



## **FACULTAD DE CIENCIAS SOCIOSANITARIAS**

Departamento de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte

### **LOS EFECTOS DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO COMBINADO DE EQUILIBRIO Y PLIOMETRÍA SOBRE EL RENDIMIENTO FÍSICO EN JÓVENES TENISTAS**

Antonio David Cerdá Rico

Director: Dr. Jaime Fernández Fernández

Junio , 2017



## 1. INTRODUCCIÓN

El tenis de competición se caracteriza por esfuerzos de alta intensidad intercalados con periodos variables de baja intensidad, durante los cuales se produce la recuperación del deportista (Fernández-Fernández et al., 2009). Los partidos pueden prolongarse hasta las 5 h en algunos casos (Hoppe et al., 2014) y el ratio de esfuerzo-descanso se encuentra aproximadamente entre 1:3 y 1:5 (Kovacs, 2007).

Además, el tenis es descrito como un deporte impredecible, pues cada pelota lanzada por el rival suele llevar diferente velocidad y efecto, pudiendo ir dirigida a cualquier parte de la pista (Groopel, Conroy y Hubb, 1986). Esta variabilidad durante el juego provoca que los tenistas deban poseer una gran habilidad para ejecutar rápidamente tanto movimientos en dirección lineal como multidireccional (Kovacs, 2006).

En cuanto al ritmo de juego, como indicó Kovacs (2007), el tenis ha evolucionado en los últimos años, presentando actualmente un ritmo de juego más elevado que en años anteriores, con movimientos muy explosivos, y donde la fuerza, la potencia y la velocidad adquieren una gran importancia en la preparación específica del deportista. Así, los jugadores necesitan de una variedad de cualidades físicas como la velocidad, la agilidad y la potencia, combinadas con una capacidad aeróbica bien desarrollada, para lograr altos niveles de rendimiento (Fernández-Fernández, Zimek, Wiewelhove y Ferrauti, 2012). En este sentido, la aceleración inicial y la agilidad son acciones explosivas cruciales cuando el jugador está involucrado en una situación de juego rápida. La aceleración es la capacidad de realizar movimientos alcanzando la máxima velocidad en el menor tiempo posible (ej., de 0 a 10 m) (Little y Williams, 2005), y la agilidad puede ser definida como la capacidad de cambiar de dirección, acelerar y parar rápidamente (Sheppard y Young, 2006). Por lo tanto, encontramos

que, durante un partido de tenis, el jugador realiza una gran variedad de movimientos como acelerar, frenar, saltar, deslizarse y cambiar de dirección.

En jugadores en formación, que aún no han desarrollado adecuadamente sus valores de fuerza y control neuromuscular, las exigencias físicas de la competición así como los altos volúmenes de entrenamiento a los que son sometidos pueden suponer un problema, aumentando la probabilidad de que sufran alguna lesión, ya sea traumática o por sobreuso (Abrams, Renstrom y Safran, 2012; Barber-Westin, Hermet y Noyes, 2015).

En la actualidad, diferentes estudios han destacado la importancia del entrenamiento de pliometría y de equilibrio con jugadores jóvenes, no solo como factor preventivo para reducir la severidad y la frecuencia de estas lesiones (Faigenbaum et al., 2009; McNeely y Armstrong, 2002) sino también para mejorar la fuerza y la potencia muscular de los deportistas. El entrenamiento pliométrico es uno de los métodos más utilizados para mejorar el rendimiento en deportes que incluyen acciones de ciclo estiramiento-acortamiento (CEA). El CEA consiste en enlazar rápidamente una acción de estiramiento muscular o contracción excéntrica con una contracción concéntrica, que permite almacenar una mayor cantidad de energía elástica en la estructura músculo-tendinosa, lo que contribuye a la ejecución de una contracción concéntrica más potente (Nicol, Avela y Komi, 2006). El entrenamiento pliométrico se basa en acciones muy rápidas y potentes que recurren a este tipo de acciones de estiramiento-acortamiento, y ha mostrado ser una metodología efectiva para la mejora de la fuerza, la agilidad, la velocidad y la capacidad de salto (Barber-Westin et al., 2015; Chelly et al., 2010; Fernández-Fernández, Sanz-Rivas, Kovacs y Moya, 2015; Ramírez-Campillo et al., 2015). Entre las numerosas adaptaciones y mejoras que se producen con este tipo de entrenamiento encontramos las siguientes: mayor

sincronización de las unidades motoras, mayor eficiencia en el ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) y mayor coordinación inter-muscular (Fernández-Fernández, Sanz-Rivas, Sarabia y Moya (2017).

