

Generalidades del “HIT” aplicado a esfuerzos cardiovasculares en los programas de salud y fitness

Guillermo Peña¹, Juan Ramón Heredia¹, Víctor Segarra¹, Fernando Mata¹, Felipe Isidro², Fernando Martín³, Marzo Edir Da Silva¹

¹ Instituto Internacional Ciencias Ejercicio Físico y Salud

² Physical Exercise & Health Consulting

³ Universidad Valencia

Resumen.

Durante la última década han venido emergiendo numerosas investigaciones que han estudiado distintos formatos de ejercicio con predominio cardio-respiratorio e intensificación de esfuerzos intermitentes. Esta modalidad de ejercicio es conocida por los acrónimos HIIT o HIT (High-Intensity Interval Training; High-Intensity Intermittent Training o simplemente High Intensity Training) y otras denominaciones que esconden distintos formatos, pero cuya característica común es la realización de repetidas series de esfuerzos de corta a larga duración, realizados a alta intensidad e intercalados por períodos de recuperación. Los formatos HIT son un potente estímulo de ejercicio cardiovascular con efectos agudos y crónicos prometedores para distintos marcadores de salud y del rendimiento cardio-respiratorio. Conocer estos efectos puede ayudar a vislumbrar las posibles aplicaciones y utilidades en poblaciones sanas y con patologías cardiometabólicas. Además, estos formatos pueden ser una alternativa atractiva y eficaz al ejercicio continuo de intensidad moderada con similares o superiores efectos, pero con la ventaja añadida que supone requerir un menor volumen de entrenamiento total y por tanto el ahorro de tiempo concomitante.

Palabras clave: Intensidad, interválico, resistencia, método

Introducción y contextualización.

Antes de entrar en un análisis y mayores detalles sobre el denominado “entrenamiento de alta intensidad” o “HIT”, se hace necesario una primera reflexión en torno al significado terminológico y conceptual de estas propuestas en el contexto de las ciencias del ejercicio, dada la gran atención que está reclamando por parte de los especialistas en ejercicio en estos últimos años en cuanto a las posibilidades para su aplicación especialmente, en el ámbito de la salud.

Dos de las principales confusiones que surgen en relación al concepto del “HIT” tienen relación, por un lado con la consideración del mismo como “método de entrenamiento” y por otro con la utilización de la información derivada de las investigaciones sobre esta temática y su extrapolación, con mayor o menor acierto, a distintos ámbitos y contextos de entrenamiento.

Respecto al HIT como método de entrenamiento, debemos atender a ciertas consideraciones. Un método es un “modo de decir o hacer con orden” [1]. Por tanto el método viene a describir el modo y el orden en que se debe hacer, en este caso, el entrenamiento. Si fuésemos más concretos, el método debería definir, establecer, concretar (modo de hacer y orden) las distintas variables de la dosis de entrenamiento. Es por ello que, en muchos casos, el HIT solo define una parte de dicha dosis de entrenamiento (en este caso la variable intensidad) y, por tanto, no constituye un método en sí mismo, sino las posibilidades y potenciales beneficios de la aplicación de una intensificación del entrenamiento (y que normalmente se asocian a una reducción del volumen). Para considerar como “método” el HIT debería definirse y concretarse, además de la intensidad, el volumen, densidad y selección de ejercicios y además demostrar que dicho modo de hacer supone un estímulo adecuado cuya aplicación de forma generalizada produciría una respuesta “X” positiva para la condición física y salud [2].

A este respecto, surge la segunda cuestión. La información emergente desde la investigación en torno a la posibilidad de intensificar el entrenamiento (HIT) ha sido utilizada para justificar con las mismas un sinnúmero de propuestas que, en

la mayoría de los casos, nada tenían que ver con los trabajos originales. Además, se ha podido caer en algunos errores al utilizar y extrapolar inadecuadamente las conclusiones sin más de tales trabajos originales, o bien en manipular interesadamente dichas conclusiones para generar intervenciones descontextualizadas. De esta forma, es bastante común encontrar propuestas derivadas de otras propuestas de alta intensidad del ámbito del entrenamiento de la fuerza basadas en las potencialidades obtenidas en el contexto del entrenamiento cardiovascular, lo que genera cierta confusión. Un posible ejemplo lo podemos encontrar con la utilización de los trabajos del profesor Izumi Tabata (1996), quien durante 6 semanas analizó el efecto sobre la capacidad anaeróbica y el volumen de oxígeno máximo (VO₂max) de dos experimentos con deportistas de rendimiento (n=7) donde se realizaron entrenamientos en cicloergómetro a intensidad moderada (70% VO₂max) con un volumen de entrenamiento de 60 minutos cinco días a la semana y otras 6 semanas de entrenamiento de alta intensidad (170% VO₂max) realizando 6-7 series de 20 segundos con 10 segundos de recuperación también durante 5 días a la semana, concluyendo que 6 semanas de entrenamiento a intensidad moderada no afectó de manera significativa a la capacidad anaeróbica y que por el contrario el entrenamiento de alta intensidad de forma intermitente puede mejorar la capacidad anaeróbica y el VO₂max. [3].

