

# Obesidad y ejercicio físico en adultos.

## *Obesity and physical exercise in adults.*

José Naranjo Orellana (Coordinador)<sup>1</sup>, Javier Álvarez Medina<sup>2</sup>, Cristina Blasco Lafarga<sup>3</sup>, Teresa Gaztañaga Aurrekoetxea<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidad Pablo de Olavide. Sevilla. <sup>2</sup>Universidad de Zaragoza. <sup>3</sup>Universidad de Valencia. <sup>4</sup>Hospital Quirónsalud Donostia. San Sebastián.

doi: 10.18176/archmeddeporte.0007

Recibido: 05/05/2020

Aceptado: 29/05/2020

## Introducción

El presente documento analiza las evidencias científicas existentes respecto al ejercicio físico en adultos con sobrepeso u obesidad y constituye una posición de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte.

Es evidente que tanto la prevención como el tratamiento de la obesidad requieren un abordaje múltiple que implica de forma sustancial al estilo de vida. Dentro de los aspectos relacionados con el estilo de vida, la alimentación y su combinación con el ejercicio físico juegan un papel fundamental.

En este documento nos centraremos exclusivamente en los aspectos relacionados con el ejercicio físico ya que se encuentra sometido a

cambios notables en los últimos años y parece acumular gran cantidad de recomendaciones a veces contradictorias.

A lo largo de estas páginas se abordará en primer lugar la existencia de evidencias respecto al papel que juega el ejercicio físico (en sus distintas modalidades) en el tratamiento y la prevención de la obesidad. A continuación, analizamos el conocimiento existente sobre los datos de valoración funcional que pueden utilizarse para programar ejercicio en sujetos obesos. Por último, se realiza un análisis en profundidad de la evidencia existente en este momento respecto al papel que juegan tanto el ejercicio continuo como el intermitente en la pérdida de peso (y su mantenimiento) por parte de los sujetos con obesidad.

## Evidencias actuales sobre el papel del ejercicio físico en la pérdida de peso en adultos obesos

La obesidad es uno de los mayores problemas de salud en la sociedad actual y factor de mayor comorbilidad por alteraciones metabólicas (Síndrome Metabólico, HTA dislipemias, Diabetes tipo II, hígado graso, colestasis, neoplasias, ovarios poliquísticos, otras), cardiovasculares (HTA, cardiopatía isquémica, fibrilación auricular entre otras), mecánicas (hipoventilación, apnea del sueño, osteoartritis, principalmente) y psicosociales (depresión, discriminación social/laboral en su caso, disminución de la autoestima, trastornos en la conducta alimentaria), como más destacables<sup>1-3</sup>. La prevalencia de la obesidad en adultos mayores de 18 años en España es de un 18,2% en hombres y un 16,7% de

mujeres<sup>4</sup>, con una población sedentaria del 31,9% en hombres y 40,0% en mujeres<sup>5</sup>. Recientemente, la OMS ha presentado el plan Mundial de Acción de la Actividad Física 2018-2030, con el objetivo de reducir el sedentarismo y promover la salud ante el dato preocupante de que las enfermedades no transmisibles (ENT) son la consecuencia del 71% de todas las muertes en el mundo, entre ellas la de 15 millones de personas cada año con edades entre los 30 y los 70 años<sup>6</sup>.

La pérdida ponderal está relacionada con la mejora en la comorbilidad, evidencia ya citada desde hace años y corroborada más recientemente con distintos estudios científicos, revisiones sistemáticas

Correspondencia: José Naranjo Orellana

E-mail: jonaore@gmail.com

y metaanálisis hasta 2020, destacándose la normalización de la glucemia en la diabetes tipo 2 y dislipemia, disminución de la presión arterial<sup>7-10</sup> y sintomatología de la osteoartritis<sup>11</sup>, principalmente en personas obesas.

## Revisión de los últimos metaanálisis sobre el efecto del ejercicio en la pérdida de peso

Uno de los abordajes para la pérdida de peso dentro de los cambios en el modo de vida y mantenimiento de la salud es la práctica regular ejercicio físico<sup>10,12-16</sup>, incluso antes y después de una cirugía bariátrica<sup>17</sup>.

La actividad física de intensidad moderada de 150 a 250 min/semana, con una energía equivalente a 1.200 a 2.000 kcal/semana, parece suficiente para prevenir y evitar un aumento de peso superior al 3% en la mayoría de los adultos y puede inducir una pérdida de peso moderada de 2 a 3 kg, llegando a pérdidas entre 5 y 7,5 kg en caso de una dedicación de 225-420 min/semana. Esta misma recomendación es válida para casos de sobrepeso y obesidad, donde probablemente tenga una mejor respuesta con mayor pérdida de peso y mejor mantenimiento ponderal<sup>12</sup>.

En la búsqueda de revisiones sistemáticas y/o metaanálisis hasta 2020, se encuentran varias que han demostrado que el ejercicio físico por sí solo no es muy efectivo para la pérdida de peso inicial en obesos y que las personas que hacen dieta y ejercicio mantienen su pérdida de peso mejor que aquellas que solo hacen dieta, evidenciando que la dieta y el ejercicio favorecen una pérdida que puede mantenerse como mínimo a 6 meses<sup>9,18,19</sup>.

Es importante recordar que la OMS<sup>6</sup> define como "actividad física insuficiente" en adultos mayores de 18 años, una actividad de intensidad moderada menor de 150 minutos por semana y que el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) ha constatado que existe una relación dosis-respuesta para la prevención del aumento de peso, siendo más acentuada para la actividad física de intensidad moderada a vigorosa ( $\geq 3$  MET, similar a caminar rápido) superior a 150 min por semana<sup>15</sup>. No hay pruebas suficientes para determinar si existe una asociación entre la actividad de baja intensidad ( $< 3$  MET) y el aumento de peso atenuado en adultos, existiendo una evidencia moderada para indicar que la relación entre mayores cantidades de actividad física y aumento de peso atenuado en adultos no parece variar según el sexo.

El caminar no se asocia consistentemente con cambios en el peso o el IMC o con la incidencia de desarrollar obesidad, sin embargo, se cita que lograr 10.000 pasos o más por día atenúa el aumento de peso en comparación con no superar los 10.000 pasos por día, que puede sugerir la necesidad de alcanzar grandes volúmenes de caminata para disminuir el incremento de peso<sup>15</sup>. Se observa así mismo una asociación inversamente significativa entre la actividad física, el aumento de peso y la edad, en un rango que incluye adultos de ambos sexos, jóvenes, de mediana edad y mayores<sup>15</sup>.

