

El entrenamiento intermitente específico de alta intensidad en la preparación del jugador de tenis

David Suárez Rodríguez¹, Miguel Del Valle²

¹Universidad Internacional de La Rioja. ²Universidad de Oviedo.

Recibido: 02.05.2018
Aceptado: 15.06.2018

Resumen

La capacidad de realizar acciones a alta velocidad de forma repetida tiene una relación muy clara con la manifestación de la resistencia en deportes como el tenis. El entrenamiento en el que se intercalan periodos de trabajo de alta intensidad con otros de recuperación resulta un tipo de entrenamiento más específico que el de tipo continuo. Dentro de los sistemas interválicos, los entrenamientos intermitentes de alta intensidad (*Intermittent Training-IT*) suponen un método especialmente adecuado para mejorar la resistencia aeróbica y anaeróbica. Mediante este entrenamiento se podrá actuar sobre las adaptaciones relacionadas con la recuperación entre puntos, lo que tiene una relación directa con el rendimiento en los partidos. Además, la alta intensidad y el bajo volumen de entrenamiento permite una óptima sinergia con cualidades como la fuerza explosiva y la velocidad, tan importantes en deportes en los que se intercalan periodos de trabajo y recuperación. Sin embargo, el tenis tiene unas características específicas que lo diferencian de otros deportes intermitentes, como son las recuperaciones breves, y la técnica de desplazamiento y de golpeo de la pelota, por lo que la utilización del entrenamiento intermitente usando movimientos propios del tenis (*Specific Intermittent Training-SIT*), es un sistema especialmente adecuado. La elección de la intensidad del esfuerzo, de la relación entre tiempos de trabajo y recuperación y el grado de destreza del jugador, son factores determinantes a la hora de realizar entrenamientos específicos a alta intensidad. En esta revisión se intenta mostrar el interés del entrenamiento SIT como herramienta básica para potenciar las mejoras de los diferentes factores del rendimiento en tenistas.

Palabras clave:

Tenis. Entrenamiento intermitente. Entrenamiento específico. SIT. Resistencia. Recuperación. Fuerza explosiva. Fuerza elástica. Velocidad.

High-intensity specific intermittent training (SIT) in the preparation of the tennis player

Summary

The ability to perform actions repeatedly at high speed has a very clear relationship with the manifestation of endurance in sports such as tennis. The training in which there are interspersed periods of work of high intensity with others of recovery turns out to be a type of training more specific than continuous type. Within the interval systems, the intermittent training of high intensity (*Intermittent training-IT*) suppose a specially suitable method to improve aerobic and anaerobic endurance. Through this training will be able to act on the adaptations related to the recovery between points, which has a direct relationship with the performance in the matches. In addition, the high intensity and low volume of training allows an optimal synergy with qualities such as explosive force and speed, so important in sports in which periods of work and recovery are interspersed. However, tennis has some specific characteristics that differentiate it from other intermittent sports such as brief recoveries and techniques of displacement and hitting the ball, so the use of intermittent training using typical movements of tennis (*Specific Intermittent Training-SIT*) is an especially suitable system. The choice of the intensity of the effort of the relationship between work and recovery times, and the degree of skill of the player are determining factors when carrying out specific training at high intensity. In this review we try to show the interest of SIT training as a basic tool to encourage the improvements of the different factors of performance in tennis players.

Key words:

Tennis. Intermittent training. Specific training. SIT. Endurance. Recovery. Explosive strength. Elastic strength. Speed.

Correspondencia: David Suárez Rodríguez.
E-mail: david.suarez@unir.net

Introducción

Durante un partido de tenis se llevan a cabo una serie de acciones a diferentes intensidades y duraciones, con cambios de ritmo, dirección y sentido. En este deporte se produce, por lo tanto, una variedad de acciones cinéticas y cinemáticas únicas, aunque con similitudes a otros deportes intermitentes. Pero también es específico el tipo de movimientos con continuos desplazamientos frontales, laterales, con paso cruzado, variaciones en la longitud de los pasos para ajustar las distancias con la pelota, y la ejecución de unos golpes de forma estable, que a su vez ejecutan diferentes decisiones tácticas en conexión con la fatiga, la confianza y el estrés competitivo.

Estas características determinan qué es lo que se debe entrenar y cómo debe el entrenador enfocar la preparación del jugador de tenis. El rendimiento en el tenis no depende solo de la resistencia, sino también de otros factores como la fuerza explosiva, la velocidad y agilidad de movimientos, la técnica, la táctica o los factores mentales. Pero además todos estos factores se presentan de una forma conjunta y compleja, y por lo tanto interrelacionada. Para valorar el nivel de nuestros jugadores, así como para prepararlos, convendrá elaborar sistemas multifactoriales propios del tenis¹.

Una de las características más importantes en la manifestación de la resistencia y, en general, del rendimiento en los deportes de juego intermitente es la habilidad de repetir esprints². En el tenis, se trataría de repetir acciones específicas del juego a una alta intensidad y no sólo desplazamientos lineales de máxima velocidad. Para lograr los mejores resultados en este aspecto se deben buscar sistemas que se adapten de la forma más óptima a este objetivo³.

En esta revisión se pretende analizar la importancia del entrenamiento específico intermitente (SIT) como herramienta básica para potenciar las mejoras del rendimiento en tenistas.

Metodología

Para elaborar este artículo de revisión descriptivo se ha realizado una búsqueda bibliográfica utilizando varias fuentes documentales para la localización de los documentos. Se ha realizado búsqueda en las bases de datos PubMed (NLM), Cochrane Library, Scopus, Scielo, Embase y Sport Discus, además del motor de búsqueda Google Académico.

