

LOS EFECTOS DE DOS PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO NEUROMUSCULAR EN EL RENDIMIENTO FÍSICO DE JUGADORES JÓVENES DE TENIS

Máster en Rendimiento Deportivo y Salud

Trabajo de Fin de Máster

Curso 2016/2017



Alumno: Jorge Martín-Aragón Esteban

Tutor Académico: Jaime Fernández Fernández

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen 2

Introducción 3

Material 5

Métodos 6

Referencias 13

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue el de analizar los efectos producidos por dos tipos de entrenamiento neuromuscular (pliometría y velocidad-agilidad) durante 6 semanas (2 veces por semana con un total de 12 sesiones), en jugadores de tenis jóvenes. 32 jugadores (edad 13.1 ± 1.7 años, peso 46.8 ± 8.5 kg, altura 157.5 ± 11.1 cm, pico velocidad de crecimiento -0.4 ± 1.4 años) se distribuyeron en dos grupos de entrenamiento (entrenamiento pliométrico [GE₁], y entrenamiento velocidad-agilidad [GE₂]). Ambos grupos realizaban un entrenamiento de 45 minutos de duración antes del entrenamiento regular en pista. Los pre y post-test incluyeron: medidas antropométricas, salto vertical en contramovimiento (CMJ) bipodal y unipodal, test de agilidad (5-0-5 modificado), y tiempo de sprint en 20 metros (con parciales en 5 y 10 metros).

Palabras clave: aceleración, adolescentes, agilidad, pliometría, potencia, velocidad.

INTRODUCCIÓN

El tenis es un deporte de carácter intermitente que combina esfuerzos de alta intensidad (p. ej., aceleraciones, deceleraciones, cambios de dirección y frenadas) y corta duración (4-10 seg), con periodos de actividad de baja intensidad, en los que tiene lugar la recuperación activa entre puntos (10-20 seg), y la recuperación pasiva entre cambios de lado de la pista y sets (90 y 120 seg respectivamente). Desde un punto de vista físico, para ser competitivo en tenis, el jugador necesita la interacción de diferentes componentes físicos (fuerza, velocidad, agilidad, capacidad para repetir sprints, etc.) y metabólicos (vía aeróbica y anaeróbica) (Fernández-Fernández, J., Sanz Rivas, D. y Méndez-Villanueva, A., 2009; Fernández-Fernández, J., Sáez de Villareal, E., Sanz-Rivas, D. y Moya, M., 2016).

Este deporte se ha descrito como un juego de constantes emergencias ya que con cada golpe del contrario, la bola puede tomar una dirección o efecto diferente, y el jugador deberá reaccionar lo más rápidamente como le sea posible para tener éxito en la siguiente acción (Groppe, J. L. y Roetert, E. P., 1992). Los desplazamientos en tenis se desarrollan sobre distancias cortas, en las cuales los jugadores no alcanzan su máxima velocidad de sprint (ej., alcanzada alrededor de los 30-60 m en un sprint en línea) (Fernández-Fernández, Sanz-Rivas, y Méndez-Villanueva, 2013). Por ello, la velocidad de reacción, la aceleración inicial, la deceleración, o la agilidad, son componentes vitales en el jugador de tenis (Kovacs, M. S., 2007; Fernández-Fernández, et al., 2016). La velocidad, es la habilidad de ejecutar acciones motoras en el menor tiempo posible, y es una manifestación de la fuerza aplicada a un movimiento específico o a la técnica específica (Cronin, J. B., Hansen, K. T., 2005). Por otro lado, la agilidad se puede definir como la capacidad de mover rápidamente el cuerpo, e incluye un cambio de velocidad o dirección en respuesta a un estímulo (Sheppard, J. M. y Young, W. B., 2006).

El entrenamiento neuromuscular se basa en ejercicios dirigidos al control motor (saltos, lanzamientos, sprints, cambios de dirección, equilibrios). Este tipo de entrenamiento provoca numerosas

adaptaciones entre las que podemos encontrar: mayor sincronización de las unidades motoras, aumento de la eficiencia del ciclo estiramiento-acortamiento, o mejoras en la sincronización de los segmentos corporales, entre otras (Fernández-Fernández, et al., 2016). Todo esto produce mejoras en la producción de la fuerza, la potencia y la velocidad, además de poder reducir la aparición de lesiones (Barber-Westin, S.D., Hermeto, A. y Noyes, F.R., 2010; Barber-Westin, S. D., Hermeto, A. y Noyes, F. R., 2015). Diferentes estudios han demostrado que programas de entrenamiento neuromuscular mejoran estas cualidades físicas de forma significativa en jugadores de tenis júnior de competición (Barber-Westin, et al., 2010; Fernández-Fernández, J., Sanz-Rivas, D., Kovacs, M. S. y Moya, M., 2014; Barber-Westin, et al., 2015;).

