

PAPEL DE LOS ESTÍMULOS DE ALTA INTENSIDAD EN LA MEJORA DEL RENDIMIENTO EN JÓVENES TENISTAS PROFESIONALES: UN ESTUDIO EXPLORATORIO

Olga Mora Luque y Manuel Moya Ramón

Objetivo: Trasladar la evidencia científica existente a un entorno ecológico implementando la preparación de una pretemporada en jóvenes tenistas profesionales. **Método:** Tres tenistas jóvenes (20.67 ± 0.58 años) participaron en una intervención de entrenamiento de alta intensidad que tuvo una duración de 7 semanas, realizando un total de 109 sesiones que fueron divididas en 55 sesiones de preparación física (entrenamiento neuromuscular, trabajo preventivo, entrenamiento de fuerza y entrenamiento de resistencia) y 54 sesiones de tenis; intercalando las sesiones de preparación física con las sesiones de tenis. Las variables de rendimiento analizadas fueron el sprint (20m), el Spider Test, el 30:15IFT y el salto con contramovimiento (CMJ). **Resultados:** Los resultados mostraron cambios significativos después de la intervención para el CMJ ($p = 0.018$), aunque no se encontraron cambios significativos en el resto de variables (sprint 20m, Spider Test, 30:15IFT). Sin embargo, se evidencia un efecto relevante desde un punto de vista práctico para todas las variables: Sprint 20m (-0.99%; ES:0.586 [moderado]), Spider Test (-2.26%; ES:1.909 [muy grande]), 30:15IFT (3.60%; ES:-0.873 [grande]) y CMJ (9.35%; ES:-4.293 [extremadamente grande]). **Conclusiones:** Una combinación de distintos métodos de entrenamiento produce mejoras en las diferentes variables de rendimiento, aunque parece ser que según el método de entrenamiento aplicado se obtendrá un mayor o menor grado de efecto para cada una de las variables.

Palabras clave: Tenistas jóvenes, pretemporada, aptitud física, entrenamiento de alta intensidad, rendimiento

Introducción

El tenis se caracteriza por su carácter intermitente. Se alternan periodos cortos (4-10 segundos) de alta intensidad y periodos cortos (10-20 segundos) de recuperación, interrumpidos por varios periodos de descanso de mayor duración (60-90 segundos) (Fernandez et al., 2006; Kovacs, 2007). La duración de un partido de tenis suele ser de más de una hora y en algunos casos de más de cinco horas, siendo el tiempo de juego efectivo

(porcentaje del tiempo total de juego en un partido) del 20-30% en pista de tierra batida y del 10-15% en pista rápida (Fernandez et al., 2006; Kovacs, 2007).

Los jugadores profesionales viajan y compiten extensamente durante todo el año, llegando a tener hasta 603 torneos en el calendario masculino y hasta 473 torneos en el calendario femenino

(Fernandez-Fernandez et al., 2009). Como el calendario competitivo es tan exigente, se reduce el tiempo total de entrenamiento dedicado a la preparación, con pretemporadas reducidas a una duración de 5-7 semanas (Fernandez-Fernandez et al., 2015). Los jugadores profesionales de tenis dedican mucho tiempo a entrenar las habilidades específicas del deporte, llegando a superar 15-20 horas de entrenamiento técnico y táctico semanalmente (Reid et al., 2007). Dado que mantener las habilidades técnicas es determinante y el tiempo de entrenamiento es esencial, los entrenadores confían cada vez más en un enfoque integrado para el acondicionamiento y el trabajo basado en habilidades (Fernandez-Fernandez et al., 2012; Srihirun et al., 2014). Sin embargo, los ejercicios fuera de la pista también son necesarios porque las exigencias técnicas del juego, en algunos casos, limitan la posibilidad de alcanzar altas intensidades que son necesarias para asegurar un régimen de entrenamiento efectivo (Fernandez-Fernandez et al., 2009), como por ejemplo, para mejorar la condición aeróbica se necesitarían alcanzar intensidades cercanas al VO₂max (Buchheit & Laursen, 2013a).

En este sentido, se han propuesto métodos intermitentes de alta intensidad (Fernandez-Fernandez et al., 2009; Kovacs, 2004) y tareas realizadas en la misma pista de tenis (Fernandez-Fernandez et al., 2009). El Entrenamiento Intermitente de Alta Intensidad (EIAI) se entiende como la repetición de intervalos de trabajo (de <30 s a 2-4 min cada serie) de ejercicio intenso (90-100% de la velocidad aeróbica máxima (VAM); >90% frecuencia cardíaca máxima (FC_{max})) alternado con periodos de descanso (entre 20 s y 5 min) de moderada intensidad, en caso de que éste sea de forma activa ($\leq 60-70\%$ de la VAM o FC_{max}) o de forma pasiva (Buchheit & Laursen, 2013b; Fernandez-Fernandez et al., 2012). Para

prescribir EIAI se pueden manipular nueve variables (modalidad de trabajo, intensidad y duración de trabajo, intensidad y duración de descanso, duración de la serie, tiempo entre series e intensidad de recuperación entre series), la manipulación de cada variable tiene un impacto directo en las respuestas metabólicas, cardiopulmonares y/o neuromusculares (Buchheit & Laursen, 2013a). En tal sentido, se ha intentado relacionar las diferentes formas de EIAI con las diferentes adaptaciones: se relacionan los EIAI largos (≥ 60 s) y los EIAI cortos (< 60 s) con adaptaciones a nivel central en mayor medida y con adaptaciones a nivel periférico en menor medida, mientras que los EIAI mediante sprints repetidos (RST) (< 10 s) y EIAI mediante sprints intervalados (SIT) (20-30 s) se relacionan con adaptaciones a nivel central en menor medida y con adaptaciones a nivel periférico en mayor medida (Buchheit & Laursen, 2013b). El EIAI también se aplica en la pista de tenis, lo cual se conoce como EIAI en pista; que se realiza con raqueta y pelota involucrando a los jugadores en movimientos multidireccionales y golpes de derecha y de revés mientras ejercen el máximo esfuerzo (Kilit & Arslan, 2019). Numerosos estudios han sugerido que el EIAI en pista es adecuado para el desarrollo de la capacidad aeróbica y anaeróbica, así como para las habilidades técnicas (Fernandez-Fernandez et al., 2011, 2012, 2017; Kilit & Arslan, 2019; Pialoux et al., 2015; Reid et al., 2008; Suárez Rodríguez & del Valle Soto, 2017), incluso en cortos periodos de tiempo (Fernandez-Fernandez et al., 2015). Cuando se compara el EIAI fuera de pista con el EIAI en pista se obtiene que las respuestas fisiológicas son similares, aunque no ocurre lo mismo con la RPE; obteniendo mejores resultados cuando se aplica EIAI en pista (Fernandez-Fernandez et al., 2011; Pialoux et al., 2015). Pocos estudios han investigado la combinación