La búsqueda se basó en artículos publicados entre enero de 2000 y marzo de 2018.

Las palabras clave empleadas para realizar la revisión (aisladas o combinadas) fueron: tenis, entrenamiento intermitente, entrenamiento específico, resistencia y recuperación.

A la hora de seleccionar los artículos incluidos en la revisión se ha tenido en cuenta la metodología, la calidad de la investigación y que hubiera sido realizada en humanos. Se han excluido todos los artículos que no estaban directamente relacionados con el objeto del estudio, los basados en opiniones personales y aquellos que no incluían instrumentos de medida válidos.

Especificidad en el tenis

Conocer el tiempo de trabajo y recuperación en el tenis es un factor importante a la hora de preparar a los jugadores. El tiempo de

recuperación entre los puntos está fijado en 20 segundos para los torneos de Grand Slam y en 25 segundos para el resto de torneos del circuito profesional. Sin embargo, en muchas ocasiones no se agotan los tiempos disponibles siendo inferiores e incluso en ocasiones situándose próximos a tan solo 10 segundos⁴. En cuanto al tiempo de duración de los puntos, O'Donoghue & Ingram⁵, analizando torneos de Gran Slam hallaron tiempos medios de entre 6,3 y 7,7 segundos. El ratio *trabajo: recuperación* (T:R), oscila entre 1:2 y 1:4 de media^{5,6}, lo que determina un tiempo real de juego del 20-26%^{7,8}. Sin embargo, con frecuencia se producen esfuerzos con una duración superior a las medias y unas relaciones trabajo recuperación de 1:1 o 1:2 cuando se suceden puntos largos por encima de los 20 segundos. Esto resulta de gran interés pues la dinámica del juego, la duración de los tiempos de trabajo y recuperación, y la relación entre trabajo y recuperación modificará sustancialmente la magnitud de la carga soportada por los tenistas⁹.

La intensidad de juego y el tiempo de duración de los esfuerzos determinan el tipo de metabolismo empleado. Cuando los puntos son muy cortos y explosivos se lleva a cabo a costa del ATP y la fosfocreatina, con un proceso de recuperación durante las pausas vía aeróbica y con un aclarado de concentraciones moderadas de lactato por debajo de los 4 mmol. En otras ocasiones se sucederán varios puntos largos e intensos que provocarán una mayor demanda del consumo de oxígeno así como de la vía glucolítica con mayores producciones de lactato¹⁰.

Los tiempos de pausa y trabajo así como el tipo de movimientos permiten la producción de altos niveles de fuerza en poco tiempo y la manifestación de la fuerza explosiva en las acciones de juego es un factor decisivo del rendimiento, y la capacidad de repetir esa fuerza explosiva durante el partido es fundamental durante el juego. La producción de fuerza de una forma intermitente puede generar fatiga a nivel central, así como en los procesos de excitación y contracción a nivel de la fibra muscular, lo que se podría reflejar en pérdidas del rendimiento durante el desarrollo de los partidos de tenis¹¹. Esta fatiga puede tener relación con la solicitación rápida de la fuerza, pues se ha observado un deterioro después de ejercicios de ciclo estiramiento-acortamiento¹², o como consecuencia de la frecuente solicitación de acciones de tipo excéntrico^{13,14}.

Los desplazamientos no son lineales, y presentan cambios de dirección, sentido y velocidad, con unos patrones coordinativos y neuromusculares especiales¹⁵. Las continuas acciones de frenado y cambio de dirección pueden incidir en la fatiga. En los últimos años se ha venido postulando un tipo de fatiga relacionada con la solicitación de este tipo de acciones excéntricas, y la existencia de una capacidad para tolerar mejor este tipo de tensiones de una forma específica¹⁶.

Debemos añadir que el tenis tiene un alto componente técnico, táctico y psicológico, que conlleva la necesidad de darle a la preparación un enfoque complejo donde tengan cabida, en muchas ocasiones de forma simultánea, todos los factores de rendimiento. Dentro de este enfoque, no conviene olvidar que una gran parte de los desplazamientos se realiza de forma lateral o con paso cruzado, y que existen continuas acciones de aceleración y desaceleración manifestadas de forma compleja cuando no al mismo tiempo que los golpes y las decisiones tácticas^{17,18}.

Características del entrenamiento intermitente

A pesar de la importancia que tiene poseer unos adecuados valores de consumo máximo de oxígeno y un elevado umbral de lactato¹⁹, para

una óptima recuperación entre puntos, sesiones de entrenamiento y partidos²⁰, en algunos estudios no se ha encontrado una relación directa entre, la capacidad de realizar sprints de forma repetida o acciones específicas explosivas propias de deportes intermitentes y el consumo máximo de oxígeno, mientras que sí se ha encontrado con la fuerza explosiva y la capacidad de salto²⁰⁻²². Se ha observado una relación clara de los niveles de fuerza explosiva con la eficiencia de carrera y la capacidad de repetir acciones de alta intensidad^{23,24}. A su vez, las características del juego suponen una manifestación explosiva y específica de la fuerza²⁵⁻²⁷. Por lo tanto, se deberán mejorar las características neuromusculares, para elevar el rendimiento en una acción concreta, pero también para poder repetir estas acciones de forma prolongada²⁸. Los sistemas que aportan mejoras aeróbicas y anaeróbicas, al mismo tiempo que alcanzan sinergias positivas

con la manifestación de la fuerza y la velocidad, son especialmente importantes en la preparación del tenista (Tabla 1).