Sin embargo, hay una falta de evidencia sobre cual es el volumen óptimo en cuanto al entrenamiento pliométrico, teniendo en cuenta que un volumen excesivo puede afectar negativamente al rendimiento del deportista o incluso llevarlo a sufrir lesiones (Jeffreys, Croix, Lloyd, Oliver y Hughes, 2017; Moran et al., 2016; Yanci, Castillo, Iturricastillo y Yuzo, 2016). Los deportistas en formación son individuos que en la mayoría de los casos no han alcanzado su pico de crecimiento, por lo que su maduración no es completa, y muchas de sus estructuras aún están en proceso de formación. En muchos casos, los ejercicios pliométricos implican altas velocidades y fuerzas de impacto (Cappa y Behm, 2013), por lo que es un factor importante a tener en cuenta. Actualmente la mayoría de los estudios recomiendan entre 80-100 contactos para deportistas noveles y alrededor de 200 contactos para deportistas experimentados (Ebben, Feldmann, VanderZanden, Fauth y Petushek, 2010; Miller, Herniman, Ricard, Cheatham y Michael, 2006).

Por otro lado, el entrenamiento de equilibrio se ha venido usando en los últimos tiempos para la mejora del control postural y como factor preventivo ante lesiones (Behm y Colado, 2012; Bird y Stuart, 2012; Granacher, Gollhoffer y Kriemler, 2010).

Estos entrenamientos se basan en el control de la estabilidad postural en diferentes planos y número de apoyos y parecen producir una mejor y más rápida respuesta de las articulaciones ante los desequilibrios propios de la competición (Malliou et al., 2010). Podemos entender la estabilidad postural como un proceso dinámico que abarca la detección sensorial de los segmentos corporales, la integración de la información sensorial motora en el sistema nervioso central y la selección de una

apropiada respuesta neuromuscular, que busca restablecer el equilibrio entre las fuerzas estabilizadoras y perturbadoras (Riemann y Guskiewicz, 2000). Además, parece ser que este tipo de entrenamiento no solo mejora el control postural del sujeto, sino también el ratio de fuerza desarrollado (Keller, Pfusterschmied, Buchecker, Müller, y Taube, 2011). De esta forma, autores como Behm, Faigenbaum, Falk y Klentrou (2008) recomiendan que el trabajo de equilibrio con jóvenes sea incorporado antes que el trabajo pliométrico. Establecen que este hecho permitirá que la transmisión de fuerzas durante los ejercicios de pliometría sea más efectiva, debido a una mejor estabilización y alineación postural. Esta afirmación parece lógica, pues antes de comenzar con el trabajo de saltos y rebotes, sería necesario corregir ciertos déficits biomecánicos y neuromusculares que se producen a estas edades, como reducir el valgo de rodilla o aumentar el control en acciones excéntricas. Estas mejoras permitirán disminuir las fuerzas de impacto tras un aterrizaje o mejorar la coordinación intra e inter-muscular del deportista ante los ejercicios de pliometría (Behm y Colado, 2013; Wilkerson et al., 2004).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue examinar los efectos de 8 semanas de entrenamiento secuenciado (4 semanas de equilibrio y 4 semanas de pliometría) sobre el rendimiento físico en tenistas jóvenes. Además, se planteó como objetivo secundario determinar qué volumen de trabajo produjo mayores mejoras en relación al entrenamiento de pliometría.

## **2. MATERIAL Y MÉTODO**

### **2.1 Diseño**

Para evaluar los efectos del entrenamiento secuenciado de equilibrio y pliometría sobre la estabilidad dinámica, la potencia del tren inferior, la capacidad de sprint en línea y la velocidad en el cambio de dirección, 15 tenistas fueron testados antes y

después de las 8 semanas de entrenamiento (pre- y post-tests). El periodo de entrenamiento se llevó a cabo entre los meses de Mayo y Junio de 2017. Para evitar el efecto del aprendizaje de los test, todos los jugadores participaron en una sesión de familiarización la semana previa a los pre-tests, que tuvo una duración aproximada de 45 minutos. En esta sesión los test fueron desarrollados en el mismo orden y con la misma metodología que se aplicó la semana siguiente. Los 15 jugadores fueron incluidos en el análisis, al completar como mínimo el 95% de las sesiones de entrenamiento realizadas, completando las 16 sesiones que se realizaron.