En cuanto al tiempo diario de dedicación, en base a la revisión sistemática de Jakicic *et al* sobre la asociación entre la duración de la actividad física y la salud<sup>10</sup>, se continúa apoyando que la actividad física acumulada en sesiones de 10 minutos o más de duración, puede mejorar una variedad de resultados relacionados con la salud incluyendo la incidencia de la obesidad con disminución del peso, peso graso e

IMC y se añade la evidencia adicional, de estudios de cohortes transversales y prospectivos, que sugieren que la actividad física acumulada en sesiones de menos de 10 minutos también se asocia con resultados favorables incluida la mortalidad por todas las causas, pero con respecto a la incidencia sobre obesidad, solo hay un estudio trasversal que refiere como efectivas las sesiones de menos 10 min con disminución del IMC y peso graso<sup>10</sup>.

## Revisión de la evidencia sobre diferentes tipos de ejercicios y/o programas

Para mejorar la salud física y mental y/o la aptitud en la mayoría de las personas adultas, el ACSM<sup>20</sup> recomienda la prescripción de un programa integral que incluya ejercicio cardiorrespiratorio, de resistencia, flexibilidad y neuromotor de suficiente volumen y calidad (estiramientos, fases de calentamiento, progresión gradual de volumen e intensidad, duración y frecuencia), recomendando estrategias efectivas para reducir los riesgos musculoesqueléticos y de enfermedad cardiovascular (ECV) incluyendo la detección y la educación sobre los signos y síntomas prodrómicos de la ECV<sup>20</sup>. En esta línea, el Colegio Americano de Cardiología y la Asociación Americana del Corazón recomiendan una prueba de esfuerzo para sujetos asintomáticos con diabetes *mellitus*, hombres mayores de 45 años y mujeres mayores de 55 años antes de comenzar un programa de ejercicio vigoroso para descartar factores de riesgo cardiovascular y orientar pruebas complementarias de diagnóstico<sup>21</sup>.

La aplicación de este planteamiento global en adultos obesos tiene mayor complejidad dado su grado de sedentarismo, donde se hace imprescindible una valoración previa de la capacidad funcional, limitaciones (movilidad, sobrecarga/impacto, alteraciones del equilibrio y respuesta al calor, apnea del sueño mal controlada, disnea) y riesgos a los que pueden someterse (cardiovasculares, lesiones articulares y musculoesqueléticas) para orientar y prescribir el ejercicio físico individualizado<sup>10,12-18,20-22</sup>.

A la hora de elegir el tipo de ejercicio, intensidad, tiempo y programa en base a los últimos metaanálisis hasta 2020, en adultos obesos de ambos sexos (18-65 años principalmente), pueden citarse las siguientes evidencias:

- El ejercicio de resistencia no parece ser un medio eficaz por sí solo para perder peso, pero está asociado con numerosos otros beneficios para la salud, que incluyen la disminución de distintos factores de riesgo de enfermedades crónicas (HTA, dislipemias, hiperglucemia), el aumento de la masa sin grasa y la disminución de la masa grasa sobre todo abdominal<sup>10,18</sup>.
- El ejercicio de hasta 30 min/día en 18 estudios con un promedio de duración de 16 semanas (rango 4-7 semanas) evidencia un cambio significativo en la disminución del peso corporal, IMC y peso graso siendo más efectivo a partir de 10 semanas ( $p < 0,05$ ), que en periodos de intervención más cortos  $\leq 10$  semanas<sup>23</sup>.
- El entrenamiento con ejercicios desde intensidad moderada prolongada (MICT) a alta intensidad (HIIT) a corto plazo (5-16 semanas), puede inducir mejoras significativas ( $p < 0,05$ ) en la composición corporal en personas con sobrepeso y obesidad (peso graso y circunferencia de la cintura) pero sin cambios en el peso corporal. No

hay diferencias significativas en ambos tipos de entrenamiento, HIIT y MICT, para ninguna medida de composición corporal, mostrando una efectividad similar. Sin embargo, el HIIT tiene un requerimiento de un 40% menos en tiempo de dedicación, lo que puede ser una ventaja eficiente en los programas de control de peso<sup>24</sup>.

## Mensajes para recordar

- La actividad física de intensidad moderada de 150 a 250 min/semana, con una energía equivalente a 1.200 a 2.000 kcal/semana, parece suficiente para prevenir y evitar un aumento de peso.
- El ejercicio físico por sí solo no es muy efectivo para la pérdida de peso inicial en obesos. Las personas que hacen dieta y ejercicio mantienen su pérdida de peso mejor que aquellas que solo hacen dieta o ejercicio.
- Existe una relación dosis-respuesta entre el ejercicio físico y la prevención del aumento de peso, siendo más acentuada para la actividad física de intensidad moderada a vigorosa.
- La actividad física acumulada en sesiones de 10 minutos o más, puede mejorar una variedad de resultados relacionados con la salud incluyendo la incidencia de la obesidad con disminución del peso, peso graso e IMC.
- El ejercicio de hasta 30 min/día evidencia un cambio significativo en la disminución del peso corporal, IMC y peso graso, siendo más efectivo a partir de 10 semanas.
- El ejercicio interválico y el ejercicio continuo no parecen mostrar efectos muy diferentes. A corto plazo (5-16 semanas) ambos inducen mejoras significativas en la composición corporal en personas con sobrepeso y obesidad (peso graso y circunferencia de la cintura).