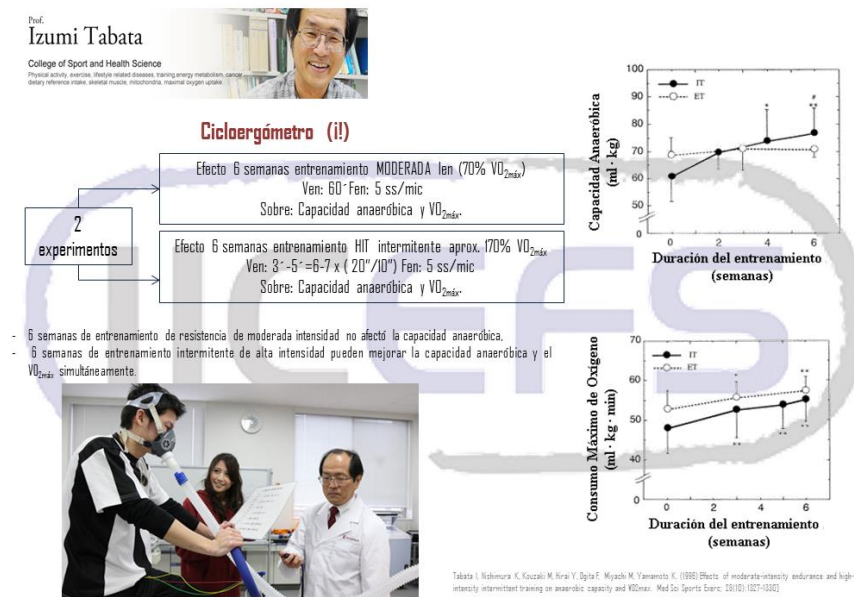


Figura 1. Estudio original Dr. Izumi Tabata (1996)

Si entrar a valorar el estudio y sus limitaciones (que obviamente las tiene), la información obtenida de este estudio, e insistimos que de otros muchos, ha sido utilizada para justificar intervenciones de distinta índole y características (únicamente manteniendo los parámetros de esfuerzo-pausa) cuando su aplicación se realizaba, por ejemplo, en el ámbito del estímulo neuromuscular con las limitaciones que ello tiene para provocar efectos de características similares (o ni tan siquiera parecidas) a las logradas en los trabajos originales.

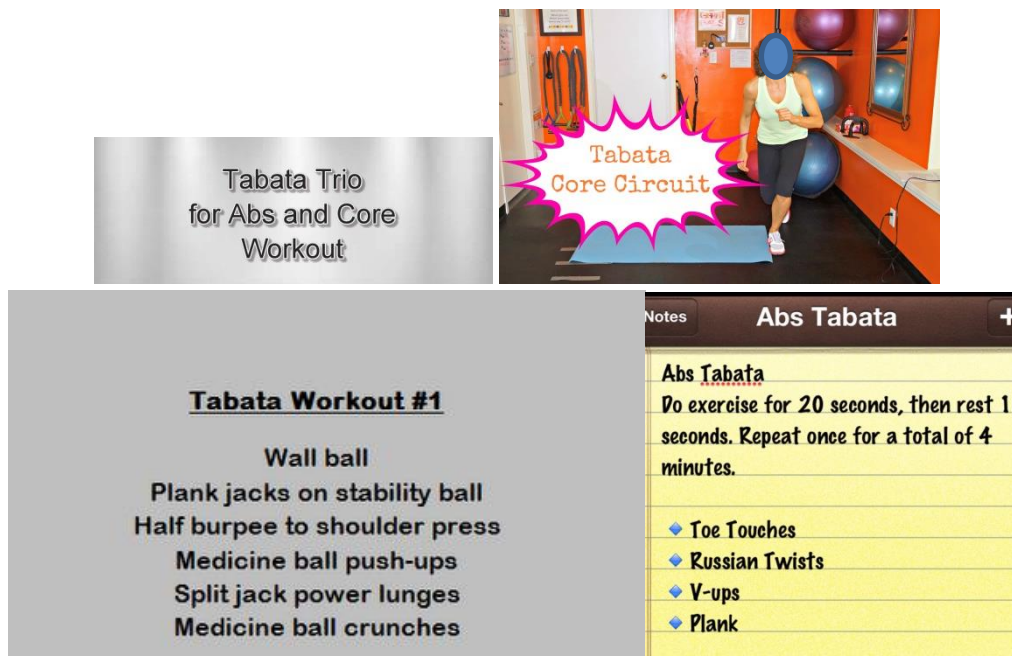


Figura 2. Ejemplos de propuestas de Tabata reales aplicadas y extraídas de internet.

A este respecto consideramos necesario cierta precaución y no dejarse llevar por las tendencias, modas o el marketing especialmente de la industria del fitness, acudir a un especialista en ejercicio físico cualificado y un análisis criterioso y metódico de la información procedente de las numerosas investigaciones para que puedan ser de utilidad y aplicabilidad en los contextos específicos en el ámbito de los programas de acondicionamiento físico saludable (fitness).

Por otro lado (y esto es una mera propuesta) quizás sería interesante y de gran ayuda, cierta distinción entre las posibilidades de intensificación del entrenamiento mediante estímulos interválicos que provoquen respuestas agudas y crónicas a nivel cardio-respiratorio (que podríamos englobar con el término de HIIT por estar relacionadas con la utilización de metodología de tipo interválico ampliamente desarrollada, tal como veremos, en el entrenamiento de la resistencia) y aquellas posibilidades de entrenamiento de alta intensidad que estimulen y provoquen adaptaciones fundamentalmente en el ámbito de lo neuromuscular (que podríamos denominar HIT para acotar aquellos estímulos que se circunscriban a dicho ámbito). No obstante considerando que la bibliografía recoge ambos términos de manera genérica e indistinta y pese a, insistimos, la posible utilidad de acotar dichos términos y relacionarlos conceptualmente a los distintos ámbitos de intervención, entendemos que puedan ser utilizados sin distinción.