Los entrenamientos continuos han mostrado en ocasiones un efecto negativo sobre la manifestación de la fuerza explosiva y la velocidad incluso cuando se utilizan de forma concurrente con entrenamientos de fuerza²⁹. También se han encontrado pérdidas en la capacidad de aplicar fuerza y potencia después de entrenamientos interválicos de alta intensidad (*High Intensity Interval Training*-HIIT), por ejemplo con tiempos de trabajo y recuperación de 4 minutos: 4 minutos³⁰. Sin embargo, una manipulación correcta de la intensidad y la duración del esfuerzo puede modificar este efecto de forma significativa³¹.

Para respetar las características específicas del tenis es necesario utilizar sistemas de entrenamiento que intercalen fases de trabajo con una intensidad elevada y, en ocasiones, variables, con otras de descanso

Tabla 1. Estudios más relevantes sobre el entrenamiento intermitente.

Referencia	Muestra (n)	Protocolo	Aportación
Castagna et al. 2008 ²¹	16 jugadores de baloncesto.	10x30 m sprint. 30 s de recuperación.	No observan relación entre VO _{2max} y repetición de sprints.
Stojanovic et al. 2012 ²²	24 jugadores de baloncesto.	10x30 m. Medición pérdida de rendimiento.	No relación entre VO _{2max} y repetición de sprints. Sí con CMJ.
Denadai et al. 2017 ²⁴	Revisión.	16 estudios sobre entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia.	Relación positiva entrenamiento de fuerza explosiva y capacidad de repetir sprints.
Mikkola et al. 2012 ²	36 varones no entrenados (16 fuerza, 11 resistencia, 11 concurrente).	21 semanas Entrenamiento de fuerza, resistencia y concurrente.	Efecto negativo del entrenamiento continuo y concurrente sobre fuerza explosiva.
Wilson et al. 2012 ³⁰	Revisión.	21 estudios sobre entrenamiento concurrente de fuerza y resistencia.	La modalidad, volumen, intensidad y relación trabajo y recuperación modifican la fuerza explosiva.
Dupont et al. 2004 ³¹	22 jugadores de fútbol.	10 semanas. 12-15x15 s. 15 s recuperación. 12-15x40 m. 30 s recuperación.	Microintervalos de recuperación mejoran intensidad, velocidad y resistencia.
Juel et al. 2004 ³²	6 sujetos.	7 semanas. 15x1 min / 150% VO _{2max} . Entrenaban una pierna con extensiones comparando con contralateral.	Evita la pérdida de velocidad, mejorando la resistencia y la tolerancia a la acidez.
Belfry. 2010 ³³	Diferentes muestras: 7 varones. 8 varones. 14 varones.	Protocolos de 10 s de alta intensidad y 5 s de baja intensidad.	Aumenta el reclutamiento de las fibras tipo II mejorando su capacidad aeróbica.
Rozenek et al. 2007 ³⁴	12 varones.	15:15-s / 100:50% VO _{2max} . 30:30 s. 30:15 s. 60:15 s.	Relación 2:1 trabajo mixto. Relación 4:1 trabajo anaeróbico y rápida presencia de fatiga.
Boutcher. 2011 ³⁵	Revisión.	Estudio sobre pérdida de grasa, forma física, resistencia a la insulina y músculo esquelético.	Provoca mayor eficiencia en el uso de hidratos de carbono y mayor capacidad para utilizar ácidos grasos.
Gerber et al. 2014 ³⁶	8 varones.	20 s / 150% VO _{2max}	Mayor uso de ácidos grasos. Mayor gasto post-esfuerzo.
Helgerud et al. 2007 ³⁷	24 varones.	Larga distancia 70% VO _{2max} . Continuo alta intensidad. 15:15 s / al 90-95:70% . 4:3 min / al 90-95:70%.	Mayores mejoras en consumo de oxígeno que con entrenamientos continuos con menor volumen de trabajo.
Tabata et al. 1996 ³⁸	7 varones (continuo). 7 varones (intermitente).	60 min / 70% VO _{2max} 7-8x20 s 170% VO _{2max} 10 s recuperación.	Estímulos intensos de sistemas aeróbico y anaeróbico entrenando alta intensidad y bajo volumen.

pasivo, que es el que se produce durante el juego, actuando sobre los procesos de regeneración del ATP y la fosfocreatina. El entrenamiento de resistencia intermitente (IT), desde un punto de vista metabólico, cumple con los requisitos de intercalar periodos de trabajo y recuperación, pudiendo ajustar estos tiempos a los más habituales del tenis y variándolos de acuerdo con los objetivos del entrenamiento.

La introducción de periodos de descanso permite mayores intensidades de trabajo y un efecto sobre las adaptaciones aeróbicas y anaeróbicas³¹. Los entrenamientos IT están constituidos por periodos de trabajo y recuperación de ≤ 30 segundos, con una relación trabajo recuperación (T:R), que puede ser de 1:1, 1:1.5, 1:2, 1.5:1 o 2:1. Trabajos intermitentes breves y de alta intensidad, pueden limitar o anular las pérdidas sobre la velocidad, resultando eficaces para mejorar la capacidad tampón de la acidez muscular³², a la vez que se logran incrementos similares o mayores en el consumo máximo de oxígeno que con trabajos continuos^{37,40}. Los protocolos de esfuerzos intermitentes con periodos de trabajo y recuperación muy cortos aumentan el reclutamiento de fibras tipo II, actuando sobre su capacidad aeróbica³³ y permiten mejorar la velocidad al mismo tiempo³¹.