La pliometría es otro tipo de entrenamiento neuromuscular, que se basa en el aprovechamiento del ciclo estiramiento acortamiento (CEA) del complejo músculo-tendinoso, en el que la realización de una acción concéntrica precedida inmediatamente después de una contracción excéntrica genera mayores niveles de fuerza que una acción concéntrica aislada. (Komi y Bosco, 1978). Este tipo de entrenamiento es un estímulo neuromuscular altamente eficaz que combina diferentes tipos de saltos verticales y horizontales con alta intensidad de ejecución y gran amplitud de movimiento (Moncef, C., Said, M., Olfa, N. y Dagbaji, G. 2012). Además tiene la ventaja de requerir poco espacio físico, poco tiempo y equipo reducido para llevar a cabo las sesiones de entrenamiento (Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Báez, E. B., Martínez, C., Andrade, D. C., Izquierdo, M., 2014; Fernández-Fernández, et al., 2016). Debido a que los jugadores compiten muchas veces fuera de sus clubs, y que sus horarios de entrenamiento en pista son poco flexibles, este tipo de entrenamiento se ajusta perfectamente a sus necesidades para trabajar sus capacidades físicas fuera de la pista, ya sea en cualquier momento y en cualquier lugar. Además, programas pliométricos de 6-8 semanas, con una frecuencia de 2-3 veces por semana, han demostrado efectos positivos sobre el rendimiento en agilidad, velocidad, y potencia en jóvenes que practican deporte (Adams, et al., 1992; Meylan, et al., 2009; Chelly, et al., 2010; Johnson, et al., 2011; Fernández-Fernández, et al., 2016).

El calentamiento juega un papel muy importante en el tenis, ya que es un deporte de grandes demandas a nivel neuromuscular. Su eficacia se entiende por el cambio en las propiedades viscoelásticas de los tejidos con el aumento de la temperatura o la mejora de las condiciones metabólicas que provoca (ej., desciende la resistencia de los músculos y articulaciones; mayor aprovisionamiento de oxígeno; mayor velocidad en las reacciones metabólicas; mayor velocidad en la conducción nerviosa, etc.) (Bishop, D., 2003). Además se ha demostrado que una rutina de calentamiento que combina la activación cardiovascular, con estiramientos dinámicos, y ejercicios pliométricos y de velocidad con cambios de dirección, mejora el rendimiento de la potencia en el deportista. Se cree que este hecho puede ser debido a que este tipo de calentamiento ejerce efectos positivos sobre el rendimiento muscular a través de factores neuromusculares como la potenciación post-activación (PAP) y el ciclo de estiramiento acortamiento (CEA) (Ayala, F., Moreno-Pérez, V., Vera-García, F. J., Moya, M., Sanz-Rivas, D. y Fernández-Fernández, J. 2016).

El objetivo de este estudio fue analizar los efectos de 6 semanas de entrenamiento (12 sesiones en total) de un programa pliométrico y otro de velocidad-agilidad, sobre el rendimiento físico en jugadores de tenis jóvenes.

MATERIAL

Participantes

32 tenistas de competición (22 chicos y 10 chicas) del Club Atlético Montemar participaron en este estudio (edad 13.2 ± 1.7 años, peso 46.8 ± 8.5 kg, altura 157.6 ± 11.1 cm, pico velocidad de crecimiento -0.4 ± 1.4 años). Fueron divididos en 2 grupos, grupo entrenamiento pliométrico (GE₁; n=16), y grupo entrenamiento velocidad-agilidad (GE₂; n=16). La forma de distribuir los participantes ya estaba predefinida por los horarios que manejaba el Club Atlético Montemar. El GE₁ entrenaba los días lunes y miércoles de la semana, y el GE₂ los martes y jueves. Ambos grupos entrenaban el mismo número de horas cada día: 1 h 45 m de tenis en pista (trabajo técnico/táctico) y 45 m de trabajo de preparación física en un recinto habilitado.

Los criterios de inclusión fueron que cada participante tuviera un mínimo de 3 años de experiencia jugando al tenis y que no tuviese ninguna lesión reciente que le limitase en su rendimiento.

Todos los participantes fueron informados detalladamente de los objetivos y protocolos utilizados para llevar a cabo el estudio. Además de cada uno se obtuvo un informe de consentimiento escrito antes de su participación, así como un informe de consentimiento firmado por los padres. Indicar que todos ellos participaron de forma voluntaria sin recibir ninguna compensación económica.