de EIAI fuera de pista y EIAI en pista (Fernandez-Fernandez et al., 2017). Según Fernandez-fernandez et al. (2017) se obtienen mayores efectos, en cuanto a la aptitud aeróbica, cuando se combina EIAI fuera de pista con EIAI en pista en comparación a EIAI en pista por sí solo. No obstante, algunos autores indican que la precisión y la velocidad de la bola se ve afectada con el EIAI en pista (Pialoux et al., 2015; Reid et al., 2008). A este respecto, se está estudiando cómo afectan diferentes estructuras de EIAI en pista sobre diferentes variables (RPE, lactato, precisión, velocidad de bola, etc), con el objetivo de proporcionar a los entrenadores una base descriptiva y cuantitativa sobre la cual seleccionar el EIAI en pista que más se acerque a los objetivos que se pretendan alcanzar (Fernandez-Fernandez et al., 2012; Reid et al., 2008; Suárez Rodríguez & del Valle Soto, 2017).

Además de la capacidad aeróbica, existen otros muchos factores que determinan el rendimiento en este deporte: como es el caso de la velocidad y la fuerza (Fernandez-Fernandez et al., 2009). El entrenamiento pliométrico (PT), entrenamiento basado en saltos y lanzamientos, es uno de los métodos de entrenamiento más útiles para mejorar la velocidad (Fernandez-Fernandez, De Villarreal, et al., 2016). El PT estimula el ciclo estiramiento-acortamiento (SCC) (Lloyd et al., 2012), acciones en las que la musculatura se contrae primero de manera excéntrica y seguidamente de manera concéntrica (Fernandez-Fernandez, De Villarreal, et al., 2016), pudiendo producir adaptaciones neuromusculares como: mayor impulso neural a los músculos agonistas, coordinación intermuscular en las extremidades inferiores, mejora de la eficiencia del SSC y una mejor sincronización de los segmentos corporales (Lloyd et al., 2011, 2012). Una revisión sistemática y un metaanálisis informaron

que el entrenamiento pliométrico, como parte del entrenamiento neuromuscular (NMT), pueden conducir mejoras significativas en la fuerza, el salto vertical, el sprint, la agilidad y las habilidades específicas del deporte en jóvenes atletas (Lesinski et al., 2016). El NMT incorpora actividades de fuerza y de acondicionamiento generales y específicas como resistencia, estabilidad dinámica, fuerza centrada en la musculatura estabilizadora central y profunda, pliometría y agilidad para mejorar la salud y los componentes relacionados con las habilidades de la aptitud física (Lesinski et al., 2016). Para el entrenamiento neuromuscular es importante la secuencia en la que se realice, recomendándose llevarlo a cabo antes del entrenamiento regular de tenis (Fernandez-Fernandez et al., 2018). Aunque la potencia muscular se encuentra entre las principales habilidades neuromusculares que definen el rendimiento en el tenis, su potencial no puede desarrollarse plenamente sin prestar atención al entrenamiento de fuerza máxima o aumentar el componente de fuerza de la ecuación de potencia (Reid & Schneiker, 2008). El entrenamiento de fuerza máxima, caracterizado por altas cargas (>80% RM) y bajas repeticiones (1-5) (Reid & Schneiker, 2008), puede influir positivamente en la producción de potencia al reducir la resistencia relativa de las cargas, aumentar el tamaño muscular y las fibras musculares tipo II y, preferentemente, alterar la activación de la unidad motora (Hakkinen, 1994; Stone et al., 2003). Otra adaptación fisiológica que se puede conseguir a través del entrenamiento de fuerza es el aumento de la resistencia muscular local (Reid & Schneiker, 2008), para ello el entrenamiento debe respetar la especificidad del deporte (baja intensidad, alto volumen y cortos periodos de descanso) (Stone et al., 2003). Para concluir, el entrenamiento de fuerza para tenistas profesionales o semiprofesionales

debería organizarse en un mínimo de dos sesiones de entrenamiento por semana, alternando sesiones de fuerza-potencia con sesiones de entrenamiento de resistencia muscular. No debemos olvidar, que el entrenamiento de fuerza que aborda las necesidades específicas del tenis, como el fortalecimiento de los músculos del manguito rotador, debe incorporarse en estas sesiones o en sesiones complementarias (Reid & Schneiker, 2008).

En base a la evidencia científica, el objetivo del presente estudio es trasladar esos conocimientos a un entorno ecológico implementando la preparación de una pretemporada en jóvenes tenistas profesionales.

Método

Participantes

Tres tenistas (media \pm SD: edad 20.67 \pm 0.58 años; altura 179.53 \pm 9.79 cm; peso 77.77 \pm 4.40 kg), dos de ellos de sexo masculino y una de sexo femenino, con ranking entre las posiciones 817 y 1566 (1191.50 \pm 529.62) en la Federación Internacional de Tenis (ITF) se ofrecieron voluntarios para participar en este estudio. Todos los jugadores estaban libres de enfermedades cardiovasculares y pulmonares y no estaban tomando ningún medicamento, salvo un jugador que padecía asma.

Los participantes eran informados minuciosamente, con antelación a su participación en la investigación, tanto sobre el diseño del estudio como de los posibles riesgos, y todos aportaron su consentimiento informado. Este estudio recibió el Código de Investigación Responsable (COIR) (TFM.MRD.MMR.OML.220124) por parte del Comité de Ética e Integridad en la Investigación (CEII) de la Universidad

Miguel Hernández (UMH) de Elche y siguió las instrucciones de la Declaración de Helsinki promulgada por la Asociación Médica Mundial (AMM).

Diseño del estudio

La intervención tuvo una duración de 7 semanas de entrenamiento de alta intensidad, que transcurrieron desde principios del mes de enero hasta mediados del mes de febrero. En la tercera semana tuvieron lugar la mayoría de las valoraciones iniciales (pre-test), llevándose a cabo el Sprint 20m, el Spider Test y el 30:15IFT en la mañana del lunes. Mientras que el test restante (CMJ) se realizó entre la primera y la tercera semana, según la disponibilidad de cada jugador. Una vez acabada la intervención se repitieron las valoraciones iniciales (post-test), que en esta ocasión se llevó a cabo el CMJ dos semanas después de terminar la pretemporada en la tarde del lunes y el resto de test (sprint 20m, spider test, 30:15IFT) cuatro semanas más tarde de finalizar la pretemporada en la mañana del lunes. Durante las 7 semanas de intervención se realizaron un total de 109 sesiones (60-90min/sesión), es decir, entre 11 y 18 (15.57 \pm 2.57) sesiones por semana (el número de sesiones por semana fue aumentando a medida que avanzaba la pretemporada); lo que se corresponde a 1-4 (2.60 \pm 0.83) sesiones diarias de lunes a sábado. Estas sesiones fueron divididas en sesiones de preparación física (entrenamiento neuromuscular, trabajo preventivo, entrenamiento de fuerza y entrenamiento de resistencia) y en sesiones de tenis, intercalando las sesiones de preparación física con las sesiones de tenis. Las sesiones de preparación física tuvieron mayor protagonismo las primeras semanas y menor en las últimas, con respecto al número de sesiones de tenis. Siempre que el horario (disponibilidad horaria de entrenadores, jugadores e instalaciones) lo permitió, dentro de un mismo día tuvieron primero lugar las