## Bibliografía

1. Gorgojo Martínez, JJ. Otras comorbilidades asociadas a la obesidad. Bellido Guerrero, D. Ed. Sobrepeso y obesidad. Madrid, SEEDO (Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad). 2017;259-79.
2. Flegal KM, Kit BK, Orpana H, Graubard BI. Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2013;309:71-82.
3. Albury Ch, Strain WD, Le Brocq S, Logue J, Lloyd C, Tahrani A. The importance of language in engagement between health-care professionals and people living with obesity: a joint consensus statement. *Lancet Diabetes Endo*. 2020;8:447-55.
4. Vocalía asesora para la estrategia NAOS. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en España en el informe "The heavy burden of obesity" (OCDE 2019) y en otras fuentes de datos (12/11/2019). Disponible en: [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/observatorio/Resumen\\_resultados\\_informe\\_OCD-NAOS.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/observatorio/Resumen_resultados_informe_OCD-NAOS.pdf)
5. Determinantes de salud (sobrepeso, consumo de fruta y verdura, tipo de lactancia, actividad física). INE 2017. Disponible en: [file:///C:/Users/PC/Downloads/4\\_6\\_Determinantes\\_de.pdf](file:///C:/Users/PC/Downloads/4_6_Determinantes_de.pdf)
6. Organización Panamericana de la Salud (OPS) - Organización Mundial de la Salud (OMS). Plan de acción mundial sobre actividad física 2018-2030. Más personas activas para un mundo sano. World Health Organization (WHO), Ginebra 2018, OPS, Washington, D.C 2019. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/327897/WHO-NMH-PND-18.5-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. Mandai N, Akazawa K, Hara N, Ide Y, Ide K, Dazai U, et al. Body Weight Reduction Results in Favorable Changes in Blood Pressure, Serum Lipids, and Blood Sugar in Middle-Aged Japanese Persons: A 5-Year Interval Observational Study of 26.824 Cases. *Glob J Health Sci*. 2015;7:159-70.
8. Ma C, Avenell A, Bolland M, Hudson J, Stewart F, Robertson C, et al. Effects of weight loss interventions for adults who are obese on mortality, cardiovascular disease, and cancer: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2017;359:j4849.
9. Dombrowski SU, Knittle K, Avenell A, Araújo-Soares V, Snihotta FF. Long term maintenance of weight loss with non-surgical interventions in obese adults: systematic review and meta-analyses of randomised controlled trials. *BMJ*. 2014;348:g2646.
10. Jakicic JM, Kraus WE, Powell KE, Campbell WW, Janz KF, Troiano RP, et al. 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Association between bout duration of physical activity and health: systematic review. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51:1213-9.
11. Hall M, Castelein B, Wittoek R, Calders P, Van Ginckel A. Diet-induced weight loss alone or combined with exercise in overweight or obese people with knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Semin Arthritis Rheum*. 2019;48:765-77.
12. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. [published correction appears in *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:1532]. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41:459-71.
13. Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, et al. American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines; Obesity Society. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *Circulation*. 2014;129(25 Suppl 2):S102-38.
14. Manonelles Marqueta P, De Teresa Galván C (coordinadores), Alacid Cárceles F, Álvarez Medina J, Del Valle Soto M, Gaztañaga Aurrekoetxea T, et al. Deporte recreacional saludable. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). *Arch Med Deporte*. 2016;33(Supl. 2):8-40.
15. Jakicic JM, Powell KE, Campbell WW, Dipietro L, Pate RR, Escatello LS, Collins KA, Bloodgood B, Piercy KL; 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. Physical Activity and the Prevention of Weight Gain in Adults: A Systematic Review. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51:1262-9.
16. Blay Cortés VA, Casajús Mallén, Blay Cortés MG. Actividad física en el paciente obeso. Bellido Guerrero, D. Ed. Sobrepeso y obesidad. Madrid, SEEDO (Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad), 2017;259-79.
17. Marshall S, Mackay H, Matthews C, Maimone IR, Isenring E. Does intensive multidisciplinary intervention for adults who elect bariatric surgery improve post-operative weight loss, co-morbidities, and quality of life? A systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2020;21:e13012.
18. Fock K, Khoo J. Diet and exercise in management of obesity and overweight. *Gastroenterol Hepatol*. 2013;28 Supl 4:59-63.
19. Hassan Y, Head V, Jacob D, Bachmann MO1, Diu S, Ford J. Lifestyle interventions for weight loss in adults with severe obesity: a systematic review. *Clin Obes*. 2016;6:395-403.
20. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43:1334-59.
21. Thomas S, Metkus, Jr, MD, Kenneth L. Baughman, MD, Paul D, Thompson, MD. Exercise prescription and primary prevention of cardiovascular disease. *Circulation*. 2010;121:2601-4.
22. Manonelles Marqueta P, Luengo Fernández E, Franco Bonafonte L (coordinadores), Álvarez-Garrido H, Alvero Cruz JR, Archanco Olcese M, et al. Contraindicaciones para la práctica deportiva. Documento de consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). *Arch Med Deporte*. 2018;35(Supl. 2):6-45.
23. Kim H, Reece J, Kang M. Effects of Accumulated short bouts of exercise on weight and obesity indices in adults: A meta-analysis. *Am J Health Promot*. 2020;34:96-104.
24. Sultana RN, Sabag A, Keating SE, Johnson NA. The effect of low-volume high-intensity interval training on body composition and cardiorespiratory fitness: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*. 2019;49:1687-721.

## Aportaciones de la prueba de esfuerzo a la prescripción de ejercicio en pacientes obesos

Al realizar una prueba de esfuerzo a personas con sobrepeso u obesidad podemos acceder a toda la información funcional y de salud que esta herramienta nos proporciona en cualquier sujeto, pero, además, en estos pacientes vamos a tener una información muy valiosa respecto al gasto energético.

Sabemos que los carbohidratos constituyen el sustrato metabólico más importante durante el ejercicio prolongado de intensidad moderada-alta<sup>1</sup> y que los depósitos de glucógeno muscular se vacían si el ejercicio es de la suficiente intensidad y duración<sup>2,3</sup>. Los depósitos de glucógeno en el humano tienen un valor medio de 740 g, lo que supone un valor de unas 3.000 kcal, a razón de 4 kcal/g<sup>4</sup>.

Sin embargo, las reservas de grasa en el humano son prácticamente ilimitadas en el contexto del ejercicio. Pensemos que incluso un sujeto de 70 kg de peso, con solo un 10% de componente graso (7 kg), almacenaría energía por valor de 68.250 kcal a razón de 9,75 kcal/g<sup>5</sup>.

Por lo tanto, la optimización de la oxidación de grasas no solo ha sido y es del máximo interés para las competiciones de largas distancias o para las tareas militares, sino también para la salud, al haberse puesto de manifiesto su relación con marcadores como la sensibilidad a la insulina o la ganancia de peso<sup>6</sup>.

### Calorimetría indirecta

El gasto energético de un sujeto puede estudiarse en reposo o durante el ejercicio a una intensidad concreta o a diferentes intensidades. En una prueba de carga constante mantenemos fija una intensidad y exploramos fundamentalmente los efectos de la duración.

