

EL ENTRENAMIENTO INTERMITENTE DE ALTA INTENSIDAD (EIAI) COMO HERRAMIENTA EN LA MEJORA DEL RENDIMIENTO EN DEPORTES DE PERFIL INTERMITENTE:

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE.

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

Curso académico: 2015 – 2016

Alumno: Pedro Monteagudo Jiménez

Tutor académico: Jaime Fernandez Fernandez

ÍNDICE

1. CONCEPTUALIZACIÓN.....	3
2. METODOLOGÍA DE REVISIÓN.....	4
3. RESULTADOS.....	5
4. DISCUSIÓN.....	8
5. CONCLUSIONES.....	10
6. REFERENCIAS.....	11



1. CONCEPTUALIZACIÓN.

Los deportes de perfil intermitente son aquellos en los que se intercalan fases de ejercicio a diferente intensidad con fases de recuperación activa e incompleta durante un tiempo más o menos prolongado (Lemmink, Visscher, Lambert & Lamberts, 2004). Se pueden incluir como deportes de perfil intermitente la mayoría de los deportes de equipo (fútbol, baloncesto, rugby) y algunos individuales (tenis, bádminton). En la mayor parte de estos deportes, se alternan fases de esfuerzo de alta intensidad con periodos de recuperación variables en intensidad y duración (Fernandez, J. 2012) diferenciándose de otras disciplinas que conllevan un esfuerzo físico de carácter continuo (atletismo, ciclismo).

Son varios los estudios que han analizado en diversos deportes de perfil intermitente las demandas fisiológicas y el patrón de actividad durante el transcurso de la competición (Cunniffe, Proctor, Baker & Davies, 2009; Krustrup, Mohr, Ellingsgaard & Bangsbo, 2005; Matthew & Delextrat, 2009; Mendez-Villanueva, Fernandez-Fernández, Bishop & Fernandez-Garcia, 2010). En dichos estudios, se registró la intensidad de la actividad a lo largo de varios partidos mediante monitorización de la frecuencia cardíaca (FC), el consumo de oxígeno máximo ($VO_{2máx}$), la concentración de lactato en sangre y la intensidad de esfuerzo percibida (RPE). En ellos se encontró una FC promedio del 88% de la frecuencia cardíaca máxima ($FC_{máx}$) una concentración media de lactato en sangre de $3.5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ y una RPE medio de 12.9. Además, en estos estudios se observó que a lo largo de los partidos se repetían períodos de actividad a alta intensidad [$\geq 90\text{-}95\% FC_{máx}$; $>85\text{-}100\%$ de la velocidad al consumo de oxígeno máximo de oxígeno ($vVO_{2máx}$)], intercalados con períodos de intensidad más baja ($\leq 70\% FC_{máx}$).

Debido a las características que presentan estos deportes puede ser importante el uso del entrenamiento intermitente de alta intensidad (EIAI).

Además, se ha visto que la inclusión de programas de EIAI es una forma de entrenamiento más eficiente que el entrenamiento de resistencia tradicional, ya que se han observado adaptaciones músculo esqueléticas similares con un volumen mucho menor (hasta un 90% menos) (Gibala, M. J. 2007). Mejoras como el aumento de la capacidad oxidativa muscular, la capacidad de tamponamiento del músculo y el aumento del glucógeno muscular, resultando en una mejora de la condición física de los deportistas (Gibala et al. 2006). Esto coincide con estudios recientes que comparan el EIAI con la carrera continua durante largos períodos de tiempo (60 min) a intensidades alrededor del 70% del consumo máximo de oxígeno ($VO_{2máx}$) (Cochran et al., 2014).

El EIAI incluye esfuerzos repetidos de corta a larga duración (desde 5 segundos hasta 4 minutos dependiendo del formato) a alta intensidad [por ejemplo $>90\text{-}95\% FC_{máx}$; $>85\text{-}100\%$ de la velocidad al consumo máximo de oxígeno ($vVO_{2máx}$) o velocidad aeróbica máxima (VAM)] separados por períodos de recuperación parcial o completa, bien activa (al $\geq 60\text{-}70\% vVO_{2máx}$) o pasiva con una ratio de 1:1 a 1:4 de trabajo:recuperación (Buchheit & Laurssen, 2013; Laursen & Jenkins, 2002; Fernandez, J. 2012).

