

Entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) como medio para la mejora de la
resistencia de deportistas en diferentes modalidades una revisión bibliográfica

Cristian Narváz Estepa

Asesor Néstor Ochoa Reyes

Universidad De Ciencias Aplicadas Y Ambientales

Ciencias De La Salud

Ciencias Del Deporte

Bogotá D.C

2022

Tabla de contenidos

Tabla de contenidos	2
Resumen	3
Introducción	4
Objetivos:	8
Objetivo general:	8
Objetivos específicos:	8
Metodología	9
Diagrama prisma	10
Operativización de variables	11
Revisión de la literatura y otras fuentes	12
Orígenes conceptuales del entrenamiento HIIT, desde una perspectiva epistemológica.	13
Contexto del entrenamiento HIIT, principios y metodología	16
La carga de entrenamiento	16
Componentes de la carga	17
Metodología del entrenamiento HIIT	18
Intensidad del intervalo:	19
Duración del intervalo:	19
Intensidad de la recuperación:	20
Duración de la recuperación:	20
Número de intervalos	20
Aplicación del entrenamiento HIIT	21
Entrenamiento de intervalos cortos	22
Entrenamiento intervalos largos	22
Entrenamiento HIIT en los deportes	23
Deportes cíclicos	25
Deportes acíclicos	27
Deportes de equipo	29
Deportes de combate	32
Deportes complejos	34
El impacto que tiene el VO2Max en el entrenamiento HIIT	36
Discusión	38
Conclusiones	40
Referencias	41

Resumen

El entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) es una metodología empleada desde hace mucho tiempo en diferentes modalidades deportivas, este proporciona múltiples beneficios en el mejoramiento del consumo máximo de oxígeno y la capacidad aeróbica, sin embargo este tipo de entrenamiento es inmensamente variable y las adaptaciones del organismo son determinadas por factores como la duración e intensidad del ejercicio, además cada deporte tiene diferentes demandas y características en fuerza y resistencia cardio vascular, por lo cual, la aplicación de la carga para un atleta va a depender principalmente de la naturaleza del deporte.

De acuerdo a lo descrito anteriormente y al creciente interés de la aplicación de este tipo de entrenamientos en diferentes disciplinas del deporte es que se propone como, el objetivo de este trabajo, realizar una revisión bibliográfica sobre el entrenamiento (HIIT), para actualizar y profundizar la información reportada, en la mejora de la resistencia (VO2Max) de deportistas en diferentes modalidades deportivas (cíclicos, acíclicos, de combate, de equipo y complejos).

Los resultados de esta investigación revelan que en las modalidades aeróbicas se generaron mejoras en el rendimiento del consumo máximo de oxígeno con distintos programas de entrenamiento (HIIT) y distintas cargas aplicadas, por el contrario, para otras modalidades se tienen en cuenta aspectos más específicos del deporte, tales como son: el predominio de la capacidad física, acciones técnicas y la duración de la competencia, en base a estas características se determina la intensidad, la duración y la densidad del intervalo en un programa HIIT.

Introducción

El entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) es una metodología empleada desde hace mucho tiempo en el contexto deportivo, se utilizó por primera vez en el siglo XX para mejorar el rendimiento en atletas olímpicos y actualmente es empleado en diferentes modalidades deportivas. Este método de entrenamiento consiste básicamente en periodos de trabajo intenso seguido por períodos de descanso o recuperación a baja intensidad (Christmas & Dawson, 1999).

Dada la aplicabilidad de este método de entrenamiento en diferentes deportes surge el interés de ahondar un poco más en su alcance y objetivos por lo que el propósito de este trabajo es realizar una revisión bibliográfica sobre el entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT), aplicado en las diferentes modalidades deportivas (cíclicos, acíclicos, de combate, de equipo y complejos), con el objetivo de evidenciar las cargas de entrenamiento que permiten su aplicación en la mejora de la capacidad aeróbica (VO₂Max), teniendo en cuenta las demandas y característica de cada modalidad deportiva.

Precisamente el entrenamiento HIIT es un método que proporciona múltiples beneficios en el mejoramiento del consumo máximo de oxígeno y la capacidad aeróbica, seguramente los componentes más importantes de la aptitud física en general (McArdle, Katch , & Katch, 2004), y ésta se convierte en la base de un programa para la preparación física de un atleta, puesto que, impacta directamente en el rendimiento del deportista.

Como afirma López Chicharro (2018), “la aplicación del HIIT hará mejorar muchas cualidades fisiológicas de carácter cardiovascular, metabólico, muscular, glucolítico, entre otros, especialmente cuando se parte de niveles bajos de adaptación fisiológica, pero el principal objetivo, desde el escenario del rendimiento, será el VO₂max” (pág. 22), a su vez, una de las principales ventajas del HIIT es optimizar el entrenamiento, puesto que provoca mejoras en la capacidad aeróbica en un menor tiempo, en contraste con otros métodos de entrenamiento y resulta más eficaz, puesto que requiere de un menor tiempo para su realización en comparación a un entrenamiento continuo de resistencia (Gibala et al, 2012).

El VO₂max o el consumo máximo de oxígeno es un concepto importante que interviene en el entrenamiento HIIT, “este representa el volumen de oxígeno consumido durante cualquier tipo de esfuerzo e indica la capacidad que tiene el organismo de utilización del oxígeno para generar energía” (García Manso, 1996), dado que las necesidades del rendimiento físico actual dependen de cierto modo en la capacidad para producir energía de manera permanente y prolongada, en consecuencia, la mejora del VO₂max va ser que el deportista obtenga un mejor rendimiento y esta, implica lograr mejorías en todos los órganos y sistemas del organismo que, de forma directa o indirecta, participan en el proceso de llevar el oxígeno desde el aire atmosférico hasta las mitocondrias. (Wasserman, 1987).

Por otro parte, cada deporte tiene diferentes demandas y características en fuerza y resistencia cardio vascular, por lo cual, la aplicación de la carga para un atleta va a depender principalmente de la naturaleza de las acciones físicas, técnicas y la duración de la competencia. Según lo expuesto se encuentran deportes con demandas de fuerza alta y resistencia baja o de corta duración (atletismo, halterofilia, entre otros), también con demandas de fuerza y resistencia moderada (modalidades del ciclismo), y deportes con demanda mixta (futbol, baloncesto, natación, combate, entre otros) (Escobar, 2018).

Cabe resaltar que muchos deportes se componen de acciones de alta intensidad, alternadas con acciones de baja intensidad o pausas, los cuales son los principios básicos de un entrenamiento HIIT, por ejemplo: en las competencias de boxeo cada uno de los rounds o asaltos tiene una duración 3 minutos y entre cada uno de ellos hay un período de descanso de un minuto, durante el periodo de asalto el boxeador debe producir desplazamientos rápidos, acciones explosivas, a su vez golpes potentes, y ser capaz de recuperarse para repetir estas acciones una y otra vez durante el round.

Probablemente el entrenamiento HIIT resulta ser el más adecuado para la mejora del VO₂max en las distintas modalidades deportivas, considerando que el aumento en la intensidad de un ejercicio determina un incremento simultáneo en el consumo de oxígeno, a partir de un estímulo determinando (García Manso, 1996), sin embargo esto se puede lograr controlando y manejando diferentes parámetros de las cargas y estímulos del entrenamiento de manera más óptima y eficaz, sin ignorar cada parte del proceso que conlleve a mejorar la capacidad aeróbica, con una metodología específica a los requerimientos del deporte, teniendo en cuenta la condición física y la evolución de la competencia deportiva, es por esto que el proceso de mejora no siempre se logra con más volumen de entrenamiento total.