Una vez realizada la sesión de familiarización los jugadores fueron distribuidos en tres grupos, en función de su horario semanal de entrenamiento y del volumen de entrenamiento que iban a realizar: un grupo experimental con un volumen de entrenamiento pliométrico alto, entre 90 y 120 saltos (GE1;  $n = 5$ ), un grupo experimental con un volumen de entrenamiento pliométrico reducido, entre 60 y 90 saltos (GE2;  $n = 5$ ) y un grupo control (GC;  $n = 5$ ). Durante la fase de intervención los deportistas realizaron dos sesiones por semana, de una duración aproximada de 45 minutos, incluyendo el calentamiento estandarizado.

## **2.2 Participantes**

Los sujetos participantes en el estudio fueron 15 tenistas (2 chicas y 13 chicos) de la escuela de tenis Tennis Concept (Elche) (Edad  $11.3 \pm 0.6$  años; Altura;  $152 \text{ cm} \pm 7.4$ ; Peso;  $41 \text{ kg} \pm 6.2$ ; Pico velocidad de crecimiento estimado:  $-0.9 \pm 1.1$ ). Los jugadores tenían un mínimo de 2 años de práctica en el tenis y todos ellos realizaban un entrenamiento similar en cuanto a frecuencia, volumen e intensidad, acumulando 3 horas de tenis y 1,5 horas de entrenamiento físico a la semana. Todos los participantes no presentaban lesión previa que les impidiese la correcta

ejecución de las sesiones de entrenamiento. Tanto los padres como los jugadores fueron informados del protocolo de investigación y se obtuvo su consentimiento informado, así como del consentimiento informado de ambos.

## **2.3 Procedimientos**

### *2.3.1 Antropometría*

Todas las mediciones se realizaron en el mismo lugar, por la misma persona y bajo unas condiciones ambientales estables ( $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ), siguiendo las instrucciones de la sociedad internacional de cineantropometría (ISAAK) (Esparza, 1993). Para la valoración del peso se utilizó una báscula Geonaute Scale 100, con una precisión de 0.100 kg. El deportista debía subir a la báscula descalzo y permanecer inmóvil en el centro de ella, con el peso del cuerpo distribuido entre ambos pies. El peso se anotó en kilogramos, con una décima. Para medir la altura de los deportistas se utilizó una cinta métrica Dexter de 2 metros de longitud, con una precisión de 1 milímetro. Los participantes se colocaban de espalda a la pared donde estaba fijada la cinta. Los talones debían estar juntos, y los glúteos, la parte superior de la espalda y la zona occipital de la cabeza en contacto con la pared. La cabeza se mantenía en el plano de Frankfurt (borde inferior de la cavidad orbitaria en línea horizontal con la parte superior del trago de la oreja). En esta posición se registró la distancia desde el suelo hasta el vértex de la cabeza en centímetros. Para medir la talla sentado se utilizó un banco con superficie rígida, de 40 centímetros de longitud. Se evaluó con la misma cinta métrica Dexter. El deportista se sentaba sobre el banco, con la cabeza mantenida en el plano de Frankfurt y su región lumbo-sacra contra la pared. Se calculó la distancia entre la superficie del banco y el vértex de la cabeza en centímetros. La longitud de la pierna se calculó restando la talla sentado a partir de la altura del jugador (Mirdwald, Baxter-Jones, Bailey y Beunen, 2002).



### *2.3.2 Pico de velocidad de crecimiento*

Para estimar el estado madurativo de los participantes se aplicó la ecuación de Mirwald, Baxter-Jones, Bailey y Beunen (2002). El pico de velocidad de crecimiento (PVC) indica el momento de mayor crecimiento en estatura durante la etapa de la adolescencia. Esta ecuación ha sido validada como un método no invasivo para predecir el PVC utilizando variables como la altura o el peso. Para los chicos la ecuación fue la siguiente:  $-9.236 + (0.0002708 \times \text{talla de piernas} \times \text{talla sentado}) - (0.001663 \times \text{edad} \times \text{talla de piernas}) + (0.007216 \times \text{edad} \times \text{talla sentado}) + (0.02292 \times (\text{peso}/\text{altura} \times 100))$ . Y para las chicas =  $-9.376 + (0.0001882 \times \text{talla de piernas} \times \text{talla sentado}) + (0.0022 \times \text{edad} \times \text{talla de piernas}) + (0.005841 \times \text{edad} \times \text{talla sentado}) - (0.002658 \times \text{edad} \times \text{peso}) + (0.07693 \times (\text{peso}/\text{altura} \times 100))$ . Un resultado negativo indicaría que el deportista fue medido antes de que alcanzara este momento de mayor crecimiento, mientras que un resultado positivo señalaría que el deportista ya habría pasado esa fase.

