

ENTRENAMIENTO INTERVALICO DE ALTA INTENSIDAD (EIAI) COMO METODO PARA LA MEJORA DEL RENDIMIENTO EN TENISTAS DURANTE LA TEMPORADA

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN



TRABAJO FINAL DE GRADO

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FISICA Y EL DEPORTE

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ DE ELCHE

Curso académico: 2017-2018

Alumno: Héctor Marchán Fernández-Moreno

Tutor académico: José Luis Hernández Davó

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA DE REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	3
3. RESULTADOS REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	4
4. PROPUESTA METODOLOGICA	5
5. ANALISIS ESTADÍSTICO	8
6. RESULTADOS INTERVENCIÓN	8
7. CONCLUSIONES	9
8. BIBLIOGRAFIA	10
9. ANEXOS	13



INTRODUCCIÓN

El tenis es uno de los clásicos deportes de competición pudiendo jugarlo tanto de manera individual como por parejas. Es un deporte de carácter intermitente donde se combinan esfuerzos de alta intensidad durante los puntos, con periodos de baja intensidad durante los descansos entre puntos o de forma pasiva, en los cambios de lado dentro de la pista (Fernandez-Fernandez, Sanz-Rivas, Mendez-Villanueva, 2009; Kovacs, 2007). Durante un partido de competición la FC media se sitúa en un 70-80% de la FCmax, con picos de entre 90-100% FCmax. El consumo promedio de oxígeno (VO_2) es de aproximadamente el 50-60% del consumo de oxígeno máximo (VO_{2max}), con valores cercanos al 80% VO_{2max} en los peloteos de alta intensidad (Fernandez-Fernandez, Sanz, Sarabia, Moya, 2016). El tenis está compuesto por diferentes factores, los más predominantes son la técnica y la táctica. No obstante, los tenistas necesitan un mínimo de condiciones físicas con las cuales poder alcanzar el máximo nivel. Estas son el resultado de la combinación de la velocidad, agilidad y potencia con una buena capacidad aeróbica (Fernández, Méndez-Villanueva, Pluim, 2006; Fernández-Fernández et al., 2009). Dependiendo del momento de la temporada, la planificación de la temporada, la superficie de juego (pista dura, tierra batida o hierba), e incluso las cualidades tenísticas de cada jugador, tendrán más importancia unos factores u otros con el fin de alcanzar el mayor rendimiento. Sin embargo, debido al calendario de competiciones al que se ven sometidos los jugadores de elite, las horas de entrenamiento dedicado a la preparación se ven reducidas a medida que las horas de competición ascienden (Duffield et al., 2013; Fernandez-Fernandez et al., 2009). Además, el tenis tiene uno de los calendarios más extensos a lo largo del año dando lugar a pretemporadas más cortas de lo normal viéndose reducida hasta 5-7 semanas (Fernández-Fernández, Sanz-Rivas, Sarabia, Moya, 2015).

Tal y como se ha especificado anteriormente, el tenis depende de unos requerimientos físicos específicos. Dando lugar a ciertos puntos clave del juego (el saque, los golpes, los cambios de dirección o la rápida aceleración al ir a por la bola) los cuales es probable que sean metabólicamente dependientes de la vía anaeróbica para su suministro energético. No obstante, estarían realizados sobre una base de esfuerzos submáximos de carácter aeróbico (Kovacs, 2007). Por tanto, el entrenamiento de jugadores de competición estará enfocado a mejorar la capacidad de repetir ejercicios a alta intensidad y recuperarse rápidamente, mediante entrenamiento de carácter aeróbico y anaeróbico.

El entrenamiento aeróbico debería tener el objetivo de mejorar la capacidad oxidativa del músculo durante el juego (mejorando la capacidad cardiovascular de transportar y usar el oxígeno) (Hornery, Farrow, Mujika, Young, 2007; Méndez-Villanueva, Fernández-Fernández, Bishop, 2007). Para ello podemos encontrar diferentes metodologías de entrenamiento con el fin de conseguir dichas mejoras. Diferenciando los métodos continuos de baja o moderada intensidad y los métodos interválicos de alta intensidad.

Los métodos continuos son más usados en periodos no competitivos y los métodos interválicos durante los periodos competitivos. Siendo estos últimos más específicos de cada deporte, ajustándose a unos tiempos y espacios concretos. (Billat, 2001; Buchheit, Lepretre, Behaegel, Millet, Cuvelier, Ahmaidi, 2009).

El entrenamiento interválico de alta intensidad (EIAI) incluye esfuerzos repetidos de corta a larga duración (desde 5 segundos hasta 4 minutos dependiendo del formato) a alta intensidad [por ejemplo >90-95% FCmax; >85-100% de la velocidad al consumo máximo de oxígeno (vVO_{2max}) o velocidad aeróbica máxima (VAM)] separados por periodos de recuperación parcial o completa, bien activa (al $\geq 60-70\%$ vVO_{2max}) o pasiva con una ratio de 1:1 a 1:4 de trabajo : recuperación (Buchheit & Laurssen, 2013; Laursen & Jenkins, 2002; Fernández, J. 2012). Esta estrategia de entrenamiento es efectiva para mejorar la capacidad aeróbica sin afectar negativamente al rendimiento de la fuerza, la potencia o el sprint (Helgerud,

Engen, Wisløff, Hoff, 2001; Impellizzeri, Marcora, Castagna, Reilly, Sassi, Iaia, Rampini, 2006). Este tipo de entrenamiento incorpora habilidades y movimientos específicos del tenis dando como resultado respuestas fisiológicas que reflejan aspectos de partido de intensidades medias y máximas, pudiendo ser usados como método de entrenamiento que apunta a mejorar niveles de condición física específica del tenis (Fernández-Fernández et al., 2012; Reid, Duffield, Dawson, Baker, Crespo, 2008).

Dichas respuestas fisiológicas se reflejan en incrementos cardiovasculares como el tamaño del corazón, la capacidad de flujo sanguíneo y distensibilidad de la arteria (Krustrup, Hellsten, Bangsbo, 2004; Rakobowchuk, Tanguay, Burgomaster, Howarth, Gibala, MacDonald, 2008), mejorando así la capacidad del sistema cardiovascular para transportar oxígeno. Dando como resultado una cinética más rápida del VO_2 tanto a nivel muscular como pulmonar y un incremento del VO_{2max} (Krustrup, et al. 2004; Linossier, Dormios, Geysant, Denis, 1997; Little, Williams, 2005). Por lo tanto, una mayor cantidad de energía puede ser suministrado aeróbicamente, permitiendo que un jugador pueda realizar ejercicio intenso durante más tiempo y recuperar más rápidamente entre las fases de alta intensidad del juego (Hazzell, MacPherson, Gravelle, Lemon, 2010; Iaia, Rampinini, Bangsbo, 2009).