Así mismo, se puede plantear como principal hipótesis que una de las dificultades a la hora de aplicar un entrenamiento HIIT para cierta modalidad deportiva, es que se llevan a cabo programas genéricos o estandarizados, es decir, los mismos para todos los deporte y atletas en los que se puede generar un estímulos “cargas inadecuados” que no ocasionan ninguna adaptación en el rendimiento o un estancamiento en los deportistas o incluso en el peor de los escenarios una lesión grave para el deportista, (Rynecki, 2019), es por ello que se hace fundamental recurrir a un entrenamiento que tenga en cuenta las necesidades de cada deporte y deportista según las características para aplicar las cargas óptimas en un entrenamiento HIIT.

Ahora bien, se hace importante resolver la siguiente inquietud ¿Cuáles son los factores determinantes del entrenamiento HIIT en las diferentes modalidades deportivas? ¿cómo afecta el VO2max en los entrenamientos tipo HIIT?

Objetivos:

Objetivo general:

Actualizar y profundizar la información reportada sobre el entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) como medio para la mejora de la resistencia de deportistas en diferentes modalidades.

Objetivos específicos:

Realizar una revisión de los orígenes conceptuales del entrenamiento HIIT.

Analizar el contexto del entrenamiento HIIT, en las cinco (5) modalidades deportivas (cíclicos, acíclicos, de combate, de equipo y complejos) teniendo en cuenta sus demandas físicas.

Contrastar el impacto que tiene el VO2Max en el entrenamiento HIIT.

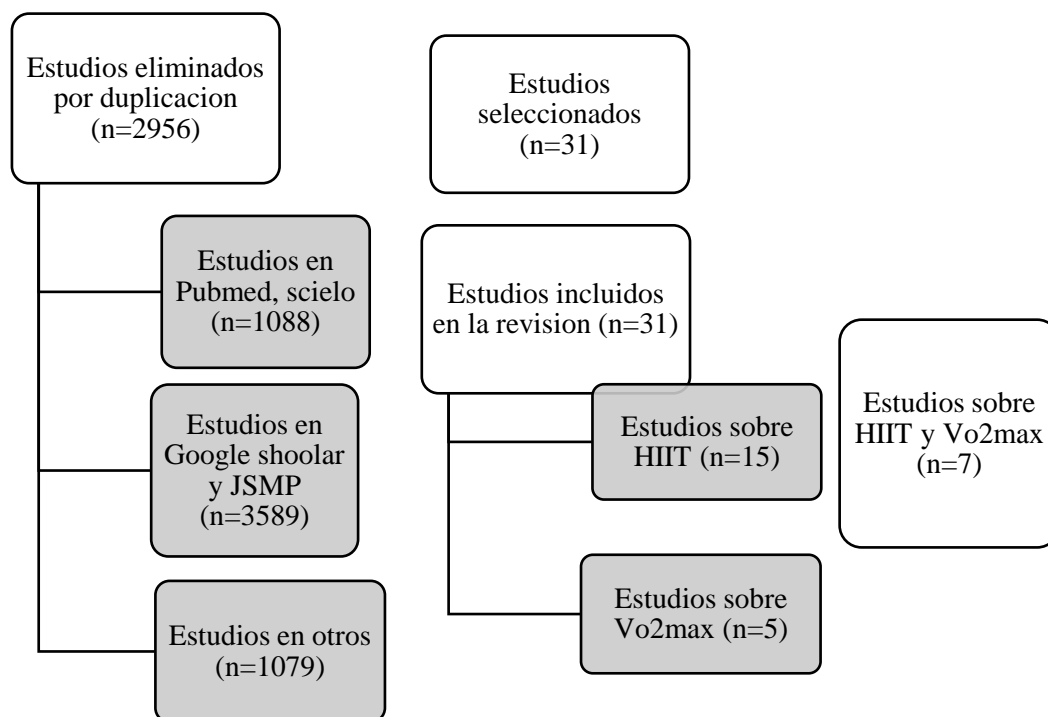
Metodología

La metodología planteada para la elaboración de esta monografía es de carácter descriptivo y cualitativo, donde se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica de estudios sobre el entrenamiento HIIT, teniendo en cuenta cuales son los factores determinantes para las diferentes modalidades deportivas y efectos que se pueden generar en el VO2Max del deportista.

En la búsqueda de artículos se incluyeron bases de datos como: Pubmed, Google scholar, Journal of sports and science medicine, Hindaw, Pmc. En donde a través del motor de búsqueda, se ingresaron las palabras clave: Hiit training, endurance, aerobic capacity, VO2max, sports and Hiit. Para la selección de artículos no hubo restricción de tiempo y se realizó lectura crítica del abstract del material seleccionado los cuales contienen el tema de interés, dicho material seleccionado se caracterizó a través de matriz de análisis en Excel que contiene: título, palabras claves, metodología, año de publicación bibliografía, país donde se realizó el estudio, tipo de estudio, resultados relevantes, conceptos relevantes, determinantes identificados, conclusiones y recomendaciones.

Diagrama prisma

Figura 1 Depuración de variables



Se seleccionaron los artículos que dejaban ver el texto completo, y esto redujo en gran manera la cantidad de investigaciones seleccionadas, se eliminaron los estudios duplicados o que no cumplían los criterios de estudio, por último, se comenzó a revisar qué investigaciones eran realmente funcionales para esta monografía, sobre el HIIT en determinada modalidad deportiva y las conclusiones obtenidas sobre el Vo2max.

Operativización de variables

Tabla 1 Variables

Objetivo específico	Variable	Índice	Instrumento
Realizar una revisión de los orígenes conceptuales del entrenamiento HIIT.	Orígenes	Historia (Epistemología)	Matriz Bibliográfica
Analizar el contexto del entrenamiento HIIT en las cinco (5) modalidades deportivas (cíclicos, acíclicos, de combate, de equipo y complejos) teniendo en cuenta sus demandas físicas.	Cargas del entrenamiento HIIT	Entrenamiento HIIT en los deportes	Matriz Bibliográfica
Contrastar el impacto que tiene el VO2Max en el entrenamiento HIIT.	Aplicación del entrenamiento HIIT		Matriz Bibliográfica

Revisión de la literatura y otras fuentes

El entrenamiento deportivo constantemente es discutido sobre cual metodología o qué tipo de entrenamiento es el más adecuado para alcanzar el mejor rendimiento físico, en muchas ocasiones se suelen seguir los mismos protocolos ya realizados anteriormente, por no tener en cuenta lo que implica las demandas físicas del deporte, los efectos fisiológicos adversos producidos por mezclar varias habilidades atléticas, fatiga excesiva provocada por períodos prolongados de entrenamiento con múltiples objetivos; adaptaciones insuficientes por introducir estímulos muy bajos para optimizar otras capacidades, (Vladimir, 2010).

El entrenamiento HIIT es muy popular en el deporte actual, pero se ha encontrado que este tipo de entrenamiento es inmensamente variable y que las adaptaciones del organismo son determinadas por factores como la duración e intensidad del ejercicio (Camacho, 2014); teniendo en cuenta lo anterior es importante que el entrenamiento HIIT se controle y maneje los componentes principales a la hora de plantear una sesión de entrenamiento teniendo en cuenta las demandas del atleta para su deporte, lo cual va permitir establecer alternativas específicas considerando los factores y efectos del entrenamiento HIIT en el deporte.

El HIIT ha sido una parte más de los programas de entrenamiento para mejorar el rendimiento deportivo, se sabe de su eficacia y resultados para mejorar adaptaciones relacionadas al VO₂max, pero estas van a estar determinadas por la intensidad con la cual se realice el ejercicio. (García Pallarés , 2012).

Además, una vez que un deportista altamente entrenado ha alcanzado ciertos valores de VO₂max, este no es mejorado aplicando un entrenamiento continuo de resistencia con un mayor volumen de la carga sub-máxima. Por consiguiente, para los deportistas altamente entrenados la mejora en el rendimiento de la capacidad aeróbica parece ser que se puede lograr a través de entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) (Fader, 2013).

