95\%$ 0,151 a 2,52 km/h) y Pretest y Posttest ($M_{dif} = 1,55$ km/h; $p = ,006$; $IC95\%$ 0,505 a 2,59 km/h). En esta variable se rechaza la Prueba de esfericidad de Mauchly y se utiliza la corrección de Greenhouse-Geisser.

También se detectan en la evolución del grupo L ($ES = 0,39$; $1-\beta = 0,741$) entre el Pretest y Intertest ($M_{dif} = 2,86$ km/h; $p = ,008$; IC95% 0,85 a 4,86 km/h) y entre el Pretest y Posttest ($M_{dif} = 2,71$ km/h; $p = ,005$; IC95% 0,856 a 4,47 km/h).

En la velocidad del lanzamiento de balón medicinal a una mano, se detectan diferencias estadísticamente significativas ($F_{(2,17)} = 7,912$; $p = ,002$; $ES = 0,318$; $1-\beta = 0,936$) entre Pretest y Posttest ($M_{dif} = 1,71$ km/h; $p = ,001$; IC95% 0,79 a 2,64 km/h).

También se detectan en la evolución del grupo SC ($ES = 0,592$; $1-\beta = 0,981$) entre el Pretest y Posttest ($M_{dif} = 3,00$ km/h; $p = ,001$; IC95% 1,442 a 4,56 km/h) y entre el Intertest y Posttest ($M_{dif} = 1,86$ km/h; $p = ,004$; IC95% 0,666 a 3,05 km/h).

Tabla 5: Niveles de correlación entre la velocidad de lanzamiento de balón medicinal por encima de la cabeza a una y dos manos y la velocidad de golpeo en el servicio, el golpeo de derecha y de revés en las tres mediciones: 1: Pre-test, 2: Inter-test, 3: Post-test. (* $p < .05$; ** $p < .001$).

(n=20)	Lanzamiento Balón (2 manos) 1			
	Derecha 1	Revés 1	Lanzamiento Balón (2 manos) 1	Lanzamiento Balón (1 mano) 1
Servicio 1	,663**	,642**	,600**	,617**
Derecha 1		,667**	,337	,477*
Revés 1			,405	,489*
Lanzamiento Balón (2 manos) 1				,912**
	Lanzamiento Balón (2 manos) 2			
	Derecha 2	Revés 2	Lanzamiento Balón (2 manos) 2	Lanzamiento Balón (1 mano) 2
Servicio 2	,716**	,571**	,567**	,570**
Derecha 2		,770**	,288	,358
Revés 2			,348	,385
Lanzamiento Balón (2 manos) 2				,947**
	Lanzamiento Balón (2 manos) 3			
	Derecha 3	Revés 3	Lanzamiento Balón (2 manos) 3	Lanzamiento Balón (1 mano) 3
Servicio 3	,765**	,691**	,680**	,736**
Derecha 3		,696**	,469*	,511*
Revés 3			,397	,524*
Lanzamiento Balón (2 manos) 3				,911**

DISCUSIÓN

El presente estudio muestra que la realización de un programa de entrenamiento de 8 semanas con sobrecargas, balones medicinales y goma elástica tiene efectos positivos tanto sobre la velocidad de servicio como la capacidad de lanzamiento de balón medicinal a una y dos manos. Estos

resultados justifican la introducción de programas para la mejora de la fuerza en jugadores de tenis adolescentes.

Los resultados obtenidos sugieren que la aplicación de diversas metodologías para el entrenamiento de la fuerza (sobrecargas, balón medicinal y gomas elásticas) permite mejorar la capacidad de lanzar cargas bajas (2 kg) en todos los grupos estudiados, con excepción del grupo control. Las magnitudes de los cambios provocados deberán ser consideradas en función del tamaño de la muestra (Tejero-González et al., 2012). En nuestro estudio, la magnitud de los cambios provocados puede considerarse como elevada (Cohen, 1988), hecho que justifica la introducción de este tipo de metodologías de entrenamiento como forma de mejorar el rendimiento.