### *2.3.3 Test de estabilidad postural*

El protocolo del test del Y-Balance (Functional Movement Systems, Inglaterra) fue desarrollado para valorar el riesgo de lesión de un deportista y la estabilidad dinámica global de las extremidades inferiores (Gribble, Hertel y Plisky, 2012). Para su realización se siguió la metodología propuesta por Gribble et al. (2012). Antes de comenzar con el test los deportistas realizaron 5 intentos con cada pierna en cada una de las 3 direcciones, con el fin de evitar el efecto de aprendizaje (Robinson y Gribble, 2008). Tras un descanso de 3 minutos se realizó la evaluación de la pierna dominante, donde el deportista tuvo 3 intentos en cada una de las 3 direcciones evaluadas: anterior, postero-lateral y postero-medial. Después de cada repetición el sujeto tenía 10 segundos de descanso para comenzar con la siguiente, y un minuto

de descanso cuando cambiaba de dirección. Una vez realizada la evaluación de la extremidad dominante se pasó a realizar la valoración de la extremidad no dominante manteniendo la misma metodología. Para el análisis estadístico se utilizó la media de los 3 intentos realizados en cada una de las 3 direcciones, aunque si se encontraba una diferencia mayor del 5% en alguno de los 3 intentos con respecto a los restantes, se seleccionaba la media de los dos intentos con valores más próximos.

Para normalizar los valores de los participantes en función de la longitud de su pierna se midió la longitud de ambas extremidades inferiores antes de realizar el test. La longitud de la pierna se estableció como la distancia existente entre la espina iliaca antero-superior y la parte distal del maléolo medial del tobillo, estando el deportista en posición de decúbito supino. Posteriormente se aplicó la siguiente fórmula:  $(\text{distancia alcanzada}/\text{longitud de pierna}) \times 100$ . Estos mismos valores se utilizaron para el cálculo del índice bilateral, que fue el resultado de la división del valor normalizado de la pierna dominante entre la pierna no dominante.

#### *2.3.4 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 colocaron dos fotocélulas (Globus, Italia) a una distancia de 10 y 15 metros de la línea de salida. Cada repetición se inició a partir de una posición bípeda individual, 10 metros detrás de la primera fotocélula, que iniciaba un temporizador digital. El test consistió en acelerar lo más rápido posible hasta la línea de 15 m, girar 180° en la línea y acabar en la línea de 10 metros. Los jugadores realizaron una repetición cambiando de dirección con cada pierna y tuvieron tres minutos de recuperación pasiva entre cada repetición.

Para el análisis estadístico se utilizó el mejor tiempo de las dos repeticiones realizadas.

### *2.3.5 Test de sprint de 20 metros*

El test midió la velocidad de los deportistas en línea recta durante 20 metros (con un parcial de 10 metros). Para ello se utilizaron tres fotocélulas (Globus, Italia). El deportista comenzaba el test 50 cm por detrás de la primera fotocélula, que iniciaba el temporizador digital. Cada jugador realizó dos sprint máximos de 20 metros, con tres minutos de recuperación pasiva entre cada repetición. Una vez realizadas las dos repeticiones se anotó el mejor tiempo.

### *2.3.6 Salto en contramovimiento (CMJ) (bipodal-unipodal)*

Con el CMJ se pretende medir la fuerza explosiva-elástica del tren inferior. Para evaluar la altura alcanzada en cada uno de los saltos se utilizó una plataforma de contacto (Ergojump, Finlandia), siguiendo la metodología propuesta por Bosco, Mognoni y Luhtanen (1983). Cada jugador realizó dos saltos bipodales verticales máximos, manteniendo las manos en la cintura y ejecutando un rápido movimiento de flexo-extensión de rodillas que le permitiera alcanzar la máxima altura posible. Después, y siguiendo el mismo protocolo, los sujetos realizaron dos saltos verticales con cada pierna por separado. Se dejaba un minuto de recuperación pasiva entre cada repetición. La altura se anotó en centímetros y para el análisis estadístico se recurrió al mejor salto de cada tipo (bipodal-unipodal).

