

TRABAJO DE FIN DE GRADO



Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del
Deporte

Alberto García González

03/05/2019

TUTOR: Dr. Jesús Fernández Gavira

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN.....	2
2. RESUMEN	3
2.1. ABSTRACT	4
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1. OBESIDAD	5
3.1.1. INTRODUCCIÓN Y DEFINICIONES	5
3.1.2. DATOS Y CIFRAS.....	7
3.1.3. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA GRASA CORPORAL.....	9
3.1.4. SOLUCIÓN Y/O PREVENCIÓN A ESTE PROBLEMA.....	12
3.2. HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING	17
3.2.1. INTRODUCCIÓN Y COMPARACIÓN CON EL MÉTODO TRADICIONAL	17
3.2.2. ALGUNOS EJEMPLOS DE HIIT	19
3.2.3. ALGUNOS DE LOS EFECTOS/ RESPUESTAS QUE TIENEN ESTE TIPO DE EJERCICIOS	20
3.3. TEST WINGATE.....	22
3.4. CONFIABILIDAD Y VALIDEZ	24
4. OBJETIVOS.....	26
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	26
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	26
5. METODOLOGÍA.....	27
5.1. FUENTES DE LA INFORMACIÓN	27
5.2. METODOLOGÍA DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA.....	28
5.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	28
5.4. ANÁLISIS DE DATOS.....	29
6. RESULTADOS	29
7. DISCUSIÓN.....	32
8. CONCLUSIONES	37
9. PERSPECTIVAS FUTURAS.....	39
10. BIBLIOGRAFÍA	40

1. JUSTIFICACIÓN

Realizar este trabajo es una gran motivación para mi debido a que una persona muy cercana a mi (mi hermana), tenía problemas de obesidad mórbida hasta hace unos años. Hoy en día, no puedo decir lo mismo, debido a que ya está cerca de alcanzar los valores normales y todo esto gracias a una alimentación saludable y sobre todo a la práctica de ejercicio físico.

En principio, el TFG lo iba a realizar con ella, siendo esta mi sujeto, pero debido a que ya está cerca de unos valores normales en cuanto al peso y a la forma física se refiere, además de no poder estar disponible durante dos semanas en el periodo en el que iba a llevar a cabo las rutinas, he decidido realizar un TFG de búsqueda sistemática con personas obesas pero enfocándome sólo en el entrenamiento de alta intensidad.

Me quiero enfocar en el entrenamiento de alta intensidad debido a que es uno de mis puntos débiles en cuanto a conocimientos se refiere sobre las capacidades físicas. Además, el programa que llevó a cabo mi hermana en un principio se enfocó más en ejercicios de fuerza y entrenamientos suaves de resistencia. Lo que me hace estar más motivado a la hora de poder indagar en un tema que realmente me interesa y del cual se muy poco.

Para valorar la condición física de personas obesas y habiendo llegando a un acuerdo con el profesor, he decidido utilizar la batería de test Wingate, aunque bien es cierto que aún no se si estará validado para personas obesas o si necesitan una adaptación para que mida a personas con esta condición.

Este tipo de investigación va destinada a la mejora de la condición física de las personas obesas y ver si realmente se produciría una mejora por parte de los sujetos en la realización del test Wingate, sólo trabajando entrenamientos de alta intensidad.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

El objetivo de mi elección es aprender y realizar aportaciones al trabajo de fin de grado a través de revisiones bibliográficas, donde se utilizarán libros, revistas, páginas web, artículos científicos y todo lo relacionado.

Con todo esto, mi trabajo tiene como objetivo conocer la condición física que se produce en personas obesas al llevar a cabo entrenamientos de alta intensidad (HITT) y comprobar en la literatura encontrada la validez del Test Wingate en personas Obesas

2. RESUMEN

En el **marco teórico** se relata en qué consiste y qué consecuencias tiene la obesidad y el sobrepeso, cuantas personas la padecen en el mundo y en España, con que métodos podemos descubrir el sobrepeso o la obesidad y qué soluciones de pueden llevar a cabo para prevenir dicha enfermedad. Se explica además en qué consiste el HIIT, algunos de los ejemplos existentes y algunos efectos positivos que tiene en personas con estándares normales. Para finalizar se detalla en que consiste el Test Wingate acompañado de su fiabilidad y validez.

El **objetivo** de este trabajo ha sido analizar si el Entrenamiento a Intervalos de Alta Intensidad mejoraría la condición física de las personas con sobrepeso u obesidad utilizando el Test Wingate como medida estándar.

El **método** utilizado ha sido el método PRISMA, siguiendo los 27 items de los que consta. Las búsquedas se realizaron en las bases de datos SCOPUS, ISI WEB KNOWLEDGE y PUBMED. Para la búsqueda de la bibliografía se utilizaron las siguientes palabras claves: (1) Obesity, (2) High-Intensity Intermittent Exercise, (3) Test Wingate, (4) HIIT, (5) physical condition, (6) Anaerobic, (7) overweight, (8) Reliability, (9) validity. Una vez realizada la búsqueda, se llevó a cabo los diferentes métodos de exclusión e inclusión del método PRISMA y se procedió a analizar dichos artículos.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HIIT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

Los **resultados** para su exhaustiva revisión bibliográfica extraídos de las diferentes bases de datos fueron 8 artículos científicos.

Las **conclusiones** fueron favorables al HIIT, mejorando aspectos como el aumento del consumo máximo de oxígeno, la potencia anaeróbica, el VO₂peak, la potencia aeróbica (aunque esta en menor medida), y aumento del volumen sistólico, además de la mejora en la sensibilidad a la insulina y la oxidación de las grasas y carbohidratos.

Las **palabras claves** son: HIIT, Entrenamiento a Intervalos de Alta Intensidad, Obesidad/sobrepeso, Test Wingate.

2.1. ABSTRACT

In the **theoretical framework** it is related to what is and what are the consequences of obesity and overweight, how many people suffer from it in the world and in Spain, with what methods can we discover overweight or obesity and what solutions can be carried out to prevent said disease. It also explains what HIIT consists of, some of the existing examples and some positive effects it has on people with normal standards. Finally, it details what the Wingate Test consists of, together with its reliability and validity.

The **objective** of this work was to analyze if High Intensity Interval Training would improve the physical condition of overweight or obese people using the Wingate Test as a standard measure.

The **method** used has been the PRISMA method, following the 27 items of which it consists. The searches were carried out in the SCOPUS, ISI WEB KNOWLEDGE and PUBMED databases. For the search of the bibliography the following keywords were used: (1) Obesity, (2) High-Intensity Intermittent Exercise, (3) Test Wingate, (4) HIIT, (5) physical condition, (6) Anaerobic, (7) overweight, (8) Reliability, (9) validity. Once the search was

carried out, the different methods of exclusion and inclusion of the PRISMA method were carried out and those articles were analyzed.

The **results** for its exhaustive bibliographic review extracted from the different databases were 8 scientific articles.

The **conclusions** were favorable to HIIT, improving aspects such as the increase of maximum oxygen consumption, anaerobic power, VO₂peak, aerobic power (although to a lesser extent), and increase in stroke volume, in addition to the improvement in sensitivity to insulin and the oxidation of fats and carbohydrates.

The **key words** are: HIIT, High Intensity Interval Training, Obesity/overweight, Wingate Test.

3. MARCO TEÓRICO

Para la realización del TFG y tener más claros los conceptos para poder avanzar en todos los puntos del mismo, voy a desglosar todos los conceptos y términos que puedan ayudarnos a avanzar en un futuro en cuatro puntos.

3.1. OBESIDAD

3.1.1. INTRODUCCIÓN Y DEFINICIONES

La organización mundial de la salud (OMS) (citado por Márquez-Rosa y Garatache-Gallego, 2012, p.331) Piensan que la obesidad es una enfermedad crónica, multifactorial, que es considerada como la epidemia del siglo XXI

Márquez-Rosa y Garatache-Gallego (2012) Dice que son dos los factores que dan la explicación al porque una persona es obesa o tiene sobrepeso. El primero es por el consumo

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

de alimentos de gran contenido calórico y el segundo es por llevar una vida poco activa o sedentaria. Lo peor de todo esto no es sólo la estética que tiene el cuerpo, si no las complicaciones metabólicas y cardiovasculares que se producen en el mismo. La terapia familiar debe ser clave para la prevención de la obesidad tanto infantil como adolescente.

La obesidad es definida como un exceso de grasa corporal o tejido adiposo en el cuerpo humano, pueden estar presente en mayor o menor medida en algunas partes del cuerpo con respecto a otros humanos, depende de multitud de factores. Esto se debe a que nuestra alimentación es excesiva en algunas personas, por encima de sus necesidades, o incluso todas las maneras de obtener energía, ya sea por las proteínas, carbohidratos o grasas. Esto provocará un aumento del peso corporal y a su vez del tejido adiposo (Marquez-Rosa y Garatache-Gallego, 2012). Otros autores como Hernán-Daza (2002) definen la obesidad como una “enfermedad crónica multifactorial que se desarrolla por la interacción del genotipo y el medio ambiente”. Este además añade que aún se desconoce cuál es la causa, aunque bien es cierto que depende de algunos factores como son los sociales, fisiológicos, culturales, de comportamiento, metabólicos y genéticos. De hecho, la obesidad es un problema de desajuste de nutrientes, en los que una persona delgada consume menos nutrientes que una personas con sobrepeso u obesa y lo almacena en forma de grasa.

Para Marquez-Rosa y Garatache-Gallego (2012) como se ha comentado antes, la obesidad es provocada por un exceso de calorías. Cada 9,3 calorías que no aprovecha el organismo en forma de energía para ser utilizada, almacena un gramo de grasa en el organismo. El exceso de grasa corporal puede llegar a provocar enfermedades metabólicas crónicas. Sin embargo Hernán-Daza (2002) explica cómo se produce este suceso, este dice que cada célula grasa pesa alrededor de 0.4-0.6 microgramos, cuando la persona comienza a perder peso, las

células disminuyen de tamaño pero no de número, aunque la ciencia no ha llegado a contar todos los adipocitos (célula de grasa), han logrado determinar métodos de aproximación.