Orígenes conceptuales del entrenamiento HIIT, desde una perspectiva epistemológica.

Es difícil señalar un origen claro del entrenamiento de intervalos de alta intensidad (High Intensity Interval Training o HIIT, por sus siglas en inglés), dado que se formula que los ejercicios o actividades de alta intensidad se manifiestan desde la prehistoria, en la antigua Grecia y Roma. Sin embargo, en 1850 los entrenadores Robertson, Crowley y Murphy en los estados unidos realizan entrenamientos de tramos cortos de velocidad alternados con descansos. Más adelante Pihkala en 1912 creó el sistema finlandés de intervalos que consistía en 4 – 5 series de 100 – 200 metros intensos con recuperación de varios minutos.

En los años 30 Reindell utiliza carreras cortas de intervalos con descansos y el fisiólogo alemán Woldemar Gerschler propone entrenamientos de carreras largas alternadas con carreras cortas en pista de atletismo controlando los tiempos.

Después de que fue escrito por primera vez por Reindell y Roskamm, se populariza más en la década de los 50 a través de las hazañas de Emil Zatopek, campeón olímpico de los 5k, 10k y maratón en 1952, a partir de este hecho, diversos autores realizan en décadas posteriores estudios sobre las diferentes respuestas fisiológicas que produce el HIIT en el organismo, como son los niveles de concentración de lactato en sangre, consumo máximo de oxígeno, frecuencia cardiaca, entre otros (Fader, 2013). A Europa llega a finales de los años 60 y se investiga más sobre el HIIT en este continente.

Debido a esto se plantea que entre los años cincuenta (50) y setenta (70) Reindell y Gershler son los pioneros junto con Roskamm que fue uno de los primeros en escribir sobre el entrenamiento de intervalos.

Más adelante Peter Coe aplica un programa de entrenamiento HIIT, realizando series de 200 metros intensos con descansos de 30 segundos a su hijo Sebastian Coe que sería campeón olímpico de 1500m en Moscú (1980) y en los ángeles (1984). Luego en 1996 aparece Izumi Tabata y expone su protocolo de 8 series de 20 segundos seguidos por 10 segundos de descansos, denominado tabata demostrando los mismos e incluso más beneficios en comparación con la carrera continua. Partiendo de este momento surgen otras modalidades relacionadas con los intervalos de alta intensidad como son el Crossfit, método Little-Gibala. método Timmons, entre otros.

A lo largo de la historia se ha planteado diversas definiciones para el entrenamiento HIIT en las cuales han participado diferentes autores del entrenamiento físico: Tipo de entrenamiento que se caracteriza por esfuerzos de alta intensidad (85% a 250% VO₂máximo durante 6 segundos a 4 minutos) alternados con periodos de descanso o recuperación activa a baja intensidad (20% a 40% VO₂ máximo durante 10 segundos a 5 minutos) (Batacan, Duncan, Dalbo, Tucker, & Fenning, 2017).

Según la clásica definición de Per-Olof Astrand, como “breves explosiones de ejercicio intenso, con una duración inferior a un minuto” (Astrand, 1960). Esta definición fue complementada por (Christmas & Dawson, 1999), quienes lo definen como un tipo de esfuerzo compuesto de períodos frecuentes de trabajo intenso seguidos por períodos de recuperación a menos intensidad.

También más reciente definido como unidades repetidas de ejercicio a alta intensidad, que van del umbral ventilatorio 2 (VT₂) a intensidades supra-máximas, intercaladas con periodos de recuperación de baja intensidad o descanso completo (Peña, y otros, 2013). Con gran valor se reconoce que sea un método de extensa investigación teniendo en cuenta las repercusiones a nivel deportivo a lo largo de los años, por lo cual no es de sorprender que en la actualidad se siga utilizando para mejorar el rendimiento deportivo, pero reconociendo que este ha evolucionado según las necesidades del deporte para aplicar unas cargas y medios de entrenamiento determinadas.

Contexto del entrenamiento HIIT, principios y metodología

La carga de entrenamiento

La carga de entrenamiento se considera un conjunto de exigencias mecánicas, químicas y psicológicas inducidas por el entrenamiento y la competición que provocan un estado de desequilibrio en el organismo del atleta (González Badillo & Ribas Serna, 2002). En busca de adaptaciones que influyan de manera positiva a la condición física del atleta. Dado que la carga de entrenamiento requiere de un esfuerzo según sea el estímulo para provocar efectos sobre el estado funcional del organismo (Zintl, 1991, pág. 12). Todos los estímulos efectuados sobre el organismo, o la alteración de la homeostasis generado como resultado de la exigencia producen respuestas adaptativas a nivel interno o lo que se conoce como carga interna.

De manera general estas adaptaciones provocadas por la carga de entrenamiento se pueden considerar agudas o acorto plazo y crónicas a largo plazo, dependiendo de su propia acción específica hacia los organismo y estructura del atleta (Virus, 1996). Se debe tener en cuenta tres principales componentes: volumen, intensidad y densidad que son los que definen la carga de entrenamiento y que según se aplique estos principios se puede lograr adaptaciones específicas para el rendimiento de un atleta para una modalidad deportiva.

Componentes de la carga

En el entrenamiento siempre se deberá diferenciar los distintos estímulos como la intensidad, el volumen, la duración o el tiempo de descanso para conseguir adaptaciones en los deportistas (Gibala, Little, Macdonald, & Hawley, 2012).

La intensidad es el aspecto cualitativo de la carga, dicho de otra forma, el esfuerzo realizado según la capacidad máxima estimada (peso levantado en kg o libras, %FCmax, %VO2max, %FCreserva, o %VAM); además es considerada como la principal variable o componente a orientar y condicionar las adaptaciones del entrenamiento. (Gibala, y otros, 2006). La densidad es la relación entre el trabajo y el descanso o recuperación, a mayor densidad mayor estímulo o carga y viceversa. (Helgerud, y otros, 2007), El volumen de entrenamiento es la medida cuantitativa de la carga y se puede manifestar de diferentes formas (repeticiones, series, horas, minutos, segundos, metros o kilómetros).

También aparecen otros dos tipos de cargas; la carga interna que produce efectos dentro del organismo y carga externa que se refiere a estímulos del mundo exterior para producir efectos sobre la carga interna (Mora, 1995).

Es importante establecer de manera específica los componentes de la carga de entrenamiento, teniendo claras las adaptaciones o efectos que estos puedan provocar al organismo dado que estos van a acondicionar el rendimiento del atleta en determinado deporte según se oriente las cargas durante el entrenamiento para el logro de los objetivos físicos.

Metodología del entrenamiento HIIT

Para el desarrollo del entrenamiento HIIT, es necesario usar distintas cargas de trabajo teniendo en cuenta el estímulo deseado en relación con la respuesta fisiológica del organismo para generar adaptaciones específicas; de acuerdo con los efectos a largo o corto plazo y los factores específicos e individuales en el deporte. No obstante, un atleta altamente entrenado parte con una elevada capacidad aeróbica y un grado de adaptación alto a numerosos estímulos fisiológicos, relacionados a la utilización y suministro de oxígeno lo cual hace que sea muy difícil mejorar en estos aspectos. De modo que el grado de mejora es menor, pero a pesar de esto mediante el HIIT se suelen dar mejoras del 2% a un 4% en estos deportistas que resultan significativos e importantes para el rendimiento (Fader, 2013).

Tomando como base lo descrito anteriormente, se establecen variables o componentes a controlar y manejar para la prescripción del entrenamiento HIIT; puesto que, según se modifiquen estos componentes específicos, se genera impacto directo sobre las respuestas fisiológicas del organismo. (Buchheit & Laursen, 2013).