## **2.4 Protocolo de entrenamiento**

Los participantes realizaron un entrenamiento de equilibrio de 4 semanas de duración, dos días a la semana, con una duración aproximada de 45 minutos por sesión y posteriormente un entrenamiento de pliometría siguiendo la misma

estructura. Este programa fue llevado a cabo antes de que los tenistas realizaran su entrenamiento técnico-táctico en pista, en su hora de preparación física. Todas las sesiones de entrenamiento estaban compuestas por un calentamiento estandarizado, que incluía carrera continua durante 7 minutos, movimientos de movilidad articular del tren superior e inferior y 6 progresiones de 30 metros para finalizar el calentamiento.

#### *2.4.1 Entrenamiento de equilibrio*

Ambos grupos experimentales (GE1 y GE2) realizaron durante 4 semanas el mismo entrenamiento de equilibrio (Tabla 1). La intensidad fue aumentando progresivamente a lo largo de las sesiones, ya fuera modificando el número de apoyos, las superficies de trabajo o la inclusión de nuevos materiales. El trabajo del grupo fue supervisado por dos investigadores, asegurando la correcta ejecución técnica de los ejercicios y controlando los tiempos de trabajo y descanso. La duración aproximada de cada una de estas sesiones fue de 45 minutos, incluyendo el tiempo de calentamiento.

**Tabla 1.** Descripción de los ejercicios realizados en el entrenamiento de equilibrio para GE1 y GE2 a lo largo de las 8 sesiones.

Ejercicio	Sesión 1-2	Sesión 3-4	Sesión 5-6	Sesión 7-8
Squat sobre superficie estable	2 x 8	2 x 10		
Squat sobre disco de equilibrio			2 x 8	2 x 10
Zancada frontal sobre línea	2 x 6/pierna	2 x 8/pierna		
Zancada frontal sobre línea, aterrizando el pie adelantado sobre el disco de equilibrio			2 x 6/pierna	2 x 8/pierna
Apoyo unipodal, manteniendo el equilibrio 30"	2 x 2/pierna	2 x 4/pierna		
Apoyo unipodal con los ojos cerrados, manteniendo el equilibrio 30"			2 x 2/pierna	2 x 4/pierna
Puente frontal con los brazos extendidos, sobre superficie estable	2 x 15"	2 x 25"		
Puente frontal con los brazos extendidos sobre BOSU invertido			2 x 15"	2 x 25"

#### 2.4.2 Entrenamiento pliométrico

Los dos grupos experimentales ejecutaron el mismo tipo de entrenamiento pliométrico, pero el GE1 acumuló mayor volumen de entrenamiento que el GE2 (Tabla 2 y Tabla 3). El volumen y la intensidad del entrenamiento aumentaron a lo largo de las semanas para los dos grupos. El entrenamiento incluyó acciones de ciclo estiramiento-acortamiento, realizadas a la máxima intensidad. Dos investigadores supervisaron el trabajo, prestando especial atención a la correcta ejecución de los ejercicios y respetando los tiempos de trabajo y de descanso.

**Tabla 2.** Descripción de los ejercicios realizados en el entrenamiento de pliometría para GE1 y GE2 a lo largo de las 8 sesiones.

Ejercicio	Sesión 1-2	Sesión 3-4	Sesión 5-6	Sesión 7-8
<b>CMJ</b>				
Grupo 1	2 x 6	2 x 6	2 x 8	2 x 8
Grupo 2	4 x 6	4 x 6	4 x 8	4 x 8
<b>Saltos horizontales no consecutivos, vuelta a posición de inicio tras cada salto</b>				
Grupo 1	2 x 6	2 x 6		
Grupo 2	3 x 6	3 x 6		
<b>Saltos a pies juntos en slalom sobre línea</b>				
Grupo 1	2 x 4	2 x 5		
Grupo 2	2 x 4	2 x 5		
<b>Saltos horizontales superando 4-6 vallas (15 cm) separadas a una distancia de 0,50 metros</b>				
Grupo 1	2 x 4	2 x 5	2 x 6	2 x 6
Grupo 2	2 x 4	2 x 5	2 x 6	2 x 6
<b>Saltos unipodales en slalom sobre línea</b>				
Grupo 1	1 x 6/pierna	1 x 8/pierna	2 x 6/pierna	2 x 8/pierna
Grupo 2	1 x 8/pierna	1 x 8/pierna	2 x 6/pierna	2 x 6/pierna
<b>Escalera de agilidad ("8-10 bunny hop") + sprint 5 metros ida y vuelta</b>				
Grupo 1	1 x 8	1 x 10	1 x 10	1 x 10
Grupo 2	2 x 8	2 x 10	2 x 10	2 x 10
<b>5 multisaltos (derecha, centro, izquierda, centro y frontal) +sprint 5 metros</b>				
Grupo 1			2 x 2	2 x 2
Grupo 2			2 x 2	2 x 2
<b>DJ (10 cm)</b>				
Grupo 1			2 x 4	2 x 5
Grupo 2			3 x 4	3 x 4