MÉTODOS

Medidas antropométricas.

El protocolo de medición antropométrico se basó en las técnicas estandarizadas adoptadas por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK) (2001). Además, se tuvieron en cuenta una serie de consideraciones para dar fiabilidad a los datos obtenidos y al material utilizado. Dichas consideraciones fueron: realizar las mediciones en un lugar amplio y con una temperatura confortable; medir a los participantes descalzos y con la menor cantidad de ropa posible; y comprobar antes de las mediciones la correcta calibración del material (Alvero Cruz, J. R., Cabañas Armesilla, M. D., Herrero de Lucas, A., Martínez Riaza, L., Moreno Pascual, C., Porta Manceñido, J., et al. 2010). Indicar que los registros se llevaron a cabo por la tarde (17:45h-18:30h), antes del entrenamiento en pista.

Peso corporal. Para los registros del peso corporal se utilizó una báscula Tanita BC-587 con 0.100kg de precisión (Alvero-Cruz, et al., 2010). Los participantes se colocaban encima de la báscula con la menor cantidad de ropa posible y se anotaba el peso en kilogramos, con al menos, una décima de kilo.

Altura, talla sentado y longitud de piernas. Para el registro de la altura se utilizó una cinta métrica de 2 metros de longitud y una precisión de 1mm (Alvero-Cruz, et al., 2010), colocada en una pared totalmente lisa, y dos planos de madera formando un ángulo recto a modo de estadiómetro. Los participantes se situaban de espaldas a la pared, con los talones juntos y los pies formando un ángulo

de 45°; los talones, parte posterior de los glúteos, parte superior de la espalda y región occipital de la cabeza en contacto con ésta; y la cabeza en plano Frankfort. En el momento de la medición, los participantes realizaban una inspiración forzada y se registraba la distancia del suelo al vértex en centímetros. Para medir la talla sentado se utilizó la misma cinta métrica y un cajón pliométrico de 40cm de altura, dónde los participantes se sentaban en posición totalmente erguida, con un ángulo entre tronco y piernas de 90°, y la cabeza en plano Frankfort. Se anotaba la distancia desde la superficie del cajón al vértex del deportista expresada en centímetros. Por último la longitud de piernas se calculó restando la talla sentado a partir de la altura del jugador (Mirwald, et al., 2002).

Pico de velocidad de crecimiento. La edad al pico de velocidad de crecimiento (PVC) se utilizó como un indicador relativo de la madurez somática, que representa el momento de mayor crecimiento en estatura durante la adolescencia (Mirwald, et al., 2002). Además este indicador de madurez (PVC) es el más utilizado en estudios longitudinales para este tipo de población (Malina, R. M. y Bouchard, C., 1991). La edad biológica de maduración (años) se calculó restando la edad cronológica en el momento de la medición a partir de la edad cronológica al pico de velocidad (Sherar y Baxter-Jones, 2007; Mirwald et al., 2002). Así, el resultado de una edad de maduración de -1.0, indica que el jugador fue medido 1 año antes de este pico de velocidad; una edad de maduración de 0 señala que fue medido en el momento justo de su pico de velocidad; y una edad de maduración de +1.0 nos dice que el participante fue medido 1 año después de este pico de velocidad (Méndez-Villanueva et al., 2010). Para predecir los años al pico de velocidad de crecimiento se utilizó las siguientes ecuaciones elaboradas por Mirwald et al. (2002). Para los chicos = $-9.236 + (0.0002708 \times \text{talla de piernas} \times \text{talla sentado}) - (0.001663 \times \text{edad} \times \text{talla de piernas}) + (0.007216 \times \text{edad} \times \text{talla sentado}) + (0.02292 \times (\text{pes}/\text{altura} \times 100))$. Y para las chicas = $-9.376 + (0.0001882 \times \text{talla de piernas} \times \text{talla sentado}) + (0.0022 \times \text{edad} \times \text{talla de piernas}) + (0.005841 \times \text{edad} \times \text{talla sentado}) - (0.002658 \times \text{edad} \times \text{peso}) + (0.07693 \times (\text{peso}/\text{altura} \times 100))$.

Test físicos.