Diversos autores han constatado que la aplicación de programas de fuerza puede resultar especialmente interesante cuando éstos son aplicados en grupos de población infantil y adolescente, en especial cuando hay implicados procesos de adaptación neural relacionados con la capacidad de activación, sincronización y reclutamiento de unidades motoras (Behringer et al., 2011).

La inexistencia de mejoras en los niveles de fuerza registrados en los tests de balón medicinal en el grupo control, tanto a una como a dos manos, sugiere que ni el entrenamiento técnico-táctico realizado en pista, ni la maduración natural del deportista en esta franja de edad, fruto de un proceso madurativo normal, son elementos que hayan podido influir en el incremento de los niveles de fuerza en los tests valorados. Diversos autores han constatado un incremento considerable en la capacidad de generar fuerza fruto del aumento de la estatura, la edad, la masa corporal y la maduración biológica (Brent et al., 2013; Beuen & Thomis, 2000; Malina & Bouchard, 1991; Malina, 1994), siendo estas modificaciones distintas en función del sexo del deportista (Brent et al., 2013). En el caso de nuestro estudio, estas diferencias no han sido constatadas, lo que garantiza que las posibles diferencias de rendimiento observadas son fruto del protocolo de intervención planteado y no de una modificación en los niveles basales de fuerza. Este hecho podría deberse, al menos en parte, a que los tests seleccionados valoran fundamentalmente la capacidad de generar niveles medios y bajos de fuerza en relación a intervalos de tiempo pequeños, y este tipo de manifestación de la fuerza parece estar menos influenciada por los factores biológicos (Behm et al., 2008; Christou et al., 2006; Faigenbaum et al., 2002, 2005).

En relación a los patrones específicos de movimiento, la velocidad del servicio fue el patrón motor específico que más mejoró, siendo el grupo de sobrecargas en el que mayores mejoras se experimentaron. Estos resultados son similares a los observados por otros autores quienes en tenis y beisbol observaron mejoras asociadas a un entrenamiento de estas características (Fernández et al., 2013; Genevois et al., 2013; Escamilla et al., 2012). Fernández et al. (2013) en un estudio realizado a 30 tenistas varones de categoría junior encontraron que con un entrenamiento de 6 semanas realizando ejercicios de la musculatura del núcleo corporal (CORE), gomas elásticas y ejercicios con balón medicinal, la velocidad de servicio mejoró significativamente (4.9%). Genevois et al. (2013) en un estudio realizado a 44 tenistas varones adultos observaron que

con un entrenamiento de 6 semanas de lanzamientos de balón medicinal mejoró significativamente la velocidad de golpeo de derecha (11%). Por otra parte, Escamilla et al. (2012), en un estudio realizado a 68 jugadores jóvenes (entre 14 y 17 años) de béisbol, el grupo que realizaba ejercicios de lanzamientos con balón medicinal y ejercicios con bandas elásticas mejoraron significativamente (2.1%) la velocidad de lanzamiento de pelota.

En relación al tipo de ejercicios seleccionados para el desarrollo de la fuerza, se eligieron ejercicios de lanzamiento de balón medicinal comparables mecánicamente con los golpes de tenis (Roetert et al., 2009; Earp y Kraemer, 2010), la utilización de balones medicinales es una metodología que permite activar la cadena específica del movimiento en tenis (Baiget, 2011), generando cierto nivel de transferencia al modificarse el peso del balón medicinal (Van den Tillar y Marques, 2013). No obstante, en nuestro caso, la mejora en la velocidad de lanzamiento de balón medicinal no fue acompañada con una mejora de la velocidad en el golpeo de derecha. Probablemente, la mejora en los test de lanzamiento fue debido a la especificidad del entrenamiento aplicado y a las adaptaciones neurales conseguidas fruto de dicho entrenamiento. Por otro lado, debemos asumir un posible efecto de aprendizaje coordinativo asociado a la propia ejercitación de los ejercicios utilizados en los tests durante los entrenamientos.