**Tabla 3.** Número total de saltos por sesión realizados por el GE1 y GE2 a lo largo de las 4 semanas de entrenamiento.

	Sesiones 1-2	Sesiones 3-4	Sesiones 5-6	Sesiones 7-8
<b>Grupo 1</b>	60	70	80	90
<b>Grupo 2</b>	90	100	110	120

## 2.5 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó el software estadístico SPSS (versión 23, USA). Antes de comenzar con el análisis estadístico se comprobó la distribución normal de los datos a través de la prueba Kolmogorov-Smirnov. Se aplicó una ANOVA de medidas repetidas para determinar las diferencias entre las variables de

rendimiento y entre grupos. Para una mejor interpretación de los resultados se estableció el tamaño del efecto, que permitió valorar la magnitud de las diferencias. Valores menores a 0.35 se consideraron triviales, de 0.35 a 0.80 pequeñas, entre 0.80 y 1.50 moderadas y mayores a 1.50 como magnitudes grandes (Rhea, 2004).

## REFERENCIAS

1. Abrams, G., Renstrom, P., & Safran, M. (2012). Epidemiology of musculoskeletal injury in the tennis player. *British Journal Of Sports Medicine*, 46(7), 492-498.
2. Barber-Westin, S. D., Hermeto, A., & 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).
3. Behm, D., & Colado, J. C. (2012). The effectiveness of resistance training using unstable surfaces and devices for rehabilitation. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(2), 226–41.
4. Behm, D. G., & Colado Sanchez, J. C. (2013). Instability Resistance Training Across the Exercise Continuum. *Sports Health*, 5(6), 500–503.
5. Behm, D. G., Faigenbaum, A. D., Falk, B., & Klentrou, P. (2008). Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquée, Nutrition et Métabolisme*, 33(3), 547–61.
6. Bird, S. P., & Stuart, W. (2012). Integrating Balance and Postural Stability Exercises into the Functional Warm-up for Youth Athletes. *Strength and Conditioning Journal*, 34(3), 73–79.

7. Bosco, C., Mogroni, P., & Luhtanen, P. (1983). Relationship between isokinetic performance and ballistic movement. *European Journal of Applied Physiology*, 51(3):357-64.
8. Cappa, D. F., & Behm, D. G. (2013). Neuromuscular Characteristics of Drop and Hurdle Jumps With Different Types of Landings. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(11), 3011–3020.
9. Chelly, M. S., Ghenem, M. A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z., & Shephard, R. J. (2010). Effects of in-Season Short-Term Plyometric Training Program on Leg Power, Jump- and Sprint Performance of Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(10), 2670–2676.
10. Ebben, W. P., Feldmann, C. R., VanderZanden, T. L., Fauth, M. L., & Petushek, E. J. (2010). Periodized Plyometric Training is Effective for Women, and Performance is Not Influenced by the Length of Post-Training Recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 1–7.
11. Faigenbaum, A. D., Kraemer, W. J., Blimkie, C. J., Jeffreys, I., Micheli, L. J., Nitka, M., & Rowland, T. W. (2009). Youth resistance training: Updated position statement paper from the national strength and condition association. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 60–79.
12. Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Kovacs, M. S., & Moya, M. (2015). 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.
13. Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Sanchez-Muñoz, C., Pluim, B., Tiemessen, I., & Mendez-Villanueva, A. (2009). A Comparison of the Activity Profile and Physiological Demands Between Advanced and Recreational Veteran Tennis