En cualquiera de los casos, el estudio del gasto energético se realiza por calorimetría indirecta. La calorimetría indirecta es el método mediante el cual se puede estimar *in vivo*, a partir de las mediciones de intercambio de gases, el tipo y la tasa de utilización de sustratos y el metabolismo energético<sup>7</sup>. Esta técnica proporciona una información única, no es invasiva y se puede combinar ventajosamente con otros métodos experimentales para investigar numerosos aspectos de la asimilación de nutrientes, la termogénesis, la energía del ejercicio físico y la patogénesis de las enfermedades metabólicas.

La calorimetría indirecta era fundamentalmente una tecnología de investigación hasta la década de los 80 y 90 en que comenzó a tener aplicaciones clínicas de interés<sup>8</sup>. En la actualidad es una herramienta imprescindible para comprender los mecanismos que subyacen en el sobrepeso y la obesidad<sup>9</sup> y se considera el "gold standard" para determinar el gasto de energía, midiendo los intercambios de gases pulmonares<sup>10,11</sup>.

Ha habido diferentes intentos para tratar de predecir el gasto energético sin necesidad de calorimetría (por ejemplo, utilizando la FC) pero hasta la fecha no han dado resultados<sup>12</sup>, por lo que en la actualidad sigue siendo imprescindible la calorimetría indirecta para su determinación.

### Primer umbral ventilatorio y "Fat Max"

En una prueba incremental, la Tasa de Oxidación de Grasas (TOG) para cada carga, expresada en g/min, se obtiene mediante la ecuación  $1.695 \cdot \text{VO}_2 - 1.701 \cdot \text{VCO}_2 - 1.77n$  para cualquier intensidad<sup>13</sup>. En esta ecuación, "n" representa la excreción urinaria de Nitrógeno que asumimos que es despreciable y, por tanto,  $n = 0$ <sup>14</sup>. Con los datos de esta ecuación se construye un ajuste polinomial de 2º orden entre TOG y la intensidad de ejercicio. El valor más alto de la TOG en todo el rango de intensidades se denomina Máxima Oxidación de Grasas (en inglés, MFO) y la intensidad de ejercicio a la cual ocurre la MFO, se denomina Fat-max. Al rango de intensidades que se encuentra entre un 10% por debajo y por encima de Fat-max, se le denomina "zona Fat-max"<sup>13</sup>.

El primer umbral ventilatorio (VT1) fue descrito por primera vez por Hollmann durante el Tercer Congreso Panamericano de Medicina del Deporte celebrado en Chicago en 1959<sup>15</sup>, aunque el concepto (y sus implicaciones) fue posteriormente consolidado por Wasserman y McIlroy en 1964<sup>16</sup>. La técnica que utilizamos en la actualidad quedó definitivamente descrita por Reinhardt, Müller y Schmölling en 1979<sup>17</sup>. Desde estos trabajos pioneros sabemos que el significado metabólico del primer umbral ventilatorio está precisamente en el hecho de que es la intensidad de ejercicio a partir de la cual se activa la glucólisis (y por tanto comienza la acumulación de lactato en sangre) por caída en la tasa de oxidación de grasas. Por lo tanto, VT1 y Fat-max describen conceptualmente intensidades de ejercicio muy próximas, cuando no coincidentes.

De hecho, no existe diferencia significativa en sujetos obesos entre las intensidades a las que aparecen VT1 y el Fat-max<sup>13</sup>, de forma que la intensidad de VT1 es también un buen indicador para la prescripción de ejercicio en esta población<sup>13,18</sup>.

Sin embargo, hay diferencias metodológicas. Mientras el VT1 requiere para su determinación de pruebas incrementales en rampa o con escalones muy cortos, el Fat-max necesita que cada carga alcance el estado estable para poder fijar el valor del cociente de intercambio respiratorio (RER).

Así, en 2002, Achten *et al.*<sup>19</sup> desarrollaron un test para determinar la intensidad a la que se produce la máxima oxidación de grasas ("Fat max"). Ellos planteaban estadios de 5 min de duración con incrementos de carga de 35 W hasta que se alcanzara un RER de 1. Sin embargo, es muy probable que en sujetos sedentarios se necesite más tiempo para alcanzar el estado estable<sup>6</sup>.

Posteriormente, los protocolos han ido evolucionando y apareciendo diferentes adaptaciones y variaciones tanto para ciclo como para tapiz<sup>6</sup>.

Hay que tener en cuenta que la medición del Fat-max puede estar influenciada por el protocolo utilizado en la prueba<sup>20,21</sup> y por otras circunstancias que hacen que su variabilidad sea muy elevada. Entre

ellas se encuentran<sup>6,22</sup>: el sexo, el grado de entrenamiento, el estado nutricional (agudo y crónico) el tipo de ejercicio y otros datos ligados a la realización de la prueba, como el desconocimiento del contenido de glucógeno muscular previo al test. Por otra parte, diferentes trabajos han demostrado que la tasa de oxidación de grasas determinada en estadios cortos no correlaciona con la que tiene lugar en ejercicios de larga duración (por ejemplo, 1 hora)<sup>23</sup>.

En cuanto a los valores que podemos esperar en obesos, la revisión de Maunder<sup>6</sup> aporta percentiles de normalidad para diferentes situaciones. De manera que, en hombres, el Fat-max aparece en promedio a una intensidad del 43% del  $\text{VO}_2\text{max}$ , con una TOG de 0,28 g/min (p50) y un rango entre 0,16 (p20) y 0,39 g/min (p80). Sin embargo, en mujeres la media es a una intensidad del 61%  $\text{VO}_2\text{max}$  y con una TOG de 0,16 g/min (p50) y un rango entre 0,12 (p20) y 0,20 g/min (p80).

Respecto a la modificación con el entrenamiento, los autores de esta revisión encuentran que:

- MFO aumenta en respuesta al entrenamiento específico mientras que Fat-max permanece sin cambios;
- los cambios en MFO se observan en población sedentaria, pero no así en población previamente activa;
- los cambios en MFO se dan tanto con entrenamiento interválico como con entrenamiento continuo de intensidad moderada y, son independientes de la masa corporal.