Respecto a la temporalización de las mejoras observadas, éstas se produjeron tanto a corto (4 semanas) como a medio plazo (8 semanas), lo que justifica el acierto en la duración del protocolo seleccionado. Aunque diversos autores han constatado que las mayores ganancias de fuerza en deportistas jóvenes se producen a partir de las 8 semanas de entrenamiento y hasta las 20 semanas (Westcott, 1992, Faigenbaum, 1993), algunos autores (Fernández-Fernández et al., 2013; Treiber et al., 1998)) han observado en el tenis, mejoras entre las 4 y las 6 semanas después de iniciarse un entrenamiento de fuerza. Este hecho podría deberse a que a partir de las 4 semanas de aplicación de un entrenamiento de fuerza explosiva, ya se constatan mejoras en los primeros 50 ms de la curva fuerza-tiempo, fruto de una mayor activación electromiográfica de la musculatura implicada en el movimiento (Tillin & Folland, 2014). De hecho, a partir de la primera y segunda semana de entrenamiento ya se pueden observar mejoras en el umbral de activación y en la frecuencia de activación muscular y en el potencial motor evocado (Griffin & Cafarelli, 2003; Patten et al., 2001; Keen et al., 1994). Todo ello sugiere que en las primeras semanas de entrenamiento, las mejoras observadas se producen a expensas de adaptaciones de tipo cortical, espinal y neural (Griffin & Cafarelli, 2005).

En relación a las correlaciones analizadas, se constata la existencia de correlaciones aceptables (0,70-0,79) (Barrow & McGee, 1971), entre el golpeo de derecha y el servicio, entre el golpeo de derecha y el golpeo de revés y entre el servicio y el lanzamiento a una mano ($p < .001$). El resto de movimientos analizados, presentaron niveles de correlación cuestionables. Este hecho, podría deberse a diversas razones. En primer lugar, a la existencia de similitudes en la organización espacio-temporal de las cadenas cinéticas implicadas en los distintos patrones de movimiento analizados. La correcta aplicación de los diferentes impulsos parciales generados por cada articulación en un tiempo y en

un espacio adecuados, garantiza la optimización de la velocidad, tanto de golpeo como de lanzamiento (Hochmuth, 1984; Corbi, 2008). Además, se ha constatado la existencia de cierto grado de transferencia entre distintas habilidades motoras con características similares (Zatsiorsky, 1995). En segundo lugar, el nivel de los deportistas analizados en este estudio facilita la existencia de transferencias entre distintos tipos de golpes. Los deportistas de nivel bajo y medio parecen ser mucho más sensibles a cualquier tipo de entrenamiento y a su posible transferencia entre movimientos distintos (Issurin, 2008, 2013). Pese a todo, la necesidad de que existan unos altos niveles de especificidad dentro de las adaptaciones de fuerza evita, posiblemente, que se alcancen coeficientes mayores (Cale-Benzoor et al., 2014; Langford et al., 2007).