En un estudio reciente se establecieron cinco formatos de EIAI en función de las características a tener en cuenta a la hora de planificar este tipo de entrenamiento: la intensidad y la duración del intervalo de trabajo, la intensidad y la duración del período de recuperación, la modalidad de ejercicio, el número de repeticiones, el número de series, la duración e intensidad de la recuperación entre series (Buchheit & Laurssen, 2013). Estos formatos de EIAI serán: intervalos largos, intervalos cortos, entrenamiento de sprints repetidos (RST), entrenamiento de sprints intervalados (SIT) y entrenamiento mediante juegos en espacios reducidos (SSG). La tabla 1 resume las características principales de cada uno de estos formatos.

Tabla 1.

Características principales de los diferentes formatos de entrenamiento intermitente de alta intensidad

Formato	Duración trabajo	Intensidad trabajo	Tiempo descanso	Intensidad descanso	Repeticiones y series
Intervalos largos	>2-3 min	$\geq 95\%$ $vVO_{2m\acute{a}x}$	≤ 2 min	Pasiva	6-10 x 2 min
Intervalos cortos	≥ 15 s	100-120% $vVO_{2m\acute{a}x}$	< 15 s ≥ 15 s	Pasiva $\geq 60-70\%$ $vVO_{2m\acute{a}x}$	2-3 x ≥ 8 min
RST	>4s	A tope	< 20 s	55% $vVO_{2m\acute{a}x}$	2-3 RSS
SIT	>20s	A tope	≥ 2 min	Pasiva	6-10
SSG	>2-3 min	RPE > 7	≤ 2 min	Pasiva	6-10 x 2 min

Nota: adaptado de Buchheit & Laursen, 2013

$vVO_{2m\acute{a}x}$ = velocidad en consumo máximo de oxígeno; RST = Entrenamiento de sprints repetidos; RSS = Secuencias de sprints repetidos; SIT = Entrenamiento de sprints intervalados; SSG = Juegos en espacios reducidos; RPE = Percepción subjetiva del esfuerzo.

Se cree que un estímulo óptimo para alcanzar las máximas adaptaciones a nivel periférico y cardiovascular es aquel donde los deportistas pasan varios minutos por sesión en su “zona objetivo”, lo que generalmente significa alcanzar al menos el 90% de su $VO_{2m\acute{a}x}$. De ahí el interés de la comunidad científica del deporte en configurar protocolos de entrenamiento que permitan a los deportistas mantener largos períodos de tiempo por encima de esa intensidad. (Buchheit & Laursen, 2013).

El objetivo de la presente revisión es analizar el efecto a nivel fisiológico o de rendimiento (en test que miden parámetros asociados al rendimiento), en deportes de perfil intermitente, producido por dos formatos de EIAI. Dichos formatos han sido “juegos en espacios reducidos (SSG)” por ser un formato eficiente al integrar el entrenamiento de la condición física junto con la técnica y táctica. Y “entrenamiento de sprints repetidos (RST)” por haber registrado mejoras similares a otros formatos EIAI en el $VO_{2m\acute{a}x}$, pero con menor volumen de entrenamiento, además de presentar otras ventajas añadidas, como la mejora del rendimiento en sprints aislados o en la capacidad de repetir sprints (RSA).

2. METODOLOGÍA DE REVISIÓN.

La revisión sistemática de la literatura disponible para este trabajo se ha llevado a cabo de acuerdo con las directrices de la guía PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses*) (Urrutia & Bonfill, 2010). Se han investigado las publicaciones anteriores al día 29 de Junio de 2016 en la base de datos electrónica de PUBMED, utilizando las palabras clave “high intensity interval training, intermittent sports, intermittent training, HIIT, repeated sprints training, small sided games, physiological demands, time motion analysis, soccer, rugby, basketball, badminton, tennis, handball”.

Los criterios de inclusión/exclusión han sido:

Los estudios deben ser intervenciones en deportistas que practiquen deporte de perfil intermitente y que el entrenamiento haya sido mediante los protocolos de EIAI: juegos en espacios reducidos (SSG) y entrenamiento de sprints repetidos (RST). 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 fecha de la última búsqueda realizada fue el 29 de Junio de 2016. A continuación, la figura 1 muestra el procedimiento de búsqueda de información realizado, indicando el número total de artículos revisados así como el número de artículos excluidos e incluidos en esta revisión.