Por otra parte, se ha descrito que el entrenamiento a intensidad Fat-max en obesos de clases II y III tiene los mismos resultados que el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), con la diferencia de que durante el entrenamiento Fat-max se detecta una reducción de la resistencia a la insulina que no aparece con el HIIT<sup>24</sup>.

En cuanto a los cambios en VT1, sabemos que la intensidad a la que aparece mejora con el entrenamiento no sólo en deportistas, sino también en sujetos con obesidad<sup>25</sup>.

## Mensajes para recordar

- La calorimetría indirecta es la metodología para determinar las variables energéticas que se vayan a utilizar en la prescripción o el control de la actividad física en sujetos con sobrepeso.
- VT1 y Fat-max describen conceptualmente intensidades de ejercicio muy próximas, cuando no coincidentes, y ambos pueden utilizarse para la prescripción y control del ejercicio en esta población.
- VT1 se determina en prueba incremental en rampa o escalones cortos.
- Fat-max se determina en prueba incremental utilizando cargas de mayor duración.
- Fat-max no parece modificarse con el entrenamiento, aunque sí lo hace la máxima tasa de oxidación de grasas (MFO).
- La intensidad de VT1 se modifica con el entrenamiento.
- Los cambios en MFO y en VT1 ocurren tanto con el entrenamiento continuo como con el interválico de alta intensidad.

## Bibliografía

1. Romijn J A, Gastaldelli A, Horowitz J F, Endert E, Wolfe RR. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 1993;265:380–91.
2. Bergström J, Hultman E. A study of the glycogen metabolism during exercise in man. *Scand J Clin Lab Invest.* 1967;19:218–228.
3. Bergström J, Hermansen L, Hultman E, Saltin B. Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiol Scand.* 1967; 71:140–50.
4. Gonzalez JT, Fuchs CJ, Betts JA, van Loon LJC. Liver glycogen metabolism during and after prolonged endurance-type exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2016; 311:E543–E553.
5. Jeukendrup AE, Wallis GA. Measurement of substrate oxidation during exercise by means of gas exchange measurements. *Int J Sports Med.* 2005; 26(1 Suppl. 1):S28–37.
6. Maunder E, Plews DJ, Kilding AE. Contextualising Maximal Fat Oxidation During Exercise: Determinants and Normative Values. *Front Physiol.* 2018;9:599.
7. Ferrannini E. The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. *Metabolism.* 1988; 37(3):287–301.
8. Reid CL, Carlson GL. Indirect calorimetry: a review of recent clinical applications. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 1998;1:281–6.
9. Lam YY, Ravussin E. Indirect calorimetry: an indispensable tool to understand and predict obesity. *Eur J Clin Nutr.* 2017;71(3):318–22.
10. Mtaweh H, Tuira L, Floh AA, Parshuram CS. Indirect calorimetry: history, technology, and application. *Front Pediatr.* 2018;6:257.
11. Delsoglio M, Achamrah N, Berger MM, Pichard C. Indirect calorimetry in clinical practice. *J Clin Med.* 2019;8:1387.
12. Brun JF, Halbeher C, Fédou C, Mercier J. What are the limits of normality of the LIPOX-max? can it be predict without exercise calorimetry? *Sci Sports.* 2011;26:166–9.
13. Emerenziani GP, Ferrari D, Marocco C, Greco EA, Migliaccio S, Lenzi A, et al. Relationship between individual ventilatory threshold and maximal fat oxidation (MFO) over different obesity classes in women. *PLoS One.* 2019;14:e0215307.
14. Jeukendrup AE, Wallis GA. Measurement of substrate oxidation during exercise by means of gas exchange measurements. *Int J Sports Med.* 2005;S28–37.
15. Hollmann W. 42 years ago-development of the concepts of ventilatory and lactate threshold. *Sports Med.* 2001;31:315–20.
16. Wasserman K, McLroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol.* 1964;14:844–52.
17. Reinhardt U, Müller PH, Schmölling RM. Determination of Anaerobic Threshold by the Ventilation Equivalent in normal individuals. *Respiration.* 1979;38:36–42.
18. Ishihara K, Taniguchi H. Fat max as an index of aerobic exercise performance in mice during uphill running. *PLoS One.* 2018;23;13:e0193470.
19. Achten J, Gleeson M, Jeukendrup AE. Determination of exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:92–7.
20. Crisp NA, Guelfi KJ, Licari MK, Brahm R, Fournier PA. Does exercise duration affect Fatmax in overweight boys? *Eur J Appl Physiol.* 2012;112:2557–64.
21. Amaro-Gahete FJ, Sanchez-Delgado G, Jurado-Fasoli L, De-la-O A, Castillo MJ, Helge JW, et al. Assessment of maximal fat oxidation during exercise: A systematic review. *Scand J Med Sci Sports.* 2019;29:910–21.
22. Purdom T, Kravitz L, Dokladny K, Mermier C. Understanding the factors that effect maximal fat oxidation. *J Int Soc Sports Nutr.* 2018;12:15:3.
23. Schwindling S, Kindermann W, Meyer T. Limited benefit of fatmax-test to derive training prescriptions. *Int J Sports Med.* 2014;35:280–5.
24. Lanzi S, Codeca F, Cornacchia M, Maestrini S, Capodaglio P, Brunani A, et al. Short-term HIIT and Fat max training increase aerobic and metabolic fitness in men with class II and III obesity. *Obesity (Silver Spring).* 2015;23:1987–94.
25. Guio de Prada V, Ortega JF, Ramirez-Jimenez M, Morales-Palomo F, Pallares JG, Mora-Rodriguez R. Training intensity relative to ventilatory thresholds determines cardiorespiratory fitness improvements in sedentary adults with obesity. *Eur J Sport Sci.* 2019;19:549–56.

## Utilidad del ejercicio continuo para perder peso

Realizamos ejercicio cuando repetimos movimientos estructurados y diseñados específicamente con la finalidad de mejorar la condición física, el rendimiento y/o la salud<sup>1</sup>. Aunque no se puede afirmar de forma rotunda que esta práctica reduce y/o mantiene el peso por sí sola, sin estrategias complementarias como el control nutricional o la educación en hábitos saludables<sup>2,3</sup>, sí hay evidencia sólida sobre los beneficios del ejercicio físico continuo en el mantenimiento de la composición corporal, la función física y la salud mental<sup>1,2,4-6</sup>. Al igual que sobre la estrecha relación entre estas variables, y el peso de sus interacciones en la consecución de una salud holística<sup>1,3</sup>.