Test de agilidad 505. El objetivo de éste test es medir la capacidad de los sujetos para cambiar de dirección de forma rápida. Para el test 505, se utilizó la aplicación MySprint siguiendo los protocolos establecidos por Jiménez Reyes, P. (2016). Se colocaron dos conos a una distancia de 5 y 10 m de la línea de salida como referencia para el deportista y con una pica en el primero a modo de referencia para la grabación (Figura 1). Cada repetición se inició a partir de una posición de bipedestación, 50 cm detrás de la línea de salida. El test consistió en acelerar lo más rápido posible hasta la línea de 10 m, girar 180° en la línea y acabar en la línea de 5m. Los participantes realizaron 3 repeticiones cambiando de dirección con cada pierna y tuvieron 3 minutos de recuperación pasiva entre cada repetición. Al finalizar se anotó el mejor tiempo con cada pierna. (Sheppard, J. & Young, W., 2006).



Figura 1. Test 505 modificado

Test de velocidad. Este test consiste en medir el tiempo que se tarda en recorrer de forma lineal la distancia de 20 m (con parciales en 5 y 10 m). Para las mediciones se utilizó la aplicación MySprint siguiendo los protocolos establecidos por Jiménez Reyes, P (2016). Cada repetición se inició a partir de una posición de bipedestación, 50 cm detrás de la línea de salida (Figura 2). Los participantes realizaron 3 sprints máximos de 20 m con 3 minutos de recuperación pasiva entre repeticiones. Al finalizar se anotó el mejor tiempo.



Figura 2. Test de velocidad en 20 metros

Salto con contramovimiento (CMJ). El objetivo de este test es medir la potencia del tren inferior y la capacidad del ciclo estiramiento acortamiento (CEA) del complejo músculo-tendinoso. Para ellos se utilizó la aplicación MyJump siguiendo los protocolos establecidos por Balsalobre et al. (2014). El CMJ se llevó a cabo con las manos en la cintura, realizando un contramovimiento hasta una flexión de 90° de rodilla para coger impulso y saltar lo más alto posible manteniendo las extremidades inferiores extendidas durante toda la fase de vuelo. Cada participante hizo 3 saltos con ambas piernas y seguidamente otros 3 con cada pierna por separado (Figura 3). Los descansos fueron entre 1 y 3 minutos, y se registraron los mejores saltos en centímetros.

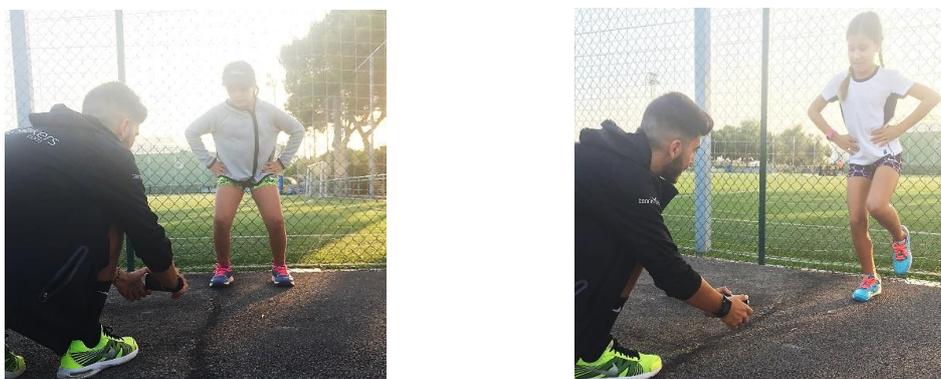


Figura 3. Saltos CMJ bipodal y unipodal

Programas de entrenamiento

El estudio se llevó a cabo durante los meses de septiembre y octubre, y los entrenamientos se realizaban de 17:45h a 18:30h, antes de las sesiones en pista. Los test físicos se llevaron a cabo antes (pre-test) y después (post-test) de las 6 semanas de entrenamiento, realizado 2 días por semana, incluyendo: test de agilidad 505, velocidad en 20 m, y salto en contramovimiento (CMJ) bipodal y unipodal.

Todos los participantes ya habían realizado estos test con anterioridad por lo que no se llevaron a cabo sesiones de familiarización. Antes del comienzo de los pre-test se les explicó el protocolo de cada uno de ellos, y se les advirtió de la importancia de realizarlos con la máxima intensidad posible

para que las mediciones fueran válidas. Previo a la realización de los tests, los jugadores realizaron un calentamiento estandarizado de 10 minutos de duración consistente en: activación cardiovascular mediante carrera, movilidad articular, sprints progresivos con cambios de dirección, y saltos pliométricos con una y ambas piernas. A continuación se dejó un descanso de 5 m de recuperación pasiva.