sesiones de preparación física destinadas al entrenamiento de fuerza o al entrenamiento neuromuscular y luego las sesiones de tenis. Las sesiones de fuerza se controlaban en base a las Repeticiones en Reserva (RIR) (Helms et al., 2016) y las sesiones de resistencia en base a la velocidad final del 30:15IFT (VIFT) (Buchheit, 2008) y/o a la frecuencia cardíaca máxima (FCmax) (Povea & Cabrera, 2018). Para conocer la carga interna que le suponía cada entrenamiento a cada jugador y la recuperación de cada participante al final del día, cada uno de ellos valoraba su estado diariamente siguiendo la escala de Índice de Esfuerzo Percibido (RPE) (Foster et al., 2001) y la escala de Calidad Total de Recuperación (TQR) (Kenttä & Hassmén, 1998) por medio de un cuestionario de Google; debiéndose completar un cuestionario RPE al finalizar cada entrenamiento y un cuestionario TQR antes de ir a dormir. Dos de los participantes siguieron una dieta guiada por un nutricionista especializado durante toda la intervención, con el objetivo de disminuir su porcentaje graso. El otro participante mantuvo su dieta habitual, a fin de que esta no interfiriera en los efectos de la intervención.

Materiales

Sprint 20m

La velocidad se midió en una recta de 20m en un campo de fútbol de césped artificial. Esta distancia fue dividida en tramos de 5m por marcas (primera marca en 0m, segunda en 5m, tercera en 10m, cuarta en 15m y quinta en 20m), aunque únicamente se registró el tiempo al traspasar la marca situada a 20m. A los deportistas evaluados, que se situaban de pie justo detrás de la marca situada a 0m, se les pedía que recorrieran dicha distancia en el menor tiempo posible. Para la medición del tiempo se utilizó el cronómetro de un smartphone (Xiaomi Redmi Note 9; Octacore Max 2.00GHz; 4 GB RAM), que era accionado siempre por el mismo

investigador; a fin de que los criterios seguidos para iniciar y detener el cronómetro no variaran en las diferentes mediciones. El cronómetro era iniciado cuando el investigador daba la señal de salida y era detenido cuando el investigador consideraba que el participante había traspasado la marca situada a 20m. Mientras tanto, un segundo investigador se encargaba de registrar los tiempos en los diferentes ensayos. Se realizaron dos ensayos por participante, cumpliéndose un tiempo de recuperación pasiva entre ensayos de un mismo participante de al menos 3min. Para su posterior análisis estadístico, se escoge el mejor tiempo de cada participante (Fernandez-Fernandez et al., 2014; Ulbricht et al., 2013).

Spider test

La capacidad para cambiar de dirección (COD) fue valorada con el spider test, que consiste en completar 10 CODs en el menor tiempo posible. La prueba se realizó en una pista reglamentaria de tenis de tierra batida semicubierta y los CODs fueron marcados por cinco conos siguiendo el protocolo propuesto en estudios previos (Huggins et al., 2017): el primer cono fue situado a 4.11m a la derecha de la marca central siguiendo la línea de fondo, el segundo cono a 5.49m siguiendo la línea imaginaria que va desde la marca central de la línea de fondo hasta el punto que une la línea lateral de individuales derecha con la línea de servicio, el tercer cono a 5.49m siguiendo la línea imaginaria que une la marca central de la línea de fondo con el punto que une la línea de servicio con la línea central de servicio, el cuarto cono a 5.49m siguiendo la línea imaginaria que va desde la marca central de la línea de fondo hasta el punto que une la línea lateral de individuales izquierda con la línea de servicio y el quinto cono a 4.11m a la izquierda de la marca central siguiendo la línea de fondo. La prueba se iniciaba en la

marca central, desde la marca central el deportista debía desplazarse hacia los diferentes conos siguiendo el siguiente orden: desde la marca central debía correr hasta el primer cono, volver de nuevo a la marca central y desplazarse hasta el segundo cono, desde el segundo cono volver a la marca central e ir hasta el tercer cono, volver nuevamente a la marca central y dirigirse hasta el cuarto cono, regresar a la marca central y correr hacia el quinto cono y retornar, por última vez, a la marca central. El tiempo fue medido por el cronómetro de un smartphone (Xiaomi Redmi Note 9; Octa-core Max 2.00GHz; 4 GB RAM), que se iniciaba cuando se daba la señal de salida y se detenía cuando el jugador llegaba a la marca central después de haberse dirigido al quinto cono previamente. Un único investigador fue el encargado de accionar el cronómetro, a la misma vez que daba la señal de salida, con el objetivo de que hubiera la mínima variabilidad entre mediciones. Mientras tanto, un segundo investigador se encargaba de registrar los tiempos alcanzados por cada participante; realizándose un único ensayo por participante. Este test tiene un ICC de 0.95.

30:15IFT

La capacidad de mantener esfuerzos intermitentes supramáximos con cambios de dirección se evaluó por medio del 30:15IFT de Martin Buchheit (2008). La prueba se realizó en un campo de fútbol de césped artificial, del cual se utilizó una distancia lineal de 20m que fue dividida en diferentes puntos por marcas: el punto A fue situado en 0m, el punto B en 10m y el punto C en 20m. A 3m de cada punto se situó otra marca que delimitaba un espacio, conocido como zona de control, para determinar si el participante llegaba a tiempo al punto pertinente. El 30:15 consiste en correr de un punto a otro en etapas de 30seg separadas por periodos de recuperación pasiva de 15seg siguiendo

una señal acústica que indica el ritmo que se debe seguir y el punto al que se debe llegar. La señal acústica comienza con un ritmo de 8 km/h y este ritmo aumenta 0.5 km/h en cada etapa (cada vez que transcurren 45seg) hasta que el último participante no pueda completar una etapa. Los criterios que se siguen para determinar que un participante no ha completado la etapa son: que el participante esté totalmente agotado y pare de correr por su propia voluntad o que el participante no sea capaz de llegar a tiempo a la zona de control tres veces consecutivas. Cuando uno de estos dos criterios se cumple, se registra la velocidad de la última etapa (VIFT) que completó el deportista. El ICC y TE del 30:15IFT es de 0.96 y 0.33 km·h⁻¹, respectivamente (Buchheit, 2008). Se reprodujo la señal acústica original del autor, para ello se utilizó un smartphone (Xiaomi Redmi Note 9; Octa-core Max 2.00GHz; 4 GB RAM).