Entendiendo el ejercicio continuo como un ejercicio ininterrumpido, sostenido el tiempo suficiente para producir respuestas, y por ende adaptaciones positivas, no se evidencian en la literatura dudas sobre su contribución a la lucha contra el sobrepeso, la reducción de patología, enfermedad crónica, mortalidad y morbimortalidad<sup>1,3</sup>. Aun así, el uso creciente y la efectividad de las metodologías interválicas hace necesario revisar la vigencia de los programas basados en este esfuerzo sostenido, su fundamentación, estrategias y normas de prescripción.

### Fundamentación

En el caso de las personas obesas, el ejercicio continuo se desarrolla en intensidades por debajo, o en el entorno, del segundo umbral ventilatorio (VT2)<sup>1,7</sup>: Actividad Física ligera (1-3 MET), moderada (3-6 MET), y vigorosa (>6 MET). El esfuerzo se alarga así el tiempo suficiente para provocar mejoras a pesar su baja intensidad, siempre que se pueda realizar de forma segura y con independencia del nivel condicional previo<sup>1</sup>. Dado que la incorporación de acelerómetros y otras tecnologías recientes señala evidencia conflictiva en los beneficios de la Actividad Física ligera<sup>1,5</sup>, el trabajo con obesos debe ceñirse a intensidades por encima de 3 MET, donde las evidencias son sólidas<sup>1,2,4-6,8</sup>.

La demanda metabólica, o la carga mecánica que realizan a estas intensidades, puede parecer baja en comparación con la realizada por sujetos normo-pesos (en valores absolutos), pero es suficientemente exigente en términos de intensidad relativa y percepción de esfuerzo<sup>1</sup>. Entre otras razones, recordemos que: el más que probable rechazo a la práctica de ejercicio físico<sup>3,8</sup>, la falta habitual de experiencia -o incluso malas experiencias previas<sup>3-</sup>, el estado desacondicionado con el que inician sus programas de ejercicio<sup>3,9</sup>, y la forma aumentada en que estos individuos con sobrepeso perciben el esfuerzo<sup>1,3</sup>, hace que cualquier propuesta se perciba, y se realice, realmente con gran exigencia<sup>1,3</sup>.

Por otro lado, aunque generalmente se acepta que se consiguen los beneficios, o reducción de riesgos atribuidos al ejercicio, en el rango de 500 a 1.000 MET\*min semanales (equivalente a 150-300 min semanales de ejercicio moderado, o 75-150 min cuando se trabaja al doble de intensidad)<sup>1</sup>, hay fuerte evidencia sobre la insuficiencia de esta prescripción en la población obesa, tanto de cara a perder peso

como a mantenerlo una vez perdido<sup>1,2,4,5,10</sup>. Constatada la relación entre un mayor tiempo de AF y su efecto sobre la reducción y el mantenimiento del peso corporal (relación dosis-respuesta)<sup>1-5,10</sup>, si no se modifica la ingesta se deben superar los 150 min, con un objetivo de hasta 7 h semanales<sup>1,2,4,5,6,8,10</sup>.

Desde la revisión de Donnelly, Blair<sup>4</sup> se asume como certeza que >150 min/semana de intensidad moderada- vigorosa pueden reducir el peso en torno a 2-3 kg, pero aumentar a 225-420 min/semana lleva a pérdidas mayores (5-7,5 kg). Igualmente, 150-220 min/semana (1.200-2.000 kcal a la semana) son suficientes para prevenir ganancias de peso superiores al 3% (evidencia I), pero será necesario mantener al menos 200-300 min/semana para no recuperar un peso perdido previamente (re-gain; evidencia IIa)<sup>4</sup>. Estas directrices se constatan en guías de salud posteriores<sup>1, 3, 6, 8, 10</sup>, y junto a ellas destacan propuestas ampliamente referenciadas como: Ross, Dagnone<sup>11</sup> con reducción de 7,5 kg (7%) en hombres con BMI >27kg/m<sup>2</sup>, tras 12 semanas de ejercicio a intensidad constante <70%VO<sub>2</sub> hasta completar 700 kcal diarias (unos 60 minutos diarios), sin control nutricional; o Chiu, Ko<sup>12</sup> con pérdidas similares (6,72 kg, 7%) también tras 12 semanas, pero con 3 entrenamientos semanales también de 60 min, progresando en intensidad de 40 a 80% de la FC de reserva.

Así pues, se aconseja empezar el ejercicio continuo en intensidades relativas muy bajas (40-50%) para aumentar poco a poco y arrastrar los umbrales, en un rango del 60-70%, y hasta 80-90% en sujetos más capaces, o ya más entrenados<sup>2,3,6,7,9,13</sup>. La progresión en la intensidad que permiten tanto el propio ejercicio continuo como las intervenciones de mayor duración longitudinal, en comparación con la alta intensidad<sup>1,6,9</sup>, asegura mejorar la capacidad oxidativa preservando la masa muscular y protegiendo a las articulaciones<sup>9,13</sup>, al tiempo que se mejora la técnica y la eficiencia en intensidades más elevadas. Ello es importante porque muchos sujetos obesos cursan además con otras patologías que también se benefician del ejercicio moderado y de la progresividad en las cargas<sup>3,13</sup>. Además, la posibilidad de entrenar todos, o casi todos, los días de la semana, favorece el hábito y contribuye a la estabilidad de los logros a largo plazo<sup>2,3,9</sup>, incluso en niños<sup>14</sup>.

En cuanto a la duración de la sesión, aunque desde los 10 minutos de ejercicio continuo moderado ya se considera eficaz en sujetos normopesos (por ejemplo, 40-60% de la FC o el VO<sub>2</sub> de reserva)<sup>1,6</sup> en la población obesa será necesario superar los 30 minutos en el ejercicio moderado<sup>3,15</sup>, incluso acercarse a los 60<sup>1-4,13,15</sup>.

En cualquier caso, es importante recordar que, como señalan Arad, Basile<sup>15</sup>, en el tratamiento de la población obesa mediante ejercicio físico encontramos respondedores y no respondedores<sup>2,13</sup>; hay inconsistencia en la metodología de investigación; y hacen falta seguimientos longitudinales individualizados si queremos acertar en la prescripción (dosis y tipología de ejercicio), con independencia de la estrategia prescrita.