HIT: ¿es realmente tan “novedoso”?

Como hemos expuesto, durante la última década han venido emergiendo numerosos estudios para someter a las reglas de juego del método científico a una modalidad o formato de ejercicio cardiovascular intrigante a la vez que prometedor. Si bien esta tendencia a la intensificación de los estímulos formaban parte de las metodologías aplicadas para la mejora de la resistencia cardio-respiratoria (métodos fraccionados interválicos y por repeticiones), siendo especialmente popularizada en los años 50 de la mano del pragmático atleta Emil Zatopek, no fue hasta los años 60 cuando el fisiólogo Astrand y sus colaboradores despertaron por primera vez el interés de la comunidad científica por “diseccionar” este tipo de prácticas desde el laboratorio para indagar sobre sus verdaderos efectos fisiológicos y posibles virtudes [4].

Esta modalidad de ejercicio es bien conocida por los acrónimos HIIT o HIT (High-Intensity Interval Training; High-Intensity Intermittent Training o simplemente High Intensity Training) y otras denominaciones que esconden distintos formatos (SIT: Sprint Interval Training; RST: Repeated-Sprint Training; AIT: Aerobic Interval Training, etc.), pero de los que se diferencia fundamentalmente por la duración e intensidad de los intervalos de trabajo intensivo, y pese a no existir una definición universal consensuada del término.

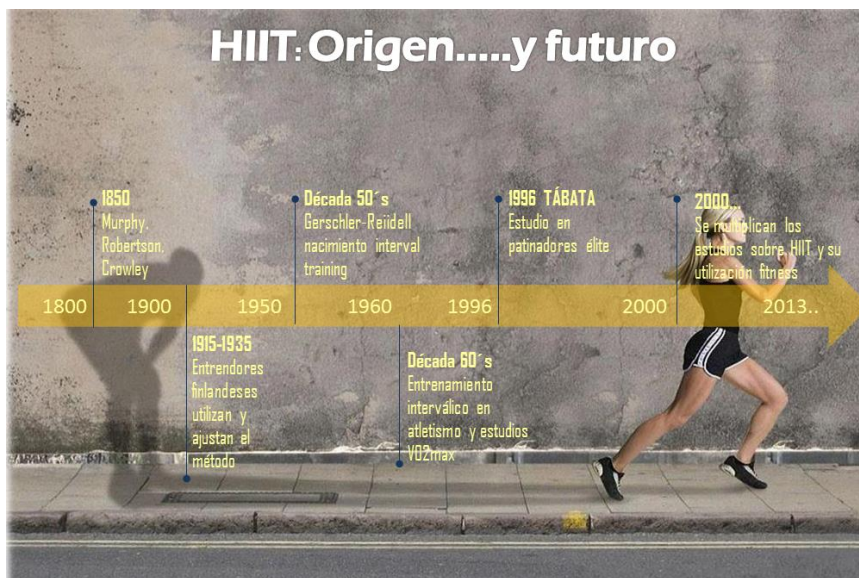


Figura 3. Origen y evolución en torno al HIIT

Tratando de no resultar excesivamente reduccionistas, podemos decir que la característica común que define los distintos formatos de sesiones HIIT aplicados a modalidades de ejercicio con predominio cardiorrespiratorio es la realización de *repetidas series de ejercicios (esfuerzos) de corta a larga duración, realizados a alta intensidad e intercalados por períodos de recuperación* [5]. Esto implica obviamente que sean definidas y programadas tanto la duración de los intervalos de trabajo de alta intensidad (con duraciones muy variables según sean formatos cortos: <30 s., medios: 30 a 60 s. o largos/extensivos 2 a 5 m., aproximadamente) como la intensidad de tales intervalos (>90%VO2max.; >90-95%FCmax.; >15 RPE Borg; >6 RPE CR-10), así como la duración e intensidad de los intervalos de recuperación (aproximadamente 60-80%VO2max.; 70-85%FCmax., habitualmente en un ratio trabajo:recuperación de 1:1 a 1:4). Todo esto constituirá sesiones de trabajo efectivo con una duración total máxima aproximada de 15 a 20 minutos, resultando un volumen total de trabajo relativamente bajo en comparación con lo habitualmente realizado mediante otros métodos de entrenamiento más tradicionales (métodos continuos).

Componentes de la dosis de entrenamiento cardiovascular HIIT.

En el ámbito del ejercicio físico la carga de entrenamiento es el conjunto de exigencias biológicas y psicológicas (carga interna) provocadas por las actividades del entrenamiento realizado (carga propuesta o externa) [6]. Así, la “carga interna” del entrenamiento es la respuesta, alteración homeostática o efecto fisiológico provocado en el organismo (y manifestado por los cambios en el rendimiento y las respuestas adaptativas) por la aplicación de la “carga externa”, la cual está determinada a su vez por el conjunto de *variables o componentes del estímulo de entrenamiento* que el técnico o entrenador manipula [7]. Por tanto, la carga interna (respuesta o efecto previsto) viene expresada a través de la carga externa o *dosis de ejercicio* (estímulo propuesto). Hecha esta aclaración, son varias las variables o componentes de la dosis las que pueden ser manipuladas para la prescripción de diferentes sesiones de HIIT. La manipulación individual de cada componente que constituye la dosis de ejercicio tiene un impacto directo sobre la respuesta metabólica, cardiopulmonar y/o neuromuscular [4], aunque no está claro aún qué combinación de estas variables es más efectiva para cada objetivo.