Los entrenamientos IT han mostrado importantes mejoras locales y periféricas que se traducen en fuertes incrementos en la capacidad oxidativa y el rendimiento muscular⁴¹. Pero, la relación entre las fases de trabajo y las de recuperación, también resulta un factor decisivo a la hora de provocar unas u otras adaptaciones. Se han observado en ejercicios con una intensidad cercana al consumo máximo de oxígeno, una activación mixta aeróbica anaeróbica cuando la relación es de 2:1, frente a adaptaciones más anaeróbicas cuando la relación es de 4:1, con una rápida aparición de la fatiga³⁴.

Este tipo de trabajos permite aumentar la eficiencia en la utilización de los hidratos de carbono como fuente de energía, pero además, en la última década se ha podido comprobar que los entrenamientos IT y HIIT pueden incrementar al mismo tiempo la capacidad para utilizar los ácidos grasos^{42,35,36}. A esto se le debe añadir un mayor uso de las grasas en estos ejercicios de alta intensidad durante el periodo post esfuerzo³⁶.

A pesar de haberse observado una cinética del consumo de oxígeno más rápida cuando se realizan acciones explosivas y esprints⁴³, se puede dar un retraso en las primeras repeticiones o intermitencias dentro de una serie, con una tendencia ascendente reflejada en la frecuencia cardiaca^{44,45}, por lo que es determinante un diseño preciso de las series con intermitencias de trabajo y recuperación adecuadas en las fases iniciales^{46,47}.

Una de las ventajas de los entrenamientos interválicos es la capacidad de mejorar el consumo de oxígeno con volúmenes de trabajo muy inferiores. Helgerud *et al.*³⁷, señala que entrenamientos interválicos de alta intensidad como el intermitente (15 segundos:15 segundos) es más eficaz para incrementar el consumo de oxígeno que los de tipo continuo, con un menor volumen de trabajo.

Un volumen más bajo de trabajo total permitirá menores interferencias con cualidades determinantes en el rendimiento como la fuerza explosiva y la velocidad⁴⁸. También es especialmente interesante reducir el volumen de carga, al ser el tenis un deporte con un elevado volumen de trabajo técnico y táctico y un largo y denso calendario de partidos.

Por lo tanto, al aplicar los entrenamientos IT se puede actuar de forma intensa sobre los sistemas metabólicos de una forma mixta, provocando importantes mejoras en la capacidad anaeróbica y aeróbica³⁴ y, preservando las manifestaciones de la fuerza y la velocidad.

Relación intensidad-especificidad

La posibilidad de realizar un trabajo más global, con un entrenamiento de resistencia mixto, de velocidad y agilidad con cambios de sentido y dirección, e introduciendo al mismo tiempo elementos técnicos, tácticos y mentales, resulta enormemente beneficioso para lograr un alto rendimiento, aunque es necesario vigilar el grado de intensidad que se alcanza con este tipo de sesiones (Tabla 2).

Respecto al tipo de desplazamiento, los cambios de sentido y dirección suponen un comportamiento neural y biomecánico diferente lo que conlleva que los determinantes del rendimiento sean específicos³⁸. El entrenamiento mediante esprints lineales no parece tener una relación clara con la mejora en movimientos de agilidad y cambios de dirección⁴⁹. Se ha observado una relación positiva entre la fuerza explosiva y el rendimiento en la realización de cambios de sentido y dirección, así como en la capacidad de repetirlos. Al mismo tiempo se han logrado mejoras de la fuerza explosiva mediante entrenamientos intermitentes con cambios de dirección⁵⁰.

En diversos estudios se ha visto una mayor intensidad, con mayores concentraciones de lactato, en esfuerzos breves cuando se introducían cambios de sentido y dirección respecto a los realizados sin ellos⁵¹. Al mismo tiempo, la destreza para llevar a cabo cambios de sentido y dirección a elevadas velocidades resulta decisiva en el rendimiento del tenista⁴⁹.

Entrenamientos específicos de deportes de equipo y lucha han mostrado intensidades similares o superiores respecto a la carrera^{52,56-59}. En un entrenamiento de alta intensidad tipo HIIT (intervalos de 2 minutos de trabajo y 90 segundos de recuperación) se encontraron altas intensidades, similares a las manifestadas en la carrera, mediante ejercicios de tenis⁵³. Suárez Rodríguez y del Valle⁵⁴, hallaron valores de frecuencia cardiaca y lactato superiores en ejercicios de tenis específicos tanto de tipo IT como HIIT, respecto a HIIT de carrera.

Como ocurre en las acciones de carrera, el incremento del volumen de trabajo aumentando el número y la duración de las acciones explosivas, propias de los deportes intermitentes, reduce la participación glucolítica anaeróbica, aunque, en ocasiones, se acompaña de un incremento en la intervención del metabolismo de los fosfágenos⁶⁰.

El entrenamiento de resistencia mediante esfuerzos específicos y breves con recuperaciones y acciones motoras propias del juego, puede ser una forma adecuada de mejorar el consumo máximo de oxígeno sin actuar negativamente sobre cualidades determinantes del juego como la fuerza o la velocidad en deportes de tipo intermitente con un elevado componente técnico⁵⁶. Ello va a permitir mejorar la capacidad de realizar acciones explosivas a la vez que se mejora la resistencia^{31,61,62}. Este tipo de entrenamiento también presenta una buena respuesta a la concurrencia con el trabajo de fuerza con progresos en resistencia y velocidad⁶³.

Una estrategia que puede ser especialmente interesante consiste en realizar trabajos técnicos y tácticos en situación de fatiga, ya que puede ser determinante en el rendimiento final^{53,54}.

Con los ejercicios mediante acciones propias del juego, con continuos cambios de ritmo, sentido y dirección, se produce una sollicitación muy importante del sistema musculo tendinoso, con una intensa acumulación del trabajo mecánico, por lo que habrá que controlar con mucho cuidado las cargas de trabajo⁵⁵.