3.1.2. DATOS Y CIFRAS

Según la OMS (2018) desde el año 1975 hasta el año 2016 la población ha triplicado la tasa de peso en todo el mundo. En el año 2016 más de 1900 millones de personas con una edad superior a los 18 años tenían sobrepeso u obesidad, de los cuales el 13% tenían obesidad y el 39% sobrepeso. Dentro del 39% de las personas que tenían sobrepeso el 39% eran hombre y el 40% mujeres. Y dentro del 13% que tenían obesidad el 11% eran hombres y el 15% eran mujeres.

Lo peor de todo no es cuando la población adulta tiene sobrepeso, si no cuando a niños menores de 5 años le enseñan hábitos poco saludables como son la mala alimentación y el sedentarismo. Donde en el año 2016 había 381 millones de niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad. Si antes la cifra de la obesidad aumentaba en países más desarrollados, actualmente la obesidad y el sobrepeso han aumentado en países de bajos ingresos como por ejemplo África dónde los niños menores de 5 años han aumentado hasta en un 50%. El aumento en niños menores de 5 del sobrepeso u obesidad desde 1975 hasta 2016 ha sido desde el 4% al 18% respectivamente y siendo este similar en niños y niñas (18-19% respectivamente). Algo parecido pasa con los adolescentes donde la cifra va del 1% en 1975 hasta el 6-8% en niñas y niños respectivamente en 2016.

Un dato muy curioso que nos ofrece la OMS (2018) es que hay más personas obesas que con peso inferior a lo normal, eso sobre todo ocurre en países más pobres económicamente exceptuando África subsahariana.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

En Estado Unidos, el 50% de la población adulta con más de 40 años tiene obesidad, un dato alarmante para ser una gran potencia mundial. Según la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO) (citado por: Marquez-Rosa y Garatache-Gallego, 2012, p.332) en España la población de entre 25 y 60 años alcanzaron en el año 1997 el 58,9% de los varones y el 46,8% de las mujeres sobrepeso y obesidad y en sujetos mayores de 60 años disminuyen las cifras, aunque siguen siendo altas siendo estas del 30,9% en varones y del 39,8% en mujeres. Este mismo autor, afirma que según la ENKID la población de entre los 2-24 años tenían una cifra del 13% de obesos.

Tabla 1. *Prevalencia de la obesidad en la población adulta española por regiones según SEEDO (2000)* (citado por: Marquez Rosa y Garatache Gallego, 2012)

Región	Varones (%)	Mujeres (%)
Norte	11,5	16,7
Noroeste	21,5	21,7
Noreste	8,6	14,1
Centro	9,3	13,8
Levante	13,1	16,5
Sur	17,5	19,1
Canarias	14,1	19,2

Según la IOTF (citado por: Marquez-Rosa y Garatache-Gallego, 2012, p.332) como se detalla en la siguiente tabla, donde más tendencia a malos hábitos hay en España es en sur de España, siendo Andalucía y Murcia con los porcentajes más altos (entre el 18-25%) y las más

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

bajas son Cataluña y Aragón (entre el 8-14%). En conclusión, en España hay un punto intermedio entre los países del norte de Europa, Francia y Australia, donde se encuentran las proporciones más bajas de obesidad y Los países del Este Europeo y EEUU, que representan las tasas más elevadas.

3.1.3. MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA GRASA CORPORAL

Antes de comenzar e indagar más sobre el tema, tenemos que saber qué tipo de personas están con sobrepeso u obesidad, para ello, he elegido varios autores que clasifican a estas personas dependiendo de unos valores u otro. Según la OMS (2018) para saber si una persona tiene sobrepeso u obesidad lo más fácil es calcular el IMC (Índice de Masa Corporal) donde no se calcula la masa grasa, si no la masa total. La fórmula sería la siguiente: (kg/m^2) el total de kilogramos que pesamos entre lo que medimos en metro. Como sabemos, la OMS (citado por Marquez-Rosa y Garatache-Gallego, 2012, p.336-337) distinguía los valores normales del IMC en 5 partes: Índice normal (18,5-24,9), sobrepeso (25-29,9), obesidad de grado II (30-34,9), obesidad de grado III (35-39,9) y obesidad de grado IV (>40). Pero fue otro autor SEEDO (citado por Marquez Rosa y Garatache Gallego, 2012, p.336-337) quien incluyó un grado más de obesidad (extrema), el sobrepeso lo dividió en dos (de grado I y de grado II o preobesidad) y la obesidad en tres como ya estaba antes pero este cambió los valores como se muestra en la siguiente tabla.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

Tabla 2. *Clasificación y estratificación de la obesidad según el IMC según SEEDO, 2000* (citado por: Marquez Rosa & Garatache Gallego, 2012)

IMC (kg/talla m ²)	Grado de Obesidad
<18,5	Peso insuficiente
18,5-24,9	Normopeso
25-26,9	Sobrepeso grado I
27-29,9	Sobrepeso grado II (preobesidad)
30-34,9	Obesidad tipo I
35-39,9	Obesidad tipo II
40-49,9	Obesidad tipo III (mórbida)
>50	Obesidad tipo IV (extrema)

Como vemos esto es una tabla de valores que sirve para guiarnos, pero si queremos ser más precisos podemos optar por otros métodos que midan directamente la grasa corporal, ya que por ejemplo yo tengo un IMC de 27 y tengo un 12% de grasa corporal, con lo que me regiría por alguno de los siguientes métodos como son: la medida de los pliegues cutáneos, ya que al menos el 50% del tejido adiposo se puede coger mediante pliegues. Estos se tomarán en las siguientes partes del cuerpo (cutáneo, bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco), aunque estos autores Marquez-Rosa y Garatache-Gallego (2012) afirman que se podría utilizar sólo el pliegue del tríceps, ya que un hombre por encima de 23 mm se considera sobrepeso y en una mujer por encima de los 30 mm.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

Otra manera que tendríamos de medir la grasa sería midiendo el perímetro de la cintura-cadera donde (SEEDO) dice que los valores normales en hombre estarían por debajo de 1 metro y las mujeres por debajo de los 0,9 metros, sin embargo, la OMS coincide con el perímetro de la cintura de los hombres, pero no con el de las mujeres, donde afirma que la obesidad viene cuando esta supera los 0,85 metros. Por último, destacar la circunferencia de la cintura, donde (SEEDO) señala que en hombres un perímetro por encima de los 95 y en mujeres por encima de los 82 es indicador de sobrepeso u obesidad, aunque es cierto que dependiendo de la raza y el continente esto puede cambiar (citado por Marquez-Rosa y Garatache-Gallego, 2012). Le adjunto a modo de ejemplo una tabla con diferentes países y grupos étnicos.

Tabla 3. *Valores específicos del perímetro de la cintura en los distintos países/grupos étnicos* (Marquez Rosa & Garatache Gallego, 2012)

País/grupo étnico	Perímetro de la cintura (parámetro de la obesidad central)
Europeos	Varones > 94 cm
	Mujeres > 80cm
Asiáticos del sur y chinos	Varones > 90 cm
	Mujeres > 80cm
Japoneses	Varones > 85 cm
	Mujeres > 90 cm

La clasificación se debe realizar por el grupo étnico, y no por el país de residencia (IDF, 2005)

3.1.4. SOLUCIÓN Y/O PREVENCIÓN A ESTE PROBLEMA

Hay varias soluciones a este problema, entre ellas están la intervención quirúrgica y la nutrición pero al ser estos dos temas que no nos compete vamos centraremos sólo en la alimentación saludable, ya que esta va de la mano con la pérdida de peso. No sería adecuado pasar de largo sin centrarnos al menos en hábitos alimenticios básicos y necesarios.

En primer lugar vamos hablar como se deben de distribuir las tres fuentes de energía básica. La cantidad de proteínas que se aconsejan al día son de 1-2 g/kg siendo estas de entre 10-20% del valor calórico total de la dieta y siendo estas al menos el 50% proteínas de alta calidad biológica. La cantidad de carbohidratos estarán entre un 50-55% ya que esta es una fuente de energía crucial para nuestro día a día, pero tenemos que tener en cuenta que los carbohidratos no son azúcares, con lo que estos no podrán superar el 10% de azúcares simples. En relación a los lípidos, se establecen los valores restantes (30-35%). Cuando hablamos de obesidad estos valores pueden sorprender un poco, pero debemos decir cuando hablamos de ese porcentaje de grasa tan alto debe ser la mayor parte de productos con grasas insaturadas. Por último, vamos a destacar la cantidad de fibra que se recomienda que son: cantidad fibras (g) = edad + 5 (Ansorena y Martínez, 2010).

Cuando hablamos de alimentación saludable, tenemos que destacar sobre todo buenos hábitos alimenticios generales, de los cuales voy a nombrar los más importantes según Ansorena y Martínez (2010):

- Toma de alimentos 4-6 veces al día siendo intentando en la medida de lo posible que estos siempre se realicen a la misma hora.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

- Que la distribución de las proteínas, carbohidratos y lípidos sean parejas y se intenten tomar siempre 10-20%, 50-55% y 30-35% respectivamente.
- Realizar desayunos ricos y variados donde incluyan lácteos, cereales y fruta, además en la horas de entremedio como son el almuerzo y la merienda intentaremos alternar frutas, lácteos, cereales, embutidos bajos en lípio y frutos secos.
- Intentaremos que la cena sea menos pesada que la comida, ya que después de la última toma probablemente vayamos a dormir
- Intentar que la mayor parte de los hidratos de carbono que consumamos sean integrales, ya que estos nos aportan un gran contenido en fibra.
- Uno de los puntos más destacados desde mi punto de vista es incluir entre horas y en horas cada comida 5 raciones de verduras y frutas por la cantidad de nutrientes que tienen como pueden ser la fibra, los minerales y las vitaminas.
- Al menos dos raciones al día tienen que tener un gran contenido proteico, estas se podrán obtener de varias maneras, entre ellas destacamos la de origen animal y vegetal. Algunos productos que contienen dichos nutrientes son los frutos secos, cereales, pescados (azul y blanco), también tienen muchas proteínas la carne, pero esta debe ser baja en grasa como puede ser la carne de pavo y otros productos de charcutería bajos en grasa.
- Intentaremos evitar las bebidas procesadas ya sean con o sin azúcar e intentaremos decantarnos por bebidas como sopas, infusiones, caldo o como no la propia agua. Además, no hará falta decir que intentaremos evitar todo tipo de bebidas alcohólicas.
- Tenemos que intentar evitar todos los productos con alta cantidad calórica y baja cantidad nutricional, como son: snacks, bollería, dulces, golosinas, cereales altos en azúcares, etc.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

- Las técnicas de cocina más recomendadas no solo por la baja cantidad de grasas que se obtienen sino también por lo saludables que son, pueden ser las siguientes: hervido, a la plancha, al vapor, asados, etc.
- A la hora de elaborar nuestro platos, intentaremos moderar las cantidades de sal, azúcar y aceites añadidos, aunque este último si es de oliva virgen extra es mucho más saludable.