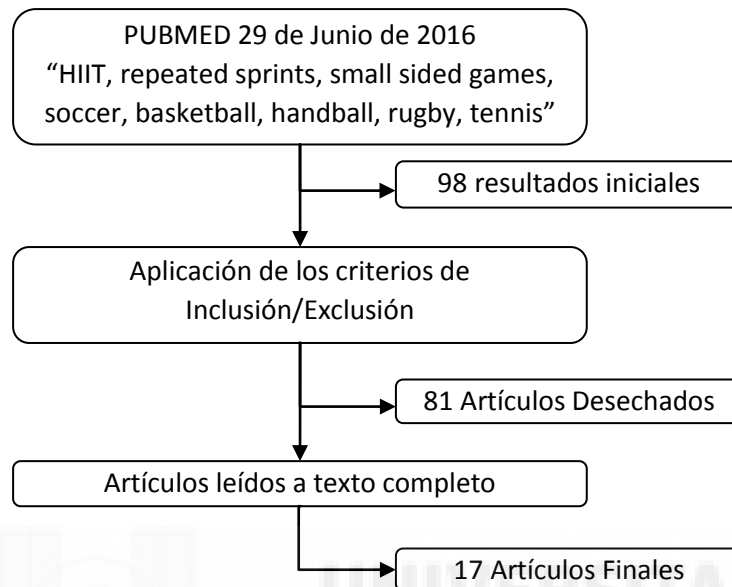


Figura 1: Diagrama de flujo de información de la revisión sistemática.

3. RESULTADOS.

Los resultados de los estudios y sus características más relevantes se exponen en las siguientes tablas:

Tabla 2
Resultados de los estudios seleccionados

Estudio	Deporte	Muestra	Edad	Duración y frecuencia	Método	Intensidad	Adaptaciones Fisiológicas o rendimiento en test
Owen et al. (2012)	Fútbol elite	n = 15 hombres	24.5±3.4	4 semanas 2 x semana	SSG 3vs3 5 – 11x (3min trabajo:2min descanso)	-	RSAMEJOR ↓ 0.27% RSA TT ↓0.57%*
Seitz et al. (2014)	Rugby elite	n = 10	20.9±1.4	8 semanas 2 x semana	SSG 4x(10min trabajo:3min descanso)	-	RSA TT ↓ 2.11%*; V _{IFT} ↑ 1.29%*; 20m sprint ↓ 1.37%*
Dellal et al. (2012)	Fútbol amateur	n = 16	26.3±4.7	6 semanas 9 sesiones	SSG 2vs2 y 1vs1 5x(90s – 150s trabajo:90s – 120s descanso)	≈ 7.5 RPE _m	vVAMEVAL ↑ 6.6%* V _{IFT} ↑ 5.1%*
Los Arcos et al. (2015)	Fútbol Élite	n = 17 hombres	15.5±0.6	6 semanas 2-3 x semana	SSG 4vs4 3x(4min trabajo:3min descanso)	-	VAM ↓ 0.4%
Buchheit et al. (2009)	Balonmano altamente entrenados	n = 32	15.5±0.9	8 semanas 2 x semana	SSG 4vs4 2 – 4x(2.5min – 4 min trabajo:30s descanso)	≈ 86% FC _{máx}	RSAMEJOR ↓ 3.72%* RSAm ↓ 4.62%*; V _{IFT} ↑ 6.12%*
					RST 12-24x15s trabajo:15s descanso	95% V _{IFT}	RSA mejor ↓ 3.50%*; RSAm ↓ 3.37%*; V _{IFT} ↑ 5.29%*
Iacono et al. (2015)	Balonmano altamente entrenados	n = 18 hombres	25.6±0.5	8 semanas 2 x semana	SSG: 3vs3 2x(5x140s-190s trabajo:60s descanso)	≈ 92% FC _{máx}	20m sprint ↓ 4%*;\$; CMJ ↑ 10.8%* Yo-Yo IR1 distancia ↑ 26.3%*
					RST 12-24x15s trabajo:15s descanso	A tope	20m sprint ↓ 2.1%*, CMJ ↑ 7.4%* Yo-Yo IR1 distancia ↑ 23.3%*
Delextrat et al. (2014)	Baloncesto nivel regional	n = 18 hombres	16±0.6	6 semanas 2 x semana	SSG 2vs2 2x(2x3min45s-4min15s)	≈ 90% FC _{máx}	Ambos grupos: V _{IFT} ↑ 3.4% - 4.1%*
					RST 2x(8-13min de 15s trabajo:15s recuperación)	95% V _{IFT}	
Bravo et al. (2008)	Fútbol	n = 26	21.1±5.1	7 semanas 2 x semana	RST 3x(6 40m sprints:20s descanso)	A tope	VO _{2max} ↑ 6.22%*