Tabla 2. Estudios más importantes sobre la relación intensidad-especificidad.

Referencia	Muestra (n)	Protocolo	Aportación
Brughelli et al. 2008 ⁴⁹	Revisión.	Relación entre la habilidad para cambiar de dirección y entrenamiento de fuerza.	Comportamiento diferente en los desplazamientos con cambios de dirección respecto a los lineales.
Young et al. 2001 ⁵⁰	36 varones.	6 semanas. Sprints sobre 20-40 m. 20-40 m con 3-5 cambios de dirección.	Entrenamientos lineales no mostraron una relación con la mejora en movimientos de agilidad y cambios de dirección.
Lakomy, Haydon. 2004 ⁵¹	18 jugadores de hockey de élite.	Test de 6x40 m. Deceleración 6 m. Recuperación 30 s.	Relación positiva fuerza explosiva y velocidad con la capacidad de decelerar y cambiar de sentido y de repetir. Mejora en la fuerza explosiva mediante IT con cambios de dirección.
Dellal et al. 2010 ⁵²	10 jugadores de fútbol de élite.	30:30 s / 100% VO _{2max} [*] 15:15-s / 105-110-115%VO _{2max} [*] Carrera línea recta. Ejercicios de fútbol.	Mayores concentraciones de lactato cuando se introducían cambios de sentido y dirección con acciones específicas de fútbol.
Fernández-Fernández et al. 2011 ⁵³	4 tenistas varones. 4 tenistas hembras.	4x120 s. 90 s recuperación. 95% frecuencia cardiaca máxima. Carrera vs ejercicios de tenis.	Intensidades similares. Se pueden utilizar los ejercicios específicos como alternativa a la carrera. Interesante trabajar en ocasiones en fatiga el apartado técnico.
Suárez Rodríguez, del Valle. 2017 ⁵⁴	13 tenistas de competición.	3x3x120 s. Recuperación a 120-130 pulsaciones. HIIT carrera. HIIT golpes derecha-revés. SIT golpes derecha-revés.	Frecuencia cardiaca y lactato superiores en los ejercicios específicos de tenis. Menor percepción subjetiva de fatiga en esfuerzos específicos respecto a los de carrera. Controlar la intensidad y pérdida de eficiencia técnica mediante el registro de golpes y errores.
Hader et al. 2014 ⁵⁵	11 jugadores de deportes de equipo	2x10x22 m. 2x10x16,5 m con dos cambios de 90°	El trabajo con cambios de dirección supone un intenso trabajo mecánico.

Un factor relevante a la hora de escoger entrenamientos que respeten la estructura motora específica del tenis es la correcta ejecución y el efecto de la fatiga sobre la misma. Hay que tener en cuenta además del nivel físico del deportista, otros factores como el nivel de juego, momento de la temporada, edad, o percepción del esfuerzo por parte del jugador⁶⁴. Respecto a la valoración subjetiva de la fatiga mediante la Escala de Borg se ha observado una percepción inferior en ejercicios específicos de tenis respecto a trabajos de carrera de igual y menor intensidad cardiaca⁵⁴.

El control del número de golpes realizados, su evolución durante el ejercicio y el mantenimiento de la eficacia motora registrando la precisión o el número de errores, podrá ser una buena estrategia para conservar la idoneidad del entrenamiento⁵⁴. La fatiga producirá una pérdida progresiva del control sobre el gesto técnico y la calidad del golpe⁶⁵ por lo que en los entrenamientos de carácter específico habrá que tener un control especial sobre la magnitud de la carga. El control del volumen e intensidad, así como la elección de una adecuada relación entre los microintervalos de trabajo y de recuperación permitirá la ejecución técnica óptima durante las diferentes series.

Entrenamiento de la recuperación

En deportes donde el componente más importante de la resistencia es la capacidad de repetir acciones de alta intensidad, el tiempo de recuperación entre jugadas es utilizado por el organismo para recomponer, al menos en parte, su equilibrio metabólico y neuromuscular⁶⁰. La buena respuesta post esfuerzo, con una pronta reducción de la frecuencia

cardiaca, es señal de una correcta adaptación al esfuerzo específico, por lo que resulta decisivo un adecuado entrenamiento orientado a las dinámicas propias de cada deporte⁶⁶. En el entrenamiento SIT se activan las fibras de tipo II y se preserva de forma más óptima los niveles de fuerza explosiva del jugador, habiendo una clara relación entre la capacidad de generar altos niveles de fuerza y la capacidad de recuperar entre series de alta intensidad (Tabla 3).

En ejercicios intensos de 15 segundos se producen incrementos de la frecuencia cardiaca post esfuerzo⁷⁰. En tenistas se ha observado un comportamiento paradójico con elevaciones de la frecuencia cardiaca post esfuerzo cuando se realizan entrenamientos SIT frente a respuestas inmediatas y rápidas en entrenamientos HIIT de carrera, e inmediatas pero lentas en entrenamientos HIIT específicos, lo que apoyaría la importancia de la especificidad en cuanto a la dinámica de los tiempos de trabajo y recuperación así como de las acciones motoras propias del juego⁴⁶.

La mayor activación de las fibras de tipo II, produce un efecto superior sobre la activación simpática y la desactivación parasimpática⁶⁷. Esto puede explicar una recuperación cardiaca más lenta en esfuerzos de tipo intermitente y con acciones técnicas que implican aceleraciones, desaceleraciones y cambios de sentido y dirección^{68,46}.