Los componentes fundamentales que han sido definidos en relación a la modalidad de ejercicio cardiovascular HIIT son: 1) la intensidad y duración del intervalo de esfuerzo o trabajo, 2) la intensidad y duración del intervalo de recuperación entre series/repeticiones, 3) el número de series y/o repeticiones, 4) el volumen total de trabajo por sesión, 5) y el tipo de ejercicio cardiovascular. No obstante a este respecto, sería necesario establecer unas variables que definan de forma más concreta y consensuada este o cualquier otro método de entrenamiento cardiovascular, para ello se puede atender a clasificaciones como las expuestas por el grupo del Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio [2] que se basan en desarrollo y control de cinco variables que definen el mismo (cada una de las cuales se expresan mediante una fórmula): 1) volumen, 2) intensidad, 3) densidad, 4) metodología, 5) selección de ejercicio.

El control y ajuste de la intensidad de los esfuerzos realizados durante este tipo de sesiones es una de las consideraciones más significativas por la trascendencia que pueda tener sobre aspectos relacionados con la eficacia (efectos producidos) y la seguridad (riesgos para la salud). A primera vista, y atendiendo a algunos de los estudios de la literatura científica, la frecuencia cardiaca como indicador y modulador de la intensidad de los esfuerzos intensivos podría tener a priori sentido, aunque sin estar exenta de serias complicaciones. Todos sabemos que ajustar y monitorizar la intensidad mediante este parámetro puede ser apropiado especialmente cuando los esfuerzos cardiovasculares son de tipo submáximo (<90% FC Máxima) y de carácter cíclico o continuo, sin embargo, cuando pretendemos utilizar este indicador para el control y ajuste de la intensidad de sesiones de entrenamiento bajo el formato HIIT surgen serias limitaciones. La frecuencia cardiaca no puede informar fielmente de la intensidad del trabajo físico realizado por encima de la velocidad/potencia asociada con el VO_2^{max} , lo que representa una gran proporción de las prescripciones del HIIT [4], además mientras que se supone que la frecuencia cardiaca debería alcanzar valores próximos al máximo (>90-95% FCmáx.) ante esfuerzos de este tipo cercanos a la velocidad asociada al VO_2^{max} , esto no siempre ocurre, especialmente para esfuerzos de muy corta (<30 s.) y mediana duración (1-2 m.) [4]. Esto se debe al retraso o disociación que tiene el incremento de la respuesta cardiaca (en comparación con la respuesta del consumo de oxígeno) frente a esfuerzos cardiovasculares intensos, así como a la “inercia” que mantiene la frecuencia cardiaca durante los intervalos de recuperación del esfuerzo intensivo previo (que puede hacer sobreestimar la carga fisiológica que ocurre durante los periodos de recuperación) [4]. Todo esto nos hace desconfiar del uso exclusivo de la frecuencia cardiaca como indicador fiable y práctico para el control y estimación de la intensidad de esfuerzos cardiovasculares breves e intentos característicos de sesiones tipo HIIT.

Frente a este panorama la prescripción de la intensidad de los esfuerzos HIIT mediante las escalas de esfuerzo percibido (RPE) puede resultar una alternativa más útil, práctica (simple) y fiable [4], puesto que el individuo puede autorregular la intensidad de su esfuerzo frente a la interpretación “global” (fisiológica, psicológica y biomecánica) de su percepción de esfuerzo o fatiga. La intensidad seleccionada típicamente para este tipo de sesiones es aquella intensidad máxima percibida como “sostenible” (“duro” a “muy duro”: >6 con la escala CR-10 Borg ó >15 con la escala 6-20 de Borg) [4], todo ello independientemente de la modalidad de ejercicio, de las condiciones ambientales, y del género. Por último, y con mayor aplicación al contexto de la mejora del rendimiento deportivo, es posible utilizar la velocidad o potencia asociada al VO_2^{max} . (v/p VO_2^{max} .) como marcador útil de la intensidad para programar las sesiones de HIIT [4] (la v/p VO_2^{max} . es la velocidad o potencia más baja necesaria para obtener la v/p VO_2^{max} .). No obstante, para poder utilizar este parámetro es necesario realizar previamente una estimación del mismo mediante diferentes métodos directos o indirectos que pueden dificultar la practicidad del mismo en el ámbito recreativo y de la salud.

Efectos agudos y crónicos inducidos por el ejercicio HIIT cardiovascular.