El uso razonable de esta metodología de alta intensidad viene dado ya que la mayor parte del tiempo los tenistas realizan ejercicios técnico-tácticos en pista que fisiológicamente son de baja o moderada intensidad (Reid et al., 2008). Por lo tanto, se deberemos de suplementar dicho entrenamiento centrándonos en ejercicios aeróbicos de alta intensidad los cuales garanticen la mejora del VO_{2max} , concretamente la tasa de absorción de oxígeno durante las acciones breves e intensas (Buchheit et al., 2009; Krustrup, et al. 2004).

Dentro de los diferentes entrenamientos de alta intensidad específicos del tenis, pueden ser divididos en: dentro de pista (con cesta o peloteos o sombras) o fuera de pista (inespecífico). Los resultados de un estudio donde comparan el EIAI con el entrenamiento de sprint repetidos (ESR) muestran un aumento significativo en los niveles de VO_{2pico} registrando una mejora del 6.0% mediante el EIAI (HIIT) y un 4.9% mediante ESR (RST). Además, muestra una diferencia significativa entre las mejoras de la resistencia específica del tenis, dando como resultado un 28.9% de mejora mediante el HIIT y un 14.5% de mejora mediante el ESR (Fernandez-Fernandez et al., 2012). Ambos entrenamientos reportaron mejoras en el VO_{2max} , siendo mayor cuando la combinación de ambos componía las sesiones de entrenamiento aeróbico, en lugar de usar solo una de ellas de forma exclusiva (Fernández-Fernández et al., 2016).

El objetivo de la intervención es comprobar la efectividad de un entrenamiento aeróbico de alta intensidad en variables relacionadas con el rendimiento deportivo llevado a cabo dentro de la pista durante un periodo de 3 semanas, 2 sesiones por semana. La intervención será llevada a cabo solo dentro de pista ya que resulta más específico y estará mejor adaptado al momento de la temporada en la que se encuentran los deportistas.

METODOLOGIA (REVISIÓN BIBLIOGRAFICA)

El proceso se ha llevado a cabo durante el periodo comprendido entre febrero y mayo.

Los criterios de inclusión/exclusión han sido:

Los estudios deben ser intervenciones con jugadores de tenis (deporte de perfil intermitente) y que el entrenamiento haya sido mediante los protocolos de EIAI. Solo se incluirán en la revisión artículos en inglés. Finalmente, solo se incluirán aquellos artículos cuya fecha de publicación haya sido en 2007 o posterior.

La búsqueda se ha realizado en diferentes bases de datos como “Pubmed”, “Google Académico”, “Research Gate” y “Plosone”. En las diferentes bases de datos he utilizado las palabras “High Intensity Interval Training”, “tennis”, “elite tennis players”. La primera búsqueda en las diferentes bases de datos fue con las palabras "high intensity Interval training", la cual mostró un resultado muy superior a 1000 coincidencias. Con la siguiente búsqueda se introdujo la palabra “tennis”, sumadas a las ya usadas “High Intensity Interval Training”. Al afinar los términos e introducir la palabra "tennis", obtuvimos 10 artículos. De los 10 artículos se hizo una lectura rápida (título y abstract) y se excluyeron 5, quedando 5 artículos que se leyeron completamente. De esos 5, los que se ajustaron a los criterios de inclusión y fueron utilizados para esta revisión sistemática fueron los 5. De los 5 artículos, 3 fueron utilizados como fuente de información de ideas y conceptos. (Figura 1).