Lo primero que debe cambiar para que esto se vuelva reversible es crear un entorno favorable que permita a las personas poder llevar una vida sana en materia de alimentos, actividad física continuada y en consecuencia prevenir el sobrepeso y la obesidad (OMS, 2018).

En el plano individual, las personas pueden optar por según la OMS (2018):

- limitar la ingesta energética procedente de la cantidad de grasa total y de azúcares;
- aumentar el consumo de frutas y verduras, así como de legumbres, cereales integrales y frutos secos; y
- realizar una actividad física periódica (60 minutos diarios para los jóvenes y 150 minutos semanales para los adultos).

Por lo que hay que crear un clima favorable para que las personas lleven a cabo un modo de vida sano y que hasta las personas pobres puedan acceder a dicho mercado. Ejemplo. Si las industrias alimentarias promocionaran alimentos saludables y bajos en grasa como: reducir la grasa, el azúcar, sal de los alimentos procesado, que los productos más naturales y menos procesados estuvieran al alcance de todos, limitando la venta de productos con grandes cantidades de grasa, azúcar y sal sobre todo en pequeños y adolescentes y apoyando además de una alimentación saludable la práctica periódica de actividad física.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

Ahora sí, después de pasar un poco de largo la alimentación y viendo las recomendaciones generales de la OMS, nos centremos en el apartado que realmente nos interesa, aunque también pasaremos de largo del ejercicio físico en general ya que en este TFG vamos a centrarnos en ejercicios concretos (Entrenamientos a Intervalos de Alta Intensidad)

Lo mejor que podemos hacer es intentar prevenir la obesidad antes que curarla, pero si ya es demasiado tarde, vamos a ver cómo podríamos tratar esta enfermedad. Ante estos problemas lo mejor es seguir una serie de pautas que se detallan a continuación. En sujetos obesos es mejor seguir tablas de ejercicio aeróbicos predominando ante lo anaeróbico (Pollock et al, 2000). La intensidad con la que se debe llevar a cabo este entrenamiento aeróbico es de entre el 55-69% de la FC máxima (Pedersen & Saltin, 2006). También podremos medir esta percepción del esfuerzo mediante la escala de borg o el consumo de oxígeno, siendo estos de 11-13 o de 60-70% respectivamente. Según Wing (1999) afirma también que lo ideal es trabajar al día 30-40 min, siendo los entrenamientos de 10 min cada uno hasta completar dicho tiempo.

A pesar de que otros autores afirman que lo ideal son 30-40 min semanales de ejercicios, el Institute of Medicine of the National Academies (IMNA, 2002) sugiere una recomendación de 60 min diarios, siendo estos ya recogidos con anterioridad por la ACSM (2001) donde aumentó el tiempo de ejercicio físico hasta los 200-300 minutos semanales (Heredia et al., 2008). Sin embargo, Saris et al (2003) recomienda en poblaciones obesas realizar un volumen de ejercicio de entre 60-90 minutos diarios de intensidad moderada o menos tiempo a una intensidad más elevada.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

Por último, vamos a hablar de estudios que demuestran todo lo contrario, es decir, donde aseguran, a pesar de lo anteriormente hablado, que los entrenamientos de alta intensidad son los mayores aliados en personas obesas para la pérdida de peso. Según Marra et al. (2005) (citado por Heredia et al., 2008, p.96-97) los programas de alta intensidad (75-90% Fc máxima) frente a programas menos intensos (60-70% Fc máxima) mejoraron notablemente la pérdida de peso en personas obesas, pero bien es cierto que en su estudio asegura que estos eran militares e intercambiaban carreras largas y cortas a baja intensidad.

Cuando la obesidad llega a sus límites, es decir, obesidad mórbida, tenemos que tener en cuenta según Hansen (2013) que los sujetos obesos necesitan realizar mayores esfuerzos debido al malestar musculoesquelético en la actividad, al aumento de la temperatura corporal y a mayores esfuerzos niveles de esfuerzo con respecto a sujetos de peso normal. Por lo tanto, Science Publisher Inc (2013) recomienda que se realice una progresión lenta y gradual de la actividad para que estos disfruten con la actividad y para que se reduzca al mínimo el riesgo de lesiones musculoesqueléticas

Este autor también afirma que caminar es una actividad física excelente no sólo porque se aumenta el gasto de energía, sino también porque cada paso que se da implica que el peso tenga que ser soportado.

Por eso mismo, los sujetos con obesidad mórbida o severa pueden suponer un reto para la realización de ejercicio físico y más en concreto con ejercicios de alta intensidad. Sin más, vamos a adentrarnos en lo que consiste dicho entrenamiento de alta intensidad para poder afrontar de la mejor manera posible si es posible que los sujetos con sobrepeso u obesidad pueden llevar a cabo programas de entrenamiento de dicha intensidad.

3.2. HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING

3.2.1. INTRODUCCIÓN Y COMPARACIÓN CON EL MÉTODO TRADICIONAL

El High Intensity Interval Training consiste en un método de entrenamiento cardiorrespiratorio que sustituye al método tradicional que consiste en intercalar ejercicios de alta intensidad, con ejercicios de baja intensidad o descansos completos. Es un ejercicio anaeróbico que consiste en ejercicios cortos, intensos y en situación de déficit calórico. Normalmente utilizan intensidades del 90% o superior.

El entrenamiento en intervalos de alta intensidad (HIIT) es utilizado recientemente como sustituto a otros entrenamientos más tradicionales de resistencia para la captación de VO₂Máx y el metabolismo muscular. En el estudio de Astorino, Allen, W. Rober, & Jurancich (2012) señala que este entrenamiento se caracteriza por una duración corta de 2 a 6 semanas (10 a 30 segundos) son esfuerzos máximos con descansos completos. En este estudio se demostró que se produce una mejora con respecto al metabolismo de oxígeno. Cada sesión consistió en 4-7 pruebas de Wintage las cuales tenían una recuperación de 4 minutos. Las pruebas fueron una prueba de tiempo de ciclismo hasta que el sujeto se agotara. Este estudio demostró algo que realmente le puede venir bien a nuestro Trabajo de Fin de Grado y es que hubo mayor gasto de grasas con respecto al de hidratos de carbono con tan sólo 16 minutos de trabajo intenso. A pesar de todo esto, en este estudio no se demostró una mejora del VO₂máx, aunque es cierto que en otros estudios muestran una mejora en mujeres sanas y hombres obesos (los cuales, los veremos más adelante). Además de estar asociado a una mejora en el rendimiento de resistencia tanto aeróbica como anaeróbica y de menores riesgos para la salud en adultos.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HIIT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

Como bien sabemos, a pesar de no haber hablado en párrafos anteriores, la obesidad puede traer consigo enfermedades como la diabetes de tipo 2. Pues bien, realizando HIIT se ha demostrado que en hombres obesos la presión arterial y la circunferencia de la cintura disminuyeron, además de ello previnieron que en un futuro estos sujetos pudieran tener síndrome metabólico o diabetes de tipo II.

Como hemos comentado anteriormente, en Estados Unidos hay una gran cantidad de personas con obesidad, esto hace que entre un 25-30% de la población tenga hipertensión y a su vez puede traer consecuencias fatales como paro cardíaco y accidentes cerebrovasculares, debido al aumento del estrés en el corazón. El entrenamiento de resistencia fraccionado y de intervalos redujo entre un 25-40% los riesgos de salud aumentando su condición física. Estos mismos autores Astorino et al. (2012) realizaron otro estudio basado en Wingate, donde realizaron 6 días de entrenamiento y se produjo una reducción de la Presión Arterial sistólica en hombres obesos. Además, se produjo un aumento de piruvato hidrogenasa en dos semanas realizando HIIT, aumentó de casi la misma manera que con métodos continuos. Lo único que no deja claro el estudio es si está demostrado que bajase el volumen en hombre y mujeres jóvenes normotensas.

Centrándonos en que se diferencia del entrenamiento de resistencia tradicional (ET) con respecto al entrenamiento de intervalo de velocidad de alta intensidad (SIT), nos vamos a entrar en varios autores, los cuales, hacen un estudio comparativo de ambos. Según Kubukeli et al. (2002) el SIT tiene menor efecto en la capacidad oxidativa, en el rendimiento de resistencia y en la utilización de sustrato, sin embargo, según Burgomaster et al. (2005) el SIT reduce la utilización del glucógeno y la acumulación de lactato durante un ejercicio de trabajo. Además de aumentar las actividades máximas de las enzimas, el rendimiento en el

metabolismo principalmente aeróbico y además la capacidad de amortiguación muscular (Edge et al., 2006). Por lo tanto, la SIT de bajo volumen puede representar una estrategia para las adaptaciones musculares y el rendimiento físico con respecto a la ET de alto volumen (Coyle, 2005).