El grupo de entrenamiento pliométrico (GE₁) realizó durante las 6 semanas un programa de ejercicios, con variedad de saltos, tanto horizontales como verticales, con ambas piernas o con una, y con diferentes elementos. A medida que avanzaban las semanas tanto el volumen como la intensidad de los ejercicios fueron aumentando progresivamente. (Tabla 1).

PROGRAMA PLIOMETRÍA								
SEMANA	Nº DE EJERCICIOS	SERIES	REPETICIONES	DESCANSO EJERCICIOS/SERIES	VOLUMEN TOTAL SALTOS	INTENSIDAD	EJERCICIOS	MATERIAL
1	3	3	14	15s/90s	126	BAJA	Saltos con ambas piernas: frontales y laterales	Escalera doble
2	3	3	7 (una pierna) 14 (ambas piernas)	15s/90s	126 (63 una pierna, 63 ambas piernas)	BAJA-MEDIA	Saltos con una y ambas piernas: frontales y laterales	Escalera doble
3	3	4	12	15s/90s	144	BAJA-MEDIA	Saltos con ambas piernas: en el sitio, hacia delante y atrás, hacia los lados	Comba
4	3	4	6 (una pierna) 12 (ambas piernas)	15s/90s	144 (72 una pierna, 72 ambas piernas)	MEDIA	Saltos con una y ambas piernas: en el sitio, hacia delante y atrás, hacia los lados	Comba
5	5	4	8	15s/90s	160	MEDIA-ALTA	Saltos con ambas piernas: frontales, laterales, hacia delante y atrás, hacia los lados	Minivallas (15 cm)
6	5	4	4 (una pierna) 8 (ambas piernas)	15s/90s	160 (80 una pierna, 80 ambas piernas)	ALTA	Saltos con una y ambas piernas: frontales, laterales, hacia delante y atrás, hacia los lados	Minivallas (15 cm)

Tabla 1. Programa de entrenamiento pliométrico

El grupo de entrenamiento velocidad-agilidad (GE₂) durante el mismo periodo realizó ejercicios de técnica de carrera, de coordinación, y series de sprints en línea, en zigzag y con cambios de dirección,

recorriendo diferentes distancias. A medida que avanzaban las semanas tanto el volumen como la intensidad de los ejercicios fueron aumentando progresivamente. (Tabla 2).

PROGRAMA VELOCIDAD-AGILIDAD								
SEMANA	Nº DE EJERCICIOS	SERIES	REPETICIONES	DESCANSO REPETICIONES / EJERCICIOS / SERIES	DISTANCIA	INTENSIDAD	EJERCICIOS	MATERIAL
1	8	1	2	- / 25s / -	10m y 15m	BAJA	<u>Técnica de carrera:</u> 1.Elevación de talón 2.Skipping bajo impacto 3.Skipping tres direcciones 4.Pasos rusos 5.Skipping elevando una pierna (cuatro apoyos) 6.Skipping elevando dos piernas (tres apoyos) 7.Zancadas con vuelo 8.Zancadas + sprint	Conos
2	8	1	2	- / 25s / -	5m y 15m	MEDIA	<u>Técnica de carrera con minivallas:</u> 1. Skipping lateral cuatro apoyos 2.Skipping lateral tres apoyos 3.Skipping lateral dos apoyos 4.Skipping frontal cuatro apoyos 5.Skipping frontal tres apoyos 6.Skipping frontal dos apoyos 7.Skipping frontal un apoyo 8.Skipping frontal un apoyo + sprint	Minivallas (15cm)
3	6	2	1	- / 25s / 180s	15m	ALTA	<u>Movimientos coordinativos de pies + sprint:</u> skipping adelante y atrás, skipping lado-lado, cuadrado. <u>Salidas desde diferentes posiciones con minivalla + sprint:</u> de rodillas, sentado, decúbito prono	Conos y minivalla (15cm)
4	1	3	6	25s / - / 180s	10m	ALTA	Sprint ida y vuelta (1 COD)	Conos
5	1	4	5	25s / - / 180s	15m	ALTA	Sprint ida y vuelta (2 COD)	Conos
6	1	4	6	25s / - / 180s	20m	ALTA	Zig-zag sprint (3 COD)	Conos

Tabla 2. Programa de entrenamiento velocidad-agilidad

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico SPSS 23.0. El análisis estadístico llevado a cabo para ver la relación entre las variables fue ANOVA de medidas repetidas. La magnitud de las diferencias entre los grupos y los test fue expresada como el tamaño del efecto (Effect size), y el criterio para interpretar dicha magnitud fue el siguiente: <0.35 trivial. Entre 0.35 y 0.80 pequeño. Entre 0.80 y 1.50 moderado y >1.50 grande (Rhea, MR., 2004).