## Estrategias

Cada casuística puede beneficiarse de una estrategia. El éxito radica en analizar las características y necesidades de los sujetos en profundidad, escoger y concretar bien los objetivos, dar con la prescripción idónea y monitorizarla de forma continua para realizar reajustes. Además de estos sujetos respondedores y no respondedores<sup>2,13,15</sup>, los seres humanos son sistemas complejos<sup>1</sup>, y aún los mejores estímulos tienden a estancarse y perder su potencial con el tiempo<sup>16</sup>. Por ello, aunque diferentes estrategias compartan puntos de encuentro, o se puedan combinar dentro de un mismo programa, parece oportuno plantearse algunas consideraciones previas, al menos en torno a 3 grandes ejes:

### Concreción en objetivos

No es lo mismo centrarse en mejorar la composición corporal de forma general, que precisar reducir el peso y/o el porcentaje de grasa, o incluso conseguir una mejora de la salud general que se apoye en la reducción del peso y la masa grasa, sin ser éste su fin principal. Igualmente, y en todos los casos, se puede perseguir de forma concomitante (o no), mejorar la función y/o condición física, y/o la calidad de vida, y/o el bienestar psicosocial.

Los parámetros que condicionan la intensidad a la que quemamos grasa no son los mismos que condicionan nuestra capacidad de trabajo en el  $VO_2\max$ <sup>15,16</sup>. En este sentido, se propone ejercicio moderado-intenso si queremos incidir más en la reducción de grasa<sup>8,12,13,16</sup> -sobre todo grasa visceral y perímetro de cintura<sup>1,4,12</sup>-, en ganancias mayores de peso<sup>4,8</sup>, o en parámetros de aptitud cardiorrespiratoria -aumento de  $VO_2\max$ <sup>1,6,8</sup>-. También si disponemos de menos tiempo. En el extremo contrario, bastará ejercicio continuo moderado para reducir el riesgo de síndrome metabólico -composición corporal, resistencia a la insulina y hemoglobina glicosilada<sup>1,6,8,12</sup>-, o mejorar la condición física, función endotelial, perfil lipídico y control de la glucemia<sup>6,8</sup>, entre otros, aunque se afecte menos a la reducción de peso y grasa y composición corporal en general<sup>4,8,13</sup>.

Dado que hacen falta unas 11-12 Kcal/kg diarias para el mantenimiento de los cambios en la composición corporal tras una intervención de pérdida de peso<sup>2</sup>, parece que las estrategias conservadoras (ejercicio moderado) se extienden más fácilmente en el tiempo, minimizan el rechazo de la población obesa, generan buenos hábitos y conducen a importantes mejoras de salud, con buenos resultados a largo plazo<sup>2,3,6,8,13,14,17</sup>. Como ya hemos señalado, también son menos traumáticas que las estrategias basadas en la alta intensidad<sup>1</sup>, evitan riesgos de aumento de dolor y patología osteo-ligamentoso-muscular<sup>2,13,16</sup>, y reducen la ansiedad y los cambios de estado<sup>2,8</sup>. Junto a ello, evitan la reducción de calorías en las actividades de la vida diaria que puede acompañar las estrategias basadas en esfuerzos más intensos<sup>2</sup>.

### Orientación y tipo de ejercicio en el programa

Tanto el llamado tradicionalmente ejercicio aeróbico<sup>1,6,18</sup> -grandes masas musculares movilizadas en patrones de ejercicio continuo, con orientación mayoritariamente cardiovascular y respiratoria-, como

el trabajo llamado de fuerza con cargas o contra-resistencia<sup>1,6,18</sup> han mostrado mejoras contrastadas sobre la composición corporal tanto en adultos<sup>1,4,10</sup>, como en niños<sup>1,16,18</sup>. Conviene recordar que el trabajo de fuerza puede adquirir una orientación metabólica al combinar ejercicios inicialmente neuromusculares e integrarlos en circuitos amplios para producir exigencias metabólicas cercanas al llamado trabajo aeróbico. Igualmente, los llamados entrenamientos multicomponentes, con trabajo concurrente sobre varias cualidades, pueden presentarse como un ejercicio continuo de intensidad moderada a vigorosa, con mejoras sobre la composición corporal, que de nuevo ha mostrado su eficacia tanto en adultos mayores con sobrepeso<sup>19,20</sup> como en niños<sup>14,16,21</sup>.

Diferenciamos así entre estrategias con orientación netamente metabólica (cardiovascular y respiratoria); neuromuscular (relacionadas con la fuerza y/o la función); o su combinación. De la misma forma, y con independencia de esta orientación, seleccionamos la preponderancia del tipo de contracción muscular: trabajo concéntrico, excéntrico, o de nuevo su combinación.

Por ejemplo, aunque aún no puede establecerse como nivel de evidencia sólida por su novedad, parece que el trabajo excéntrico -como puede ser el pedaleo inverso o de frenado-, favorece el uso de mayores masas musculares, con una mayor activación neural y producción mecánica para una menor intensidad absoluta, por lo que, una vez aprendido, resulta ideal en los programas con obesos y les permite ejercitarse durante más tiempo<sup>22-26</sup>. Si en general, el ciclismo y las modalidades que no cargan con el propio peso (nadar, la elíptica o el remo), son idóneas porque eliminan solicitaciones osteoarticulares que pueden resultar exigentes en esta población, minimizando dolor y riesgo de lesión<sup>13,26</sup>, el ejercicio continuo reverso en estas mismas modalidades sería buena alternativa para hacer series largas y consumir grasas en poblaciones obesas. Es probable que en los próximos años conozcamos algo más sobre este tipo de ejercicio.

### Formato de la dosis (ejercicio acumulado vs distribuido)

Muy brevemente, nos referimos a la forma de administración del programa, es decir, si nos interesa optar por el ejercicio acumulado (1 sesión de mayor duración en el día de entrenamiento) o por su alternativa distribuida (es decir, el mismo volumen total pero adquirido a base de sumar micro-sesiones con tiempos de ejercicio menores).