3.2.2. ALGUNOS EJEMPLOS DE HIIT

Los HIIT pueden ser de diferentes intensidades y duración, vamos a ver alguno que nos podremos encontrar durante nuestra revisión sistemática. Hay HIIT de muy alta intensidad pero de corta duración como como este estudio: consistió en sprints cortos (15-30 seg) y largos (60-90 s) separados por una recuperación de (1-2 min), para así poder llegar a una frecuencia cardíaca que nos permitiera poder continuar con las siguientes series (120-130 ppm) (Trapp et al., 2007).

Hubo otros estudios como los de Helgerud et al. (2007) donde afirmaba que la carrera larga y lenta (70% de la FC máx) mostraría menos efecto que el entrenamiento que el propuso: 15 segundos de trabajo, 15 segundos de descanso con recuperación activa

También existen HIIT de intensos-medios donde el tiempo de intensidad es de 24 seg y el tiempo de recuperación es de 36 seg con un total de 20 min (Trapp et al., 2007). Y otros de extensivos con corta y larga duración en entrenamientos de resistencia aeróbica a intervalo largo (4x4, con tres minutos de recuperación activa) al 90-95% de la FCmáx (Helgerud et al., 2007). Este también afirmaba que mostraría mayores efectos que en las carreras largas y lentas.

3.2.3. ALGUNOS DE LOS EFECTOS/ RESPUESTAS QUE TIENEN ESTE TIPO DE EJERCICIOS

Según Boutcher (2011):

- En la frecuencia cardíaca dependerá del test que sea, pero en este estudio el test wingate alcanza las 170 ppm, en el protocolo 8/12” alcanza las 150 ppm en los 5 primeros minutos, y a partir del minuto 12 llega hasta las 170 ppm y en protocolo de 10/30” dieron 143 ppm min en el primer sprint y en último dieron 173 ppm.
- El lactato en sangre aumentó en sujetos entrenados con respecto al de mujeres entrenadas (6-13 mol.L) Los niveles más altos de lactato llegaron con los HIIT de 30 min más intensos, mientras que con los más largos y de baja intensidad incrementaron pero en menor medida.
- La glucosa sanguínea se incrementó llegando a estar presente y elevada entre 5 y 30 después del ejercicio, por ello en los diabéticos de tipo I tiene un mayor efecto con respecto al resto de personas con condiciones normales. Tanto es así que (Bussau, 2006) demostró que con 10 seg de sprint máximo al final de una sesión de resistencia aeróbica de 20 min desaparecía el riesgo de una hipoglucemia durante los siguientes 120 min.
- En sujetos no diabéticos (sanos) la insulina mejoró entre un 23-58%
- Los depósitos de ATP y PC disminuyen, al igual que el glucógeno de la glucólisis anaeróbica.
- La recuperación del PH y lactato después del ejercicio puede tardar horas, sin embargo la recuperación del Fosfágeno lleva 3-4 min.
- El EPOC (Consumo de oxígeno post-ejercicio) ayuda a recuperar los procesos metabólicos hasta que llega a condiciones normales.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HIIT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

- La capacidad anaeróbica aumentó entre un 5-28% entre las 2 y 15 semanas, además también aumentó en sujetos sanos y personas mayores entre un 4-46% el VO₂máx
- El músculo esquelético ha sufrido diferentes incrementos (36%) para la oxidación de los ácidos grasos.
- Algo que también será interesante en sujetos con obesidad es que se producen grandes pérdidas de grasa con respecto a métodos más tradicionales en menor tiempo, sobre todo la grasa subcutánea y abdominal.

Este estudio demostró pérdida de grasa corporal (vaya a Tabla 4.) con sujetos obesos jóvenes que realizaron entrenamiento de ciclismo en HIIT, 8” al 80-90% de la Frecuencia Cardíaca Máxima, 3 días a la semana durante 12 semanas y una frecuencia de 20 min de ejercicio, además de haber una dieta controlada durante el estudio, la medición de la grasa fue con DEXA y TAC (Heydari et al., 2012).

Según Heydari et al. (2012) hubo una disminución del peso de 1,5kg (2%), una pérdida de grasa total de 2kg (6,7%), disminución también de la adiposidad abdominal y del tronco de 0,14kg (6,6-8,5%) y 1,4kg (8,4%) respectivamente, también se redujo la grasa visceral (10-17%) y la circunferencia de la cintura. Además de aportar esto un aumento de la musculatura siendo en piernas de 0,4kg y en el tronco de 0,7kg. En brazos no hubo cambios significativos.

En otro estudio demostró que hubo un aumento de la sección transversal del muslo (24%) después de un programa de HIIT que consistía en 5 series de 2 minutos a una intensidad del 85% del VO₂máx y 3 minutos de recuperación entre cada serie 1 vez por semana junto a un ejercicio de resistencia en un cicloergómetro durante 8 semanas (Boudou et al., 2003).

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

Más adelante se hablará de este mismo estudio con respecto a lo que nosotros realmente nos interesa, que es la capacidad anaeróbica y aeróbica generales personas con estas condiciones.

Tabla 4. *Change in body composition, aerobic power, resting heart rate, RQ, resting energy expenditure, carbohydrate, and fat oxidation for the high-intensity intermittent exercise and no exercise control group (Heydari et al. 2012)*

	Exercise		Control	
	Pre*	Post	Pre*	Post
Weight (kg)	87.8 ± 2.7	86.3 ± 2.7**	89 ± 2.9	89.4 ± 3.1
BMI (kg m ⁻²)	28.4 ± 0.5	27.9 ± 0.5**	29 ± 0.9	29.1 ± 0.9
Waist circumference (cm)	93.3 ± 1.4	89.8 ± 1.4**	93.7 ± 1.9	95.1 ± 1.9
Fat mass (kg)	29.8 ± 1.6	27.8 ± 1.5**	31.7 ± 2.2	31.8 ± 2.3
% Fat mass	34.8 ± 1.1	32.8 ± 1.1**	36.3 ± 1.4	36.0 ± 1.5
Fat-free mass (kg)	54.3 ± 1.5	55.5 ± 1.4**	53.8 ± 1.3	54.2 ± 1.3
VO _{2peak} (l min ⁻¹)	3.0 ± 0.1	3.4 ± 0.1**	2.6 ± 0.1	2.7 ± 0.1
VO _{2peak} (mL kg ⁻¹ min ⁻¹)	34.2 ± 1.0	39.4 ± 0.8**	29.1 ± 1.3	30.6 ± 1.4
Work output (watts)	246.3 ± 8.1	289.8 ± 8.0**	224.4 ± 7.3	225.9 ± 6.3
HR (bpm)	62.2 ± 2.5	57.9 ± 1.8**	62.7 ± 2.0	63.7 ± 1.7
RQ	0.85 ± 0.01	0.83 ± 0.01**	0.82 ± 0.02	0.86 ± 0.01
REE (Kcal/day)	1793 ± 54	1841 ± 56	1788 ± 58	1794 ± 53
Carbohydrate oxidation (g/day)	232.6 ± 14.3	201.5 ± 13.1**	186.7 ± 22.3	252.1 ± 21.2
Fat oxidation (g/day)	93.8 ± 6.6	106.1 ± 6.5**	110.2 ± 10.0	82.0 ± 10.9

*Pre values were used as covariates for ANCOVA.

**P < 0.05, change in exercise group significantly greater compared to that of control group. BMI: body mass index; REE: resting energy expenditure; HR: heart rate; RQ: respiratory quotient; REE: resting energy expenditure.

Vamos a analizar sin más dilación el test que vamos a utilizar para evaluar a dichos sujetos.

3.3. TEST WINGATE

Es complicado saber la diferencia entre Actividad Física y Condición física, pero Según Entrada (2010) la actividad física es un elemento complejo dada la importancia del ser humano, pero si hay algo que se acerque a la medición de la actividad física es la evaluación de la condición física, la cual permite saber cuál es el estado inicial del individuo, para así saber desde un principio cual es la actitud física de este. Para esta evaluación se necesitará personal preparado para poder realizar la evaluación concreta de la Condición física haciendo

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

énfasis en las cualidades que determinan el desarrollo de actividad, ejercicio físico y/o deporte.

Vamos a adentrarnos en que consiste dicho test y posteriormente cual sería la adaptación validada si el de 30 segundos no nos fuera útil. Este test consiste en pedalear a máxima intensidad durante 30 segundos, esto sirve para analizar el rendimiento físico, para ello primero debemos de tener claro las diferencias entre las tres fuentes de donde viene la energía. La primera es la potencia anaeróbica que se suele agotar a los 2-4 segundos de comenzar la actividad y que está basada principalmente en fosfágeno, la segunda es la capacidad anaeróbica que se suele agotar a los 45 segundos y está limitada por la acumulación de lactato y la tercera es la que sostiene el esfuerzo durante un periodo superior a estos, siendo bastante más largos. Esta prueba anaeróbica de Wingate estándar (WAnT30) dura 30 segundos y se diseñó para evaluar las dos primeras líneas anteriormente citadas (potencia anaeróbica y capacidad anaeróbica). Existen varias maneras de evaluar esta, pero nosotros centraremos en la evaluación de espirometría en una bicicleta estática. Hay que tener excesivo cuidado con esta prueba ya que al ir al 100% durante 30 segundos puede producirse efectos secundarios como náuseas, vómitos, mareos o dolor de cabeza. Cuando hablamos de acortar la prueba, también se acortaría la contribución aeróbica, ya que hay diversos estudios que aseguran que el WAnT30 evalúa la potencia y capacidad anaeróbica, pero además este tiene una contribución aproximada del 16%. (Attia et al., 2014)

El test de Wingate ha probado ser altamente confiable y tener una buena correlación con tests de carrera para la medición de la potencia anaeróbica. Las ventajas que presenta la cicloergometría son las siguientes: que se realiza una evaluación continua de la potencia durante el test, que permite realizar ajustes en la potencia basándose en la fatiga a medida que

el test se está realizando y por último, que permite el intercambio de gases por ejercitarse en un érgometro (Richardson & Carey, 2003)

3.4. CONFIABILIDAD Y VALIDEZ

Para poder continuar con nuestro trabajo, debemos saber si este test está validado correctamente y tiene suficiente confiabilidad. Bar-Or (1993) muestra algunos de los estudios que han cerciorado la confiabilidad de este test (Tabla 5.). En él se ve cómo se han registrado valores de entre el 0,89-0,98, siendo estos normalmente superiores a 0,94.