CMJ

Un CMJ sin balanceo de brazos se midió con la aplicación My Jump por medio de una Tablet (iPad). Esta aplicación calcula la altura del salto a través de una fórmula matemática que utiliza el tiempo de vuelo. Para ello, antes de comenzar la medición, la aplicación solicita diferentes datos (talla, peso, distancia desde el trocánter mayor del fémur hasta el suelo estando la rodilla a 90° mientras el participante realiza una sentadilla y distancia desde el trocánter mayor del fémur hasta la punta del pie estando el tobillo en máxima flexión plantar mientras el participante se encuentra en posición decúbito supino) de cada uno de los deportistas evaluados. Tras introducir dichos datos, la cámara de la Tablet se empleó para medir el CMJ de los diferentes participantes cumpliendo que el dispositivo estuviera apoyado sobre el suelo y situado perpendicular al plano frontal a una distancia que permita capturar el movimiento completo de los pies (~1m). Una vez completada la

grabación, la aplicación pide que se indique el momento del despegue, primer fotograma en el que la punta de los pies no está en contacto con el suelo, y el momento de la recepción, primer fotograma en el que la punta de uno de los pies entra en contacto de nuevo con el suelo. El protocolo seguido consistió en completar un único salto sin sobrecarga externa. A los deportistas evaluados, se les motivó para que saltaran lo más alto posible. El ICC cuando se compara la aplicación con la plataforma de fuerza usando el tiempo en el aire es perfecta ($ICC = 1$), y si se usa la velocidad vertical en el despegue también es muy alta ($ICC = 0.99$) (Carlos-Vivas et al., 2018).

Programa de entrenamiento

Antes de las sesiones de entrenamiento se realizaron diferentes protocolos de calentamiento (~15 min) según el tipo de entrenamiento a realizar. Previo a las valoraciones iniciales y a las sesiones de EIAI en pista, se realizó un calentamiento que se compuso de cuatro bloques: bloque de activación (carrera continua), bloque de movilidad articular y/o estiramientos dinámicos, bloque de técnica de carrera y bloque de pliometría y aceleración. El calentamiento destinado al EIAI fuera de pista y al entrenamiento neuromuscular siguió una estructura similar a la anterior, pero se suprimió el bloque de activación y el de pliometría y aceleración. Además, al calentamiento de EIAI fuera de pista se le añadió un último bloque que consistió en correr sobre tapiz rodante incrementando la velocidad progresivamente. Hacia las sesiones de entrenamiento preventivo el calentamiento se basó en movilidad articular, y para el entrenamiento de fuerza se desarrolló un calentamiento de activación en elíptica, movilidad articular y/o estiramientos dinámicos y series de aproximación.

El programa de entrenamiento incluyó un total de 109 sesiones durante las 7 semanas

que perduró la pretemporada. El número total de sesiones fue dividido en 54 sesiones de tenis y 55 sesiones de preparación física. El entrenamiento de tenis no fue prescrito por el preparador físico, sino por un entrenador profesional con experiencia. Aunque dicho entrenador siguió las recomendaciones del preparador físico en cuanto a la intensidad de los entrenamientos (número de CODs, número de golpes, tiempo), que no debía ser muy alta (~90seg sin desplazamientos) durante las primeras semanas de la pretemporada. No obstante, sí se controló la carga interna de cada una de las sesiones de tenis por medio de la RPE. Las 55 sesiones de preparación física, a su vez, fueron divididas en: 5 sesiones neuromusculares, 17 sesiones de trabajo preventivo, 17 sesiones de fuerza y 16 sesiones de resistencia.

Las sesiones neuromusculares contemplaron un volumen de 6-8 ejercicios (incluyéndose pliometría, agilidad, aceleraciones y tiempo de respuesta) por sesión, 3-4 series por ejercicio y 4-6 repeticiones por serie con el peso corporal (PC) y con recuperaciones completas (>2min). Por cada sesión de trabajo preventivo se realizó un volumen de 6-8 ejercicios (introduciéndose ejercicios de fortalecimiento de la musculatura central y profunda, fortalecimiento de los manguitos rotadores y fortalecimiento de musculatura abductora y aductora de cadera), un total de 3 series por ejercicio y 10-15 repeticiones por serie con una intensidad baja (20-30%RM) y con recuperaciones moderadas (~1min). Tanto el entrenamiento neuromuscular como el trabajo preventivo mantuvieron una estructura similar durante toda la pretemporada, sin embargo, el entrenamiento de fuerza y el entrenamiento de resistencia siguieron una estructura u otra en función del momento de la pretemporada. El entrenamiento de

fuerza acogió tres estructuras diferentes: entrenamiento de hipertrofia durante la primera, segunda y tercera semana, entrenamiento de contraste durante la cuarta y quinta semana y entrenamiento de potencia durante la sexta y séptima semana. Con el entrenamiento de hipertrofia se completó un volumen de 6-8 ejercicios (ejercicios tanto con peso libre como con máquina guiada) por sesión, 3-4 series por ejercicio y 8-12 repeticiones por serie con una intensidad media-alta (65-80%RM) y un RIR 2, cumpliendo recuperaciones moderadas (90seg). Para el entrenamiento de contraste se combina el entrenamiento de fuerza máxima con el entrenamiento pliométrico, realizándose el ejercicio pliométrico de manera consecutiva al ejercicio de fuerza máxima dentro de una misma serie. El entrenamiento de fuerza máxima consistió en realizar 3-4 ejercicios (con peso libre) por sesión de 4-5 series por ejercicio de 3-4 repeticiones por serie al 80-95%RM y con un RIR 2-3 cumpliendo recuperaciones completas (>2min), en tanto que el entrenamiento pliométrico consistió en realizar 3-4 ejercicios (saltos, lanzamientos, etc) por sesión de 4-5 series por ejercicio de 3-4 repeticiones por serie con el PC con recuperaciones completas (>2min). En el entrenamiento de potencia se empleó un volumen de 4-5 ejercicios (movimientos olímpicos fundamentalmente) por sesión, 4-5 series por ejercicio, 4-6 repeticiones por serie con una intensidad media-alta (65-80%RM) y un RIR 4, realizando recuperaciones completas (>2min).