La mejora de la capacidad oxidativa del músculo, mediante el incremento de enzimas oxidativas, la capacidad mitocondrial o la concentración de mioglobina es, sin duda, un factor que facilita la recuperación entre series. El oxígeno presente en la fibra muscular tiene un papel importante en los procesos de resíntesis de ATP entre

Tabla 3. Estudios más destacados sobre el entrenamiento de la recuperación.

Referencia	Muestra (n)	Protocolo	Aportación
Suárez Rodríguez, 2015 ⁴⁶	15 jugadores de tenis de competición.	1-3 ejercicios de 14 min: continuo de carrera, peloteo cruzado y puntos. 2- 3 ejercicios fraccionados 3x3x2 min: uno de carrera, otro de golpeo y otro de golpeo intermitente. Recuperación a 120-130 lat/min.	Se ve una recuperación cardiaca más rápida en los esfuerzos de carrera que en los ejercicios específicos de tenis. Elevación de la frecuencia cardiaca post esfuerzo en los intermitentes.
Buchheit et al. 2009 ⁶⁷	20 jugadores de deportes de equipo.	Test 30:15 s vs test continuo.	Efecto superior sobre la activación simpática y la desactivación parasimpática en esfuerzos intermitentes específicos.
Kang et al. 2007 ⁶⁸	24 varones. 24 mujeres.	4 protocolos de 30 min: 1- Continuo a 75 W 2- Alternando 50-100 W cada 5-min 3- Alternando 100-50 W 4- Alternando 25-125 W	Recuperación cardiaca más lenta en esfuerzos cuando existen cambios en la intensidad.
Girard, Millet. 2009 ⁶⁹	Revisión.	Fatiga neuromuscular en deportes de raqueta.	El oxígeno de la fibra muscular es importante en la resíntesis de ATP entre puntos en un partido de tenis.

puntos⁶⁹. También la capacidad de aclarado del lactato y de tolerancia a la acidez muscular, así como de resíntesis de fosfocreatina, son factores determinantes en la capacidad de recuperarse de una acción de alta intensidad y de repetir muchas veces este tipo de acciones³.

Como vemos, la dinámica de la recuperación y los factores relacionados con ella va a influir sobre la capacidad de recuperación entre puntos, factor determinante en el rendimiento. Al mismo tiempo, la dinámica de intercalar periodos adecuados de trabajo y recuperación actuará de una forma eficaz sobre los procesos adaptativos propios del tenis.

Por lo tanto, mediante entrenamientos concurrentes específicos de alta intensidad y de fuerza, se pueden alcanzar adaptaciones importantes tanto en la resistencia como en la fuerza y velocidad. Este entrenamiento complejo aporta también progresos en las capacidades técnicas y tácticas de los jugadores. Sin embargo, creemos necesario resaltar que hay que llevar a cabo un control sobre la intensidad de carga, para lograr efectos fisiológicos efectivos, así como sobre la eficacia motora evaluando la pérdida de precisión y la calidad de la ejecución⁵⁴.

Conclusiones

- En esfuerzos intermitentes de alta intensidad resulta clara la relación entre las manifestaciones de fuerza explosiva y velocidad y la manifestación de la resistencia.
- Con los entrenamientos intermitentes de alta intensidad de carácter específico, se alcanzan intensidades iguales o mayores que con la carrera. Los cambios de ritmo, dirección y sentido, pueden provocar una mayor demanda física, con estímulos más fuertes.
- La intensidad y la relación entre el tiempo de trabajo y recuperación son determinantes en la orientación de la carga.
- La percepción de la fatiga suele ser inferior en esfuerzos de tipo específico, teniendo una menor relación con la intensidad cardiaca o láctica.
- Se ha observado un comportamiento diferente en la recuperación en esfuerzos específicos e intermitentes, por lo que convendrá

actuar sobre los mecanismos de recuperación mediante entrenamientos con movimientos y desplazamientos propios del juego, así como con tiempos de trabajo y recuperación específicos.

Conflicto de intereses

Los autores no declaran conflicto de intereses alguno.

Bibliografía

1. Hornery DJ, Farrow D, Mujika I, Young W. Fatigue in tennis. Mechanisms of fatigue and effect on performance. *Sports Med.* 2007;37:199-212.
2. Glaister M. Multiple-sprint work: methodological, Physiological, and experimental issues. *Int J Sports Physiol Perform.* 2008;3:107-12.
3. Bishop D, Spencer M, Duffield R, Lawrence S. The validity of a repeated sprint ability test. *J Sci Med Sport.* 2002;4:19-29.
4. Fernández-Fernández J, Méndez-Villanueva A, Pluim BM. Intensity of tennis match play. *Br J Sports Med.* 2006;40:387-91.
5. O'Donoghue PO, Ingram B. A notational analysis of elite tennis strategy. *J Sports Sci.* 2001;19:107-15.
6. Kovacs MS. Applied physiology of tennis performance. *Br J Sports Med.* 2006;40:381-85.
7. Méndez-Villanueva A, Fernández-Fernández J, Bishop D. Exercise induced homeostatic perturbations provoked by singles tennis match play with reference to development of fatigue. *Br J Sports Med.* 2007;41:717-22.
8. Fernández-Fernández J, Sanz-Rivas D, Fernández-García B, Méndez-Villanueva A. Match activity and physiological load during a clay-court tournament in elite female players. *J Sports Sci.* 2008;26:1589-95.
9. Kovacs MS. Energy system-specific training for tennis. *Strength Cond J.* 2004;26:10-3.
10. Morante JC, Brotherhood JR. Automatic and behavioural thermoregulations in tennis. *Br J Sports Med.* 2008;42:679-85.
11. Girard O, Lattier G, Maffiuletti NA, Micallef J-P, Millet GP. Neuromuscular fatigue during a prolonged intermittent exercise: Application to tennis. *J Electromyography Kinesiol.* 2008;18:1038-46.
12. Strojnik V, Komi PV. Fatigue after submaximal intensive stretch-shortening cycle exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:1314-9.
13. Martin V, Guillaume YM, Lattier G, Perrod L. Why does knee extensor muscles torque decrease after eccentric-type exercise? *J Sports Med Phys Fit.* 2005;45:143-51.
14. Verrall GM, Slavotinek JP, Barnes PG. The effect of sports specific training on reducing the incidence of hamstring injuries in professional Australian Rules football players. *Br J Sports Med.* 2005;39:363-68.
15. Lees A. Science and the major racket sports: a review. *J Sports Sci.* 2003;21:707-32.