Según Tirosh et al. (citado por Bar-Or, 1993, p.6-7) realizó junto a él un estudio con 58 niños y adolescentes con parálisis celebrar tanto espástica como atetótica, atrofas y distrofias musculares, y realizaron dicho test con las palancas de brazo y en el estudio dio una correlación de 0,94 para el pico de potencia y 0,98 para la potencia media. De estos 58 niños, al menos 38 realizaron la misma prueba para piernas y dieron una correlación de 0,96 tanto para el pico de potencia como para la potencia media.

Otro experimento que se realizó fue con 19 sujetos (54-84 años) con una media de 67 años que padecían de una enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Estos realizaron la prueba abreviada del test “Wingate” pero en este caso de 15 segundos, y la volvieron a hacer a los mismos sujetos una hora más tarde. Esta prueba dio una correlación de 0,89 tanto para el pico de potencia como para la potencia media.

En definitiva y sin más dilación, viendo dichos estudios se demuestra que efectivamente este test tiene una alta confiabilidad.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

Tabla 5. Confiabilidad del test-retest de la prueba Anaeróbica "Wingate" (WAT). Abreviaturas: COPD: enfermedad pulmonar obstructiva crónica (Bar-Or, 1993)

Sujeto	r	Comentarios	Referencias
Niños y jóvenes adultos	0.95-0.97	Varios experimentos	Bar-Or et al. (1977)
18 pacientes ancianos con COPD	0.89	WAT abreviado	Berman & Bar-Or (no publicado)
12 adultos jóvenes activos o atletas	0.96	WAT normal	Evans & Quirney (1981)
9 atletas y estudiantes de Educación Física	0.95-0.97 0.95-0.97	WAT normal	Kaczkowski et al. (1982)
28 niños/as de 10-12 años	0.89-0.93	3 climas, intervalos de 2 semanas	Dotan & Bar-Or (1983)
19 militares	0.91-0.93	WAT normal	Patton et al. (1985)
58 sujetos con enfermedades neuromusculares de 6 a 20 años	0.94-0.98	Prueba de brazos	Tirosh et al. (1987)
38 sujetos con enfermedades neuromusculares de 6 a 20 años	0.96	Prueba de piernas	Tirosh et al. (1987)

A pesar de todo ello, para una mayor confiabilidad, se tienen que establecer unas condiciones favorables para realizar este test, como son los efectos del clima, la hidratación, la motivación y la entrada de calor. Se sacó como conclusión que el hábito, la motivación y el aprendizaje causaron pequeñas modificaciones en el pico de potencia y potencia media, mientras que la entrada de calor aumentó el rendimiento.

Para que haya una validez de cualquier test, este se debe comparar con otro. Para ello, deberían de comparar este test con un patrón estándar establecido. Es decir, deberían de compararlo con un test de aptitud anaeróbica. Así hicieron, compararon este test con el Rendimiento Anaeróbico en el Campo, con la Especialidad Deportiva y con Índices Anaeróbicos Medidos en Laboratorios. En los estudios sacaron como conclusión que en condiciones de laboratorio era válido, sin embargo, quedaba menos estandarizadas en condiciones de campo. El test Wingate, finalmente se validó para reflejar el rendimiento

anaeróbico, aunque hay que tener en cuenta que sería presumido que este test pronostique el rendimiento en los eventos deportivos de alta potencia. Siendo la destreza y los componentes del estado físico a veces más importante que un buen nivel anaeróbico.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

- Mejorar mediante el HIIT cualidades físicas (resistencia aeróbica, anaeróbica, etc.) y biológicas en personas con sobrepeso u obesidad.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mejorar la capacidad anaeróbica en personas con sobrepeso u obesidad mediante un programa de HIIT.
- Comprobar la confiabilidad y la validez del test Wingate en personas con sobrepeso u obesidad.
- Comparar con los métodos tradicionales o de intensidad baja/moderada
- Proponer programas de HIIT para dicha población.
- Comprobar si el HIIT provoca alguna adaptación en el consumo máximo de oxígeno y en la potencia media en el Test Wingate
- Comprobar si el Test Wingate en ayunas produce alguna adaptación en la sensibilidad a la insulina y en la oxidación de las grasas y carbohidratos.
- Comprobar si se produce algún efecto metabólico y/o vasculares en personas con sobrepeso u obesidad realizando el HIIT
- Observar si el HIIT afecta a la capacidad aeróbica

- Comprobar si se produce algún cambio en el volumen sistólico tras varios entrenamientos de HIIT.
- Comprobar si los niveles de adipocina en plasma, de leptina y de adiponectina varían tras la finalización del Test Wingate.
- Conocer algunos hábitos para la prevención y/o solución de este problema, ya sea mediante la alimentación como con el ejercicio físico

5. METODOLOGÍA

En este apartado veremos los criterios de búsqueda de documentos para la realización de la revisión sistemática según PRISMA en los efectos que tiene el HIIT en personas con sobrepeso u obesidad. Para ello, vamos a seguir los 27 items que aparece en el artículo. La revisión sistemática básicamente depende de la calidad de los artículos encontrados, por ello, se puede incluso modificar algunos de esos 27 Items durante la revisión sistemática (Moher et al., 2014). Sin más dilación, vamos a adentrarnos en toda la metodología.

5.1. FUENTES DE LA INFORMACIÓN

Para la búsqueda de la revisión sistemática se han utilizado dos bases de datos importantes en nuestro ámbito científico, como son SCOPUS e ISI WEB KNOWLENCE. La revisión que se llevó a cabo fue desde el año 2000, hasta el presente (2019). Además se utilizó el método “snowball” que consistió en seleccionar otros artículos a raíz de estos ya utilizados por estas dos bases de datos, siendo estos escogidos en propia bibliografía de alguno de estos artículos.

Para comenzar a trabajar sobre estas dos bases de datos, que mínimo que describamos el potencial de ambas, las cuales van a ser nuestra fuente principal para conseguir nuestros

objetivos. SCOPUS según Codina (2005) es una web con más de 14000 publicaciones sobre ciencias y tecnología, la cual tiene 4000 editores y 27 millones de referencias a partir del año 1996. Por disciplina, los contenidos son los siguientes: física, química, matemática e ingeniería (4500 títulos), medicina (5900), economía, sociales y psicología (2000) y ciencias en general (50). ISI WEB OF KNOWLEDGE es una plataforma que contiene varias bases de datos electrónicas que son utilizadas como fuente de información, aunque su núcleo es la “Web of Science, (WoS) (Martínez, 2008).

5.2. METODOLOGÍA DE LA BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA

Las palabras clave que se han utilizado para la búsqueda de estos artículos científicos han sido las siguientes: (1) Obesity, (2) High-Intensity Intermittent Exercise, (3) Test Wingate, (4) HIIT, (5) physical condition, (6) Anaerobic, (7) overweight. (8) Reliability, (9) validity

El método de búsqueda fue el siguiente en las 2 bases de datos: (1) Obesity AND test wingate, (2) obesity AND High Intensity Intermittent Exercise, (3) Physical condition AND HIIT AND obesity, (4) Anaerobic AND obesity AND Test Wingate, (5) Test wingate AND validity AND Reliability AND obesity.

5.3. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN

Se han incluido:

- Artículos en inglés
- Búsqueda de artículos de año 2000 en adelante
- Artículos donde hable de los efectos de los HIIT en personas obesas con una valoración mediante el test wingate.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HIIT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

- Artículos donde se vea los efectos producidos por los HIIT en personas obesas mediante un cicloergómetro.

Se han excluido:

- Artículos inferiores al año 2000
- Artículos de cualquier idioma excepto de inglés
- Artículos donde sólo se centren en la pérdida de peso y no de la condición física de las personas con sobrepeso u obesidad.
- Artículos donde se empleen otros test para medir la condición física
- Artículos donde sólo hablen de entrenamientos tradicionales y no sobre los HIIT.
- Artículos duplicados.

5.4. ANÁLISIS DE DATOS

Tras la elección de los textos a través de la revisión sistemática descritos con anterioridad, se ha procedido a recoger toda la información más relevante de cada uno de ellos, siempre ajustándonos al título de cada apartado.

6. RESULTADOS

Después de esta búsqueda tan exhausta vamos a ver el proceso que se ha llevado a cabo para la selección de los artículos que nos va a ayudar en esta búsqueda sistemática.