Partiendo de los trabajos de López Chicharro y Vicente Campos en el 2018, se plantean cinco componentes principales a controlar y manejar en una sesión de entrenamiento HIIT:

1. Intensidad del intervalo
2. Duración del intervalo
3. Intensidad de la recuperación:
4. Duración de la recuperación

5. Número de intervalos

Intensidad del intervalo:

Es el componente más importante para establecer los efectos de mejora en el organismo. La intensidad se puede determinar con la percepción subjetiva del esfuerzo mediante la escala de Borg o de manera cuantitativa se establecen los porcentajes de la frecuencia cardiaca máxima (FCM) o de reserva (FCR), el consumo máximo de oxígeno (VO₂max), la potencia aeróbica máxima (PAM) y en función de la variable de referencia que se tome para determinar la intensidad del ejercicio las respuestas fisiológicas variarán (Tschakert & Hofmann, 2013).

Cuanto mayor sea la intensidad del ejercicio menor debe ser el tiempo de ejecución del ejercicio hasta la fatiga, por ejemplo, López Chicharro y Vicente Campos establecen que una intensidad de ejercicio asociada v/p VO₂max (VAM/PAM) puede ser soportada durante 4 a 6 minutos, mientras que una intensidad del 120% VAM/PAM podrá ser soportada entre 2 – 2,5 minutos y esto también va a depender de la capacidad del atleta y el estado de entrenamiento.

Duración del intervalo:

Teniendo en cuenta el porcentaje de la intensidad se programa la duración del intervalo, para que el atleta sea capaz de soportar de manera idónea el ejercicio y lograr las adaptaciones estimadas en el atleta.

Intensidad de la recuperación:

La fase de recuperación es crucial a la hora de que el atleta sea capaz de realizar de la manera más eficaz posible cada intervalo del entrenamiento manteniendo la intensidad planteada; la recuperación va a depender de variables como el metabolismo muscular para disminuir la concentración de lactato en sangre, la resíntesis de fosfocreatina y la restauración de oximioglobina (Tschakert & Hofmann, 2013). Pero considerando que esta puede variar en base al conocimiento científico y perfil del deportista.

Duración de la recuperación:

La recuperación activa entre los intervalos permite disminuir a tiempo el tiempo necesario para alcanzar el VO₂max, induce a una mayor contribución del metabolismo aeróbico, así mismo, es recomendado para intervalos largos de entrenamiento; pero hay que tener en cuenta que producir la dificultad de resíntesis de fosfocreatina por consiguiente un efecto negativo en los siguientes intervalos afectando la intensidad, también va a depender del perfil del atleta. Se recomienda que la recuperación deberá ser de por lo menos 3 a 4 minutos.

La recuperación pasiva entre intervalos permite aplicar mayores intensidades del ejercicio y se recomienda para momentos donde la duración del descanso es menor a 2 – 3 minutos.

Número de intervalos

Hace referencia al volumen de la carga y va a depender según López Chicharro (2018) “de la suma de todos los intervalos de ejercicio deberá ser mayor que el tiempo que el atleta puede alcanzar en una sesión de ejercicio continuo a la misma intensidad hasta el agotamiento”

Además, el volumen junto con la intensidad de la carga va a estar directamente relacionado y condicionado en función de las exigencias competitivas u objetivos del entrenamiento, ya que determinadas variaciones de la carga de entrenamiento pueden producir efectos positivos, nulos o negativos (González Badillo & Izquierdo Redin, 2006).

Es importante entender los diferentes factores que pueden influir en el entrenamiento HIIT debido a que a partir de estos se logran el tipo de adaptaciones deseadas y se establecen de manera específica las cargas más convenientes para la modalidad o deporte que practica el deportista.

Aplicación del entrenamiento HIIT

Se pueden encontrar diferentes protocolos y definiciones del entrenamiento HIIT que se distinguen entre ellos por la duración del intervalo, el número de series y repeticiones, respecto al tipo de estímulo (modalidad o medios, intensidad y duración) y por último en relación a la pausa del intervalo (tipo y duración). Así pues, aparecen denominaciones como el HIIT de intervalos cortos e intervalos largos, el HIT (high Intensity trainig), SIT (sprint interval training), HIIT (high intensity interval training), o HIIT (high intensity intermittent training), HIE (high intensity exercise), lo cual indica distintos protocolos para modificar e implementar en los programas de entrenamiento (Añon, 2013).

Y por ello, la base del entrenamiento HIIT implica repetir series de ejercicio cortas o largas de alta intensidad intercaladas con periodos de recuperación, de manera que es necesario modificar o controlar estos componentes ya mencionados según sean las demandas y adaptaciones para el deporte.

Entrenamiento de intervalos cortos

Los intervalos cortos implican intensidades superiores o cercanas a la velocidad del VO₂max, con tiempos del intervalo hasta de 30 segundos, con pausas de descanso mayores o igual al intervalo y que pueden variar dependiendo el objetivo del entrenamiento. Este tipo de entrenamiento ha demostrado que previene la disminución del glucógeno muscular mediante el uso de lípidos para producir energía, comparado con un trabajo realizado a la misma velocidad; también los periodos de descanso en intervalos cortos provocan aumento de la mioglobina en el músculo, lo que permite reducción de los niveles de concentración de lactato y por tanto una mayor producción de ATP.

Estudios realizados proponen utilizar los intervalos cortos para el desarrollo de la resistencia anaeróbica láctica de carrera, y también ha demostrado efectividad en la mejora de la potencia aeróbica (Gorostiaga, Walter, Foster, & Hickson, 1991).

Entrenamiento intervalos largos

Los intervalos largos se caracterizan por establecer intensidades del 90% hasta el 100% del VO₂max o la frecuencia cardiaca, con tiempos de trabajo del intervalo de 45 segundos en adelante, por lo general entre uno y dos minutos o entre dos y tres minutos, y una duración de la recuperación, que si es pasiva será por debajo de 3 minutos y si es activa será mayor a 3 minutos. Con una duración total de la sesión de 7 minutos a 10 minutos. (Buchheit & Laursen, 2013).

En estudios realizados por Astrand y Christensen (1960) encontraron que los intervalos más largos (2 a 3 minutos) produjeron concentraciones de lactato en sangre más altas que intervalos más cortos (30 segundos a 1 minuto). Por esto utilizar intervalos largos es fundamental para trabajar la velocidad específica en corredores de media y larga distancia, teniendo en cuenta que este aumento del lactato contribuye al incremento de la capacidad contráctil de la célula muscular, además permite la prolongación del tiempo de trabajo por encima de un nivel crítico y a la rápida instauración de un nivel de consumo de oxígeno más adecuado para las demandas de potencia, (Billat, 2001).

También cabe señalar que el HIIT aplicado a una intensidad entre el umbral de lactato y la V_{max} tiene el potencial de incrementar el VO_2 al nivel del VO_{2max} (Laursen & Jenkins, 2002).

Entrenamiento HIIT en los deportes

Desde hace muchos años los deportes se han clasificado de distintas formas para definir las modalidades deportivas, una de las clasificaciones más relevantes es la expuesta por Bouet en 1968 y las ordena en: deporte de combate, deporte de pelota, deportes atléticos y gimnásticos, deportes en la naturaleza y deportes mecánicos, al mismo tiempo Durant los organiza en: deportes individuales, deportes de grupo, deportes de combate y deportes en la naturaleza.

Por otro lado desde otra perspectiva, la escuela soviética propone una clasificación a partir de la periodización del entrenamiento aplicada a cada deporte, la cual se basa al tipo de esfuerzo físico requerido y fue establecida por Matveiev en (1975) que lo ordeno en: deportes acíclicos, deportes con predominio de resistencia, deportes de equipo, deportes de combate o lucha y deportes complejos y pruebas múltiples; esta clasificación se va utilizar para determinar el entrenamiento HIIT en los deportes dependiendo la modalidad y el esfuerzo físico demandado.