REFERENCIAS

1. Adams K., O'Shea J. P., O'Shea K. L. y Climstein, M. (1992). The effect of six weeks of squat, plyometric and squat – plyometric training on power production. *Journal of Applied Sports Science Research*, 6(1), 36-41.
2. Alvero Cruz, J. R., Cabañas Armesilla, M. D., Herrero de Lucas, A., Martínez Riaza, L., Moreno Pascual, C., Porta Manceñido, J., et al. (2010). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del grupo español de cineantropometría de la federación española de medicina del deporte. *Archivos de Medicina del Deporte*, 27, 330-344.
3. Asadi, A., Arazi, H., Young, W. B. y Sáez de Villarreal, E. (2016). The effects of plyometric training on change of direction ability: a meta-analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 563-573.
4. Asadi, A., Sáez de Villarreal, E. y Arazi, H. (2015). The effects of plyometric type neuromuscular training on postural control performance of male team basketball players. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1870–1875.
5. Attene, G., Laffaye, G., Chaouachi, A., Pizzolato, F., Migliaccio, G. M. y Padulo, J. (2015). Repeated sprint ability in young basketball players: one vs. two changes of direction (Part 2). *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1553-15563.
6. Ayala, F., Moreno-Pérez, V., Vera-García, F. J., Moya, M., Sanz-Rivas, D. y Fernández-Fernández, J. (2016). Acute and time-course effects of traditional and dynamic warm-up routines in young elite junior tennis players. *PLoS ONE*, 11(4): doi:10.1371/journal.pone.0152790.
7. Balsalobre-Fernández, C., Tejero-González, C. M., Del Campo-Vecino, J. y Bavaresco, N. (2014). The concurrent validity and reliability of a low-cost, high-speed camerabased method for measuring the flight time of vertical jumps. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 528–533.

8. Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M. y Lockey, R. A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574–1579.
9. Barber-Westin, S. D., Hermeto, A. y Noyes, F. R. (2010). A six-week neuromuscular training program for competitive junior tennis players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2372-2382.
10. Barber-Westin, S. D., Hermeto, A. y Noyes, F. R. (2015). A six-week neuromuscular and performance training program improves speed, agility, dynamic balance, and core endurance in junior tennis players. *Journal of Athletic Enhancement*, 4, 1.
11. Bishop, D. (2003). Warm up I: potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*, 33(6), 439-454.
12. Cabañas M. D. y Esparza, F. (2009). *Compendio de Cineantropometría*. Madrid: CTO.
13. Chelly, M. S., Ghenem, M. A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z. y Shepard, R. I. (2010). Effects of in season short-term plyometric training program on leg power, jump and sprint performance of soccer players. *Journal of Strength Conditioning Research*, 24(10), 2670-2676.
14. Davies, G., Riemann, B. L. y Manske, R. (2015). Current concepts of plyometric exercise. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 760-786.
15. Fernández-Fernández, J., Ellenbecker T., Sanz-Rivas D., Ulbricht A. y Ferrauti, A. (2013). Effects of a 6-week Junior Tennis Conditioning Program on Service Velocity. *Journal of Sport Science and Medicine*, 12, 232-239.
16. Fernández-Fernández, J., Méndez Villanueva, A., Pluim, B. M. y Terrados Cepeda, N. (2006). Aspectos físicos y fisiológicos del tenis de competición (I). *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, (116), 451-454.

17. Fernández-Fernández, J., Méndez Villanueva, A., Pluim, B. M. y Terrados Cepeda, N. (2007). Aspectos físicos y fisiológicos del tenis de competición (II). *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, (117), 37-43.
18. Fernández-Fernández, J., Méndez-Villanueva, A. y Sanz-Rivas, D. (2012). *Fundamentos del Entrenamiento de la Condición Física para Jugadores en Tenis en Formación*. Barcelona, España: Real Federación Española de tenis.
19. Fernández-Fernández, J., Sáez de Villareal, E., Sanz-Rivas, D. y Moya, M. (2016). The effects of 8-week plyometric training on physical performance in young tennis players. *Pediatric Exercise Science*, 28, 77-86.
20. Fernández-Fernández, J., Sanz-Rivas, D., Kovacs, M. S. y Moya, M. (2014). In-season effect of a combined repeated sprint and explosive strength training program on elite junior tennis players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 29 (2), 351-357.
21. Fernández-Fernández, J., Sanz-Rivas, D. y Méndez-Villanueva, A. (2009). A review of the activity profile and physiological demands of tennis match play. *Strength and Conditioning Journal*, 31(4), 15-26.
22. Fernández-Fernández, J., Sanz-Rivas, D., Sarabia, J. M. y Moya, M. (2015). Preseason training: the effects of a 17-day high-intensity shock microcycle in elite tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14, 783-791.
23. Fernández-Fernández, J., Sanz-Rivas, D., Sarabia, J. M. y Moya, M. (2016). The effects of sport-specific drills training or high-intensity interval training in young tennis players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 0(0), 1-23.
24. Fernández-Fernández, J., Ulbricht, A. y Ferrauti, A. (2014). Fitness testing of tennis players: How valuable is it? *British Journal Sports Medicine*, 48, 22–31.