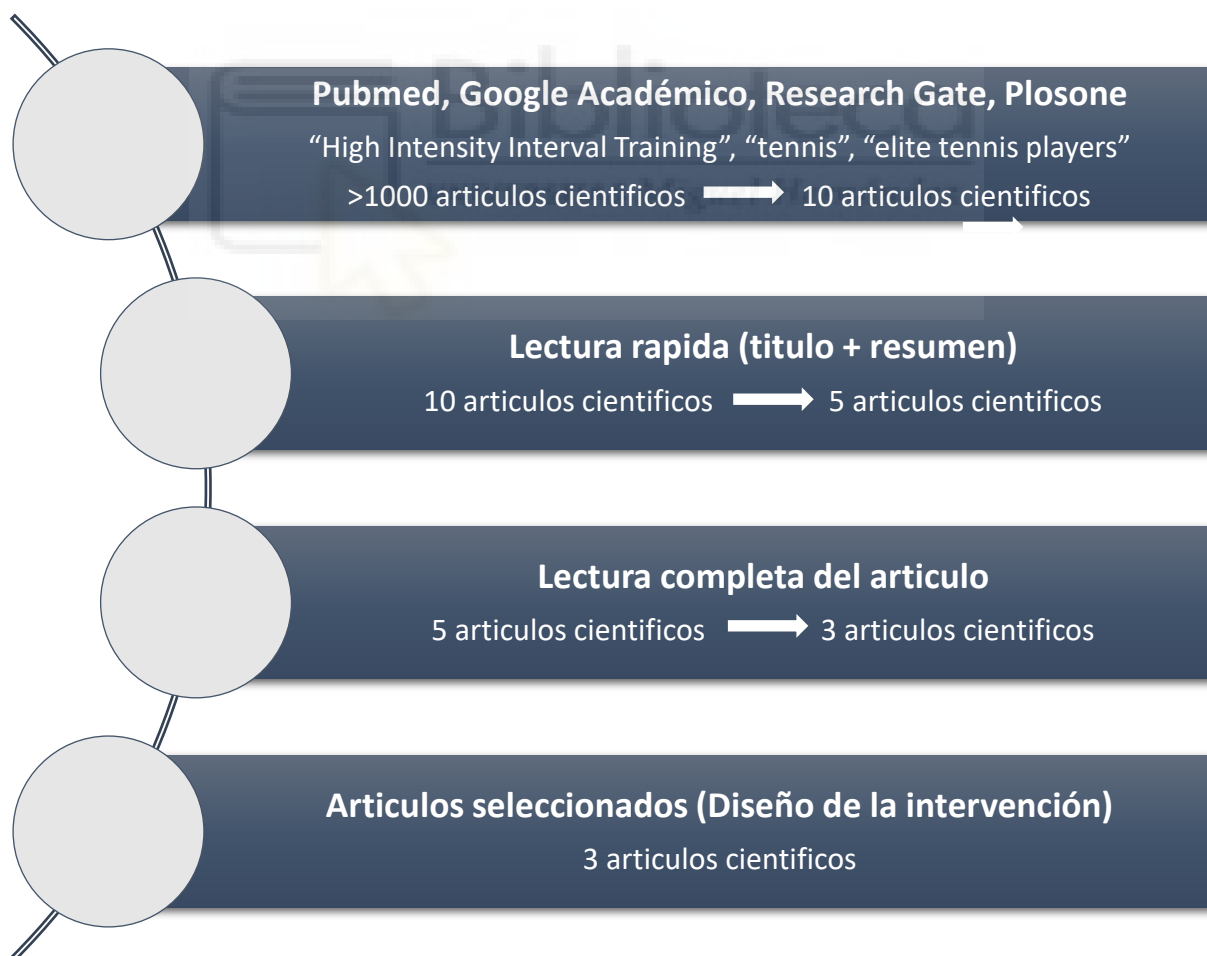


Figura 1. Resumen del proceso de búsqueda bibliográfica llevado a cabo en el presente trabajo

RESULTADOS (BUSQUEDA BIBLIOGRAFICA)

ARTICULO	MUESTRA	METODOS	RESULTADOS
<p>“The Effects of Sport-Specific Drills Training or High-Intensity Interval Training in Young Tennis Players”</p> <p>Jaime Fernandez-Fernandez, David Sanz, José Manuel Sarabia, Manuel Moya</p> <p><i>International Journal of Sports Physiology and Performance</i></p>	<p>20 jugadores de tenis</p> <p>14.8 ± 0.1 años 63.8 ± 7.1 kg 174.7 ± 4.8 cm</p>	<p>Evaluación del VO2 pico en tapiz, y la velocidad a la cual la concentración de Lactato era igual a 4mmol/L</p> <p>Se empleo el 30-15 IFT como medida de la capacidad aeróbica específica de los tenistas. También se realizaron 2 CMJ, 2 sprints de 20m y 1 test 505 test de agilidad.</p> <p>Los sujetos se dividieron en grupo 2 grupos: 1 grupo (1 sesión HIIT + 1 sesión específica de tenis) y 1 grupo (2 sesiones específicas de tenis) (2 sesiones por semana).</p> <p>Sesiones HIIT: 2x15-22rep de sprints de 20-30m (15:15seg) [3min entre series].</p> <p>Sesiones Tenis: Ejercicios con bola desde la línea de fondo.</p> <p>El entrenamiento se realizó durante 8 semanas (2 días/semana).</p>	<p>Aumento significativo en el VO2 pico tanto en el grupo HIIT+TENIS como en el grupo TENIS, siendo mayor en el grupo HIIT+TENIS.</p> <p>Aumento significativo en el rendimiento en el test 30-15 post-entrenamiento en el grupo HIIT+TENIS.</p> <p>Sin diferencias significativas en el CMJ, sprint 5-10-20m y 505 en ninguno de los dos grupos.</p>
<p>“Preseason Training: The Effects of a 17-Day High-Intensity Shock Microcycle in Elite Tennis Players”</p> <p>Jaime Fernandez-Fernandez, David Sanz, José Manuel Sarabia, Manuel Moya</p> <p><i>Journal of Sports Science and Medicine (2015) 14, 783-791</i></p>	<p>12 jugadores de tenis</p> <p>21.9 ± 2.0 años 76.4 ± 5.9 kg 182.0 ± 22.0 cm</p> <p>668.1 ± 105.1 ATP ranking</p>	<p>Empleo del 30-15 IFT como medida de la capacidad aeróbica específica de los tenistas. Test de RSA: 10x22m 6x (2x15m Sprints (20” [pasivo])</p> <p>También se realizaron 2 CMJ, 2 sprints de 20m.</p> <p>Los sujetos se dividieron en grupo 4 grupos de HIIT:</p> <p>G1 -> 7x2min (90-95% FCmax) [90seg (pasivo)]</p> <p>G2 -> 3x(10x30:30seg) [2min (Pasivo)]</p> <p>G3 -> 4x(15x15:15seg) [90seg (Pasivo)]</p> <p>G4 -> Combinación anteriores (inespecífica)</p> <p>El entrenamiento se realizó durante 17 días (microciclo de impacto con 13 sesiones de HIIT durante la intervención).</p>	<p>Aumento significativo (grande) en la Velocidad en el test 30-15.</p> <p>Decremento significativo (pequeño) en el test RSA</p> <p>Sin diferencias significativas en el CMJ, sprint 20m, en el % de decremento de la velocidad y en el mejor tiempo en el RSA.</p>
<p>“High-Intensity Interval Training vs. Repeated Sprint Training in tennis”</p> <p>Jaime Fernandez-Fernandez, Rico Zimek, Thimo Wiewelhove, Alexander Ferrauti</p> <p><i>Journal of Strength and Conditioning Research</i></p>	<p>31 jugadores de tenis</p> <p>22.0 ± 5.0 años 77.0 ± 10.0 kg 180.0 ± 6.0 cm</p>	<p>Evaluación del VO2 pico en tapiz, y la velocidad a la cual la concentración de Lactato era igual a 4mmol/L</p> <p>Se empleo el Hit and Tun Tennis Test, como medida de la capacidad aeróbica específica de los tenistas. También se realizaron 3 CMJ y 3 sprints de 20m.</p> <p>Test de RSA: 10x22m (desde el centro: derecha-revés-centro).</p> <p>Los sujetos se dividieron en grupo de control, grupo HIIT (3 series de 3 rep de 90” (3’ entre rep)) y grupo RST (3 series de 10x22m test (20” entre rep)).</p> <p>El entrenamiento se realizó durante 6 semanas (3 días/semana).</p>	<p>Aumento significativo en el VO2 pico tanto en el grupo HIIT como en el RST.</p> <p>Aumento significativo en el rendimiento en el test RSA post-entrenamiento en el grupo RST.</p> <p>Aumento significativo en el rendimiento del test Hit and Turn tanto en el grupo HIIT como en el grupo RSA (también es significativo el aumento del HIIT comparado con el RST).</p> <p>Sin diferencias significativas en el CMJ y sprint 20m en ninguno de los dos grupos.</p>