CONCLUSIONES

La realización de un programa de entrenamiento de 8 semanas con sobrecargas, balones medicinales y goma elástica mejoró significativamente tanto la velocidad de servicio como la capacidad de lanzamiento de balón medicinal (2 Kg) a una y dos manos. Estos resultados justifican la introducción de programas para la mejora de la fuerza en jugadores de tenis adolescentes, ya que éste no solo parece mejorar sus niveles de fuerza general sino también específica. Futuros estudios son necesarios para conocer con mayor profundidad el tipo de metodología y temporalización que mejor permita optimizar el rendimiento en los golpes de tenis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala, F., Sainz de Baranda, P., De Ste Croix, M. (2012). Estiramientos en el calentamiento: Diseño de rutinas e impacto sobre el rendimiento. *Rev.int.med.cienc.act.fís.deporte*, 12 (46), 349-368.
- Baiget, E. (2008). *Valoració funcional y bioenergética de la resistència específica en jugadors de tennis*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Barcelona: Barcelona.
- Baiget, E. (2011). Strength training for improving hitting speed in tennis. *Journal of Sport and Health Research*, 3(3), 229-244.
- Barrow, HM. & McGee R. (1971). *A practical approach to measurement in physical education*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Behm, D.G. & Anderson, K. (2006). The role of instability with resistance training. *J. Strength Cond. Re.*, 20, 716–722. <https://doi.org/10.1519/R-18475.1>
- Behm, DG, Faigenbaum, AD, Falk, B. & Klentrou P. (2008). Canadian Society for exercise physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Appl. Physiol. Nutr. Metab*, 33, 547-561. <https://doi.org/10.1139/H08-020>
- Blackwell, J. & Knudson, D. (2002). Effects of type 3 (oversize) tennis ball on serve performance and upper extremity muscle activity. *Sports biomechanics*, 1, 187-192. <https://doi.org/10.1080/14763140208522796>
- Brent J.L., Myer G.D., Ford, K.F., Paterno M.K. & Hewett T.E. (2013). The effect of sex and age on isokinetic hip-abduction torques. *Journal of Sport Rehabilitation*, 22, 41-46. <https://doi.org/10.1123/jsr.22.1.41>

- Behringer, M., Heede, A. & Matthews, M. (2011). Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: A meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 23, 186-206. <https://doi.org/10.1123/pes.23.2.186>
- Cale'-Benzoor, M., Dickstein, R., Arnon, M. & Ayalon, M. (2014). Strength enhancement with limited range closed kinematic exercise of the upper extremity. *Isokinetics & Exercise Science*, 22 (1), 37-47. <https://doi.org/10.3233/IES-130520>
- Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T. & Tokmakidis, S. 2006. Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *J. Strength Cond. Res.*, 20, 783–791. <https://doi.org/10.1519/R-17254.1> <https://doi.org/10.1519/00124278-200611000-00010>
- Corbi F. (2008). *Análisis de las presiones plantares y su relación con la velocidad de la pelota durante el golpeo paralelo de derecha en tenis*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona: Barcelona.
- Cohen, J. (1969). *Statistical power analysis for the behavioral Sciences*. NY: Academic Press.
- De Ste Croix, M., Deighan, M. A. & Armstrong, N. (2003). Assessment and interpretation of isokinetic muscle strength during growth and maturation. *Sports Medicine*, 33(10), 727-743. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333100-00002>
- Earp, J. E. & Kraemer, W. J. (2010). Medicine ball training implications for rotational power sports. *Strength and Conditioning Journal*, 32(4), 20-25. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181e92911>
- Elliot, B. (2010) Análisis biomecánico de la producción de golpes. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 50 (18), 5 – 6.
- Elliot, B., Marshal, R. N. & Noffal, G. (1995). Contributions of Upper Limb Segments Rotations During the Power Serve in Tennis. *Journal of Applied Biomechanics*, 11, 433-442. <https://doi.org/10.1123/jab.11.4.433>
- Escamilla, R. F., Ionno, M., Scott de Mahy, M., Fleisig, G. S., Wilk, K. E., Yamashiro, K., Mikla, T., Paulos, L. & Andrews, J. R. (2012). Comparison of three baseball-specific 6-week training programs on throwing velocity in high school baseball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(7), 1767-1781. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182578301>
- Faigenbaum A., Zaichkowsky L., Westcott W., Micheli L., & Fehlandt A. (1993) The effects of a twice per week strength training program on children. *Pediatric Exercise Science*, 5, 339-46. <https://doi.org/10.1123/pes.5.4.339>
- Faigenbaum, A., McFarland, J., Keiper, F., Tevlin, W., Kang, J., Ratamess, N., & Hoffman, J. (2007) Effects of a short term plyometric and resistance training program on fitness performance in children age 12 to 15 years. *J. Sports Sci. Med.*, 6, 519–525.
- Fernández Fernández, J., Ellenbecker T., Sanz-Rivas D., Ulbricht A. & Ferrauti, A. (2013). Effects of a 6-week Junior Tennis Conditioning Program on Service Velocity. *Journal of Sport Science and Medicine*, 12, 232-239.
- Fernández Fernández, J., Méndez Villanueva, A., Plum, B. M. & Terrados Cepeda, N. (2006). Aspectos físicos y fisiológicos del tenis de competición (I). *Archivos de medicina del deporte*, 23 (116), 451-454.
- Fernández Fernández, J., Méndez Vilanueva, A. & Sanz Rivas, D. (2012). *Fundamentos de la condición física para jugadores de tenis en formación*. Barcelona: Real Federación Española de Tenis.