Primera fase: En la búsqueda de artículos realizada, las palabras claves que han sido utilizadas han sido: (1) High Intensity. (2) Intermittent Exercise. (3) Interval training. (4) Obesity. Wingate. En ambas bases de datos se ha utilizado la palabra en inglés “AND” entre todas estas para una mayor eficacia en la búsqueda. En esta primera búsqueda se utilizaron la

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

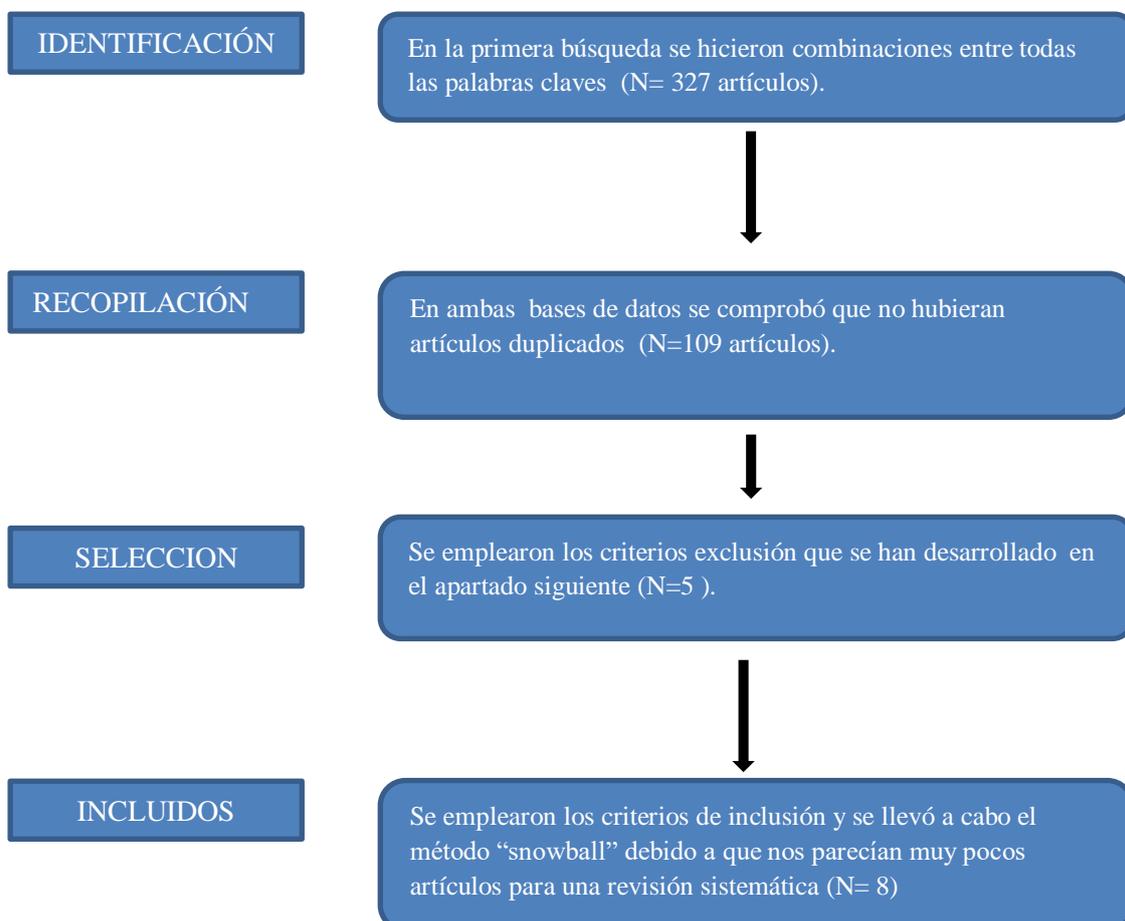
Alberto García González

combinación (1), (3) y (4) y mostró 327 de los cuales 109 son con “open Access” en SCOPUS y 394 en total con 152 con “open Access en ISI Web of Knowledge”.

Segunda fase: Al ser tanto el número de documentos que se arrojó, se tuvo que reducir la búsqueda marcando en ambas bases de datos los siguientes criterios: Añadimos la palabra wingate. Seleccionamos sólo artículos en inglés y marcamos del año 2000 en adelante y se arrojaron sólo 13 artículos

Tercera fase: de esos 13 artículos 5 tan sólo tenían un acceso abierto. A continuación se muestra un diagrama que muestra perfectamente el procedimiento que se ha seguido.

Otro método eficaz que he utilizado es el “snowball” buscar dentro de los propios artículos referencias bibliográficas relacionadas con el tema.



Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HIIT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

A continuación vamos a mostrar todos los estudios disponibles para la realización de nuestra revisión sistemática:

Tabla 6. *Estudios científicos relacionados con el efecto en personas sobrepesas/obesas en relación al HIIT*

TÍTULO	AÑO	AUTOR/ES	REVISTA
Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men	2010	Laura J. Whyte, Jason M.R. Gill, Andrew J. Cathcart	Metabolism Clinical and Experimental 59 (2010) 1421–1428 Journal of Obesity Volume, Article ID 868305, 10 pages
High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss	2010	Stephen H. Boutcher	J Appl Physiol 112: 1353–1360
Determination of inflammatory and prominent proteomic changes in plasma and adipose tissue after high-intensity intermittent training in overweight and obese males	2012	Melanie Leggate, Wayne G. Carter, Matthew J. C. Evans, Rebecca A. Vennard, Sarah Sribala-Sundaram, and Myra A. Nimmo	Journal of Obesity, Article ID 480467, 8 pages
The Effect of High-Intensity Intermittent Exercise on Body Composition of Overweight Young Males	2012	M. Heydari, J. Freund, and S. H. Boutcher	International Journal of General Medicine 2013:6 159–166
The effects of an 8-week multicomponent inpatient treatment program on body composition and anaerobic fitness in overweight and obese children and adolescents	2013	Klaus Karner-Rezek, Beat Knechtle, Matthias Fenzl, Christian Schlegel, Manuela Konrad, Thomas Rosemann2	Novel Physiotherapies
High-intensity Interval Training and	2014	Mohammad A. Alahmadi	

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

Obesity			ISSN:2165-7025 JNP
High-intensity interval training acutely alters plasma adipokine levels in young overweight/obese women	2017	Selma Arzu Vardar, Aziz Karaca, Sibel Güldiken, Orkide Palabıyık, Necdet Süt & Ahmet Muzaffer Demir	Archives of Physiology and Biochemistry The Journal of Metabolic Diseases ISSN: 1381-3455 (Print) 1744-4160 (Online)
Very Low Volume Sprint Interval Exercise Suppresses Subjective Appetite, Lowers Acylated Ghrelin, and Elevates GLP-1 in Overweight Individuals: A Pilot Study	2017	Adrian Holliday, and Andrew K. Blannin	Nutrients 2017, 9, 362 (Pag 2-14)

7. DISCUSIÓN

En el estudio de Whyte, Gill, & Cathcart (2010) intervinieron 10 hombres de unos $32 \pm y$ con un índice de masa corporal de $31 \pm$. Estos realizaron una intervención de Entrenamiento a Intervalos de sprint (SIT) de dos semanas, la cual consistió en 6 sesiones de 4 a 6 repeticiones de sprint sobre un cicloergómetro con descansos de 4/5 min. Después de estas dos semanas se pudo ver un aumento significativo del consumo de oxígeno máximo ($2.98 \pm$ antes del entrenamiento vs $3.23 \pm$ después del entrenamiento) y de la potencia media de Wingate ($579 \pm$ antes del entrenamiento vs $600 \pm$ después del entrenamiento), además se produjeron otras mejoras como la sensibilidad a la insulina y la oxidación de las grasas y carbohidratos en ayuno fueron también significativamente más alto.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

Por lo tanto, se puede sacar como conclusión de este estudio que este tipo de entrenamientos (SIT) mejoró factores de riesgos tanto metabólicos como vasculares en hombres sedentarios.

Según Helgerud et al. (2007) no hay una evidencia clara del aumento de la capacidad aeróbica, pero sí que afirma que se puede producir un aumento del volumen sistólico inducido por una mayor contractilidad cardíaca. Además, según Slørdahl et al. (2005) existe una mayor capacidad oxidativa mitocondrial y un aumento de la capacidad muscular esquelética para producir una difusión, además indica con evidencia que se produce un aumento en la transcripción mediada por PGC-1 α que se produce mediante la activación de AMPK lo que hace que se produzca una mayor capacidad aeróbica del músculo.

A pesar de lo anteriormente hablado, existen autores como el de Heydari, Freund & Boutcher (2012) donde mostró un aumento de la potencia aeróbica alrededor de un 15% para los 45 varones con sobrepeso que realizaron HIIT durante 12 semanas, estos tenían un IMC de 28.5 y entre 24-25 años. se usó VO₂peak como un indicador de la potencia aeróbica, siendo pre ejercicio 3.0 y post ejercicio 3.4 y siendo VO₂peak (mL kg⁻¹ min⁻¹) 34.2 pre ejercicio y 39.4 post ejercicio. También se demostró un aumento de la capacidad mitocondrial.

En cuanto a la capacidad anaeróbica, según Boutcher (2010) nos muestra una revisión sistemática donde analiza varios estudios que afirman que se produce un aumento de este. Esto se midió mediante los niveles de lactado en sangre o mediante el test wingate. Muestra como en varios estudios que tienen una duración de entre 2-15 semanas se produce un aumento de la capacidad anaeróbica de entre el 5-28%, exceptuando el de Mourier et al. (1997) que afirmaba que esta mediante suplementos BCAA, estos usuarios sedentarios y con

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HIIT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

una IMC de 30 incrementaros un capacidad anaeróbica hasta en un 46%. Algunos ejemplos de protocolos que siguieron fueron 20s/10s donde se incrementó un 28%, otros de 4-6 wingate con 4.5 de descanso se prdujo un aumento del 9% de la capacidad anaeróbica.

Dentro de la revisión sistemática de Boutcher (2010) se vió como aumentó la resistencia a al insulina de manera considerable (19-58%).

Hubo otro estudio como el de Leggate et al. (2012) el cual tuvo una muestra de 12 hombres con una media de 24 años, que tenían un IMC aproximado de 29 y que pesaban aproximadamente 91 kg. Se realizó 6 sesiones de HIIT durante dos semanas, estas consistían en 10 intervalos de 4 min. Al ser la primera sesión mediante aire espirado, se extrajo que dieron un total de 85.0 (4.6)% VO₂peak, lo que equivale a 89.5 (2.4)% de la frecuencia cardíaca máxima mediante la realización del 30s-wingate. Lo más relevante que se puede extraer de este estudio fue el aumento significativo que hubo de VO₂peak l/min expresados en terminos absolutos y relativos antes del entrenamiento (3.4) y después del entrenamiento (3.7), dónde hubo un incremento de P Value= 0.022 o lo que es lo mismo, un VO₂peak ml_kg_1_min_1 de 38.4 preentrenamiento y 41.6 postentrenamiento con un P Value= 0.033.