Para el entrenamiento de resistencia por un lado se distingue el EIAI fuera de pista y por otro el EIAI en pista. El EIAI fuera de pista se ejecuta sobre tapiz rodante mediante el ejercicio de carrera, manteniendo un volumen de 2 series de 12-20 repeticiones por serie de 15seg de trabajo al 90%VIFT y 15seg de recuperación pasiva entre repeticiones y

3min de recuperación pasiva entre series. El EIAI en pista se lleva a la práctica en la propia pista de tenis y se realiza con raqueta y pelota a través de golpes de derecha y de revés, se subdivide en distintos tipos según su estructura: EIAI largo y EIAI mediante sprints repetidos (RST), llevándose a cabo en las primeras cuatro semanas el EIAI largo y en las dos últimas semanas el RST. Cuando se llevó a cabo el EIAI largo se completó un volumen de 5-6 series de 2min de trabajo cada serie al 90-95%FCmax y 90seg de descanso pasivo entre series, siguiendo dos protocolos establecidos en estudios anteriores (Reid et al., 2008): el “Suicide”, que consiste en moverse a lo largo de la línea de fondo realizando golpes de derecha y de revés de manera alterna, y el “Big X”, que se basa en moverse en diagonal hacia dentro y hacia fuera de la pista de manera alterna realizando golpes de derecha y de revés. Para el RST se cumplió un volumen de 3 series de 5-6 repeticiones por serie, recorriendo una distancia de 15-20m y efectuando 2 CODs por repetición, con una recuperación pasiva de 25seg entre repeticiones y de 4’ entre series.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa JASP 0.16.2 para Windows. Los datos se presentan como medias \pm la desviación estándar, excluyéndose aquellas variables (lanzamientos de balón medicinal y perfil F-V) en las que no se disponía de los datos de los tres jugadores. La distribución de cada variable se examinó con la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, y se obtuvo que todas las variables seguían una distribución normal a excepción de la variable Spider Test. Se realizó una prueba T de Muestras Relacionadas para comparar los valores pre y post test de cada una de las variables que seguían una distribución normal (velocidad en 20 metros, capacidad para mantener esfuerzos específicos,

CMJ), mientras que para la variable Spider Test se llevó a cabo la prueba Wilcoxon. Los niveles de significación se alcanzaron cuando $p \leq 0.05$. El tamaño del efecto de los cambios en el rendimiento fue calculado mediante la d de Cohen, siendo el tamaño del efecto de los valores catalogados como bajos (<0.2), moderados (0.2-0.6), grandes (0.6-1.2), muy grandes (1.2-2.0) y extremadamente grandes (2.0-4.0) (Hopkins et al., 2009).

Resultados

Los valores para todas las variables al inicio (pre-test) y después (post-test) de la

intervención se presentan en la Tabla 1. Los resultados mostraron que no había diferencias significativas en las variables analizadas (sprint 20m, Spider Test, 30:15IFT), excepto en la variable CMJ ($p = 0.018$). Sin embargo, se evidencia un efecto relevante desde un punto de vista práctico para todas las variables: Sprint 20m (-0.99%; ES:0.586 [moderado]), Spider Test (-2.26%; ES:1.909 [muy grande]), 30:15IFT (3.60%; ES:-0.873 [grande]) y CMJ (9.35%; ES:-4.293 [extremadamente grande]).

Tabla 1. Cambios en las variables de rendimiento físico obtenidas durante el pre y el post.

VARIABLES	PRE	POST	P-VALOR	ES	% DE CAMBIO
Sprint 20 m (s)	3.37 ± 0.21	3.34 ± 0.16	0.417	0.586	-0.99
Spider test (s)	17.42 ± 0.78	17.02 ± 0.60	0.081	1.909	-2.26
30:15IFT (km/h)	18.5 ± 3.50	19.17 ± 2.75	0.270	-0.873	3.60
CMJ (cm)	31.52 ± 9.80	34.47 ± 9.12	0.018*	-4.293	9.35

ES = Tamaño del efecto; IFT = Prueba de condición física intermitente; CMJ = Salto con contramovimiento; *Diferencias significativas.

Discusión

El objetivo del presente estudio es trasladar la evidencia científica existente a un entorno ecológico implementando la preparación de una pretemporada en jóvenes tenistas profesionales. Obteniéndose que 7 semanas de entrenamiento que incluían 109 sesiones tanto para el entrenamiento de tenis como para el entrenamiento destinado a la preparación física (54 y 55 sesiones respectivamente) produjeron mejoras en todas las variables de rendimiento medidas (CMJ, Sprint 20m, Spider Test, VIFT).

En concreto, para la variable VIFT se ha conseguido una mejora grande (ES:-0.873) con un porcentaje de cambio del 3.60%, aun no habiéndose obtenido cambios significativos entre el pre-test y el post-test. Estos resultados se ajustan a los

obtenidos en un estudio previo que también obtuvo cambios positivos en la variable VIFT tras aplicar cuatro protocolos diferentes de EIAI (tanto EIAI fuera de pista como EIAI en pista) durante 17 días de pretemporada en tenistas masculinos de alto nivel (Fernandez-Fernandez et al., 2015). Se ha demostrado que la cantidad de ejercicio de alta intensidad ($>90\%FR_{max}$) acumulado durante el entrenamiento se ha relacionado positivamente con cambios en la aptitud aeróbica (Castagna et al., 2011). Un aumento en el VO_{2max} conduce a una mayor eficiencia de alcance metabólico durante la recuperación y, por lo tanto, permite a los atletas mantener más ejercicio de alta intensidad durante el ejercicio 30-15 IFT (Buchheit & Laursen, 2013a) (Harrison et al., 2015). Aunque en el presente estudio no se registraron datos de VO_{2max} , en base a la fundamentación anterior, podemos comparar nuestros

resultados con otros estudios que registraron VO₂max. Los resultados en aquellos estudios que tomaron la variable VO₂max para valorar la capacidad aeróbica, también mostraron que se alcanzan valores superiores a los iniciales después de administrar EIAI a lo largo de 6-8 semanas en jugadores de tenis (Fernandez-fernandez et al., 2017; Fernandez-Fernandez et al., 2012; Kilit & Arslan, 2019). Además de eso, encontraron hallazgos relevantes acerca de cuál es el protocolo de EIAI que consigue mejores valores de VO₂max: según Bulent Kilit & Ersan Arslan (2018) el EIAI fuera de pista y el EIAI en pista por separado logran similares mejoras en VO₂max (5.2%; ES:1.36 [largo efecto] y 5.5%; ES:1.50 [largo efecto] ,respectivamente), mientras que Fernandez-fernandez et al. (2017) indica que la combinación de EIAI fuera de pista con EIAI en pista permite alcanzar mayores resultados en VO₂max (4.2%; ES:-1.05 [largo]) que EIAI en pista por sí solo (2.4%; ES:-0.53 [moderado]). En ese sentido Fernandez-fernandez et al. (2012) comparó dos protocolos diferentes de EIAI en pista, HIIT (3 series de 3-90s de carrera a la máxima intensidad alcanzada en el Hit and Turn Test, siendo cada serie separada por un tiempo de descanso activo [corriendo por la pista al 70%FCmax y 8min de juego en pista] de 180s) y RST (3 series de 10 sprints de 22m separado por 20s de recuperación pasiva entre repeticiones y 8min de juego en pista entre series), llegando a concluir que el RST podría ser un entrenamiento eficiente en tiempo para mejorar las adaptaciones aeróbicas (4.9% de cambio en VO₂max) en comparación con el HIIT (6% de cambio en VO₂max), dado el bajo volumen de entrenamiento requerido para el RST (~2.5 minutos por sesión, sin recuperación activa). De modo que se podría afirmar que los cambios producidos en nuestro estudio en la variable VIFT seguramente se deban a la aplicación de EIAI, más concretamente a la combinación

de EIAI fuera de pista con EIAI en pista.