Nota: SSG = Juegos en espacio reducido; RSAMEJOR = Mejor tiempo en sprint del test de capacidad de repetir sprints; RSA TT = Tiempo total en test de capacidad de repetir sprints; V_{IFT} = Velocidad alcanzada en test intermitente de condición física; RPE_m = Percepción subjetiva del esfuerzo media (escala de 0 a 10); vVAMEVAL = Velocidad final alcanzada en test VAMEVAL; VAM = Velocidad aeróbica máxima; FC_{máx} = Frecuencia cardíaca máxima; RSam = Tiempo medio en test de capacidad de repetir sprints; RST = Entrenamiento de sprints repetidos; CMJ = Salto en contramovimiento; IR1 = test de recuperación intermitente 1; VO_{2max} = Consumo máximo de oxígeno.

* p ≤ 0.05 para los cambios intra – grupo.

\$ p ≤ 0.05 para los cambios inter – grupo

Tabla 2 (continuación)

Resultados de los estudios seleccionados

Estudio	Deporte	Muestra	Edad	Duración y frecuencia	Método	Intensidad	Adaptaciones Fisiológicas o rendimiento en test
Soares-Caldeira et al. (2014)	Fútbol sala profesional	n = 13 hombres	22.6±6.7	4 semanas 3 x semana	RST 2x(6-8 30 m sprints:20s descanso) 5min descanso/serie	A tope	Yo – Yo IR1 ↑ 31.16%* RSA TT ↓ 2.35%* CMJ ↓ 2.09%
Kavaliauskas et al. (2015)	fútbol Semi-profesional	n = 14 hombres	22±8	6 semanas 2 x semana	RST 10x10s sprint:60s descanso	A tope	Yo-Yo IR1 distancia ↑ 13.4%* VO _{2max} ↑ 3%*
Fernandez-Fernandez et al. (2012)	Tenis	n = 12 hombres	21.2±5.1	6 semanas 3 x semana	RST 3x(10 ~5s trabajo:15s descanso)+8min 2vs1 entre series	A tope	VO _{2pico} ↑ 5.12%*
Nascimento et al. (2015)	Fútbol sala	n = 8	16.7±0.5	4 semanas 2 x semana	RST 3x(6x40m sprint:20s descanso) 4 min descanso/series	A tope	V _{HRDP} ↑ 7.02%* 40mLAC _{pico} ↓ 19.7%*
Nygaard et al. (2011)	Fútbol Amateur	n = 14 hombres	22.7±3.1	5 semanas 2 x semana	RST 4x(7x35m sprint cada 30s) 3 min descanso/serie	A tope	Yo-Yo IR1 ↑ ~10%
Shalfawi et al. (2012)	Fútbol élite	n = 15 hombres	16.3±0.5	8 semanas 2 x semana	RST 4x(5x40m sprint:90s descanso) 10min descanso/serie	A tope	40m sprint tiempo ↓ 5.68%* RSAm ↓ 4.9%*; CMJ ↑ 3.72%*
Tonnessen et al. (2011)	Fútbol élite	n = 10 hombres	16.4±0.9	10 semanas 1 x semana	RST 2-5x(4-5 40m sprint:90s descanso) 10min descanso/serie	A tope	40m sprint tiempo ↓ 1.16%* RSAm ↓ 2.2%*; CMJ ↑ 7.1%*
Shalfawi et al. (2013)	Fútbol élite	n = 9	21.2±2.6	8 semanas 1 x semana	RST 2x(5-9 40m sprint:90s descanso) 10min descanso/serie	A tope	40m sprint tiempo ↓ 2.21%* RSAm ↓ 4.04%*; CMJ ↑ 7.1%*
Attene et al. (2014)	Baloncesto	n = 8	14.9±0.5	6 semanas 2 x semana	RST 3x(6-8 30m sprint:20s descanso) 4min descanso/serie	A tope	RSAmeyor ↓ 3.1%*; RSA TT ↓ 4.16%*; Yo-Yo IR1 distancia ↑ 28.1%*

Nota: IL = RST = Entrenamiento de sprints repetidos; IR1 = test de recuperación intermitente 1; RSA TT = Tiempo total en test de capacidad de repetir sprints; CMJ = salto en contramovimiento; VO_{2max} = Consumo máximo de oxígeno; VO_{2pico} = Consumo pico de oxígeno; V_{HRDP} = Velocidad en el punto de desvío del ritmo cardíaco (Heart rate deflection point); 40mLAC_{pico} = Pico de lactato tras sprint de 40m; RSAm = Tiempo medio en test de capacidad de repetir sprints; RSAmeyor = Mejor tiempo en sprint del test de capacidad de repetir sprints.