25. Fernández-Fernández, J., Zimek, R., Wiewelhove, T. y Ferrauti, A. (2012) High-intensity interval training vs. repeated-sprint training in tennis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 53-62.
26. Groppe, J. L. y Roetert, E. P. (1992). Applied physiology of tennis. *Sport Medicine*, 14(4), 260.
27. Holcomb, W. R., Lander, J. E., Rutland, R. M. y Wilson, G. D. (1996). A biomechanical analysis of the vertical jump and three modified plyometric depth jumps. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 10, 83-88.
28. Johnson, B. A., Salzberg, C. y Stevenson, D. A. (2011). A systematic review: plyometric training programs for young children. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2623-2633.
29. Kleinöder, H. (2008). The use of rebound training in tennis. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 45, 22 – 23.
30. Komi, P. V. y Bosco, C. (1978). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Medicine and Science in Sports*, 10(4), 261-265.
31. Kovacs, M. S. (2007). Tennis physiology. *Sport Medicine*, 37(3), 189-198.
32. Kovacs, M. S., Roetert, E. P. y Ellenbecker, T. S. (2008). Efficient deceleration: The forgotten factor in tennis-specific training. *Strength Conditioning Journal*. 30(6), 58–69.
33. Macri, A. C. (2013). The importance of combining muscular contractions duty for strength training, in the game of tennis, for 11-12 year-olds. *Journal of Physical Activities*, 2, 9-16.
34. Malina, R. M. y Bouchard, C. (1991). *Growth, Maturation, and Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics, 501–502.
35. Martínez-Sanz J. M., Cejuela, R., Cabañas-Armesilla, M. D. y Urdampilleta-Otegui, A. (2011). *Evaluación cineantropométrica II: Composición corporal, somatotipo y proporcionalidad*. Valencia: Universidad de Valencia y Fundación Universidad Empresa ADEIT.

36. Méndez-Villanueva, A., Buchheit, M., Kuitunen, S., Poon, T. K., Simpson, B. y Peltola, E. (2010). Is the relationship between sprinting and maximal aerobic speeds in Young soccer players affected by maturation? *Pediatric Exercise Science*, 22, 497-510.
37. Meylan, C. y Malatesta, D. (2009). Effects of in- season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23, 2605-2613.
38. Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A. y Beunen, G. P. (2002) .An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689-694.
39. Mirzaei1, B., Norasteh, A. A., Sáez de Villarreal, E. y Asadi, A. (2014). Effects of six weeks of depth jump vs. countermovement jump training on sand on muscle soreness and performance. *Kinesiology*, 46(1), 97-108.
40. Moncef, C., Said, M., Olfa, N. y Dagbaji, G. (2012). Influence of morphological characteristics on physical and physiological performances of tunisian elite male handball players. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(2), 74-80.
41. Myer, G.D., Faigenbaum, A.D., Ford, K.R., Best, T.M., Bergeron, M.F. y Hewett, T.E. (2011). When to Initiate Integrative Neuromuscular Training to Reduce Sports-Related Injuries and Enhance Health in Youth? *Current Sports Medicine Reports*, 10, 155-166.
42. Myer, G. D., Faigenbaum, A. D., Chu, D. A., Falkel, J., Ford, K. R., BEST, T. M. y Hewett, T. E. (2011b). Integrative training for children and adolescents: techniques and practices for reducing sports-related injuries and enhancing athletic performance. *The Physician and Sports Medicine*, 39, 74-84.
43. Polman, R., Bloomfield, J. y Edwards, A. (2009). Effects of SAQ training and small-sided games on neuromuscular functioning in untrained subjects. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4, 494-505.