Las diferentes modalidades deportivas demandan distintas adaptaciones físicas a los atletas, desde los tipos de fibra musculares, condición cardiovascular, enzimáticas y la capacidad para producir energía que son necesarias para la competencia; como en deportes de resistencia se puede encontrar una mayor estimulación de fibras tipo 1, también mejor condición cardiovascular debido a mayores adaptaciones en el corazón en comparación con atletas de potencia, sin embargo en estos se desarrollan músculos más fuertes y potentes, asimismo en atletas de equipo se logra generar una resistencia aeróbica similar a los de resistencia y una fuerza parecida a los de atletas de potencia.

Por el contrario, el VO₂max sea determinado que es mayor en atletas de resistencia que en los atletas de potencia y equipo, pero sin diferencias significativas (H, Degens, et al.,2019) lo cual muestra la importancia del VO₂max independiente a la modalidad deportiva.

Deportes cíclicos

Deportes cíclicos o deportes con predominio de resistencia, requieren de un esfuerzo sostenido por periodos prolongados, se distinguen por realizar movimientos a intensidades sub-máximas como son las pruebas de medio fondo, natación 100 y 400 metros, entre otros. También los que manejan intensidad alta y media, pruebas de 5000, 3000 y 1500 metros, entre otras. El entrenamiento HIIT en atletas de resistencia permite mejorar en la composición corporal ya que se puede mezclar con ejercicios de fuerza y potencia, elevar el VO₂max y la velocidad con un menor volumen de trabajo o carga (Sánchez, 2013).

Esfarjani & Laursen, (2007) realizaron un estudio sobre 17 corredores hombres moderadamente entrenados con 2 a 3 años de entrenamiento, dividieron a los atletas en dos grupos; el grupo 1 que se le aplicó un programa HIIT de 5 a 8 intervalos al 60% resistiendo tiempos máximos de la velocidad máxima del VO₂max; al grupo 2 se le aplicó 7 a 12 intervalos, utilizando intensidades de 130% de la velocidad máxima del VO₂max con 4 minutos y medio de recuperación, el cual concluyo en la mejora del rendimiento aeróbico, el consumo máximo de oxígeno y la velocidad máxima de carrera en ambos protocolos.

En el estudio de Stöggl & Sperlich (2014) ejecutaron un programa de entrenamiento para 21 atletas altamente entrenados de resistencia, corredores de media y larga duración todos ellos con un rango de VO₂max entre 52 - 75 ml/kg/min; este constaba de un HIIT 4x4 minutos al 90 - 95% FCmax, con 3 minutos de recuperación activa, en los resultados se observó una disminución de la masa corporal siguiendo únicamente el protocolo HIIT, también demostró mejoras en el consumo máximo de oxígeno (VO₂max).

Sperlich et al. (2010) compararon los efectos de un entrenamiento HIIT frente un entrenamiento con alto volumen durante 5 semanas, para mejorar el rendimiento en 26 nadadores jóvenes de competición. Realizaron 5 sesiones por semana, manejando intensidades para cada intervalo por encima del 90% utilizando la escala de percepción del esfuerzo de Borg; ejecutaron 10 a 15 intervalos de 20 metros, la duración de la sesión era de 30 minutos versus 60 minutos para entrenamiento con alto volumen, el estudio encontró que el HIIT mejoraba en menor tiempo el consumo máximo de oxígeno.

Por su parte Kohn, Essén-Gustavsson, & Myburgh, (2011) implementaron un programa de 12 sesiones en banda rodante para 18 corredores de 3000 metros y media maratón, empleando intensidades al 94% de la velocidad pico de la banda y al 60% de la velocidad individual en cada intervalo, al finalizar el protocolo se concluyó que no hubo mejoras en el VO₂max, tampoco evidenciaron cambios en fibras musculares.

Sin embargo, Laursen, (2012) habla de la eficacia de realizar entrenamientos por intervalos manejando intensidades en ejercicios que demanden el VO₂max, lo cual permita trabajar en función de mantener o extender el tiempo a esa intensidad durante un entrenamiento de intervalos, lo que al parecer resulta beneficioso para atletas que desean mejorar su rendimiento en resistencia.

El entrenamiento HIIT, es una herramienta óptima para atletas de resistencia de rendimiento y moderadamente entrenados, teniendo en cuenta su eficacia comparada con entrenamientos de volúmenes altos, lo cual es importante debido a que se puede cuidar al deportista contra lesiones y factores que son negativos en el rendimiento, como pueden ser la fatiga producida por exageradas cargas del entrenamiento. Además, el HIIT puede producir mejoras en el VO₂max en menor tiempo; pero es necesario utilizar intensidades cercanas o iguales al VO₂max y ejercicios que permitan soportar el mayor tiempo posible sobre esta intensidad.

Deportes acíclicos

Los deportes acíclicos se caracterizan por movimientos de intensidad máxima y son aquellos donde predomina la fortaleza veloz, como los saltos y lanzamientos en atletismo, la halterofilia, las pruebas de velocidad y los deportes que se componen por acciones tanto de velocidad o potencia. El entrenamiento HIIT utilizado a intensidades de umbral anaeróbica tiene mejoras en retardar la manifestación de la fatiga muscular posterior a las sesiones de entrenamiento; lo cual es clave, dado que para atletas altamente entrenados es indispensable manejar cargas supra-máximas (>100% VO₂max) y también controlar la duración de las pausas para mejorar el rendimiento (Margaria, Oliva, & Di Prampero, 1960), citada por (Billat, 2001).

Germano et al. (2018) analizaron la influencia aguda de diferentes tiempos de recuperación (2 min y 8 min) y diferentes tipos de recuperación (activa y pasiva) en un programa de entrenamiento HIIT, consistía en cinco intervalos de sprint máximos de treinta segundos, en la cinta, los resultados mostraron que la recuperación pasiva larga (8 min) en comparación con una recuperación pasiva de (2m) se puede mantener el rendimiento mayor durante los cinco intervalos, por lo contrario la recuperación activa (2m y 8m) indujeron una disminución significativa en el rendimiento. Estos resultados encontraron una disminución significativa en la Potencia media utilizando la recuperación de dos minutos mostró una mayor disminución de la magnitud en comparación con la recuperación más larga y pasiva.

Por otro lado, Korakakis et al. (2018) Compararon el efecto de dos protocolos de entrenamiento HIIT, un modo aeróbico (AM) y un modo de fuerza (SM), sobre la capacidad y fuerza aeróbica en 16 atletas de levantamiento de peso hombres, dos sesiones por semana durante ocho semanas, el grupo AM trabajaban a intensidades del 85% de la frecuencia cardiaca máxima o entre 8 - 9 de la escala del esfuerzo de Borg, durante 30 segundos de un periodo con un periodo de recuperación de un minuto y 30 segundos.

El grupo SM realiza ejercicios compuestos como peso muerto y sentadillas al 60% de 1RM. realizando repeticiones hasta sentir el 8 - 9 de percepción del esfuerzo medido por la escala de Borg, El rango resultante fue de 8 a 15 repeticiones que duraban entre 15 a 30 segundos con intervalos de un minuto y 30 segundos de recuperación pasiva. Los resultados obtenidos en la capacidad aeróbica demostraron que ambos grupos mejoraron, pero hubo diferencias significativas en los efectos del VO2Max en el grupo aeróbico (SM).

Este estudio evidencia que la capacidad aeróbica y la fuerza se pueden mejorar simultáneamente usando el entrenamiento HIIT independientemente del modo de ejercicio, pero se debe manejar una recuperación completa entre intervalos, esto se debe posiblemente a que una recuperación pasiva más larga resulta en una mejor restauración intracelular, resíntesis de los sustratos energéticos principales para este tipo de deportes.