PROPUESTA METODOLOGICA

Sujetos

En este estudio participaron 6 sujetos sanos, tanto hombres como mujeres con edades comprendidas entre 13 y 22 años cuyo nivel es sub-elite junior. La edad de los participantes era 17.73 ± 2.94 años, el peso 71.70 ± 14.86 kg, la altura media es 1.78 ± 0.10 , cuya mano dominante era la derecha en todos los participantes y cuyo ranking absoluto era 630 ± 460 . Las horas de entrenamiento semanal de tenis 18.33 ± 6.58 horas y físico 7.00 ± 3.16 horas. Los sujetos llevaban practicando de forma específica este deporte (tenis) una media de 12 ± 3 años.

Todos los sujetos accedieron de forma voluntaria al estudio del cual habían sido informados del contenido de la intervención, todos los test para la toma de datos tanto pre y post e incluso el propio trabajo que se llevaría a cabo en cada sesión. Dicha intervención tuvo lugar dentro de su propio trabajo de acondicionamiento aeróbico dentro de la temporada en un mesociclo competitivo el cual se llevará a cabo en tierra batida.

Diseño de la intervención

Sesiones

6 sujetos se sometieron durante 3 semanas a 2 sesiones semanales de trabajo aeróbico llevadas a cabo dentro de la pista en su totalidad.

Ambos días de trabajo se llevaron a cabo mediante trabajo con sombras, con 2 ejercicios específicos para el trabajo de esta capacidad física.

- La X, donde tuvieron que partir desde el centro de la línea de fondo y pegaran 2 golpes fuera de pista (1 derecha y 1 de revés) y 2 golpes dentro de pista (1 derecha y 1 de revés) de forma alternativa siempre pasando por el punto de inicio. (imagen 1.1)

- El sobre: este ejercicio estuvo compuesto por 2 series diferentes según el tipo de golpe empleado, paralelos o cruzados. Aquí los jugadores tuvieron que golpear una bola de derecha y otra de revés alternativamente con las 2 direcciones especificadas (1:1). (imagen 1.2)

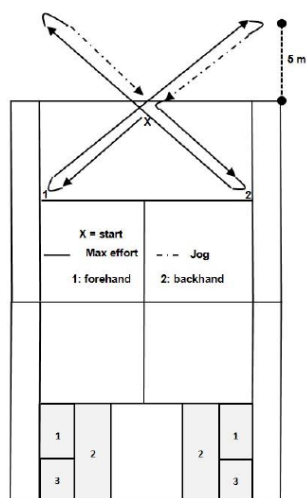


Imagen 1.1 La X

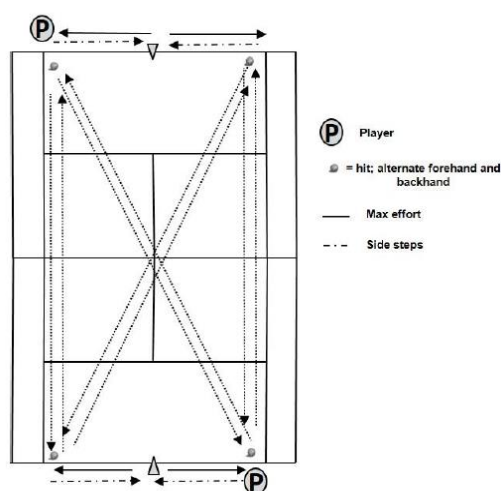


Imagen 1.2 El sobre

Las diferentes sesiones realizadas durante la intervención fueron las siguientes:

- *Sesión 1: Sombras (La X) 2 x (12 x 20seg [20seg Desc. Pasivo] [3min Desc. pasivo])*
- *Sesión 2: Sombras (El sobre) 2 x (12 x 20seg [20seg Desc. Pasivo] [3min Desc. pasivo])*
- *Sesión 3: Sombras (La X) 2 x (12 x 25seg [25seg Desc. Pasivo] [3min Desc. pasivo])*
- *Sesión 4: Sombras (El sobre) 2 x (12 x 25seg [25seg Desc. Pasivo] [3min Desc. pasivo])*
- *Sesión 5: Sombras (La X) 2 x (12 x 30seg [30seg Desc. Pasivo] [3min Desc. pasivo])*
- *Sesión 6: Sombras (El sobre) 2 x (12 x 30seg [30seg Desc. Pasivo] [3min Desc. pasivo])*

Test y Materiales

Una semana antes de comenzar con la intervención se tomó la talla y el peso a los sujetos, previo a comenzar los test Pre-Intervención. El primer día se realizaron los test de Salto vertical (Contramovement Jump, CMJ) y velocidad 20m, el segundo día se realizó el test 30-15 IFT Fitness Test y, por último, al menos 48 horas después, realizaron el Hit and Turn Tennis Test específico del tenis. La realización de los test Post-Intervención se realizó la semana siguiente a la finalización de las sesiones siguiendo las mismas pautas y días que en los test Post-Intervención.

En las mediciones tanto Pre como Post se midió:

Test de Velocidad

- La velocidad, se evaluó con un test de 20m, el cual se repitió 5 veces con un descanso de 90 segundos de recuperación pasiva. La toma de datos se realizó mediante cronometro manual. La prueba se inició mediante señal acústica y finalizó cuando el sujeto cruzaba la línea final con el pecho. De los datos obtenidos se eliminó el mejor y el peor registro, haciendo una media de los tres resultados restantes.



Figura 2. Ejemplos del test de 20 metros para evaluar la velocidad.