- Genevois, C., Fracan, B., Creveaux, T., Hautier, C. & Rogowski, I. (2013). Effects of two training protocols on the forehand drive performance in tennis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27 (3), 677-682. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c3290>
- Girard, O., Micallef, J. P. & Millet, G. P. (2005). Lower-limb activity during the power serve in tennis: effects of performance level. *Medicine and science in sport and exercise*, 37, 1021-1029. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000171619.99391.bb>
- González Badillo, J. J. & Gorostiaga Ayestarán, E. (1995) *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona. Inde.
- González Badillo, J.J. & Ribas Serna, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona. Inde.
- González Badillo, J.J. (2008) Significado fisiológico y mecánico del carácter del esfuerzo en el entrenamiento de fuerza. *RED: Revista de entrenamiento deportivo*, 22 (4), 23-25.
- Griffin, L. & Cafarelli, E. (2003). Neural excitability following resistance training studied with transcranial magnetic stimulation. *Med. Sci. Sports Exerc*, 35(5), S293. <https://doi.org/10.1097/00005768-200305001-01636>
- Griffin, L. & Cafarelli, E. (2005). Resistance training: Cortisol, Spinal and Motor Unit Adaptations. *Can J Appl Physiol*, 30 (3), 328-340. <https://doi.org/10.1139/h05-125>
- Hotchmuth G. (1988). *Biomechanics of Athletic Movement*. Berlin: Sportverlag.
- Issurin V.B. (2008) *Block periodization 2: fundamental concepts and training design*. Muskegon: Ultimate Training Concepts.
- Issurin V.B. (2013) Training transfer: Scientific background and insights for practical applications. *Sports Med*, 43, 675-694. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0049-6>
- Keen, D.A., Yue, G.H. & Enoka, R.M. (1994). Training-related enhancement in the control of motor output in elderly humans. *J Appl Physiol*, 77, 2648-2658
- Kovacs, M. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British Journal Sports Medicine*, 40, 381-386. <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2005.023309>
- Kovacs, M. (2010). Fuerza y acondicionamiento para tenis- un viaje de 25 años. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 50 (18), 13 – 14.
- Kovacs, M. & Ellenbecker, T. (2011). A Performance Evaluation of the Tennis Serve: Implications for Strength, Speed, power, and Flexibility Training. *Strength and Conditional Journal*, 33(4), 22-30. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e318225d59a>
- Kraemer, W.J.; Hakkinen, K.; Triplett-Mcbride, N.T.; Fry, A.C.; Koziris, L.P.; Ratamess, N.A.; et al. (2003). Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players. *Med Sci Sports Exerc*, 35(1), 157-168. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000043513.77296.3F>
- Kraemer, W.J.; Ratamess, N.; Fry, A.C.; Triplett- McBride, T.; Koziris, L.P.; Bauer, J.A. et al. (2000). Influence of resistance training volume and periodization on physiological and performance adaptations in collegiate women tennis players. *Am J Sports Med*, 28(5), 626-33. <https://doi.org/10.1177/03635465000280050201>
- Langford, G.A., McCurdy K.W., Ernest J.M., Doscher M.W. & Walters ST. (2007) Specificity of machine, barbell, and water-filled log bench press resistance