En el siguiente estudio participaron 19 chicos y 9 chicas de entre 12-16 años. Este programa estuvo enfocado en la pérdida de peso mediante programas de HIIT y con un déficit individualizado de 500 kcal, con lo que se tendrá que tener en cuenta a la hora de analizar los resultados motrados en el test wingate. El programa de entrenamiento fue variado, además de incluir sesiones aeróbicas. Para realización del test wingate-20-second (validado con anterioridad) se siguió el siguiente protocolo de familiarización: se ajustó a cada usuario el manillar y silletín, se realizó un calentamiento de 5 minutos a 1 W / kg de masa corporal en 60 rpm, justo en la finalización del calentamiento se realizó un pre-test de 6

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HIIT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

segundo al máximo de la potencia que pudieran emplear. Realizaron un descanso de entre 3-5, se volvió a realizar 2-3 min de actividad a 1 W/ kg de masa corporal a 60 rpm y se llevó a cabo la prueba anaeróbica real de Wingate-20 segundos. La masa corporal de los sujetos se introdujo de acuerdo a las mediciones realizadas durante la prueba inicial. Además hay que tener presente que los niños fueron alentados para así obtener una mayor motivación y para que su esfuerzo fuese el máximo. Se analizaron diferentes variables relacionadas con la capacidad anaeróbica como son: potencia mecánica máxima (W), P-20 máxima (W / kg de masa corporal), potencia media (W), potencia media / kg de masa corporal (W / kg), potencia mínima (W), potencia mínima / kg de masa corporal (W), trabajo (J), trabajo / kg de masa corporal (J / kg), tiempo hasta el pico (segundos) e índice de fatiga (W / segundos) se evaluaron realizando la prueba anaeróbica Wingate-20 segundos y los datos más relevantes que se obtuvieron fue el aumento de Potencia Media en W /kg en las pruebas wingate en un $95.4\% \pm 109.1\%$ en niños y en niñas un $100\% \pm 119.9\%$ ($P= 0.001$). La potencia aeróbica, al igual que en estudios anteriores aumentó entre un 7-12 % tanto en niñas como en niños Karner-Rezek et al. (2013).

Comparando el HIIT con el entrenamiento de baja/moderada intensidad hay autores como Warburton, Nicol, & Bredin (2006) proponen que el ejercicio de baja/moderada intensidad es más efectivo para las personas con sobrepeso u obesidad debido a su bajo riesgo de lesiones comparado con el HIIT, además de ser más tolerantes. Otros autores como Lazzer et al. (2010) aseguran que la razón para usar este nivel de intensidad es asegurar que estas personas puedan mantener y terminar las sesiones de ejercicio. Aunque algunos sujetos con sobrepeso u obesidad tienen dificultades para mantener el ejercicio de Alta intensidad, se puede decir que este tipo de entrenamientos tiene una serie de adaptaciones metabólicas musculares que llevan a cabo una mejor oxidación de las grasas y una mejor tolerancia a la glucosa, además

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HIIT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

de ser mejor que el entrenamiento continuo para la mejora de la capacidad cardiorespiratoria y mejor tolerado (Weston, Wisløff, & Coombes, 2013). Además, según Heydari, Freund, & Boutcher (2012) el HIIT puede ser una gran estrategia para aumentar la capacidad funcional y disminuir el riesgo de mortalidad en sujetos con sobrepeso, obesidad y/o sedentarios.

Según la revisión sistemática de Alahmadi (2014) se pudo extraer que el HIIT, medido mediante el Test Wingate, con su respectivo protocolo (4-6 repeticiones de 30s y 4-5 min de descanso) mejoró la insulina, aumentó la oxidación de grasas en reposo y la presión sistólica en personas sobrepesas, obesas y/o sedentarias. Además de haber un aumento de VO₂ máx (12%) y del volumen sistólico (11.4%) y una disminución de en los latidos del corazón(-8.1%), como ya hemos visto con anterioridad con otros autores. Además, otros estudios como el de Nie et al. (2012) mostraron una mejora de la tolerancia a la glucosa en hombres obesos, mejoría en la sensibilidad a la insulina y mejor oxidación de grasas en hombre sedentarios y obesos. En el se apoya un protocolo modificacado (10 × 60s a 80-95% de la reserva de frecuencia cardíaca, recuperación de 60s) en individuos con sobrepeso donde se encontró una mejora el 35% en la sensibilidad a la insulina aproximadamente 72h después de la sesión del entrenamiento (Hood et al., 2011).

Para ir finalizando este apartado, vamos a centrarnos en estudios basados en estos últimos años. El objetivo de este fue analizar a mujeres con obesidad después de los entrenamientos a intervalos de alta intensidad (HIIT) empleando, como es habitual, el Test Wingate. Se realizó durante 19 días, 4-6 repeticiones y con una carga de 0.065 w/kg (como vemos, es una carga inferior a antiguos estudios donde se llegan a ver 1w/kg). Como resultados de este estudio se pudo estraer que los niveles de adipocina en plasma fue mayor a los 5 min que a los 90 min posteriores al ejercicio (11.7± y 10.5 ±ng/ml), la concentración de adiponectina y leptina no

varió en el primer y último día de ejercicio. Este ejercicio además muestra como afectó al comportamiento anaeróbico siendo este similar a estudios anteriores, aumentando la potencia media ($283.7 \pm$ y $317.3 \pm$) y los valores de potencia mínima ($138.5 \pm$ y $185.6 \pm$) (aunque significativamente) comparando el primer y último día de prueba. Sin embargo la potencia máxima no alcanzó el nivel de significación ($442.9 \pm$ y $482.4 \pm$) (Vardar et al., 2017).

En el último estudio analizado, estuvo centrado en como afecta a la población obesa el HIIT en cuanto a la supresión del apetito dos horas después de realizarlo. Lo que se pudo extraer de este estudio fue que se efectivamente, como se muestra en estudios anteriores la capacidad anaeróbica aumenta aunque significativamente (Holliday & Blannin, 2017).

8. CONCLUSIONES

Después de la extracción varios artículos científicos y basándonos en el método Prisma, se puede concluir que:

- Según el objetivo número uno, Algunos autores nos afirman la mejora en la capacidad anaeróbica (5-28% hablan la mayoría de los autores) medida mediante los niveles de lactato en sangre o mediante el Test Wingate.
- Según el objetivo número dos, podemos comprobar como el test Wingate tiene una confiabilidad y una validez alta en personas con sobrepeso u obesidad.
- Según el objetivo número tres, podemos comprobar como algunos autores hablan de que el ejercicio de baja/moderada intensidad es más efectivo para personas con estas condiciones al ser más tolerantes y menos lesivo, aunque afirman que el HIIT tiene una serie de adaptaciones metabólicas musculares que llevan a cabo una mejor

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HIIT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

oxidación de las grasas una mejor tolerancia a la glucosa, además de ser mejor que el anterior para una mejora en la capacidad cardiorrespiratoria.

- Según el objetivo número cuatro, se proponen varios tipos de HIIT entre ellos se encuentra el protocolo wingate (4-6 repeticiones de 30s y 4-5 min de descanso).
- Según el objetivo número cinco, el Entrenamiento a Intervalos de Alta Intensidad (HIIT) en personas con sobrepeso u obesidad provoca en la mayoría de los casos aumentos significativos en el consumo de oxígeno máximo y en la potencia media en el Test Wingate, aunque en este último la subida no es muy prolongada.
- Según el objetivo número seis, la realización del Test Wingate en ayunas, produce una mejora en la sensibilidad a la insulina (algunos autores afirman que se produce un aumento entre el 19-58%, otros hablan de una media del 35%), además de un aumento en la oxidación de las grasas y carbohidratos.
- Según el objetivo número siete, el entrenamiento de Alta Intensidad a Intervalos, produce una mejora en los factores metabólicos y vasculares en hombres sedentarios y con sobrepeso u obesidad.
- Según el objetivo número ocho, algunos autores afirman que realizando el HIIT durante al menos 2 semanas no mejora aumento de la capacidad aeróbica, aunque en estudios más recientes se afirma que hay un incremento de esta hasta en un 15% y otros de entre un 7-12 %.
- Según el objetivo número nueve, realizando el trabajo de Alta Intensidad a Intervalos, se puede ver un aumento del volumen sistólico inducido por una mayor contractilidad cardíaca, además de un aumento en la capacidad músculo esquelética para producir difusión.

- Según el objetivo número diez, los niveles de adipocina en plasma es mayor a los 5 min que a los 90 min post realización del Test wingate , así como la concentración de leptina y adiponectina no varió del primer al último día (19 días) de entrenamiento en mujeres. Este estudio con mujeres corroboró que efectivamente, existe un aumento significativo de la potencia media, potencia mínima y potencia máxima, aunque en esta última fue algo más significativa
- Según el objetivo número once, simplemente cambiando hábitos como la alimentación, evitando productos ultraprocesados y optando por alimentos ricos en proteínas y entero y con ejercicio regular se puede prevenir y/o solucionar los problemas de sobrepeso u obesidad.
- Conocer algunos hábitos para la prevención y/o solución de este problema, ya sea mediante la alimentación como con el ejercicio físico
- Según el único objetivo general podemos comprobar siguiendo la trayectoria de los objetivos específicos que se producen mejoras en las cualidades físicas y biológicas en las personas con sobrepeso u obesidad mediante programas de al menos dos semanas de HIIT.

9. PERSPECTIVAS FUTURAS

En la realización de mi TFG y a la hora de realizar la revisión sistemática, el único problema que he encontrado ha sido que la mayoría de los artículos científicos trataban la obesidad y/o sobrepeso mediante programas de entrenamiento de Alta Intensidad pero enfocados en la pérdida de peso y la oxidación de las grasas, estando mi trabajo más enfocado en los cambios en la condición física que se produce mediante este tipo de entrenamientos.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HIIT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

Otro punto que tengo que resaltar, es que en la mayoría de los artículos científicos que he tratado llevaban un plan alimenticio saludable o hipocalórico.

En un futuro me gustaría indagar más en este tema, pero además, enfocarme en el conjunto de ambas cosas (nutrición y Entrenamiento a Intervalos de Alta Intensidad).