El HIIT en este tipo de modalidad deportiva permite entrenar a la máxima intensidad posible en varias sesiones a la semana sin variar las intensidades o acumular fatiga combinando entrenamiento de fuerza explosiva y resistencia, (Hamilton, Paton, & Hopkins, 2006) lo cual es determinante en estos atletas ya que su componente principal son las acciones de mayor intensidad, y también cuidando a los atletas de posibles lesiones debido a estrés que este tipo de entrenamiento conlleva.

Deportes de equipo

Son deportes de alta intensidad y de carácter intermitente, con pausas de tiempo por periodos prolongados como, por ejemplo: baloncesto, futbol americano, futsal entre otros. También otros deportes de equipo de alta intensidad con pocas interrupciones como: rugby, hockey, futbol, waterpolo entre otros. Teniendo en cuenta que en cada deporte varían las necesidades técnicas y físicas; determinadas también por habilidades más específicas según la posición y características del atleta, para el funcionamiento del equipo de manera conjunta en la competencia.

En el estudio Rowan, Kueffner, & Stavrianeas, (2012) determinaron que el entrenamiento HIIT, es comparable a un entrenamiento de resistencia tradicional para mejorar la capacidad aeróbica durante un periodo de cinco semanas, aplicado a jugadoras de fútbol (n=13) divididas en dos grupos, realizando pruebas de VO₂máximo y test de recuperación intermitente yo-yo, por medio de intervalos de corta duración a alta intensidad, fueron cinco intervalos de 30 segundos de Spring máximo seguido de cuatro minutos de recuperación activa, dos veces a la semana, el programa de entrenamiento concluyó en mejoras significativas en los valores del VO₂máximo ofreciendo un estímulo aeróbico adecuado con un ahorro de tiempo considerable.

También en un estudio similar (Gaetano & Rago, 2014) llevaron a cabo un programa que comparó los efectos en la mejora de la capacidad aeróbica de un programa HIIT, divididos en dos grupos de jugadores de fútbol juveniles (n=20), según los resultados del test de Cooper se concluyó que el entrenamiento utilizado a intensidad del 90%FCmax conducen al aumento significativo del VO₂máximo.

En otro estudio reciente (Aschendorf, Zinner, Delextrat, Engelmeyer, & Mester, 2018), investigaron los efectos de un entrenamiento HIIT, específico de baloncesto durante cinco semanas sobre el rendimiento en jugadores de baloncesto jóvenes, participaron 24 deportistas en el estudio, que concluyó en un aumento del 26,5% en las pruebas intermitentes yo-yo y también logro una mejora en el rendimiento aeróbico en los jóvenes atletas.

En una investigación de la universidad de Antioquia, exponen los efectos de un plan de entrenamiento de 4 semanas de intervalos medios sobre el consumo máximo de oxígeno e índice de recuperación en jugadoras féminas de rugby subacuático (n=9) se desarrollan 10 sesiones semanales, durante las 4 semanas; el programa consistía en 14x100/90 segundos de recuperación entre 160 – 170 p/m con un promedio del 74 – 84% de la FCmax , después de 4 semanas se obtuvieron resultados positivos en el consumo máximo de oxígeno, con un promedio de mejora del 4,3%.

Dupont G. y otros (2019), demostraron que el entrenamiento HIIT aplicado durante periodos competitivos, mejora las cualidades físicas, la velocidad aeróbica máxima en jugadores de futbol profesional (n=22), en 2 periodos de entrenamiento consecutivo de 10 semanas, el primer periodo consistía en 12 – 15 sprints que duraban 15 segundos a 120% de la velocidad aeróbica máxima alternado con 15 segundos de descanso, el segundo periodo realizaron sprints de 40 metros de 12 a 15 intervalos con 30 segundos de descanso. Por lo tanto, el HIIT es eficaz a la hora de mejorar la capacidad de la resistencia aeróbica en un programa de entrenamiento a corto plazo.

Mejorar el VO₂max en deportes de equipo puede significar mejorar en el rendimiento físico general de un equipo, lo cual proporciona una ventaja, debido a que se es capaz de competir a un ritmo elevado la mayor parte del juego y retardar la fatiga en los jugadores.

Estos resultados evidencian la importancia de entrenamiento HIIT en los deportes de equipo, sobre todo cuando se utilizan intervalos cortos de trabajo, que implican intensidades muy altas en tiempos cortos, lo cual parece ser ideal para deportes de equipo dado su naturaleza intermitente, movimientos explosivos y cambios de ritmo, además se evidenció que 5 semanas de entrenamiento HIIT son suficientes para generar buenos resultados, en la mejora de la capacidad aeróbica, la resistencia y el VO₂max. Sin embargo, se debe resaltar los requerimientos técnicos-tácticos basados en el juego y las habilidades específicas del deportista para determinar las cargas y medios del entrenamiento.

Deportes de combate

Los deportes de combate se caracterizan por acciones de alta intensidad y carácter intermitente, en las que se requieren habilidades específicas tanto técnicas, como tácticas, consiste en enfrentamientos directos entre dos oponentes como son: el boxeo, esgrima, lucha, judo, taekwondo, entre otros. En estos los factores para mejorar el rendimiento físico son diversos siendo las cualidades más importantes la fuerza, la potencia y la resistencia (Franchini, Sterkowicz, Szmatlan-Gabrys, & Garnys, 2011).

Monjes L. et al. (2017) determinaron los efectos del entrenamiento en intervalos de alta intensidad (HIIT) sobre el rendimiento deportivo de los atletas de Taekwondo, dividieron aleatoriamente treinta y tres atletas universitarios masculinos y femeninos en un grupo HIIT (n:16) y los demás en grupo de carrera continua de alta intensidad (HICR) (n:17). El grupo HIIT realizó un entrenamiento de sprints de alta intensidad intercalados con períodos de descanso activo, mientras que el grupo HICR participó en carreras de alta intensidad durante un período continuo.

Ambos grupos completaron once sesiones durante cuatro semanas, los resultados después evidenciaron mejoras significativas en la potencia máxima anaeróbica ($P < 0,05$), la potencia máxima relativa ($P < 0,05$) y la potencia media ($P < 0,05$) solo en el grupo HIIT en comparación con el grupo HICR. Se observó una mayor mejora de la capacidad aeróbica en el grupo HIIT (8,8%) en comparación con el grupo HICR (1,7%).

En otro estudio Franchini, Julio, Panissa, & Lira, (2016) investigaron los efectos del entrenamiento intermitente de alta intensidad (HIIT) en la parte inferior y superior del cuerpo versus el ejercicio intermitente de alta intensidad (HIIE, cuatro episodios de Wingate), sobre las respuestas fisiológicas y marcadores del daño muscular en atletas de judo. Aplicado a treinta y cinco atletas divididos al azar en un grupo control o uno de los grupos HIIT, fueron evaluados antes y después de las cuatro semanas, realizaron dos sesiones de entrenamiento por semana, el programa HIIT estaba constituido por dos bloques de 10 series de 20sg de esfuerzo total intercalados por intervalos de diez segundos y cinco minutos entre bloques donde se encontraron mejoras en la potencia aeróbica y aumentó la potencia media máxima (14,2%) de tren inferior y, en la prueba de ejercicio graduada de tren superior (12,3%).

Por otro lado, Kamandulis, y otros, (2018) en su trabajo evalúa la implementación de un programa de intervalos de velocidad específica de los golpes y la capacidad de resistencia durante cuatro semanas boxeadores masculinos experimentados (n:18), los resultados del estudio muestran mejoras en dos factores del entrenamiento de resistencia, el consumo máximo de oxígeno y la potencia, también aumentó la fuerza de golpe y el mantenimiento de la frecuencia de golpe así mismo, se establece que un mes de entrenamiento de golpes máximos o técnicas específicas (3 sesiones por semana con 2 minutos de golpes máximos por sesión) son suficientes para mejorar tanto la potencia aeróbica de la parte superior del cuerpo como las habilidades y técnica de golpes en boxeadores aficionados experimentados.