Test Salto Vertical

- El salto vertical, se evaluó con un test de CMJ sin la acción de brazos (manos en las caderas) donde lo hicieron 5 veces con un descanso 45 segundos de recuperación pasiva. Para esta prueba se usó la plataforma de contacto de Chronojump Plataforma de contactos DIN-A2) donde eran los sujetos los que una vez colocados sobre dicha plataforma saltaron cuando estaban preparados. De los datos obtenidos se eliminó el mejor y el peor registro, haciendo una media de los tres resultados restantes. La altura de dichos saltos se calculó mediante la fórmula (Bosco, Luhtanen, Komi, 1983):

$$h_t = \frac{1}{2} g \left(\frac{t_v}{2} \right)^2 = \frac{g(t_v)^2}{8}$$

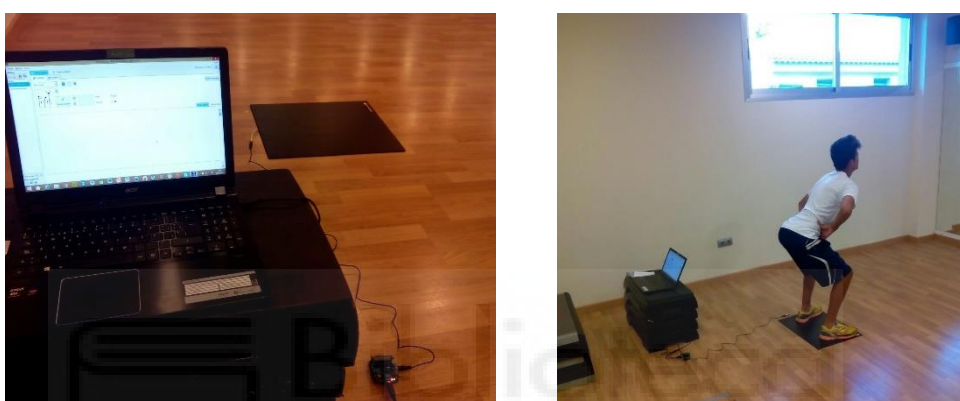


Figura 3. Ejemplos del test CMJ para evaluar la capacidad de salto.

Test 30-15 y Hit and Turn

- La Velocidad Aeróbica Máxima o VAM, se evaluó con dos test distintos:
 - “Hit and turn tennis test”, un test específico de tenis con el cual mediante la obtención de la VAM se pudo obtener el VO_{2max} relativo de cada uno (Ferrauti, Kinner, Fernandez-Fernandez, 2011). Este test se realizó en una pista de tenis usando las medidas propias de la pista, donde tenían que llegar a pisar el pasillo de dobles para poder realizar el golpeo (Anexo 1).
 - “30-15 IFT Fitness Test”, este test se realizó en una superficie de 40 metros, para lo cual se utilizó un campo de futbol señalizado con conos para delimitar las diferentes zonas referentes al propio test. (Buchheit, 2008) (Anexo 2).

Para ambos test se usó los audios propios de cada test, siendo reproducidos en un altavoz para poder adaptar la prueba a grandes superficies y que todos los sujetos lo escuchasen con claridad.



Figura 4. Ejemplos del test 30-15 y Hit and Turn respectivamente, para evaluar la VAM.

Previo a las mediciones los sujetos realizaron un calentamiento dinámico de aproximadamente 10 minutos donde dieron vueltas a la pista de tenis en ambos sentidos durante 5 minutos (2.5 minutos en cada sentido) y realizaron 1 serie de 150 saltos de comba, seguidos de unos sprints submaximos lanzados de 40 metros. Antes de cada sesión, el calentamiento fue similar cambiando los sprints submaximos por 6-8 minutos de calentamiento específico con raqueta (diferentes golpes).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos extraídos durante la intervención, se midieron las diferentes variables mediante el cálculo del tamaño del efecto en cada uno de los test llevados a cabo (CMJ, sprint 20m, 30-15 IFT y Hit and Turn Tennis Test). El tamaño del efecto ha sido calculado e interpretado siguiendo los siguientes criterios: <0.2 = insignificante/trivial; $0.2-0.49$ = pequeño/small; $0.5-0.79$ = moderado/moderate; ≥ 0.8 = grande/large (Hopkins, Marshall, Batterham, Hanin, 2009).

RESULTADOS

Tabla 1. Resultados obtenidos en los diferentes test (Media resultados - desviación típica).

	G. Control	Pre-Test	Post-Test
CMJ (cm)	29.22 ± 3.86	29.26 ± 4.83	29.93 ± 5.49
Sprint 20m (s)	3.24 ± 0.32	3.21 ± 0.27	3.21 ± 0.22
30-15 IFT (km/h)	18.7 ± 1.57	18.83 ± 2.09	19.08 ± 1.50
Hit and Turn (VO_{2max})	S/D	59.09 ± 5.68	63.75 ± 8.16

Tabla 2. Análisis datos obtenidos en los pre y post test (Media resultados - Desviación típica).

	Pre vs Post		Tamaño Efecto	Descriptor
CMJ (cm)	29.26 ± 4.83	29.93 ± 5.49	0.13	Insignificante
Sprint 20m (s)	3.21 ± 0.27	3.21 ± 0.22	0.00	Insignificante
30-15 IFT (km/h)	18.83 ± 2.09	19.08 ± 1.50	0.14	Insignificante
Hit and Turn (VO_{2max})	59.09 ± 5.68	63.75 ± 8.16	0.66	Moderado

Tabla 3. Análisis datos obtenidos del grupo control y post-test (Media resultados – Desviación típica).

	Control vs Post		Tamaño Efecto	Descriptor
CMJ (cm)	29.22 ± 3.86	29.93 ± 5.49	0.15	Insignificante
Sprint 20m (s)	3.24 ± 0.32	3.21 ± 0.22	0.13	Insignificante
30-15 IFT (km/h)	18.7 ± 1.57	19.08 ± 1.50	0.21	Pequeño
Hit and Turn (VO2_{max})	S/D	63.75 ± 8.16	S/D	S/D

Los resultados obtenidos en los post-test, muestran que las sesiones realizadas durante la intervención, respecto al tamaño del efecto en los test de sprint 20m y CMJ, fueron insignificantes, en comparación con el grupo control o los test pre-intervención.

Por otro lado, en el test de carácter aeróbico, 30-15 IFT, los cambios con respecto al tamaño del efecto fueron insignificantes con la intervención llevada a cabo durante tres semanas. Sin embargo, sí que resultó ser más eficaz que el trabajo llevado a cabo por el grupo control, dando como resultado, pequeño en lo que al tamaño del efecto se refiere.

Los resultados obtenidos con respecto al test Hit and Turn, muestran una tendencia algo mayor a la mejora de dicha capacidad aeróbica siendo los resultados del tamaño del efecto moderados, con respecto a los test pre-intervención.