Las respuestas o efectos agudos más relevantes y evidentes que suceden durante y tras la realización de esfuerzos tipo HIIT son [8]: 1) incrementos de la frecuencia cardiaca; 2) incrementos de la producción de lactato plasmático; 3) incrementos de la producción de catecolaminas (epinefrina y norepinefrina), hormona del crecimiento –ambas grupos favorecen la lipólisis de los ácidos grasos de los tejidos subcutáneos e intramusculares- y cortisol; 4) depleción de fosfágenos musculares (ATP, PCr) y almacenes de glucógeno; 5) incrementos de glucosa sanguínea circulante; 6) y un descenso significativo de la reactivación parasimpática tras el esfuerzo. Sobre esta última respuesta fisiológica, Buchhiet et al. (2007) han sugerido que el deterioro parasimpático o vagal es causado por la actividad simpática aumentada que se produce durante el ejercicio HIIT y la elevación persistente de factores adrenérgicos y metabolitos locales durante la recuperación (por ejemplo, epinefrina, norepinefrina, y lactato en sangre venosa). Evidentemente, todas estas respuestas y la intensidad en que se manifiesten serán fundamentalmente dependientes del protocolo específico de HIIT utilizado –especialmente a la intensidad utilizada- y del estatus de entrenamiento de los sujetos.

Entendiendo el conjunto de respuestas agudas ante este tipo de esfuerzos intermitentes de alta intensidad, el efecto acumulativo resultante inducirá adaptaciones tanto a nivel central (cardiovascular) como periférico (músculo esquelético). A nivel central la adaptación fundamental será la **mejora de la función y capacidad cardiovascular aeróbica y anaeróbica**, motivada especialmente por el incremento del VO_2^{max} . [4, 5, 8].

A nivel periférico, otra serie de adaptaciones funcionales y estructurales tienen lugar, no sólo a nivel vascular sino también muscular [10]. Son numerosos los estudios que muestran una sustancial **mejora del control glucémico y de la sensibilidad a la insulina** (entre un 19 y un 58%) tanto en sujetos sanos, como diabéticos tipo II y obesos [8, 10]. Esto puede ser explicado en parte por el incremento del transportador de la glucosa GLUT4 [11]. El ejercicio interválico de alta intensidad está siendo objeto de estudio e interés para el control de la glucemia en diabéticos tipo II, pudiendo tener efectos hipoglucemiantes postejercicio iguales o mayores y por más tiempo que ejercicios de intensidad moderada de la misma o mayor duración [12]. El entrenamiento HIIT puede además tener como ventaja añadida en sujetos diabéticos tipo II, respecto al ejercicio cardiovascular aeróbico continuo de menor intensidad, un mejor control de los niveles de glucosa posprandial (además de requerir menos tiempo como comentaremos más adelante) [13]. No obstante, el conocimiento del tiempo transcurrido desde la última sesión de entrenamiento sobre el control glucémico es fundamental para determinar si las mejoras en este sentido se deben al efecto agudo residual de la última sesión o verdaderamente al efecto crónico del entrenamiento, aspecto el cual es muy variable entre investigaciones (desde 2 a 72 horas postejercicio).

Igualmente parece que la **capacidad muscular oxidativa de ácidos grasos puede verse aumentada** [10, 14, 15], merced a una capacidad máxima y/o contenido de proteínas de enzimas mitocondriales u oxidativas aumentada (citrato sintetasa y citocromo oxidasa) [14], aunque este hecho no debe hacer presuponer una reducción de la grasa y peso corporal en todas las intervenciones mediante HIIT (ni mayor que con intervenciones tradicionales de ejercicio continuo).

Otras adaptaciones crónicas al ejercicio cardiovascular HIIT destacadas por diversos estudios también apuntan un **incremento del almacenamiento de glucógeno de reposo** [11], una **mejora de la función endotelial** mayor que con entrenamientos continuos de intensidad moderada [16, 17, 18, 19], y una **mejora de varios componentes de la presión arterial en reposo**, al menos tanto como con el entrenamiento continuo de intensidad moderada y larga duración en pacientes hipertensos y normotensos con alto riesgo familiar de desarrollar hipertensión [19, 20, 21, 22]. No obstante, aunque el HIIT pueda tener el potencial de reducir la presión arterial y posiblemente contrarrestar por el ello el desarrollo de la hipertensión de forma similar a como lo hace el ejercicio continuo de baja y moderada intensidad, faltan más estudios que confirmen dichos resultados satisfactorios.

En otro orden de efectos crónicos, no está demostrado que el HIIT pueda inducir mejoras relevantes del perfil lipídico, y como así se constata en la revisión de Kessler et al. (2012) sobre el impacto del HIIT sobre los factores de riesgo cardiometabólico ningún estudio ha demostrado que resultara en una mejoría significativa del colesterol total, lipoproteínas de baja densidad (LDL-C), o triglicéridos (TG) [13]. Por ejemplo, en el estudio de Nybo et al. (2010) el grupo de carrera que utilizó una intervención tipo HIIT (5 x 2 m. >95% FCmáx.) no obtuvo mejoras significativas sobre el ratio entre el colesterol total y HDL-colesterol en sujetos desentrenados, aspecto el cual sí fue mejorado en el grupo experimental de ejercicio continuo de intensidad moderada (65% del VO₂max.) y larga duración (1 h.) [22], lo que les hizo concluir a sus autores que el volumen de entrenamiento -más que la intensidad- parece ser la variable más determinante para la mejora del perfil lipídico de lipoproteínas en plasma. En cualquier caso, esto nunca supondría considerar que los posibles efectos positivos sobre el perfil lipídico no puedan suceder mediante el entrenamiento en formato HIIT, ya que faltan más estudios bien controlados y a largo plazo antes de poder realizar aseveraciones a favor o en contra sobre la potencialidad del HIIT sobre la mejora de dichos perfiles lipídicos.