- training on measures of strength. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (4), 1061-1066. <https://doi.org/10.1519/R-21446.1>
<https://doi.org/10.1519/00124278-200711000-00014>
- Malina, R.M. & Bouchard, C. (1991). *Growth, maturation and physical Activity*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Malina, R.M. (1994). Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, 22, 389-433. <https://doi.org/10.1249/00003677-199401000-00012>
- Ortiz Rodríguez, R. O. (2004). *Tenis. Potencia, velocidad y movilidad*. Barcelona: Inde.
- Patten, C., Kamen, G. & Rowland, DM. (2001). Adaptations in maximal motor unit discharge rate to strength training in young and older adults. *Muscle Nerve*, 24, 542-50. <https://doi.org/10.1002/mus.1038>
- Rhea, M. R., Alvar, B. A., Burkett, L. N. & Ball, S.D. (2003) A meta-analysis to determine the dose response for strength development. *Medicine and Science Sports and Exercise*, 35(3), 456-64. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000053727.63505.D4>
- Roetert, E. P., Brown, S. V., Piorkowski, P. A. & Wodds, R. B. (1996). Fitness comparisons among three different levels of elite tennis players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 10(3), 139-143. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1996\)010<0139:FCATDL>2.3.CO:2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1996)010<0139:FCATDL>2.3.CO:2)
<https://doi.org/10.1519/00124278-199608000-00001>
- Roetert, E.P. & Ellenbecker, T.S. (2008). *Preparación física completa para el tenis*. Madrid: Tutor.
- Roetert, E.P.; Kovacs, M.; Knudson, D. & Groppe, J.L. (2009). Biomechanics of the tennis groundstrokes: Implications for strength training. *Strength and Conditioning Journal*, 31(4), 41-49. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181aff0c3>
- Sarabia, J. M., Juan, C., Hernández, H., Urbán, T. & Moya, M. (2010). El mantenimiento de la potencia mecánica en tenistas de categoría cadete. Motricidad. *European Journal of Human Movement*, 25, 51-74.
- Sedano, S., De Benito, A.M.; Izquierdo, J.M., Redondo, J.C. & Cuadrado, G. (2009). Validació d'un protocol per al mesurament de la velocitat de colpejament en futbol. *Apunts, Educació Física i esports*, 96, 42-46.
- Signorile, J. F., Sandler, D. J., Smith, W. N., Stoutenberg, M. & Perry, A. C. (2005). Correlation analyses and regression modeling between isokinetic testing and on-court performance in competitive adolescent tennis players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(3), 519-526. <https://doi.org/10.1519/00124278-200508000-00007>
<https://doi.org/10.1519/R-15514.1>
- Tejero-González, C.M., Castro-Morera, M., Balsalobre-Fernández, C. (2012) Importancia del tamaño del efecto: una ejemplificación estadística con medidas de condición física. *International Journal of Medicine and science of Physical Activity and Sport*, 12 (48), 715-727
- Tillin, N. & Folland J. (2014) Maximal and explosive strength training elicit distinct neuromuscular adaptations, specific to training stimulus. *European Journal of Applied Physiology*. *European Journal of Applied Physiology*, 114 (2), 365-375. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2781-x>

Treiber, F. A., Lott, J., Duncan, J., Slavens, G. & Davis, H. (1998). Effects of Theraband and Lightweight Dumbbell Training on Shoulder Rotation Torque and Serve Performance in College Tennis Players. *American Journal Of Sports Medicine*, 26 (4), 510-515.

Unierzyski, P. (2006). Foundations for Talent Identification and Player Development Programmes. *ITF Coaching and Sports Science Review*, 39, 3-5.

Van den Tillaar, R. & Ettema, G. (2004). A force-velocity relationship and coordination patterns in overarm throwing. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3, 211-219.

Van Den Tillaar, R. & Marques, M. C. (2013). Effect of different training workload on overhead throwing performance with different weighted balls. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5),1196–1201.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318267a494>

Wescott WL. (1992) A look at youth fitness. *American Fitness Quaterly*, 11 (1), 16-19.

Zatsiorsky V.M. (1995). *Science and practice of strength training*. Champaign: Human Kinetics.

Número de citas totales / Total references: 59 (100%)

Número de citas propias de la revista / Journal's own references: 1 (1,69%)