* p ≤ 0.05 para los cambios intra – grupo

4. DISCUSIÓN.

El objetivo de la presente revisión fue analizar el efecto en deportes de perfil intermitente, a nivel fisiológico o de rendimiento en test que miden parámetros asociados al rendimiento, producido por los formatos de EIAI “juegos en espacios reducidos (SSG)” por integrar el entrenamiento de la condición física con la táctica y la técnica, y “entrenamiento de sprints repetidos (RST)”, por registrar adaptaciones similares a otros formatos EIAI pero con un menor volumen de entrenamiento.

Los estudios incluidos en la revisión han tenido una duración de entre 4 y 10 semanas, con una frecuencia de entre 1 y 3 sesiones por semana. Las muestras han sido de 8 a 32 sujetos por estudio, con una edad media comprendida entre 16 y 26 años.

En cuanto a los estudios que miden el efecto de los SSG, dentro de los test de carácter intermitente se han encontrado diferentes porcentajes de mejora en parámetros como el mejor sprint del test de capacidad de repetir sprints (RSAmejor), el tiempo total de RSA (RSA TT) y el tiempo medio en RSA (RSAm), siendo estos de 0.27 - 4.62% (Owen, Wong, Paul & Dellal, 2012; Buchheit et al. 2009; Seitz, Rivière, De Villarreal & Haff, 2014), al igual que la velocidad alcanzada en el IFT (V_{IFT}) y el test de recuperación intermitente Yo-Yo 1 (Yo-Yo IR1) en un 1.29 - 6.12% y un 26.3%, respectivamente. (Seitz et al. 2014; Dellal, Varliette, Owen, Chirico & Pialoux, 2012; Buchheit et al. 2009; Delextrat & Martinez, 2014; Iacono, Eliakim & Meckel, 2015). En lo referente a test de carácter continuo, en un estudio se valoró la velocidad alcanzada en el test VAMeval (vVAMeval), registrando un incremento del 6.6% (Dellal et al. 2012) y únicamente en un estudio no se observaron cambios significativos de la velocidad aeróbica máxima (VAM) (Los Arcos et al. 2004). Finalmente, atendiendo a test neuromusculares, fueron utilizados los test de sprint de 20 a 40 metros (20-40m sprint) y el test de salto en contra-movimiento (CMJ). En ellos se observaron mejoras de 1.37 - 2.1% y de 10.8%, respectivamente (Seitz et al. 2014; Iacono et al. 2015).

En referencia a los estudios que utilizaron el formato de entrenamiento RST, se han observado porcentajes de mejora en el mejor tiempo en sprint del test de RSA (RSAmejor), en el RSA TT y en RSAm, siendo estos de 2.2 - 4.9% (Buchheit et al. 2009; Attene et al. 2014; Soares-Caldeira et al. 2014; Shalfawi et al. 2012; Shalfawi, Young, Tonnessen, Haugen & Enoksen, 2013; Tonesen, Shalfawi, Haugen & Enoksen, 2011) y en la V_{IFT} y el Yo-Yo IR1 de 3.4 - 5.29% y de 10 - 31.16%, respectivamente (Buchheit et al. 2009; Delextrat et al. 2014; Iacono et al. 2015; Soares-Caldeira et al. 2014; Kavaliauskas, Kilvington & Babraj, 2015; Nygaard, Olsen & Ingebrigtsen, 2011; Attene et al. 2014). En cuanto a los estudios que midieron el $VO_{2máx}$ o el VO_{2pico} , se observaron mejoras de 3 - 6.22% (Bravo et al. 2014; Kavaliauskas et al. 2015; Fernandez-Fernandez, Zimek, Wiewelhobe & Ferrauti, 2012). En un estudio, se valoró la velocidad en el punto de desvío del ritmo cardíaco (V_{HRDP}) y el pico de lactato tras sprint de 40m (40mLAC_{pico}), encontrándose mejoras de un 7.02% y una disminución de 19.7%, respectivamente (Nascimento et al. 2015). Finalmente, en los test neuromusculares, 20-40m sprint y CMJ se observaron mejoras de 1.16 - 5.68% y de 3.72 - 7.4% respectivamente (Iacono et al. 2015; Shalfawi et al. 2012; Shalfawi et al. 2013; Tonessen et al. 2011). El único estudio en el que se registró un resultado negativo fue de una disminución del 2.09 del CMJ (Soares-Caldeira et al. 2014).