- Players. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 23(2), 604-610.
14. Fernandez-Fernandez, J., Sanz, D., Sarabia, J. M., & Moya, M. (2017). The effects of sport-specific drills training or high-intensity interval training in young tennis players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(1), 90–98.
  15. Fernandez-Fernandez, J., Zimek, R., Wiewelhove, T., & Ferrauti, A. (2012). High-Intensity Interval Training vs. Repeated-Sprint Training in Tennis. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 26(1), 53-62.
  16. Granacher, U., Gollhofer, A., & Kriemler, S. (2010). Effects of Balance Training on Postural Sway, Leg Extensor Strength, and Jumping Height in Adolescents. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 81(3), 245–251.
  17. Gribble, P. A., Hertel, J., & Plisky, P. (2012). Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of Athletic Training*, 47(3):339-57.
  18. Groppe, J., Conroy, B., & Hubb, E. (1986). Sports performance series: The mechanics of the tennis forehand drive: suggestions for training the tennis player. *National Strength And Conditioning Association J*, 8(5), 5.
  19. Hoppe, M., Baumgart, C., Bornefeld, J., Sperlich, B., Freiwald, J., & Holmberg, H. (2014). Running Activity Profile of Adolescent Tennis Players During Match Play. *Pediatric Exercise Science*, 26(3), 281-290.
  20. Jeffreys, M., Croix, M., Lloyd, R., Oliver, J., & Hughes, J. (2017). The effect of varying plyometric volume on stretch-shortening cycle capability in collegiate male rugby players. *The Journal of Strength and Conditioning Research* (pendiente de publicación)
  21. Keller, M., Pfusterschmied, J., Buchecker, M., Müller, E., & Taube, W. (2011). Improved postural control after slackline training is accompanied by reduced H-

- reflexes. *Scand J Med Sci Sports*, 22(4), 471-477.
22. Kovacs, M. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British Journal Of Sports Medicine*, 40(5), 381-386.
  23. Kovacs, M. (2007). Tennis Physiology. *Sports Medicine*, 37(3), 189-198.
  24. Little, T. & Williams, A. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 19(1), 76-78.
  25. Malliou, V. J., Beneka, A. G., Gioftsidou, A. F., Malliou, P. K., Kallistratos, E., Pafis, G. K., & Douvis, S. (2010). Young Tennis Players and Balance Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 389–393.
  26. McNeely, E., & Armstrong, L. (2002). Strength training for children: a review and recommendations. *Physical & Health Education Journal*, 68(4), 4–9.
  27. Miller, M. G., Herniman, J. J., Ricard, M. D., Cheatham, C. C., & Michael, T. J. (2006). The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(3), 459–465.
  28. Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(4), 689–94.
  29. Moran, J. J., Sandercock, G. R. H., Ramirez-Campillo, R., Meylan, C. M. P., Collison, J. A., & Parry, D. A. (2017). Age-Related Variation in Male Youth Athletes' Countermovement Jump After Plyometric Training: A Meta-Analysis of Controlled Trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(2), 552–565.
  30. Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The stretch-shortening cycle neuromuscular fatigue. *Sports Medicine*, 36(11), 977–999.

31. Ramírez-Campillo, R., Henríquez-Olguín, C., Burgos, C., Andrade, D. C., Zapata, D., Martínez, C., Álvarez, C., Báez, E. I., Sepulveda, M. C., Peñailillo, L., & Izquierdo, M. (2015). Effect of progressive volume-based overload during plyometric training on explosive and endurance performance in young soccer players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(7), 1884–1893.
32. Rhea, M. R. (2004). Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 918–920.
33. Riemann, B. & Gussiewicz, K. (2000). Effects of Mild Head Injury on Postural Stability as Measured Through Clinical Balance Testing. *Journal of Athletic Training*, 35(1), 19-25.
34. Robinson, R. H., & Gribble, P. A. (2008). Support for a Reduction in the Number of Trials Needed for the Star Excursion Balance Test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(2), 364–370.
35. Sheppard, J. & Young, W. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal Of Sports Sciences*, 24(9), 919-932.
36. Yanci, J., Castillo, D., Iturricastillo, A., Ayarra, R., & Nakamura, F. Y. (2016). Effects of two different volumen-equated weekly distributed short-term plyometric training programs on futsal players' physical performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* (pendiente de publicación).
37. Wilkerson, G. B., Colston, M. A., Short, N. I., Neal, K. L., Hoewischer, P. E., & Pixley, J. J. (2004). Neuromuscular Changes in Female Collegiate Athletes Resulting From a Plyometric Jump-Training Program. *Journal of Athletic Training*, 39(1):17-23.