En los estudios en los que se aplicó EIAI también se midieron variables diferentes a aquellas que están relacionadas con la capacidad aeróbica, con la finalidad de comprobar si este tipo de entrenamiento tiene efecto sobre otras capacidades (fuerza, velocidad, agilidad). Los resultados obtenidos en agilidad apuntan a que el EIAI también produce efectos positivos sobre esta capacidad en jugadores de tenis, aunque estos efectos fueron mayores cuando se empleó EIAI en pista (-7%; ES:0.88 [pequeño]) en comparación con EIAI fuera de pista (-4.8%; ES:0.56 [trivial]) (Kilit & Arslan, 2019) y cuando se combinó el EIAI fuera de pista con EIAI en pista (-2.6%; ES:0.81 [largo]) en comparación con el EIAI en pista por sí solo (-0.6%; ES:0.11 [trivial]) (Fernandez-Fernandez et al., 2017). Lo cual puede deberse a que la musculatura realiza acciones similares (desacelerar y acelerar) tanto en los diferentes test que miden agilidad como en los entrenamientos, produciendo cambios positivos en la coordinación específica y, por lo tanto, en el rendimiento (Buchheit et al., 2010). De igual manera, varias formas de entrenamiento de fuerza y potencia han demostrado que mejoran los CODs (Markovic et al., 2007; Negra et al., 2020). Pese a la eficacia del entrenamiento de fuerza-potencia sobre la capacidad de cambiar de dirección (uno de los factores que determina el rendimiento en tenis), son pocos los estudios que se han centrado en conocer los efectos que producen las diferentes modalidades de fuerza sobre el COD en jugadores de tenis. Los estudios existentes se han centrado fundamentalmente en el entrenamiento pliométrico y en el entrenamiento neuromuscular, encontrando resultados positivos en esta variable tanto para el entrenamiento pliométrico (-3.1%; ES:0.58 [pequeño]) (Fernandez-Fernandez, De Villarreal, et al., 2016) como para el

entrenamiento neuromuscular, en mayor medida cuando el entrenamiento neuromuscular se realizó antes del entrenamiento de tenis (ES:0.22 [probablemente positivo]) frente a después (ES:-0.24 [posiblemente negativo]) (Fernandez-Fernandez et al., 2018). Así pues, para conocer el efecto de otros métodos de entrenamiento sobre los CODs nos apoyamos en intervenciones llevadas a cabo en jóvenes entrenados. Los datos de un estudio que empleó entrenamiento de fuerza tradicional (entrenamiento de hipertrofia y entrenamiento de fuerza máxima) en jugadores de fútbol mostraron que esta metodología mejora el rendimiento en los CODs, aunque hay que tener en cuenta que la intervención tuvo una duración de 2 años (Keiner et al., 2014). En relación con el entrenamiento de contraste se ha desarrollado una revisión con jugadores de fútbol, en la que se determinó que el entrenamiento de contraste es beneficioso para el COD (SMD:0.97) y que una duración ≥ 8 semanas es óptima para conseguir resultados positivos; siendo estos mayores en jugadores < 18 años y en jugadores de nivel intermedio (Thapa et al., 2021). Según los resultados extraídos de cada uno de los estudios anteriores, se puede determinar que el entrenamiento de fuerza en sus diferentes modalidades produce efectos positivos sobre el COD. Pero para conocer cuál de ellos produce mayores mejoras nos basamos en una reciente revisión en la que se comparó el efecto de diferentes métodos de fuerza (entrenamiento de potencia [movimientos olímpicos], entrenamiento de fuerza tradicional [hipertrofia y fuerza máxima] y pliometría) sobre la capacidad de COD en jóvenes (atletas, estudiantes de educación física, jóvenes entrenados, etc), de la cual se extrajo que: el entrenamiento de potencia produce mayores mejoras que el entrenamiento de fuerza tradicional sobre los CODs (SMD:1.21), mientras que el entrenamiento de potencia y el

entrenamiento pliométrico pueden resultar en mejoras similares (SMD: 0.17) (Morris et al., 2022). En esta última revisión no se comparó el entrenamiento de fuerza tradicional con el entrenamiento pliométrico, si bien sí se compararon en otra revisión llevada a cabo con jugadoras de fútbol: concluyéndose que el entrenamiento pliométrico proporciona mejores beneficios que el entrenamiento tradicional en el COD (SMD:-0.36) (Pardos-Mainer et al., 2021). Según los resultados encontrados en el actual estudio para la variable Spider Test, se observa una mejora (-2.26%; ES:1.909 [muy grande]) aunque no se encuentren cambios significativos entre el pre y post. A pesar de que las comparaciones son difíciles, se podrían atribuir las mejoras conseguidas en este test tanto al EIAI como al entrenamiento de fuerza; más exactamente a la combinación de EIAI fuera de pista con EIAI en pista, al entrenamiento pliométrico, neuromuscular y de potencia.

Para las variables relacionadas con la capacidad de velocidad (5-20m sprint) y de fuerza (CMJ, SJ, DJ) existe controversia entre la evidencia existente en el EIAI con jugadores de tenis: la mayoría de los estudios que emplean EIAI no tienen ningún efecto sobre dichas variables (Fernandez-fernandez et al., 2017; Fernandez-Fernandez et al., 2012, 2015), mientras que un estudio obtiene efectos positivos, aunque no diferencias significativas, sobre estas mismas variables tanto para EIAI fuera de pista (CMJ: +7.4%, ES=1.36 [moderado]; Sprint 20m: -6.2%, ES=1.05 [pequeño]) como para EIAI en pista (CMJ: +7.7%, ES=0.99 [pequeño]; Sprint 20m: -6.4%, ES=1.10 [pequeño]) (Kilit & Arslan, 2019). No obstante, se puede extraer un aspecto común de todos ellos: el EIAI no afecta negativamente a la capacidad de velocidad y de fuerza. La falta de mejoras en el salto y en el sprint podría estar relacionada con la falta de sobrecarga y de enfoque en el