Se pueden ver porcentajes de mejora medios en ambos formatos para los test de carácter intermitente. Estos son: RSA, que mejora tanto en SSG (2.25%) como en RST (3.38%); V_{IFT} , aumentando un 4.05% en SSG y un 4.49% en RST; y Yo-Yo IR1, que mejora un 26,3% en SSG y un 20.2% en RST. Un motivo por el que pueden haber mejorado estos parámetros en ambos formatos es que en estos entrenamientos se produce una demanda sobre la misma musculatura que en los test (tren inferior principalmente) durante las aceleraciones, frenadas y cambios de dirección que se dan de forma intermitente en ambos formatos (Dellal et al.

2012). Estas características provocan estrés a nivel fisiológico que podría desembocar en mejoras de la coordinación neuromuscular, alteraciones en las enzimas glucolíticas y mejoras en la capacidad tampón muscular (Fernandez-Fernandez, Zimek, Wiewelhoeve, & Ferrauti, 2012), todo ello pudiendo dar lugar a un rendimiento mayor en test de carácter intermitente. Los porcentajes de mejora son ligeramente mayores para el formato RST en los parámetros RSA y V_{IFT} (1.13% y 0.44%, respectivamente), posiblemente debido a que el entrenamiento de RST está más controlado, asegurando que se trabaja a la intensidad objetivo en todo momento para producir adaptaciones, lo que en los SSG es difícil de conseguir. Por otra parte, parece lógico que el RST mejore más en RSA, pues dicho formato está basado en el propio test. En cualquier caso, sería recomendable más investigación al respecto, ya que las diferencias son pequeñas para alcanzar una conclusión clara.

En cuanto a la $v_{Vameval}$, VAM, $VO_{2máx}$ o VO_{2pico} se dan porcentajes medios de mejora de 3.1% (SSG) y de 4.78% (RST). La mejora en ambos formatos se puede explicar porque en ambos se alcanzan intensidades cercanas a la $FC_{máx}$ o al $VO_{2máx}$ (Halouani, Chtourou, Gabbett, Chaouachi & Chamari, 2014; Dellal et al. 2012). Se cree que dicha intensidad puede ser un factor que solicite al máximo los sistemas de transporte y utilización de oxígeno y reclutar grandes unidades motoras. Todo esto llevaría al estímulo de fibras musculares oxidativas y a un aumento del miocardio, y por tanto del $VO_{2máx}$. Además, al no haber suficiente tiempo de recuperación entre esfuerzos, decrece la participación anaeróbica debido a la acumulación de lactato, teniendo que participar más el sistema aeróbico. Todo ello indica que quizás esta mejora del $VO_{2máx}$ puede estar relacionada con el aumento de la actividad de las enzimas glucolíticas y oxidativas, así como de la capacidad tampón muscular (Fernandez-Fernandez et al. 2012; Buchheit & Laursen, 2013).

En relación a las mejoras neuromusculares, el porcentaje de mejora medio es de 1.73% (SSG) y de 3,26% (RST) para los sprints; y de 10.8% (SSG) y 4.64% (RST) para el CMJ. Dichas adaptaciones probablemente sean consecuencia de un incremento en la fuerza explosiva de la musculatura extensora de cadera, rodilla y tobillos, debido a una mejora de la coordinación neuromuscular y/o del ciclo de estiramiento-acortamiento (Iacono, Ardigo, Meckel & Padulo, 2016). Existe una mejora ligeramente mayor en sprints (1.53%) para el grupo de RST, quizás debido a que su entrenamiento consiste únicamente en sprints. Por otra parte, se observa una mejora del CMJ mayor (6.16%) para el grupo de SSG, pudiendo explicarse por el hecho de que se den más este tipo de acciones durante los entrenamientos con respecto al de RST. Aunque también cabría pensar que el RST consiguiese un mayor desarrollo de la fuerza explosiva ya que su entrenamiento se centra únicamente en sprints, acciones desarrolladas a velocidades tan elevadas que la demanda de fuerza explosiva resulta mayor que en el formato SSG. Sería necesario investigar más a fondo esta cuestión puesto que para el SSG solo se ha incluido un estudio que midiera el CMJ.