16. Matthews MJ, Heron K, Todd S, Tomlinson A, Jones P, Delestrat A, et al. Strength and endurance training reduces the loss of eccentric hamstring torque observed after soccer specific fatigue. *Phys Ther Sport*. 2017;25:39-46.
17. Kovacs M, Roetert P, Ellenbecker E. Fixing the brakes! Deceleration: the forgotten factor in tennis specific training. *ITF Coaching Sport Sci Rev*. 2008;15:6-8.
18. Kovacs M. Movement for Tennis: The Importance of Lateral Training. *Strength Con J*. 2009;31:77-85.
19. Rampinini E, Sassi A, Azzalin A, Castagna C, Menaspá P, Cromagno D, et al. Physiological determinants of Yo-Yo intermittent recovery tests in male soccer players. *Eur J Appl Physiol*. 2010;108:401-9.
20. Tomlin DL, Wenger HA. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Med*. 2001;31:1-11.
21. Castagna C, Abt G, Manzi V, Annino G, Padua E, D'Ottavio S. Effect of recovery mode on repeated sprint ability in young basketball players. *J Strength Cond Res*. 2008;22:923-9.
22. Stojanovic M, Ostojic SM, Calleja-González J, Milosevic Z, Mikic M. Correlation between explosive strength aerobic power and repeated sprint ability in elite basketball players. *J Sports Med Phys Fit*. 2012;52:375-81.
23. Hoff J, Helgerud J. Endurance and strength training for soccer players - Physiological considerations. *Sports Med*. 2004;34:165-80.
24. Denadai BS, de Aguiar RA, de Lima LC, Greco CC, Caputo F. Explosive training and heavy weight training are effective for improving running economy in endurance athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2017;47:545-54.
25. Elliott B. Biomechanics and tennis. *Br J Sports Med*. 2007;40:392-6.
26. Reid M, Crespo M, Lay B, Berry J. Skill acquisition in tennis: Current research and practice. *J Sci Med Sport*. 2007;10:1-10.
27. Reid M, Schneiker K. Strength and conditioning in tennis: Current research and practice. *J Sci Med Sport*. 2008;11:248-56.
28. Glaister M. Multiple sprint work. *Sports Med*. 2005;35:757-77.
29. Mikkola J, Rusko H, Izquierdo M, Gorostiaga EM, Häkkinen K. Neuromuscular and cardiovascular adaptations during concurrent strength and endurance training in untrained men. *Int J Sports Med*. 2012;33:702-10.
30. Wilson JM, Marin PJ, Rhea MR, Wilson SM, Loenneke JP, Anderson JC. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *J Strength Cond Res*. 2012;26:2293-307.
31. Dupont G, Akakpo K, Berthoin S. The effect of in-season, high-intensity interval training in soccer players. *J Strength Cond Res*. 2004;18:584-9.
32. Juel C, Klarskow C, Nielsen JJ, Kustrup P, Mohr M, Bangsbo J. Effect of high-intensity intermittent training on lactate and H⁺ release from human skeletal muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2004;286:245-51.
33. Belfry GR. Effects of a Short Work/Shorter Rest Intermittent Exercise on Muscle Metabolic Status, VO₂, Hemoglobin Saturation and Performance. Doctoral Thesis. Department of Exercise Science. University of Toronto. 2010. Disponible en: https://space.library.utoronto.ca/.../Belfry_Glen_R_201011_PhD
34. Rozenek R, Funato K, Kubo J, Hoshikawa M, Matsuo A. Physiological responses to interval training sessions at velocities associated with VO₂max. *J Strength Cond Res*. 2007;21:188-92.
35. Boutcher SH. High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. *J Obesity*. Revista electrónica. 2011 (consultado 04/12/2017). Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/job/2011/868305/>
36. Gerber T, Borg ML, Hayes A, Stathis CG. High-intensity intermittent cycling increases purine loss compared with workload-matched continuous moderate intensity cycling. *European J Appl Physiol*. 2014;114:1513-20.
37. Helgerud J, Hoydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, et al. Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:665-71.
38. Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Med Sci Sports Exerc*. 1996;28:1327-30.
39. Mueller SM, Aguayo D, Zuercher M, Fleischmann O, Boutellier U, Auer M, et al. High-Intensity Interval Training with Vibration as Rest Intervals Attenuates Fiber Atrophy and Prevents Decreases in Anaerobic Performance. *PlosOne*. 2015; 10: e0116764.
40. Wisloff U, Ellingsen O, Kemi OJ. High-intensity interval training to maximize cardiac benefits of exercise training? *Exerc Sport Sci Rev*. 2009;37:139-46.
41. Kustrup P, Hellsten Y, Bangsbo J. Intense interval training enhances human skeletal muscle oxygen uptake in the initial phase of dynamic exercise at high but not at low intensities. *J Physiol*. 2004;559: 335-45.
42. Perry CGR, Heigenhauser GJF, Bonen A, Spriet LL. High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. *App Physiol Nut Met*. 2008;33:1112-23.
43. Tordi N, Perry S, Harvey A, Hughson R. Oxygen uptake kinetics during two bouts of heavy cycling separated by fatiguing sprint exercise in humans. *J Appl Physiol*. 2003;94:533-41.