44. Potteiger, J. A., Lockwood, R. H., Haub, M. D., Dolezal, B. A., Alumzaini, K. S., Schroeder, J. M. y Zebas, C. J. (1999). Muscle power and fiber characteristic following 8 weeks of plyometric training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13, 275- 279.
45. Ramírez-Campillo, R., Andrade, D. C. y Izquierdo, M. (2012). Effects of plyometric training volumen and training surface on explosive strength. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(10), 2714-2722.
46. Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Báez, EB., Martínez, C., Andrade, DC. y Izquierdo, M. (2014). Effects of plyometric training on endurance and explosive strength performance in competitive middle- and long-distance runners. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 97-104.
47. Ramirez-Campillo, R., Henriquez-Olguín, C., Burgos, C., Andrade, D., Zapata, D., Martínez, C., Baez, E. I., Castro-Sepulveda, M., Peñailillo, L. y Izquierdo, M. (2014) Effect of progressive volumen-based overload during plyometric training on explosive and endurance performance in Young soccer players. *Journal of Strenght Conditioning Research*, 0(0), 1-8.
48. Reid, M. y Schneiker, K. (2008). Strength and conditioning in tennis: current research and practice. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11, 248-256.
49. Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18, 918-920.
50. Rimmer, E. y Sleivert, G. (2000). Effects of a plyometrics training intervention program on sprint performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 14(3), 295-301.
51. Rodríguez-Rosell, D., Franco-Márquez, F., Pareja-Blanco, Mora-Custodio, R., Yáñez-García, J. M., González-Suárez, J. M. y González-Badillo, J. J. (2015). Effects of 6-weeks resistance training combined with plyometric and speed exercises on physical performance of pre-peak height velocity soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(2), 240-6.

52. Roetert, E. P. y Ellenbecker, T. (2008). *Complete Conditioning for Tennis*. Madrid, España.
53. Roetert, E. P. y Kovacs, M. S. (2012). *Anatomía del tenista*. Madrid, España.
54. Sáez de Villarreal, E., González-Badillo, J. J. y Izquierdo, M. (2008). Low and moderate plyometric training frequency produces greater jumping and sprinting gains compared with high frequency. *Journal of Strength Conditioning Research*, 22(3), 715-725.
55. Sáez de Villarreal, E., Kellis, E., Kraemer, W. J. y Izquierdo, M. (2009). Determining variables of plyometric training for improving vertical jump height performance a meta-analysis. *Journal of Strength Conditioning Research*, 23(2), 495-506.
56. Sáez de Villarreal, E., Requena, B., Izquierdo, M. y González-Badillo, J. J. (2013). Enhancing sprint and strength performance: combined versus maximal power, traditional heavy-resistance and plyometric training. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(2), 146-150.
57. Sáez de Villarreal, E., Requena, B. y Newton, R. U. (2009). Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 513-522.
58. Sáez de Villarreal, E., Suárez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G. G. y Ferrete, C. (2015). Effects of plyometric and sprint training on physical and technical skill performance in adolescent soccer players. *Journal of Strength Conditioning Research*, 00(00),1–10.
59. Samozino, P., Morin, J. B., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Sáez de Villarreal, E. y Rabita, G. (2013). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal & Medicine in Sports*, 26(6), 648-58.
60. Sánchez-Muñoz, C., Sanz, D. y Zabala, M. (2007). Anthropometric characteristics, body composition and somatotype of elite junior tennis players. *British Journal of Sports Medicine*, 41(11), 793-799.
61. Sheppard, J. M. y Young, W. B. (2006). Agility literature review: classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919–932.

62. Sherar, L. B., Baxter-jones, A. D. G., Faulkner, R. A. y Russell, K. W. (2007). Do physical maturity and birth date predict talent in male youth ice hockey players? *Journal of Sports Sciences*, 25(8), 879-886.
63. Sociedad Internacional para el Avance de la Kineantropometría (ISAK) (2001). *Estándares internacionales para la valoración antropométrica*. Australia.
64. Söhnlein, Q., Müller, E. y Stöggl, T. L. (2014). The effect of 16-week plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players. *Journal of Strength Conditioning Research*, 28(8), 2105-14.
65. Sozbir, K. (2016). Effects of 6-week plyometric training on vertical jump performance and muscle activation of lower extremity muscles. *The Sport Journal*.
66. Ulbricht, A., Fernández-Fernández, J., Méndez-Villanueva, A. y Ferrauti, A. (2015). The relative age effect and physical fitness characteristics in german male tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14, 634-642.
67. Zoccolaro, J., Dourado, A. C., Haddad, A., Quensishzi, V. A., Ramos, M. y Reeberg, L. C. (2013) Effects of plyometric training in power of lower limbs and speed of junior tennis players. *Rev. Educ. Fis. /UEM*, 24(4), 617-626.