El entrenamiento HIIT en deportes de combate permite ligar o complementar el entrenamiento físico con aspectos técnicos específicos, lo cual ha demostrado que tiene beneficios directos en el rendimiento, aplicando cargas de bajo volumen y corta duración en los entrenamientos, durante 4 semanas tiene influencia sobre la capacidad aeróbica,

Deportes complejos

Deporte de esfuerzos muy diversos y amplios, algunos de los deportes que hacen parte de esta modalidad son el pentatlón moderno, decatión, gimnasia deportiva, entre otros, En los diferentes deportes complejos son necesarias varias capacidades físicas como son la velocidad, la fuerza explosiva, la resistencia a la fuerza en atletas de gimnasia (B, Mkaouer, 2015).

Además, los deportes complejos se componen de distintas disciplinas en el que el rendimiento está condicionado por varias habilidades físicas como, por ejemplo, el triatlón es un deporte que consta de tres partes, la natación, ciclismo y carrera a pie, en cual la capacidad aeróbica juega un papel fundamental en rendimiento del deportista y es determinado por la capacidad de suministro de oxígeno a la musculatura y la utilización de dicho oxígeno por parte de los músculos implicados (Chavaren, Dorado, & López, 1996), pero donde la potencia y la velocidad también son importantes,

García F. et al. (2017) proponen un programa de entrenamiento basado en HIIT para mejora el rendimiento atlético de triatletas mediante la mejora de la potencia muscular, 13 triatletas fueron distribuidos en dos grupos, un grupo experimental (EG) y un grupo control (CG). El CG mantuvo su programa de entrenamiento habitual mientras que el EG mantuvo sus rutinas de natación y ciclismo, y se modificó su plan de trabajo específico para carrera, realizando intervalos de sprint de volumen bajo de la carga, al cabo de 5 semanas se evidenciaron mejora en la potencia muscular y la economía de carrera.

Por su parte Laursen (2012) sostiene que, “si el objetivo es mejorar el rendimiento en resistencia, parece ser eficaz realizar entrenamiento de intervalos a intensidades de ejercicio que solicitan el VO_{2max} ., y puede ser valioso trabajar en función de extender el tiempo en el cual se puede mantener esa intensidad de ejercicio durante la sesión de entrenamiento de intervalos”.

El impacto que tiene el VO2Max en el entrenamiento HIIT

El VO2max o consumo máximo de oxígeno se define como la cantidad máxima de oxígeno que el organismo puede absorber, transportar y metabolizar por unidad de tiempo y este depende fundamentalmente de componentes genéticos (70%) y del entrenamiento (30%) (Ferrero & Fernández, 2001). Considerando que es una variable relacionada con la capacidad aeróbica y se sabe que a mayor VO2max, mayor rendimiento (McArdle, Katch , & Katch, 2004). En paralelo a este 30% está la preparación física del deportista que se entiende, como un proceso multifacético de utilización racional de ejercicios, métodos, formas y condiciones que permiten influir de forma dirigida sobre la evolución del deportista y asegurar el grado necesario de su disposición a alcanzar un elevado rendimiento deportivo. (Matveiev, 1975).

Lograr una mejora del VO2max implica mejoría en todos los órganos y sistemas del organismo que de manera directa o indirecta participan en el proceso de llevar el oxígeno desde el aire atmosférico hasta las mitocondrias. (López Chicharro & Campos, 2018). Así mismo a más oxígeno que se obtiene más energía y más velocidad o potencia durante el ejercicio, en consecuencia, el VO2max se considera como el indicador más fiable para determinar la condición física en atletas. Habría que aclarar también que la mitocondria celular es utilizada en el proceso de captación y transporte de oxígeno, por lo cual se considera el VO2max como la contribución aeróbica al requerimiento energético el cual depende también de la intensidad y duración del esfuerzo.

Se considera que el nivel esencial de VO_2 máx. determina el límite del potencial de desarrollo y que la intensidad y duración del ejercicio interviene en el grado de desarrollo y dado que el entrenamiento HIIT tiene como principal objetivo la mejora del VO_2 max y por extensión la progresión de la VAM (velocidad aeróbica máxima) o de la PAM (potencia aeróbica máxima) evidentemente, la aplicación del HIIT hará mejorar muchas cualidades fisiológicas del entorno oxidativo, cardiovascular, metabólico, muscular, glucolítico, entre otros, especialmente cuando se parte de niveles bajos de adaptación fisiológica, pero el principal objetivo, al menos desde el aspecto del rendimiento, será el VO_2 max. (López Chicharro & Campos, 2018).

No obstante, el nivel de VO_2 max varía de acuerdo a factores como lo son la atribución genética, la edad, el sexo, el peso, el grado de entrenamiento y de la especialidad deportiva practicada; los deportistas de fondo son los que presentan mayor capacidad funcional del sistema de transporte de oxígeno y, por tanto, los que alcanzan mejores valores, especialmente los remeros, esquiadores de fondo y ciclistas. (McArdle, Katch, & Katch, 2004; Wilmore & Costill, 2004).

El HIIT ejecutado a una intensidad entre el umbral de lactato y la V_{max} . tiene el potencial de incrementar el VO_2 al nivel del VO_2 max (Laursen & Jenkins, 2002). Aunque la velocidad crítica/potencia crítica puede ser apropiada como intensidad de ejercicio para utilizar en el entrenamiento de individuos moderadamente entrenados, una intensidad de ejercicio más demandante es necesaria para el entrenamiento de atletas de elite.

Discusión

A partir de los hallazgos encontrados, se puede apreciar que cada modalidad deportiva varia las cargas del entrenamiento HIIT teniendo en cuenta las demandas físicas y técnicas del deporte, esto se relaciona a los estudios encontrados de Laursen y Jenkins, (2002). Quienes señalan las variaciones en la intensidad y la duración del intervalo para mejorar el VO₂max en atletas de élite.

Pero estos factores no coinciden con los trabajos Esfarjani y Laursen, (2007) quienes mencionan que se puede mejorar significativamente aplicando diferentes programas HIIT en corredores moderadamente entrenados, esto se debe a que cuando se parte de niveles bajos de adaptación la aplicación del HIIT hará mejorar muchas cualidades fisiológicas como afirma López Chicharro y Vicente Campos, (2018).

Acorde a las investigaciones planteadas se evidenciaron las diferencias entre la intensidad y la densidad entre los deportes cíclicos y acíclicos, así mismo en lo que respecta a los deportes de equipo y combate que son de naturaleza intermitente se utilizan ejercicios más técnicos-tácticos para el entrenamiento HIIT, pero se en encontraron diferencias en la aplicación de la densidad o recuperación de los intervalos, en los estudios Dupont G. et al. (2019) aplicado a jugadores de futbol profesional empleando descansos pasivos entre intervalos, en cambio en los estudios Monjes L. et al. (2017) efectuaban periodos de descansos activo en atletas de Taekwondo, manejando en ambos programas sprints de alta intensidad.

Con respecto al VO₂max se establece que es una de las variables más importantes a mejorar cuando se realiza entrenamiento HIIT sobre todo en atletas de élite (López Chicharro & Campos, 2018), existen varios factores que influyen en la mejora de la capacidad aeróbica (McArdle, Katch, & Katch, 2004; Wilmore & Costill, 2004). Pero se debe tener en cuenta la intensidad y la duración del esfuerzo para lograr mejoras en ésta teniendo en cuenta que también va a depender de la modalidad deportiva que el deportista practica.