CONCLUSIONES

Tras finalizar el proceso de intervención y el análisis de datos obtenidos durante los diferentes test, se compararon los resultados obtenidos en los post-test con los pre-test y los test del grupo control. Los resultados del grupo control eran los resultados de los mismos sujetos dos meses antes de realizar la medición pre-intervención. Estos datos estaban obtenidos mediante un tipo de entrenamiento aeróbico distinto al entrenamiento de alta intensidad, llevado a cabo durante la intervención.

El objetivo de comparar los datos es comprobar la efectividad de dicho entrenamiento, en función del tiempo en el cual ha sido empleado. Así mismo se ha podido comparar el tamaño del efecto que se produce con respecto al entrenamiento empleado previamente para el trabajo de la capacidad aeróbica.

Una vez comprobado que los datos obtenidos entre la medición del grupo control y el pre-test eran estables, se puede concluir que cualquier cambio provocado posteriormente puede ser atribuido a la implementación del trabajo de EIAI.

Los resultados obtenidos reafirman las conclusiones de Fernandez-Fernandez, et al. (2012) donde se muestran ausencias de mejoras en los test CMJ y sprint 20m. Estas variables son mostradas por muchos estudios como habilidades locomotoras independientes. Por lo tanto, esto llevaría a suponer que los métodos de entrenamiento de velocidad y agilidad directos producen una transferencia limitada a otras direcciones alternativas de carrera. Además, sugieren el uso de una combinación diferente de métodos de entrenamiento para mejorar la potencia muscular y, por lo tanto, la capacidad de carrera lineal corta (Little, et al. (2003); Young, McDowell, Scarlett (2001); Ziemann, Grzywacz, Luszczuk, Laskowski, Olek, Gibson (2011)).

En concordancia con las conclusiones de Fernández-Fernández, et al. (2012) donde afirmaban que la inclusión tres veces por semana, de EIAI o RST a las sesiones normales de entrenamiento de tenis, representa medios efectivos para aumentar el rendimiento físico relacionado con las aptitudes en jugadores de tenis de alto nivel. El EIAI (ej. 3 x [3 x 90seg, 90-95% FCmax] con 3 minutos de descanso) induce a mayores mejoras en la resistencia específica del tenis, así como el RST (ej. 3 x [10 x 5seg] sprints lanzados, con 20seg de descanso entre repeticiones y 3 minutos entre series) condujo a una mejora significativa en el RSA. Por lo tanto, podemos concluir que el EIAI llevado a cabo durante la intervención de tres semanas, dos veces por semana, era correcto para el mantenimiento o leve mejora de los niveles de resistencia específica del tenis durante la temporada. Esto se muestra sobre todo en la mejora unánime de los sujetos en la realización del test específico de tenis, el "Hit and Turn Tennis Test"

Con respecto a las características del EIAI (intervalos de trabajo y descanso que van desde 15 segundos hasta 4 minutos; Velocidad del 90-100% al nivel de $\dot{V}O_{2max}$; Valores de FC >90% FCmax; relaciones de trabajo : descanso de 1: 1 - 4: 1) (Ziemann, et al. 2011). Se puede concluir que durante la intervención la ratio de trabajo : descanso empleado (1:1) podría no ser del todo adecuado, pues durante el tiempo de descanso las pulsaciones disminuían demasiado, siendo más recomendable una ratio (2:1 o superior) con tiempos de trabajo similares a los empleados, pero disminuyendo a la mitad el tiempo de descanso. En este tipo de entrenamiento el Ratio 1-1 supone la ratio de trabajo : descanso mas leve de los que se pueden emplear. Dado el volumen empleado en las sesiones este debería ser superior para producir mayores mejoras en el rendimiento de los jugadores.

Desde un punto de vista práctico, una combinación de diferentes estrategias de entrenamiento parece ser más eficaz dado que varios sistemas fisiológicos están involucrados durante la práctica del tenis, además de ser psicológicamente menos monótono para los jugadores. Estas adaptaciones específicas de entrenamiento ofrecen a entrenadores y jugadores la posibilidad de individualizar el contenido del entrenamiento y realizarlo de forma específica para las cualidades atléticas en el tenis.

BIBLIOGRAFÍA

- Billat, L. V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. *Sports medicine*, 31(1), 13-31.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 50(2), 273-282.
- Buchheit, M. (2008). The 30-15 intermittent fitness test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 365-374.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports medicine*, 43(5), 313-338.

- Buchheit, M., Lepretre, P. M., Behaegel, A. L., Millet, G. P., Cuvelier, G., & Ahmaidi, S. (2009). Cardiorespiratory responses during running and sport-specific exercises in handball players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(3), 399-405.
- Duffield, R., Murphy, A., Kellett, A., & Reid, M. (2014). Recovery from repeated on-court tennis sessions: Combining cold-water immersion, compression, and sleep interventions. *International journal of sports physiology and performance*, 9(2), 273-282.
- Fernandez, J., Mendez-Villanueva, A., & Pluim, B. M. (2006). Intensity of tennis match play. *British journal of sports medicine*, 40(5), 387-391.
- Fernandez-Fernandez, J., Sanz-Rivas, D., & Mendez-Villanueva, A. (2009). A review of the activity profile and physiological demands of tennis match play. *Strength & Conditioning Journal*, 31(4), 15-26.
- Fernandez-Fernandez, J., Zimek, R., Wiewelhove, T., & Ferrauti, A. (2012). High-intensity interval training vs. repeated-sprint training in tennis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(1), 53-62.
- 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. *Journal of sports science & medicine*, 14(4), 783.
- 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.
- Ferrauti, A., Kinner, V., & Fernandez-Fernandez, J. (2011). The Hit & Turn Tennis Test: An acoustically controlled endurance test for tennis players. *Journal of sports sciences*, 29(5), 485-494.
- Hazell, T. J., MacPherson, R. E., Gravelle, B. M., & Lemon, P. W. (2010). 10 or 30-s sprint interval training bouts enhance both aerobic and anaerobic performance. *European journal of applied physiology*, 110(1), 153-160.
- Helgerud, J., Engen, L. C., Wisløff, U., & Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(11), 1925-1931.
- Hopkins, W., Marshall, S., Batterham, A., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine+ Science in Sports+ Exercise*, 41(1), 3.