44. Tuimil JL, Iglesias E, Dopico J, Morenilla L. Efectos del entrenamiento continuo e inter-válido de carga externa similar sobre la frecuencia cardiaca. *Motricidad Eur J Human Mov*. 2005;12:107-18.
45. Seiler S, Hetlelid KJ. The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37:1601-7.
46. Bailey SJ, Romer LM, Kelly J, Wilkerson DP, DiMenna FJ, Jones AM. Inspiratory muscle training enhances pulmonary O₂ uptake kinetics and high-intensity exercise tolerance in humans. *J Appl Physiol*. 2010;109:457-68.
47. Suárez Rodríguez D. Entrenamiento de la Resistencia en el tenis. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo. 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10651/36701>
48. Jones TW, Howatson G, Russell M, French DN. Performance and neuromuscular adaptations differing ratios of concurrent strength and endurance training. *J Strength Cond Res*. 2013;27:3342-51.
49. Brughelli M, Cronin J, Levin G, Chaouachi A. Understanding Change of Direction Ability in Sport: A Review of Resistance Training Studies. *Sports Med*. 2008;38:1045-63.
50. Young WB, McDowell MH, Scarlett BJ. Specificity of sprint and agility training methods. *J Strength Cond Res*. 2001;15:315-9.
51. Lakomy J, Haydon DT. The effects of enforced, rapid deceleration on performance in a multiple sprint test. *J Strength Cond Res*. 2004;18:579-83.
52. Dellal A, Keller D, Carling Ch, Chaouachi A, Wong DelP, Chamari K. Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players. *J Strength Cond Res*. 2010;24:3219-26.
53. Fernandez-Fernandez J, Sanz-Rivas D, Sanchez-Muñoz C, de la Aleja Tellez JG, Buchheit M, Méndez-Villanueva A. Physiological responses to On Court vs running interval training in competitive tennis players. *J Sports Sci Med*. 2011;10:540-5.
54. Suárez Rodríguez D, del Valle Soto M. A study of intensity, fatigue and precision in two specific interval trainings in young tennis players: high-intensity interval training versus intermittent interval training. *BMJ Open Sport Exerc Med*. Revista electrónica. 2017 (consultado 04/12/2017). Disponible en: <http://bmjopensem.bmj.com/content/3/1/e000250.info>
55. Hader K, Méndez-Villanueva A, Ahmaidi S, Williams BK, Buchheit M. Changes of direction during high-intensity intermittent runs: neuromuscular and metabolic responses. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2014;6:2.
56. McMillan K, Helgerud J, Macdonald R, Hoff J. Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *Br J Sports Med*. 2005;39:273-7.
57. Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Iaia FM, et al. Physiological and Performance Effects of Generic versus Specific Aerobic Training in Soccer Players. *Int J Sports Med*. 2006;27:483-92.
58. Little Th, Williams AG. Measures of exercise intensity during soccer training drills with professional soccer players. *J Strength Cond Res*. 2007; 21:367-71.
59. Hill-Hass SV, Dawson B, Impellizzeri FM, Coutts AJ. Physiology of small-sided games training in football: a systematic review. *Sports Med*. 2011;41:199-220.
60. Spencer M, Bishop D, Dawson B, Goodman C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports Med*. 2005;35:1025-44.
61. Bravo DF, Impellizzeri FM, Rampinini E, Castagna C, Bishop D, Wisloff U. Sprint vs. Interval training in football. *Int J Sports Med*. 2008;29:668-74.
62. Dellal A, Varliette C, Owen A, Chirico EN, Pialoux V. Small-sided games versus interval training in amateur soccer players: effects on the aerobic capacity and the ability to perform intermittent exercises with changes of direction. *J Strength Cond Res*. 2012;26:2712-20.
63. Wong P-I, Chaouachi A, Chamari K, Dellal A, Wisloff U. Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. *J Strength Cond Res*. 2010;24:653-60.
64. Zafeiridis A, Sarivasiliou H, Dipla K, Vrabal IS. The effects of heavy continuous versus long and short intermittent aerobic exercise protocols on oxygen consumption, heart rate, and lactate responses in adolescents. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110:17-26.
65. Vergauwen L, Spaepen AJ, Lefevre J, Hespel P. Evaluation of stroke performance in tennis. *Occup Health Ind Med*. 1998;39:238-9.
66. Haydar B, Haddad HA, Ahmaidi S, Buchheit M. Assessing inter-effort recovery and change of direction ability the 30-15 intermittent fitness test. *J Sports Sci Med*. 2011;10:346-54.
67. Buchheit M, Al Haddad H, Millet GP, Lepretre PM, Newton M, Ahmaidi S. Cardiorespiratory and cardiac autonomic responses to 30-15 intermittent fitnesses in team sports players. *J Strength Cond Res*. 2009;3:93-100.
68. Kang J, Mangine GT, Ratamess NA, Faigenbaum AD, Hoffman JR. Influence of intensity fluctuation on exercise metabolism. *Eur J Appl Physiol*. 2007;100:253-60.
69. Girard O, Miller GP. Neuromuscular fatigue in racquet sports. *Phys Med Rehabil*. 2009;20:161-73.
70. Hamar D, Komadel L, Tkac M, Kuthanova O. Cinética de los parámetros ventilatorios y de intercambio de gases durante el ejercicio intermitente. *Arch Med Deporte*. 1989;21:11-5.