Tras revisar todos los estudios de ambos protocolos, SSG y RST, se puede observar que ambos son prácticas de entrenamiento efectivas para mejorar parámetros asociados al rendimiento, ya que se producen mejoras en test asociadas. Parece que ambos tienen adaptaciones similares, por lo que desde este punto de vista podría ser más eficiente utilizar SSG para el entrenamiento ya que se incluye el trabajo técnico y táctico junto con la condición física. No obstante, hay una pequeña diferencia a favor del RST en la mejora de la RSA y de la velocidad en sprint aislados, por lo que podría ser de interés utilizar también este formato como medio de mejora cuando interese centrarse en estos parámetros. En cualquier caso, sería necesaria más investigación al respecto para alcanzar conclusiones claras.

Finalmente, indicar que son varias las limitaciones que se han encontrado en esta revisión. La primera ha sido el no poder recopilar una muestra que presentara un nivel de condición física similar, lo que se traduce en que las mejoras puedan presentar variabilidad dependiendo del nivel de los sujetos del estudio. En segundo lugar, las muestras de los

estudios han sido pequeñas, no teniendo por tanto mucha fuerza estadística. Por último, no se ha tenido en cuenta el momento de la temporada en el que se han realizado las intervenciones, pudiendo existir variedad en el nivel de fatiga acumulado que afecte a los resultados.

5. CONCLUSIONES.

Dentro del entrenamiento intermitente de alta intensidad (EIAI) hay varios formatos con diferentes características, entre los que se encuentran los juegos en espacio reducido (SSG) y el entrenamiento de sprint repetidos (RST). Se ha podido observar que ambos mejoran parámetros asociados al rendimiento ($VO_{2máx}$, VAM, RSA, V_{IFT} , Yo-Yo IR1 y CMJ), haciendo de ellos una práctica eficaz para los deportes de perfil intermitente por sus mejoras en test relacionadas con la condición física aeróbica, anaeróbica y neuromuscular. Además, se puede apreciar que existe ligeramente mayor mejora en la RSA y sprint aislados con el formato RST, lo que nos lleva a pensar que podría ser interesante incluir SSG para trabajar paralelamente la condición física con la técnica y la táctica, pero recurriendo al RST cuando se quiera profundizar en la mejora de la condición física. Sería necesaria más investigación para alcanzar conclusiones claras al respecto.



6. REFERENCIAS.

- Attene, G., Pizzolato, F., Calcagno, G., Ibba, G., Pinna, M., Salernitano, G., & Padulo, J. (2014). Sprint vs. intermittent training in young female basketball players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 54(2), 154-161.
- Bravo, D. F., Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Castagna, C., Bishop, D., & Wisloff, U. (2008). Sprint vs. interval training in football. *International journal of sports medicine*, 29(08), 668-674.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports medicine*, 43(5), 313-338.
- Buchheit, M., Laursen, P. B., Kuhnle, J., Ruch, D., Renaud, C., & Ahmaidi, S. (2009). Game-based training in young elite handball players. *International journal of sports medicine*, 30(04), 251-258.
- Cochran, A. J., Percival, M. E., Tricarico, S., Little, J. P., Cermak, N., Gillen, J. B., ... & Gibala, M. J. (2014). Intermittent and continuous high-intensity exercise training induce similar acute but different chronic muscle adaptations. *Experimental physiology*, 99(5), 782-791.
- Cunniffe, B., Proctor, W., Baker, J. S., & Davies, B. (2009). An evaluation of the physiological demands of elite rugby union using global positioning system tracking software. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1195-1203.
- Delextrat, A., & Martinez, A. (2014). Small-sided game training improves aerobic capacity and technical skills in basketball players. *International journal of sports medicine*, 35(5), 385-391.
- Dellal, A., Varliette, C., Owen, A., Chirico, E. N., & Pialoux, V. (2012). 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. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2712-2720.