- Hornery, D. J., Farrow, D., Mujika, I., & Young, W. (2007). An integrated physiological and performance profile of professional tennis. *British Journal of Sports Medicine*, 41(8), 531-536.
- Iaia, F. M., Ermanno, R., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *International journal of sports physiology and performance*, 4(3), 291-306.
- Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., & Rampinini, E. (2006). Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *International journal of sports medicine*, 27(06), 483-492.
- Kovacs, M. S. (2007). Tennis physiology. *Sports medicine*, 37(3), 189-198.
- Krustrup, P., Hellsten, Y., & Bangsbo, J. (2004). Intense interval training enhances human skeletal muscle oxygen uptake in the initial phase of dynamic exercise at high but not at low intensities. *The Journal of physiology*, 559(1), 335-345.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports medicine*, 32(1), 53-73.
- Linossier, M. T., Dormois, D., Geyssant, A., & Denis, C. (1997). Performance and fibre characteristics of human skeletal muscle during short sprint training and detraining on a cycle ergometer. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 75(6), 491-498.
- Little, T., & Williams, A. (2003). *Specificity of acceleration, maximum speed and agility in professional soccer players* (pp. pp-144).
- Mendez-Villanueva, A., Fernandez-Fernandez, J., Bishop, D., Fernandez-Garcia, B., & Terrados, N. (2007). Activity patterns, blood lactate concentrations and ratings of perceived exertion during a professional singles tennis tournament. *British journal of sports medicine*, 41(5), 296-300.
- Rakobowchuk, M., Tanguay, S., Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Gibala, M. J., & MacDonald, M. J. (2008). Sprint interval and traditional endurance training induce similar improvements in peripheral arterial stiffness and flow-mediated dilation in healthy humans. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 295(1), R236-R242.
- 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.

Young, W. B., McDowell, M. H., & Scarlett, B. J. (2001). Specificity of sprint and agility training methods. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 315-319.

Ziemann, E., Grzywacz, T., Luszczuk, M., Laskowski, R., Olek, R. A., & Gibson, A. L. (2011). Aerobic and anaerobic changes with high-intensity interval training in active college-aged men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(4), 1104-1112.

ANEXOS

Anexo 1. HIT AND TURN TENNIS TEST (Explicación del test)

La prueba se desarrolló como una prueba de aptitud progresiva en la cancha controlada acústicamente que puede ser realizada por uno o más jugadores simultáneamente (Figura 1). El objetivo es seguir el mayor tiempo posible las señales mientras se realiza el trabajo de pies prescrito y el patrón de golpe. La prueba implica movimientos específicos a lo largo de la línea de fondo (es decir, pasos laterales y carrera), combinados con simulaciones de golpes de derecha y de revés en la esquina de la pista de dobles (distancia 11.0 m). Al comienzo de cada nivel de la prueba, el jugador se prepara con su raqueta en una posición frontal en el medio de la línea de fondo. Al escuchar una señal, el jugador gira hacia el lado indicado (es decir, por el reproductor de audio), la esquina derecha o izquierda. Después de golpear o simular el golpeo, regresan al medio de la cancha usando pasos laterales o cruzados (mientras miran la red). Al pasar de nuevo por el centro de la línea de base, se vuelven hacia los lados y continúan corriendo hacia la esquina opuesta (Figura 5). El golpe se puede hacer como una simulación de golpe por encima de los conos o contra un péndulo de bola (www.oncourtoffcourt.com). La producción de trazos debe ser simultánea con las señales de "pitido" provenientes del audio de la prueba, y la calidad de los trazos y el trabajo de pies está controlada por el entrenador. La prueba finaliza cuando el jugador no alcanza los conos a tiempo (es decir, se produjo un retraso de 1 m) o ya no puede cumplir los criterios de la prueba (es decir, no puede realizar los pasos o golpes con la técnica prescrita).

La prueba consta de 20 niveles con un lapso (0.1 s por nivel) entre los golpes de derecha y de revés a partir de 4.9 s (nivel 1) y la reducción a 3.0 s (nivel 20). La duración de cada nivel de prueba es de aproximadamente 47-50 s, incluidos 12-16 golpes. Los niveles de prueba están intercalados por un período de descanso de 10 s. Después de los niveles 4, 8, 12 y 16, se toma un descanso más largo de 20 s para el muestreo de sangre opcional.

Se recomienda a los entrenadores usar el nivel máximo completado como indicador de rendimiento durante la prueba. Las ecuaciones se determinan y evalúan describiendo la relación entre el nivel de prueba y VO₂ para cada grupo de muestra, lo que permite a los entrenadores estimar el VO₂max (Figura 6).

Para el propósito de la evaluación, se tomaron muestras de sangre del lóbulo de la oreja después de los niveles 4, 8, 12 y 16, así como en el punto de agotamiento. La absorción de oxígeno (MetaMax1 II CPX, Cortex, Leipzig, Alemania) y la frecuencia cardíaca (Polar, Kempele, Finlandia) se midieron continuamente hasta el agotamiento. Como criterios de rendimiento definimos el rendimiento máximo (P_{max}) como el nivel de prueba completado más golpes adicionales en el punto de agotamiento y el rendimiento submáximo (PLA₄) como nivel de prueba interpolado a una concentración de lactato en sangre de 4 mmol·l⁻¹. Mediciones adicionales incluyeron VO₂max como la media de los cinco valores más altos de VO₂ obtenidos

durante la prueba, la frecuencia cardíaca máxima y la concentración máxima de lactato sanguíneo (Ferrauti, et al. 2011).

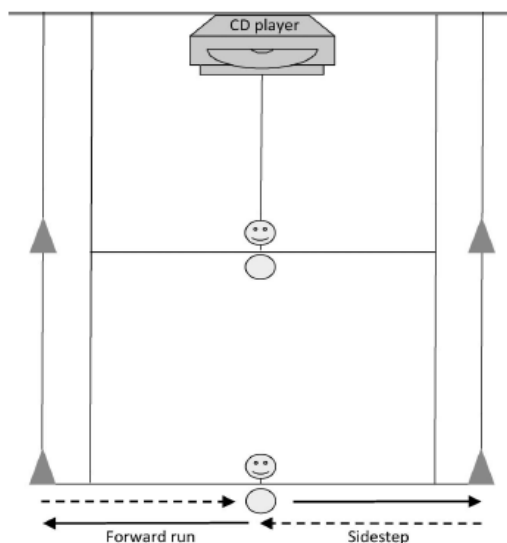


Figura 5. Posiciones durante los golpes y los movimientos durante el Hit and Turn Tennis Test.