entrenamiento de velocidad y potencia (Vescovi & McGuigan, 2008). Por lo tanto, se debe incluir una combinación de métodos de entrenamiento (fuerza y potencia) (Fernandez-Fernandez et al., 2015). Si realizamos una búsqueda entre la bibliografía que emplea entrenamiento de fuerza con jugadores de tenis, encontramos estudios que efectivamente consiguen cambios positivos en el sprint y en el CMJ (Fernandez-Fernandez et al., 2018; Fernandez-Fernandez, De Villarreal, et al., 2016). Como son pocos los estudios que se realizan con tenistas focalizándose en esta temática y principalmente emplean entrenamiento pliométrico y neuromuscular, para conocer el efecto de otros métodos de entrenamiento de fuerza sobre el sprint y el CMJ de nuevo nos apoyamos en la literatura implementada con colectivos similares (futbolistas, jóvenes entrenados, etc). En el caso del entrenamiento de contraste, una reciente revisión en jugadores de fútbol muestra como este entrenamiento produce mejoras significativas de moderadas a grandes en el sprint (SMD:1.04) y en el salto (SMD:-0.96); añadiendo además que los efectos eran mayores en jugadores <18 años, cuando la duración era ≥ 8 semanas y cuando se trataba de jugadores de nivel intermedio (Thapa et al., 2021). Por lo tanto, se podría afirmar que el entrenamiento de fuerza-potencia, en sus diferentes modalidades, produce mejoras en el sprint y en el CMJ, pero para saber en qué proporción se alcanzan las mejoras conseguidas por cada uno de los métodos aplicados nos fundamentamos en una actual revisión en jóvenes entrenados que compara el entrenamiento de potencia (movimientos olímpicos) con el entrenamiento de fuerza tradicional (hipertrofia y fuerza máxima) y el entrenamiento pliométrico: la cual determina que el entrenamiento de potencia tuvo mayores mejoras sobre el sprint (SMD:1.04) y el CMJ (SMD:0.95) que el entrenamiento de fuerza tradicional,

mientras que se encontraron mejoras similares para el entrenamiento de potencia y el entrenamiento pliométrico sobre estas mismas variables (Sprint: SMD=0.20; CMJ: SMD=0.31) (Morris et al., 2022). Con el propósito de confrontar los efectos del entrenamiento tradicional de fuerza con los efectos del entrenamiento pliométrico sobre el sprint y el CMJ, se desarrolló una revisión con jugadoras de fútbol que estableció que el entrenamiento pliométrico proporciona mayores beneficios que el entrenamiento de fuerza tradicional para el sprint (SMD: -0.66) y el CMJ (SMD: 0.53) (Pardos-Mainer et al., 2021). Los resultados pertenecientes a las intervenciones que aplicaron entrenamiento de fuerza para las variables Sprint 20m y CMJ son comunes a los registrados en este estudio (Sprint 20m: -0.99%, ES=0.586 [moderado]; CMJ: 9.35%, ES=-4.293 [extremadamente grande]), de manera que posiblemente nuestras mejoras en estas variables se deban al entrenamiento de fuerza; especialmente al entrenamiento pliométrico, neuromuscular y de potencia.

Conclusiones

En definitiva, no hay un único tipo de entrenamiento que se pueda recomendar para mejorar el rendimiento en tenistas (Fernandez-Fernandez et al., 2012). Se cree que el entrenamiento de resistencia produce mejoras sobre aquellas variables relacionadas con la capacidad aeróbica, mientras que el entrenamiento de fuerza produce mejoras sobre aquellas variables relacionadas con la capacidad de fuerza y velocidad. Mientras que tanto el entrenamiento de resistencia como el de fuerza provocan cambios positivos en la agilidad. De modo que, una combinación de ambos entrenamientos produce mejoras en las diferentes variables de rendimiento. Aunque parece ser que según el método de entrenamiento aplicado se obtendrá un mayor o menor grado de efecto. Sería interesante tener conocimiento acerca de en qué proporción produce efecto el

método de entrenamiento que se aplique para cada una de las variables en jugadores de tenis. Estos hallazgos permitirían a los preparadores físicos tomar mejores decisiones a la hora de programar el entrenamiento, pudiendo optimizar al máximo el tiempo de trabajo.



Bibliografía

- Buchheit, M. (2008). The 30-15 Intermittent Fitness Test: Accuracy For Individualizing Interval Training Of Young Intermittent Sport Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 365–374.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013a). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013b). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. *Sports Medicine*, 43(10), 927–954. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0066-5>
- Buchheit, M., Mendez-Villanueva, A., Quod, M., Quesnel, T., & Ahmaidi, S. (2010). Improving acceleration and repeated sprint ability in well-trained adolescent handball players: Speed versus sprint interval training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 5(2), 152–164. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.2.152>
- Carlos-Vivas, J., Martin-Martinez, J. P., Hernandez-Mocholi, M. A., & Perez-Gomez, J. (2018). Validation of the iPhone app using the force platform to estimate vertical jump height. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(3), 227–232. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06664-0>
- Castagna, C., Impellizzeri, F. M., Chaouachi, A., Bordon, C., & Manzi, V. (2011). Effect of Training Intensity Distribution on Aerobic Fitness Variables in Elite Soccer Players: A Case Study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 66–71. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181fef3d3>
- Fernandez-Fernandez, J., De Villarreal, E. S., Sanz-Rivas, D., & Moya, M. (2016). The effects of 8-week plyometric training on physical performance in young tennis players. *Pediatric Exercise Science*, 28(1), 77–86. <https://doi.org/10.1123/pes.2015-0019>
- Fernandez-Fernandez, J., Granacher, U., Sanz-Rivas, D., Sarabia Marín, J. M., Hernandez-Davo, J. L., & Moya, M. (2018). Sequencing Effects of Neuromuscular Training on Physical Fitness in Youth Elite Tennis Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(3), 849–856. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002319>
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., & Mendez-Villanueva, A. (2009). A review of the activity profile and physiological demands of tennis match play. *Strength and Conditioning Journal*, 31(4), 15–26. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3181ada1cb>
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Sanchez-Muñoz, C., Tellez, J. G. de la A., Buchheit, M., & Mendez-Villanueva, A. (2011). Physiological responses to on-court vs running interval training in competitive tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10(3), 540–545.
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., Sarabia, J. M., & Moya, M. (2015). Preseason Training: The Effects of a 17-Day High-Intensity Shock Microcycle in Elite Tennis Players. In