- Fernández, J. F. (2012). El entrenamiento de alta intensidad, una herramienta para la mejora del rendimiento en los deportes de perfil intermitente. *Revista de Entrenamiento Deportivo*, 26(2).
- 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
- Gibala, M. J., Little, J. P., Van Essen, M., Wilkin, G. P., Burgomaster, K. A., Safdar, A., & Tarnopolsky, M. A. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of physiology*, 575(3), 901-911.
- Gibala, M. J. (2007). High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? *Current sports medicine reports*, 6(4), 211-213.
- Halouani, J., Chtourou, H., Gabbett, T., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2014). Small-sided games in team sports training: A brief review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(12), 3594-3618.
- Iacono, A. D., Ardigò, L. P., Meckel, Y., & Padulo, J. (2016). Effect of Small-Sided Games and Repeated Shuffle Sprint Training on Physical Performance in Elite Handball Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(3), 830-840.
- Iacono, A. D., Eliakim, A., & Meckel, Y. (2015). Improving fitness of elite handball players: small-sided games vs. high-intensity intermittent training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3), 835-843.
- Kavaliuskas, M., Kilvington, R., & Babraj, J. (2015). Effects of in-season uphill sprinting on physical characteristics in semi-professional soccer players. *The Journal of sports medicine and physical fitness*.

- Krustrup, P., Mohr, M., Ellingsgaard, H. E. L. G. A., & Bangsbo, J. (2005). Physical demands during an elite female soccer game: importance of training status. *Medicine and science in sports and exercise*, 37(7), 1242.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 32(1), 53-73.
- Lemmink, K. A., Visscher, C., LAMBERT, M. I., & Lamberts, R. P. (2004). The interval shuttle run test for intermittent sport players: evaluation of reliability. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 821-827.
- Los Arcos, A., Vázquez, J. S., Martín, J., Lerga, J., Sánchez, F., Villagra, F., & Zulueta, J. J. (2015). Effects of small-sided games vs. interval training in aerobic fitness and physical enjoyment in young elite soccer players. *PloS one*, 10(9), e0137224.
- Matthew, D., & Delextrat, A. (2009). Heart rate, blood lactate concentration, and time-motion analysis of female basketball players during competition. *Journal of sports sciences*, 27(8), 813-821.
- Mendez-Villanueva, A., Fernandez-Fernández, J., Bishop, D., & Fernandez-Garcia, B. (2010). Ratings of perceived exertion-lactate association during actual singles tennis match play. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(1), 165-170.
- Nascimento, P. C. D., Lucas, R. D. D., Pupo, J. D., Arins, F. B., Castagna, C., & Guglielmo, L. G. A. (2015). Effects of four weeks of repeated sprint training on physiological indices in futsal players. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, 17(1), 91-103.
- Nygaard, O., Olsen, A., & Ingebrigtsen, J. 5 Week of repeated sprint training cause moderate effect on Yo-Yo IR1 and 35m sprint time in adult amateur soccer players.

- Owen, A. L., Wong, D. P., Paul, D., & Dellal, A. (2012). Effects of a periodized small-sided game training intervention on physical performance in elite professional soccer. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(10), 2748-2754.
- Seitz, L. B., Rivière, M., De Villarreal, E. S., & Haff, G. G. (2014). The athletic performance of elite rugby league players is improved after an 8-week small-sided game training intervention. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(4), 971-975.
- Shalfawi, S. A., Ingebrigtsen, J., Dillern, T., Tønnessen, E., Delp, T. K., & Enoksen, E. (2012). The effect of 40 m repeated sprint training on physical performance in young elite male soccer players. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 6(3), 111-116.
- Shalfawi, S. A., Young, M., Tønnessen, E., Haugen, T. A., & Enoksen, E. (2013). The effect of repeated agility training vs. repeated sprint training on elite female soccer players' physical performance. *Kinesiologia Slovenica*, 19(3), 29.
- Soares-Caldeira, L. F., de Souza, E. A., de Freitas, V. H., de Moraes, S. M., Leicht, A. S., & Nakamura, F. Y. (2014). Effects of additional repeated sprint training during preseason on performance, heart rate variability, and stress symptoms in futsal players: a randomized controlled trial. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(10), 2815-2826.
- Tønnessen, E., Shalfawi, S. A., Haugen, T., & Enoksen, E. (2011). The effect of 40-m repeated sprint training on maximum sprinting speed, repeated sprint speed endurance, vertical jump, and aerobic capacity in young elite male soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(9), 2364-2370.