Groups	Equations	VO _{2max} (ml · min ⁻¹ · kg ⁻¹)	VO _{2max-est} (ml · min ⁻¹ · kg ⁻¹)	Δ	95%CI	r
Under-14 boys	f(x) = 1.66x + 33.0 {6;14}	55.0 ± 4.0	54.3 ± 2.0	2.9 ± 2.6	-1.0/2.6	0.32
Under-16 boys	f(x) = 1.68x + 31.0 {6;12}	57.7 ± 6.4	56.2 ± 3.9	5.2 ± 4.5	-0.5/3.5	0.78**
Adult males	f(x) = 2.00x + 30.0 {8;16}	60.4 ± 5.3	62.1 ± 4.6	3.6 ± 3.0	-4.3/0.9	0.59*
Under-14 girls	f(x) = 1.21x + 35.0 {6;11}	50.4 ± 7.4	50.1 ± 2.3	4.4 ± 3.7	-2.7/3.3	0.76**
Under-16 girls	f(x) = 1.25x + 32.0 {6;11}	49.0 ± 3.9	47.9 ± 3.1	2.3 ± 1.6	-0.5/2.7	0.73**
Adult females	f(x) = 1.30x + 30.7 {6;11}	47.3 ± 4.6	46.1 ± 3.0	2.8 ± 2.1	-0.7/3.1	0.67**

Note: $\dot{V}O_{2max}$ = maximal oxygen consumption; $\dot{V}O_{2max-est}$ = estimated maximal oxygen consumption; Δ = absolute individual differences between empirical and estimated values; CI = confidence intervals for calculating the empirical value; r = Pearson's product-moment correlation coefficient. *P < 0.05; **P < 0.01.

Figura 6. Evaluación de ecuaciones funcionales derivadas empíricamente para la estimación del VO_{2max} basada en el nivel máximo de rendimiento alcanzado en los diferentes grupos en el Hit and Turn Tennis Test.

Anexo 2. 30-15 INTERMITENT FITNESS TEST (Explicación del test)

El 30-15IFT se compone de carreras de lanzadera de 30 s intercaladas con períodos de recuperación pasiva de 15 s. La velocidad se establece en 8 km/h durante la primera carrera de 30 segundos, y la velocidad se incrementa en 0.5 km / h cada 30 segundos, etapa posterior (los jugadores bien entrenados pueden comenzar la prueba a 10 o incluso 12 km / h Para ganar tiempo). Se requiere que los jugadores corran hacia adelante realizando cambios de dirección (180°) entre dos líneas separadas por 40 metros a un ritmo, que se rige por un pitido pregrabado. El pitido pregrabado permite a los jugadores ajustar su velocidad de carrera cuando entran en una zona de 3 m colocada en el medio y en cada extremo del campo (zonas de control) (Figura 7). Durante el período de recuperación de 15 s, los jugadores caminan en dirección hacia la línea más cercana (en el medio o al final del área de carrera, dependiendo de dónde se detuvo la carrera anterior); esta línea es donde comenzarán la siguiente etapa de ejecución. Los jugadores deben completar tantas etapas como sea posible, y la prueba finaliza cuando los

jugadores ya no pueden mantener la velocidad de carrera requerida o cuando no pueden alcanzar una zona de 3 metros en el tiempo con la señal de audio durante tres veces consecutivas. La velocidad alcanzada durante la última etapa completa, determinada como VIFT del jugador. El VO₂max puede estimarse a partir del VIFT de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$VO_{2\max}30-15IFT \text{ (ml.}^{-1}\text{min.kg}^{-1}\text{)} = 28.3 - 2.15 G - 0.741 A - 0.0357 W + 0.0586 A \times \text{VIFT} + 1.03 \text{VIFT}$$

(G = sexo (mujer = 2; hombre = 1); A = edad; W = peso) (Buchheit, 2008)

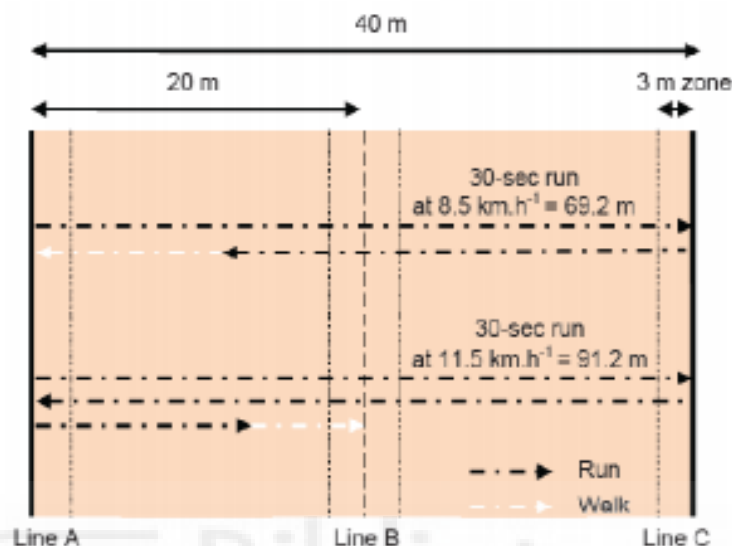


Figura 7. Área preparada para el 30-15IFT. Ejemplo de carreras intermitentes (8.5 y 11km/h). Para la carrera a 8.5 km/h (aproximadamente 69.2 m en 30 segundos), los sujetos comienzan en línea A, corren a la línea C cruzando la línea B y luego regresan. Después de cruzar la línea B nuevamente, se detienen después de 8.5 metros y caminan hacia la línea A durante los 15 segundos de recuperación para estar listo para la próxima etapa. Para la carrera a 11.5 km/h (aproximadamente 91.2 m en 30 segundos), los sujetos comienzan en la línea A, completan una ida y vuelta y paran después de 9.5 m cuando vayan hacia la línea B, luego caminan hacia la línea B durante los 15 segundos de recuperación para el siguiente inicio. Tenga en cuenta que el cálculo de las distancias específicas tiene en cuenta el tiempo necesario para los cambios de dirección.