Por último, tengo que resaltar que lo ideal para poder salir de la obesidad y de los problemas que ello conlleva, sería realizar programas de HIIT, un plan alimenticio saludable y que perdure en el tiempo y además realizar trabajo de fuerza y resistencia para complementar el HIIT y tener mayores ganancias tanto de la capacidad aeróbica, como de la capacidad anaeróbica, además de todos los cambios metabólicos y fisiológicos que mejorarían sin duda.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Alahmadi, M. A. (2014). High-intensity interval training and obesity. *Novel Physiotherapies*, 4(3), 211. <http://dx.doi.org/10.4172/2165-7025.1000211>.
- Ansorena, D., & Martínez, A. (2010). *Alimentación, ejercicio físico y salud*. Berañain (Navarra): Universidad de Navarra, S.A.
- Astorino, T., Allen, R., W. Rober, D., & Jurancich, M. (January de 2012). EFFECT OF HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING ON CARDIOVASCULAR FUNCTION, VO₂MAX, AND MUSCULAR FORCE. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 138-145.
- Attia, A., Hachana, Y., Chaabène, H., Gaddour, A., Neji, Z., Shephard, R., & Chelly, M. (4 de Diciembre de 2014). Reliability and Validity of a 20-s Alternative to the Wingate Anaerobic Test in Team Sport Male Athletes. (G. U. Jonathan A. Coles, Ed.) *PLoS ONE*, 9(12), 1-10. doi:10.1371/journal.pone.
- Bar-Or, O. (1993). Test Anaeróbico Wingate. *Revista de Actualización en Ciencias del Deporte*, 1(3), 1-17.
- Boudou, P., Sobngwi, E., Mauvais-Jarvis, F., & Vexiau an, P. (2003). Absence of exercise-induced variations in adiponectin levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

- sensitivity in type 2 diabetic men. *European Journal of Endocrinology*, 149(5), 421-424.
<https://eje.bioscientifica.com/view/journals/eje/149/5/421.xml>.
- Boutcher, S. (2011). High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. *Journal of Obesity*, 1-10.
<https://doi.org/10.1155/2011/868305>.
- Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of applied physiology*, 1985-1990.
- Codina, P. (2005). Scopus: el mayor navegador científico de la web. *El Profesional De La Información*, 14(1), 44-49. <http://www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2017/03/Scopus-el-mayor-navegador-cient%C3%ADfico-de-la-web.pdf>.
- Coyle, E. F. (2005). Very intense exercise-training is extremely potent and time efficient: a reminder. *Journal of Applied Physiology*, 98(6), 1983-1984.
- Edge, J., Bishop, D., & Goodman, C. (2006). The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females. *European journal of applied physiology*, 96(1), 97-105.
- Entrada, Y. (2010). Revisión sistemática sobre las baterías de evaluación usadas en el examen de la condición física. *Revista colombiana De Rehabilitación*, 9(1), 62-71.
- Gálvez Garrido, A. (2010 de Febrero de 2010). *Medición y evaluación de la condición física: batería de test Eurofit*. Recuperado el 15 de Febrero de 2019, de Educación Física y deportes: <https://www.efdeportes.com/efd141/bateria-de-test-eurofit.htm>
- Gibala, M., Little, J., Essen, M., P. Wilkin, G., Burgomaster, K., Safdar, A., . . . Tarnopolsky, M. (6 de Septiembre de 2006). Short-term Sprint Interval versus Traditional Endurance Training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of Physiology*, 575(3), 901-911. DOI: 10.1113/jphysiol.2006.112094.
- Hansen, D. (2013). *Exercise therapy in adult individuals with obesity*. (N. S. Publishers, Ed.) New York: Library of Congress Cataloging-in-Publication Data.
- Helgerud, J., Høydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Bjerkaas, M., Simonsen, T., . . . Hoff, J. (Abril de 2007). Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(4), 665-671. DOI: 10.1249/mss.0b013e3180304570.
- Heredia, J., Isidro, F., Roig, J., Chulvi, I., Moral, S., & Molins, A. (2008). *SOBREPESO/OBESIDAD, EJERCICIO FISICO Y SALUD: Intervención mediante programas de Fitness*. Sevilla: Wanceulen Editorial Deportiva, S.L.
- Hernán Daza, C. (2002). *La obesidad: un desorden metabólico de alto riesgo metabólico para la salud* (Vol. 33). Cali, Colombi: Corporación Editora Médica del Valle.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

- Heydari, M., Freund, J., & Boutcher, S. (2012). The Effect of High-Intensity Intermittent Exercise on Body Composition of Overweight Young Males. (G. P. Nassis, Ed.) *Journal of Obesity*, 1-9. doi:10.1155/2012/480467.
- Holliday, A., & Blannin, A. (2017). Very low volume sprint interval exercise suppresses subjective appetite, lowers acylated ghrelin, and elevates GLP-1 in overweight individuals: A pilot study. *Nutrients*, 9(4), 362. <https://doi.org/10.3390/nu9040362>.
- Hood, M. S., Little, J. P., Tarnopolsky, M. A., Myslik, F., & Gibala, M. J. (2011). Low-volume interval training improves muscle oxidative capacity in sedentary adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(10), 1849-1856.10.1249/MSS.0b013e3182199834.
- Jiménez Gutiérrez, A. (Julio de 2007). Assesing physical ability and its relationship with health. *Journal of Human Sport and Exercise*, 2(2), 53-71.
- Karner-Rezek, K., Knechtle, B., Fenzl, M., Schlegel, C., Konrad, M., & Rosemann, T. (2013). The effects of an 8-week multicomponent inpatient treatment program on body composition and anaerobic fitness in overweight and obese children and adolescents. *International journal of general medicine*, 6(159), 159-166. <http://dx.doi.org/10.2147/IJGM.S40187>.
- Kubukeli, Z. N., Noakes, T. D., & Dennis, S. C. (2002). Training techniques to improve endurance exercise performances. *Sports Medicine*, 32(8), 489-509.
- Lazzer, S., Lafortuna, C., Busti, C., Galli, R., Tinozzi, T., Agosti, F., & Sartorio, A. (2010). Fat oxidation rate during and after a low-or high-intensity exercise in severely obese Caucasian adolescents. *European journal of applied physiology*, 108(2), 383-391. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1234-z>.
- Leggate, M., Carter, W. G., Evans, M. J., Vennard, R. A., Sribala-Sundaram, S., & Nimmo, M. A. (2012). Determination of inflammatory & prominent proteomic changes in plasma & adipose tissue after high intensity intermittent training in overweight & obese. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 112(8), 1353-1360. doi:10.1152/jappphysiol.01080.2011.
- Marquez Rosa, S., & Garatache Gallego, N. (2012). *Obesidad y Ejercicio Físico*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Martínez, L.-J. (Mayo-Junio de 2008). La nueva versión de ISI Web of Knowledge: calidad y complejidad. *El profesional de la información*, 17(3), 331-339.DOI: 10.3145/epi.2008.may.10.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D., & The PRISMA group. (2014). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses:The PRISMA Statement. *Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 18(3), 172-181.
- Mourier, A. G., Bigard, A. X., Villette, J. M., Garnier, J. P., ... Cathelineau, G. (1997). Mobilization of visceral adipose tissue related to the improvement in insulin sensitivity in response to

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

- physical training in NIDDM: effects of branched-chain amino acid supplements. *Diabetes care*, 20(3), 385-391. <https://doi.org/10.2337/diacare.20.3.385>.
- Nie, J., Kong, Z., Baker, J. S., Tong, T. K., Lei, S. H., & Shi, Q. (2012). Acute changes in glyceimic homeostasis in response to brief high-intensity intermittent exercise in obese adults. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 10(2), 97-100. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2012.10.007>.
- OMS. (16 de Febrero de 2018). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 13 de Febrero de 2019, de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Pedersen, B. K., & Saltin, B. (2006). Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 16(S1), 3-63.
- Pollock, M. L., Franklin, B. A., Balady, G. J., Chaitman, B. L., Fleg, J. L., Fletcher, B.,... Bazzarre, T. (2000). Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease. *Circulation*, 101(7), 828-833.
- Richardson, M., & Carey, D. (2003). Can Aerobic and Anaerobic Power be Measured in a 60-Second Maximal Test? *Journal of Sport Science and Medicine*, 2, 151-157.
- Saris, W. H., Blair, S. N., Van Baak, M. A., Eaton, S. B., Davies, P. S., Di Pietro, L., ... Tremblay, A. (2003). How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1st Stock Conference and consensus statement. *Obesity reviews*, 4(2), 101-114.
- Slørdahl, S. A., Wang, E., Hoff, J., Kemi, O. J., Amundsen, B. H., & Helgerud, J. (2005). Effective training for patients with intermittent claudication. *Scandinavian Cardiovascular Journal*, 39(4), 244-249.
- Trapp, E., Chisholm, D., & Boutcher, S. (2007). Metabolic response of trained and untrained women during high-intensity. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 293(6), R2370-R2375. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00780.2006>.
- Vardar, S. A., Karaca, A., Güldiken, S., Palabıyık, O., Süt, N., & Demir, A. M. (2017). High-intensity interval training acutely alters plasma adipokine levels in young overweight/obese women. *Archives of physiology and biochemistry*, 124(2), 149-155. <https://doi.org/10.1080/13813455.2017.1369998>.
- Warburton, D. E., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. (2006). Prescribing exercise as preventive therapy. *Cmaj*, 174(7), 961-974.
- Weston, K. S., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2013). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Journal Sports Medicine*, 48(16), 1227-1234. <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2013-092576>.

Revisión Sistemática sobre cómo afecta el Entrenamiento de Alta Intensidad o HITT en personas con sobrepeso u obesidad

Alberto García González

Whyte, L. J., Gill, J. M., & Cathcart, A. J. (2010). Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism Clinical and Experimental*, 59(10), 1421-1428. doi:10.1016/j.metabol.2010.01.002.

Wing, R. R. (1999). Physical activity in the treatment of the adulthood overweight and obesity: current evidence and research issues. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(11 Suppl), S547-52.