©*Journal of Sports Science and Medicine* (Vol. 14).
<http://www.jssm.org>

- 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.
<https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0684>
- Fernandez-Fernandez, J., Ulbricht, A., & Ferrauti, A. (2014). Fitness testing of tennis players: How valuable is it. *British Journal of Sports Medicine*, *48*, 1–12. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093152>
- Fernandez-Fernandez, J., Zimek, R., Wiewelhoe, T., & Ferrauti, A. (2012). High-intensity interval training vs. repeated-sprint training in tennis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *26*(1), 53–62. www.nscajscr.org
- Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. (2006). Intensity of tennis match play. *British Journal of Sports Medicine*, *40*(5), 387–391.
<https://doi.org/10.1136/bjism.2005.023168>
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P., & Dodge, C. (2001). A New Approach to Monitoring Exercise Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *15*(1), 109–115. <https://doi.org/10.1519/00124278-200102000-00019>
- Hakkinen, K. (1994). Neuromuscular adaptation during strength training, aging, detraining and immobilization. *Crit Rev Phys Rehabil Med*, *6*, 161–198.
- Harrison, C. B., Kinugasa, T., Gill, N., & Kilding, A. E. (2015). Aerobic Fitness for Young Athletes: Combining Game-based and High-intensity Interval Training. *International Journal of Sports Medicine*, *36*(11), 929–934.
<https://doi.org/10.1055/s-0034-1396825>
- Helms, E., Cronin, J., Storey, A., & Zourdos, M. (2016). Application of the Repetitions in Reserve-Based Rating of Perceived Exertion Scale for Resistance Training. *Strength and Conditioning Journal*, *38*(4), 42–49.
<http://links.lww.com/SCJ/A185>
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *41*(1), 3–12.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Huggins, J., Jarvis, P., Brazier, J., Kyriacou, Y., & Bishop, C. (2017). Within - and between - Session Reliability of the Spider Drill Test to Assess Change of Direction Speed in Youth Tennis Athletes. *International Journal of Sports and Exercise Medicine*, *3*(5), 1–6. <https://doi.org/10.23937/2469-5718/1510074>
- Keiner, M., Sander, A., Wirth, K., & Schmidtbleicher, D. (2014). Long-Term Strength Training Effects on Change-of-Direction Sprint Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *28*(1), 223–231.
- Kenttä, G., & Hassmén, P. (1998). Overtraining and Recovery. *Sports Medicine*, *26*(1), 1–16.
<https://doi.org/10.2165/00007256-199826010-00001>
- Kilit, B., & Arslan, E. (2019). Effects of High-Intensity Interval Training vs.

- On-Court Tennis Training in Young Tennis Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(1), 188–196.
<https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002766>
- Kovacs, M. S. (2004). Energy System – Specific Training for Tennis. *Strength and Conditioning Journal*, 26(5), 10–13.
- Kovacs, M. S. (2007). Tennis Physiology Training the Competitive Athlete. *Sports Medicine*, 37(3), 189–198.
- Lesinski, M., Prieske, O., & Granacher, U. (2016). Effects and dose-response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 50(13), 781–795.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095497>
- Lloyd, R. S., Meyers, R. W., & Oliver, J. L. (2011). The natural development and trainability of plyometric ability during childhood. In *Strength and Conditioning Journal* (Vol. 33, Issue 2, pp. 23–32).
<https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e3182093a27>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Hughes, M. G., & Williams, C. A. (2012). Age-related differences in the neural regulation of stretch-shortening cycle activities in male youths during maximal and sub-maximal hopping. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 22(1), 37–43.
<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2011.09.008>
- Markovic, G., Jukic, I., Milanovic, D., & Metikos, D. (2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 543–549.
<https://doi.org/10.1519/R-19535.1>
- Morris, S. J., Oliver, J. L., Pedley, J. S., Haff, G. G., & Lloyd, R. S. (2022). Comparison of Weightlifting, Traditional Resistance Training and Plyometrics on Strength, Power and Speed: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 0123456789.
<https://doi.org/10.1007/s40279-021-01627-2>
- Negra, Y., Chaabene, H., Stöggel, T., Hammami, M., Chelly, M. S., & Hachana, Y. (2020). Effectiveness and time-course adaptation of resistance training vs. plyometric training in prepubertal soccer players. *Journal of Sport and Health Science*, 9(6), 620–627.
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.07.008>
- Pardos-Mainer, E., Lozano, D., Torrontegui-Duarte, M., Cartón-Llorente, A., & Roso-Moliner, A. (2021). Effects of Strength vs. Plyometric Training Programs on Vertical Jumping, Linear Sprint and Change of Direction Speed Performance in Female Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 1–19.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18020401>
- Pialoux, V., Genevois, C., Capoen, A., Forbes, S. C., Thomas, J., & Rogowski, I. (2015). Playing vs. nonplaying aerobic training in tennis: Physiological and performance outcomes. *PLoS ONE*, 10(3), 1–10.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122718>
- Povea, C. E., & Cabrera, A. (2018). Practical usefulness of heart rate

- monitoring in physical exercise. *Revista Colombiana de Cardiología*, 25(3), 169–173.
<https://doi.org/10.1016/j.rccar.2018.05.001>
- Reid, M., Crespo, M., Santilli, L., Miley, D., & Dimmock, J. (2007). The importance of the International Tennis Federation's junior boys' circuit in the development of professional tennis players. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 667–672.
<https://doi.org/10.1080/02640410600811932>
- Reid, M., Duffield, R., Dawson, B., Baker, J., & Crespo, M. (2008). Quantification of the physiological and performance characteristics of on-court tennis drills. *British Journal of Sports Medicine*, 42(2), 146–151.
<https://doi.org/10.1136/bjism.2007.036426>
- Reid, M., & Schneiker, K. (2008). Strength and conditioning in tennis: Current research and practice. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(3), 248–256.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.05.002>
- Srihirun, K., Boonrod, W., Mickleborough, T. D., & Suksom, D. (2014). On-court Vs. Off-court Interval-training On Fatigue And Skilled Tennis Performance In Tennis Players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46, 256.
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000493952.58661.7e>
- Stone, M. H., Sanborn, K., O'Bryant, H. S., Hartman, M. J., & Proulx, C. (2003). Maximum Strength-Power-Performance in Elite Collegiate Throwers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 739–745.
- Suárez Rodríguez, D., & del Valle Soto, M. (2017). A study of intensity, fatigue and precision in two specific interval trainings in young tennis players: highintensity interval training versus intermittent interval training. *BMJ Open Sport Exerc Med*, 3, 1–7.
- Thapa, R. K., Lum, D., Moran, J., & Ramirez-Campillo, R. (2021). Effects of Complex Training on Sprint, Jump, and Change of Direction Ability of Soccer Players: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology*, 11(January), 1–15.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.627869>
- Ulbricht, A., Fernandez-Fernandez, J., & Ferrauti, A. (2013). Conception for Fitness Testing and individualized training programs in the German Tennis Federation. *Sport Orthopaedics and Traumatology*, 29(3), 180–192.
<https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2013.07.005>
- Vescovi, J. D., & McGuigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciences*, 26(1), 97–107.
<https://doi.org/10.1080/02640410701348644>