Por último, y mucho más reciente, una serie de investigaciones han estudiado los mecanismos de señalización molecular que suceden durante estos formatos de entrenamiento de alta intensidad y bajo volumen y que pueden mejorar la capacidad mitocondrial [15, 23]. Dichos estudios han podido observar la influencia sobre la activación del PGC-1 α del núcleo, el cual es considerado como el regulador principal de la **biogénesis mitocondrial** en el músculo, y que parece aumentar de forma aguda tras la realización de sesiones tipo HIIT basadas en el protocolo de Wingate de modo similar a como acontece con sesiones de resistencia de larga duración [11]. Se ha conjeturado que el incremento del PGC-1 α del núcleo tras sesiones de HIIT puede co-activar los factores de transcripción que aumentarían la transcripción genética mitocondrial [11].

Aplicaciones y utilidades del HIIT cardiovascular.

Por tanto, y ante las evidencias sobre los efectos crónicos provocados, algunas de las aplicaciones potenciales más destacadas de esta modalidad de entrenamiento son las siguientes.

La **mejora del rendimiento cardiovascular (consumo de oxígeno y umbral anaeróbico)** posee especial relevancia para el rendimiento condicional de multitud de especialidades deportivas. Este es uno de los efectos y utilidades más comunes y referidos en casi todos los estudios para distintos tipos de poblaciones deportistas, de sujetos sedentarios de distintas edades, o incluso pacientes con determinadas patologías. Esto supone considerar al HIIT como una alternativa efectiva al ejercicio continuo de intensidad baja y moderada con efectos similares o superiores sobre la mejora del rendimiento cardiovascular, lo cual puede tener sustanciales aplicaciones tanto para la mejora del rendimiento específico en deportes de situación o de equipo -caracterizados por realizar esfuerzos acíclicos/discontinuos- como para deportes de resistencia de corta y media duración (caracterizados por realizar esfuerzos de carácter predominantemente cíclicos).

Otra posible utilidad y aplicación del HIIT alejada del ámbito estrictamente deportivo, y que empiezan a establecer un nuevo paradigma, es aquella relacionada con **el tratamiento, control y prevención de determinadas patologías cardiometabólicas**. Son ya suficientes los estudios publicados durante los últimos años que apuntan mejoras sobre distintos marcadores de salud de sujetos tanto con patologías cardiovasculares (insuficiencia cardíaca; hipertensión; enfermedades coronarias) como estrictamente metabólicas (diabetes tipo II; obesidad; Síndrome metabólico). Una interesante y reciente revisión [24] que analizó el impacto del HIT sobre los factores de riesgo cardiometabólico (metabolismo de la glucosa, lípidos séricos, presión arterial), determinadas medidas antropométricas de obesidad (composición corporal, IMC, circunferencia de cintura), y la salud y aptitud cardiovascular (consumo de oxígeno) en poblaciones sanas y clínicas con enfermedades cardiovasculares y metabólicas concluyó que el HIT, además de ser seguro y eficaz en pacientes con una amplia gama de disfunciones cardíacas y metabólicas, parece promover mejoras superiores en la capacidad aeróbica y mejoras similares en algunos factores de riesgo cardiometabólico en comparación con el ejercicio continuo de intensidad moderada y alto volumen cuando es realizado durante al menos de 8 a 12 semanas. Paralelamente a la emergente producción científica que sobre este tópico está apuntando la utilidad del HIIT para la mejora de la salud y bienestar de pacientes con estas patologías también se empiezan a proponer posibles aplicaciones para otro tipo de objetivos (p.e.: rehabilitación cardíaca en pacientes con enfermedad arterial coronaria e insuficiencia cardíaca [25, 26] y mejora de la función pulmonar [27]). Dicho esto, la modalidad HIIT de ejercicio cardiorrespiratorio puede tener “revolucionarias” aplicaciones en el control y prevención de determinadas patologías asociadas a un estilo de vida sedentario a la luz de los alentadores resultados de los últimos estudios y revisiones publicados. Si bien tenemos que ser cautos con estos resultados preliminares, sí que parece haber cierto consenso en reconocer que esta modalidad de ejercicio cardiorrespiratorio puede aportar beneficios mayores en determinados marcadores de salud que el ejercicio continuo de intensidad moderada de igual volumen o duración [11]. No obstante, aún queda mucho camino por investigar, y la relación dosis-respuesta de este tipo de estímulos está aún lejos de estar establecida para cada grupo de población y patología.

Si en algo parecen coincidir la inmensa mayoría de los estudios e información concerniente a los formatos HIIT de ejercicio cardiovascular sobre otros formatos de tipo continuo uniforme de alto volumen es en destacar la innegable ventaja que supone requerir un menor volumen de entrenamiento total y por tanto el ahorro de tiempo necesario para generar las adaptaciones y los beneficios vinculados anteriormente comentados [4, 11]. La ventaja de requerir menor volumen de tiempo que el ejercicio aeróbico de intensidad moderada y larga duración para conseguir similares o superiores efectos es sin duda su punto más fuerte, y considerando que la falta de tiempo es señalada como la causa o barrera principal para seguir con la participación regular de ejercicio independientemente de la edad, sexo, estatus socioeconómico y etnia [28] supone un sólido argumento de peso a su favor. En esta misma línea, también se destaca que este tipo de formato de entrenamiento puede suponer para su practicante una percepción de la sesión menos aburrida y monótona que los formatos continuos tradicionales de larga duración y resultar por ello más agradable y entretenido o atractivo [29, 30], por lo que se podría mejorar la adherencia y cumplimiento del programa de entrenamiento [29].