Conclusiones

En la actualidad el entrenamiento HIIT es una de las mejores opciones para la mejora del VO₂max, pero, si se utilizan intensidades iguales o superiores al 90% del VO₂max, esto independientemente de la modalidad deportiva.

Analizando los artículos se determina que si bien distintos programas entrenamiento intermitente de alta intensidad (HIIT) generan mejoras en el rendimiento en modalidades aeróbicas, por el contrario, para las demás modalidades se tienen en cuenta aspectos más específicos del deporte, como son el predominio de la capacidad física, acciones técnicas y la duración de la competencia, en base a estas características se determina la intensidad, la duración y la densidad del intervalo en un programa HIIT con el fin de optimizar la capacidad aeróbica, vale decir que el 60% artículos revisados corresponden a los últimos años.

Contrastando el VO₂max tiene un impacto directo sobre el rendimiento físico del deportista independientemente de la modalidad deportiva, además, una vez que un deportista altamente entrenado ha alcanzado un VO₂max >60ml/kg/min solo puede mejorar utilizando entrenamiento HIIT.

Referencias

Kohn, T., Essén-Gustavsson, & Myburgh, K. (2011). Specific muscle adaptations in type II fibers after high-intensity interval training of well-trained runners. *Journal of Medicine and Science in Sports*.

Añon, P. (2013). Entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) y su efectividad para la mejora de la composición corporal: claridad frente a la. *Journal PubliCE*.

Aschendorf, P., Zinner, C., Delextrat, A., Engelmeyer, E., & Mester, J. (2018). Effects of basketball-specific high-intensity interval training on aerobic performance and physical capacities in youth female basketball players. *Phys Sportsmed*, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30193074/>.

Astrand, I. (1960). Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiologica Scandinavica*.

Batacan, R., Duncan, M., Dalbo, V., Tucker, P., & Fenning, A. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *J Sports Med*.

Billat, L. (2001). Interval training for performance: a scientific and empirical practice special recommendations for middle- and long-distance running. Part II: *Sports Medicine*.

Buchheit, M., & Laursen, P. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: part I: cardiopulmonary emphasis. *Int. J. Sports Med*.

Camacho, L. (2014). Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad en el rendimiento deportivo y la salud. *Deporte, Salud y Entrenamiento*.

Chavaren, J., Dorado, C., & López, J. (1996). Triatlón: factores condicionantes del rendimiento y del entrenamiento. *Entrenamiento Deportivo*.

Christensen, E., Hedman, R., & Saltin, B. (1960). Intermittent and continuous running. *Acta Physiol Scand*.

Christmas , & Dawson. (1999). A comparision of skeletal muscle. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*.

Escobar, P. A. (01 de septiembre de 2018). *Fundacion española del corazon*. Obtenido de fundaciondelcorazon.com: <https://fundaciondelcorazon.com/ejercicio/calculo-y-monitorizacion/3159-deportes-segun-su-estructura-y-demanda.html>

Esfarjani, F., & Laursen, P. (2007). Manipulating high-intensity intrval training: effects on VO₂max, the lactate threshold and 300m running performance in moderately trained males. *Journal of Science and Medicine in sport*.

Fader, F. (2013). Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad (HIIT) en Corredores: Consideraciones Generales. *Journal PubliCE*.

Ferrero, J., & Fernández, A. (2001). *Consumo de oxígeno: concepto, bases fisiológicas y aplicaciones*. Madrid: Consumo de oxígeno: concepto, bases fisiológicas y aplicaciones. En J. López Chicharro *Médica Panamericana*.

Franchini , E., Julio, U., Panissa, V., & Lira, F. (2016). High-intensity intermittent training positively affects aerobic and anaerobic performance in judo athletes independently of exercise mode. *Front. Physiol.*

Gaetano, R., & Rago, V. (2014). Preliminary Study on Effects of Hiit-High Intensity Intermittent Training in Youth Soccer Players. *Journal of physical education and sport.*

García Manso. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo: principios y aplicaciones.* Madrid: Gymnos.

García Pallarés , J. (2012). PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL ENTRENAMIENTO DE LA RESISTENCIA CARDIORRESPIRATORIA. *Journal of Sport and Health Research .*

Gibala , Little, Van Essen, Wilkin, Burgomaster, Safdar, . . . Tarnopolsky. (2006). Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *Journal of sport medical .*

Gibala, M., Little, J., Macdonald, M., & Hawley, J. (2012). Adaptaciones fisiológicas al entrenamiento interválico de alta intensidad y bajo volumen en salud y enfermedad. *The Journal of Physiology.*

González Badillo, J., & Izquierdo Redin, M. (2006). La carga de entrenamiento y el rendimiento en fuerza y potencia muscular.

González Badillo, J., & Ribas Serna, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza.* España: INDE.

Gorostiaga, E., Walter, C., Foster, C., & Hickson, R. (1991). Uniqueness of interval and continuous training at the same maintained exercise intensity. *Eur.J.Appl.Physiol.*

Hamilton, R., Paton, C., & Hopkins, W. (2006). Effect of high-intensity resistance training on performance of competitive distance runners. *International Journal of Sports Physiology and Performance.*

Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., . . . Hoff, J. (2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Medicine & Science in Sport & Exercise.*

Kamandulis, S., Bruzas, V., Mockus, P., Stasiulis, A., Snieckus, A., & Venckun, T. (2018). Sport-Specific Repeated Sprint Training Improves Punching Ability and Upper-Body Aerobic Power in Experienced Amateur Boxers. *J Strength Cond Res*, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28800004/>.

Laursen, P., & Jenkins, D. (2002). The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. Optimizin Training Programmes and Maximising Preformance in Highly Trained Endurance Athletes. *Sports Med.*

López Chicharro, & Campos, V. (2018). *BASES FISIOLÓGICAS Y APLICACIONES PRÁCTICAS.*

Margaria, R., Oliva, R., & Di Prampero, P. (1960). Energy utilization in intermittent exercise of supramaximal intensity. *J Appl Physiol.*

Matveiev, L. (1975). *Periodización del entrenamiento deportivo.* Madrid: INEF.

McArdle, Katch , & Katch. (2004). *Fundamentos de fisiología del ejercicio*. Madrid: McGraw-Hill/ Interamericana.

Mora, J. (1995). Teoría y Práctica del Entrenamiento y del Acondicionamiento Físico. *COPLEF*.

Peña, G., Heredia, J., Segarra, V., Mata, F., Isidro, F., Martin, F., & Da Silva. (2013). Generalidades del “HIT” aplicado a esfuerzos cardiovasculares en los programas de salud y fitness. *EFDeportes*.

Rowan, A., Kueffner, T., & Stavrianeas, S. (2012). Short duration high-intensity interval training improves aerobic conditioning of female college soccer players. *International Journal of Exercise Science*.

Rynecki, N. D. (2019). Lesiones sufridas durante el entrenamiento de intervalos de alta intensidad: ¿las tendencias modernas de fitness contribuyen al aumento de las tasas de lesiones? *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.

Sanchez, E. (2013). Comparing aerobic adaptations with a running based high intensity interval training (HIIT) and a continuous endurance training (CET) protocol in relatively healthy adults. *Tesis de maestría*. Eastern Washington University, Cheney, Washington.

Stöggl, T., & Sperlich, B. (2014). Polarized training has greater impact on key endurance variables than threshold, high intensity, or high volume training. *Frontiers in Physiology*.

Tschakert, G., & Hofmann, P. (2013). High-intensity intermittent exercise: methodological and physiological aspects. . *International Journal of Sports*.

Viru, A. (1996). Mecanismos de adaptación biológica y entrenamiento. *Entrenamiento Deportivo*.

Vladimir, B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Med*.

Wasserman, K. (1987). Determinants and detection of anaerobic threshold and consequences of exercise above it.

Zintl, F. (1991). Entrenamiento de la resistencia.