Otra teórica ventaja es que frente a una misma realización de volumen o tiempo de trabajo de HIIT y ejercicio continuo de baja-moderada intensidad podríamos especular un mayor gasto calórico durante el esfuerzo y una mayor

activación post-ejercicio del metabolismo basal (EPOC) [8] que, añadidos a los cambios en la capacidad y potencial oxidativo del músculo a nivel mitocondrial para la utilización de las grasas durante el ejercicio [9, 30], podría presuponer efectos promisorios sobre la mejora de la composición corporal como señalan algunos estudios y revisiones (pérdida de tejido graso subcutáneo, abdominal y/o mejora del tejido libre de grasa) [31, 32, 33, 34], aunque ciertamente existen insuficientes evidencias y resultados contradictorios sobre esta cuestión, por lo que aún falta un largo camino científico por recorrer para realizar afirmaciones categóricas a este respecto.

Consideraciones finales.

Para finalizar, nos gustaría realizar unas consideraciones finales que ayuden a resumir y contextualizar toda esta información y orientar su aplicación práctica de forma objetiva:

1. Los formatos HIIT de ejercicio cardiovascular son un potente estímulo de ejercicio con efectos agudos y crónicos prometedores para la salud y el rendimiento físico.
2. De hecho pueden ser una alternativa atractiva y eficaz al ejercicio continuo de intensidad moderada con similares o superiores efectos si son utilizados correctamente e individualizados para cada caso (con la ventaja añadida que supone el ahorro de tiempo de la puesta en práctica de esta modalidad de entrenamiento).
3. La relación dosis-respuesta de este tipo de estímulos está aún pendiente de ser establecida para cada cohorte de población, objetivo y patología, en especial a lo que intensidad y volumen mínimo y óptimo se refiere.
4. El establecimiento y control preciso de la duración e intensidad de los intervalos de trabajo y recuperación debe ser individualizado para no generar rechazo y abandono en la población poco entrenada o menos familiarizada con este tipo de entrenamiento. Comenzar por las densidades e intensidades de trabajo más bajas para progresar hacia densidades e intensidades más altas (por ejemplo, comenzar por densidades de trabajo 1:4 para progresar hacia densidades 1:2 o incluso 1:1). El control de la intensidad de trabajo mediante las escalas de esfuerzo percibido (RPE) puede ser una de las alternativas más prácticas y fiables al alcance de todos los contextos y poblaciones.
5. La correcta periodización de esta modalidad de entrenamiento con el resto de formatos más tradicionales debe estar planificada.
6. Es importante destacar también, ya que algunos tipos de ejercicio HIIT podrían estar contraindicados en ciertas poblaciones clínicas, que algunos sujetos pueden requerir una evaluación específica previa antes de comenzar un programa de ejercicio de alta intensidad (por ejemplo, pacientes cardiopatas o personas mayores con factores de riesgo).
7. Su aplicación con el propósito de reducir el componente graso de sujetos obesos y con sobrepeso parece cobrar relevancia, pero aún no podemos confirmar que este tipo de intervenciones sea siempre más efectivo que los formatos tradicionales de ejercicio continuo de moderada intensidad y alto volumen.
8. Faltan más estudios a largo plazo que confirmen la efectividad y seguridad del HIIT para reducir el riesgo y/o mejorar la salud de sujetos con enfermedades cardiometabólicas, aunque hasta la fecha casi todas las investigaciones apuntan que esta modalidad muestra ser segura y eficaz en pacientes con una amplia gama de disfunciones cardíacas y metabólicas.

Bibliografía.

1. Diccionario Real Academia de la Lengua Española. <<http://lema.rae.es/drae/?val=m%C3%A9todo>> [Consulta: 18 agosto 2013]
2. Heredia, JR; Isidro, F; Chulvi, I; Mata, F. (2011). Guía de ejercicios de fitness muscular. Editorial Wanceulen.
3. Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, Yamamoto K. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. *Med Sci Sports Exerc*; 28(10):1327-1330.
4. Buchheit M, Laursen P. (2013). High intensity interval training, solutions to the programming puzzle. part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med*. 43: 313-338.
5. Billat V. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part II: anaerobic interval training. *Sports Med*. 31 (2): 75-90

6. González-Badillo, J.J.; Ribas Serna, J. (2003): Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza. INDE. Barcelona.
7. GSe/Salud y Fitness/Enciclopedia terminológica (2013). Disponible en: <http://g-se.com/es/salud-y-fitness/wiki/carga-de-entrenamiento> [2013, 11 de febrero].
8. Boutcher, S. (2011). High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. *Journal of Obesity*. 2011:868305. doi: 10.1155/2011/868305. Epub 2010 Nov 24.
9. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, Raha S & Tarnopolsky MA (2006). Short-term sprint interval *versus* traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol*. 575, 901–911.
10. Hood MS, Little JP, Tarnopolsky MA, Myslik F & Gibala MJ. (2011). Low-volume interval training improves muscle oxidative capacity in sedentary adults. *Med Sci Sports Exerc*. 43, 1849–1856.
11. Gibala M, Little J, MacDonald M, Hawley JA. (2012). Physiological adaptations to slow volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*. 590 (5): 1077-1084.
12. Adams OP. (2013). The impact of brief high-intensity exercise on blood glucose levels. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 6:113-22.
13. Gillen JB, Little JP, Punthakee Z, Tarnopolsky MA, Riddell MC, Gibala MJ. (2012). Acute high-intensity interval exercise reduces the postprandial glucose response and prevalence of hyperglycaemia in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Obes Metab*. 14(6):575-7.
14. Gibala MJ, Little JP, van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, Raha S & Tarnopolsky MA (2006). Short-term sprint interval *versus* traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol*. 575, 901–911.
15. Little, J.P., Safdar, A.S., Wilkin, G.P., Tarnopolsky, M.A., and Gibala, M.J. (2010). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. *J. Physiol*. 588(6): 1011–1022.
16. Rakobowchuk M, Tanguay S, Burgomaster KA, Howarth KR, Gibala MJ & MacDonald MJ. (2008). Sprint interval and traditional endurance training induce similar improvements in peripheral arterial stiffness and flow-mediated dilation in healthy humans. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 295, R236–R242.
17. Tjønnå AE, Stølen TO, Bye A, Volden M, Slørdahl SA, Odegård R, Skogvoll E & Wisløff U. (2009). Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci (Lond)*. 116, 317–326.
18. Moholdt TT, Amundsen BH, Rustad LA, Wahba A, Løvø KT, Gullikstad LR, Bye A, Skogvoll E, Wisløff U, Slørdahl SA (2009). Aerobic interval training *versus* continuous moderate exercise after coronary artery bypass surgery: a randomized study of cardiovascular effects and quality of life. *Am Heart J*. 158, 1031–1037.
19. Tjønnå AE, Lee SJ, Rognmo Ø, Stølen TO, Bye A, Haram PM, Loennechen JP, Al-Share QY, Skogvoll E, Slørdahl SA, Kemi OJ, Najjar SM, Wisløff U. (2008). Aerobic interval training versus continuous moderate exercise as a treatment for the metabolic syndrome: a pilot study. *Circulation*, 118(4):346-54.
20. Whyte LJ, Gill JM & Cathcart AJ. (2010). Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism*. 59, 1421–1428.
21. Ciolac, EG. (2012). High-intensity interval training and hypertension: maximizing the benefits of exercise?. *Am J Cardiovasc Dis*. 2(2):102-10.
22. Nybo, L., E. Sundstrup, M. D. Jakobsen, M. Mohr, T. Hornstrup, L. Simonsen, J. Bülow, M. B. Randers, J. J. Nielsen, P. Aagaard, and P. Krustrup (2010). High-Intensity Training versus Traditional Exercise Interventions for Promoting Health. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 42, No. 10, pp. 1951–1958.
23. Gibala, M. (2009). Molecular responses to high-intensity interval exercise. *Appl. Physiol. Nutr. Metab*. 34(3): 428–432.
24. Kessler HS, Sisson SB, Short KR. (2012). The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Med*. Jun 1;42(6):489-509.
25. Guiraud T, Nigam A, Gremeaux V, Meyer P, Juneau M, Bosquet L. (2012). High-intensity interval training in cardiac rehabilitation. *Sports Med*. 42(7):587-605;
26. Rognmo Ø, Moholdt T, Bakken H, Hole T, Mølsted P, Myhr NE, Grimsmo J, Wisløff U. (2012). Cardiovascular risk of high versus moderate intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients. *Circulation*. 126(12):1436-40.

27. Dunham C, Harms CA. (2012). Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. *Eur J Appl Physiol.* 112(8):3061-8
28. Trost, S.G., Owen, N., Bauman, A.E., Sallis, J.F., and Brown, W. (2002). Correlates of adults' participation in physical activity: review and update. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34(12): 1996–2001.
29. Bartlett, J.D., Close, G.L., MacLaren, D.P., Gregson, W., Drust, B., and Morton, J.P. (2011). High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. *J. Sports Sci.* 29(6): 547–553.
30. Little, J.P., Gillen, J.B., Percival, M.E., Safdar, A., Tarnopolsky, M.A., Punthakee, Z., et al. (2011). Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *J. Appl. Physiol.* 111(6): 1554–1560.
31. Boudou, P.; Sobngwi, E; Mauvais-Jarvis, F; Vexiau, P; and Gautier, JF. (2003). Absence of exercise-induced variations in adiponectin levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin sensitivity in type 2 diabetic men. *European Journal of Endocrinology*, vol. 149 (5): 421–424.
32. Sijie T, Hainai Y, Fengying Y, Jianxiong W. (2012). High intensity interval exercise training in overweight young women. *J Sports Med Phys Fitness.* Jun;52(3):255-62.
33. MacPherson R, Hazell TD, Olver D, Paterson DH, Lemon W. (2011). Run sprint interval training improves aerobic performance but not maximal cardiac output. *Med. Sci. Sports Exerc.* 43 (1): 115–122.
34. Gillen JB, Percival ME, Ludzki A, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. (2013). Interval training in the fed or fasted state improves body composition and muscle oxidative capacity in overweight women. *Obesity.* Feb 1.