A partir de 10 min se considera tiempo efectivo para el ejercicio moderado a vigoroso, que puede acumularse a lo largo del día para alcanzar las recomendaciones diarias y propiciar los mismos beneficios también en las personas obesas<sup>1,3,6</sup>. Sin embargo, parece que estos beneficios están condicionados por el tipo de ejercicio realizado, así como por los parámetros evaluados, aun para los mismos volúmenes, al menos en los adultos mayores con sobrepeso<sup>19</sup>. Por ejemplo, cuando nos referimos a la muy citada prescripción de acumular al menos 10.000 pasos diarios, encontramos que, andar per sé, sin programación o periodización de los ritmos, no alcanza el valor de evidencia en la forma distribuida<sup>1,5</sup>. Parece pues que en tareas menos exigentes metabólicamente, la distribución de la dosis sí puede afectar a sus resultados sobre la composición corporal<sup>19</sup>.

## Indicación

Así pues, sea cual sea la estrategia resulta esencial definir correctamente la carga, tratando de individualizar al máximo sus parámetros. Esta individualización es necesariamente dinámica para seguir siendo eficiente a medida que conseguimos nuestros primeros objetivos y cambios. Individualizar el ejercicio es hacer un traje a medida, y en el caso de la obesidad el traje va a exigir continuos reajustes en dimensiones y costuras a medida que avanza el programa. Además, mucho más que una acción puntual y estable, los programas de ejercicio, y en general el entrenamiento, deben verse como un proceso individualizado comprometido con sus resultados.

Para completar un mínimo de 7 h de actividad física en el rango bajo de la actividad moderada, que supone unas 2.200 kcal/semana extra para un sujeto de 100 kg (420 min a 3 METs; 1 MET= 0,0175 kcal/min/kg peso), será necesario disponer de una oferta amplia de opciones e ir progresando en todos los parámetros del entrenamiento en función de las motivaciones y posibilidades del sujeto. Mejor subir primero el volumen de ejercicio que la intensidad, progresando más lentamente en las personas mayores<sup>1</sup>. Asimilada esta carga inicial (un par de semanas puede servir), se jugará con los diferentes parámetros con una recomendación de no bajar de las 12 semanas (de acuerdo con la mayoría de la literatura). Nos centramos aquí sólo en el ejercicio continuo, pero profesionalmente se recomendaría ir incluyendo algunas propuestas de trabajo interválico e intensidades mayores en el caso de alargar la intervención, así como trabajo de fuerza propiamente<sup>6</sup>.

## Intensidad

En ejercicio moderado (3-6 MET), progresar desde intensidades relativas muy bajas (40-50%), en el entorno del primer umbral, hasta alcanzar un rango del 60-70%, buscando duraciones mayores y uso de las grasas. En ejercicio moderado-intenso (>6 METs), progresar desde esas intensidades bajas hasta el 75-80%, incluso 85-90% en sujetos más capaces o entrenados, para movilizar la glucosa, aumentar el gasto metabólico y la exigencia cardio-vascular. Se puede consultar los METs de las actividades más frecuentes en las propias guías de prescripción o webs especializadas (como por ejemplo, el *Compendium of Physical Activities*, extraído de:

<https://sites.google.com/site/compendiumofphysicalactivities/home>

## Duración y frecuencia

Son variables necesariamente interconectadas para establecer el volumen total de ejercicio. Condicionadas por la intensidad y muy dependientes de la estrategia/s seleccionada/s, en una primera etapa se puede establecer como objetivo conseguir al menos 30 min diarios, 5 días/semana; o aumentar a 60 min, 3 días/sem para alcanzar los 150-220 min/semana (1.200-2.000 kcal/semana;  $\geq$  300 kcal/sesión). Recordemos que estos volúmenes se pueden reducir de forma proporcional al incremento en la intensidad, siempre que no se baje de las calorías diana. En etapas siguientes se puede aumentar los días de entrenamiento y/o la duración de la sesión progresivamente hasta superar las 7 h semanales (225-420 min/sem), o al menos no dejar más de un día sin entrenar<sup>8</sup>.

Lo primero parece más sencillo en obesos<sup>8</sup>. En la estrategia distribuida ello se consigue comenzando con micro-sesiones de un mínimo de 10 min hasta acumular 30min/día. Y aumentando después el tiempo o la intensidad de la micro-sesión hasta completar 60 min/día o unas 300 kcal/día, pero recordemos que la estrategia distribuida en obesos necesitará de intensidades más elevadas en cada micro-sesión.

En el caso de modalidades de ejercicio excéntrico, para los mismos objetivos de gasto metabólico total se podrá trabajar a intensidades más bajas, como ya se ha señalado; o subir de intensidad a medida que se domina la técnica, consiguiendo beneficios con volúmenes menores. En cualquier caso, se debe empezar muy abajo y familiarizarse con el tipo de contracción muscular previamente.

## Mensajes para recordar

- 150 min semanales de ejercicio a intensidad moderada o vigorosa pueden reducir el peso en torno a 2-3 kg, pero aumentar a 225-420 min semanales lleva a pérdidas mayores (entre 5 y 7,5 kg).
- 150-220 min semanales (1.200-2.000 kcal) son suficientes para prevenir ganancias de peso superiores al 3% (evidencia I), pero será necesario mantener al menos 200-300 min semanales para no recuperar un peso perdido previamente (evidencia IIa).
- Se aconseja empezar el ejercicio continuo en intensidades relativas muy bajas (40-50%) para aumentar poco a poco y arrastrar los umbrales, en un rango del 60-70%, y hasta 80-90% en sujetos más capaces.
- Tanto el llamado tradicionalmente ejercicio aeróbico (grandes masas musculares movilizadas en patrones de ejercicio continuo) como el trabajo llamado de fuerza con cargas o contra-resistencia (orientado a la mejora de la fuerza y la funcionalidad) han mostrado mejoras contrastadas sobre la composición corporal.
- El trabajo mixto (fuerza-aeróbico) en protocolos continuos tiene menor repercusión sobre la reducción de grasa que el ejercicio aeróbico, sin embargo, la población con síndrome metabólico, o sobrepeso y diabetes tipo II, se beneficia de la combinación de ambas orientaciones en un programa.

## Bibliografía

1. 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee. 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report. Washington, DC: US: US Department of Health and Human Services; 2018.
2. Cox CE. Role of physical activity for weight loss and weight maintenance. *Diabetes Spectr.* 2017;30:157-60.
3. ACSM, Riebe D, Ehrman KJ, Liguori G, Magal M. Benefits and Risks Associated with Physical Activity. In: Medicine ACoS, editor. *ACSM's exercise testing and prescription*. 10 ed. Philadelphia, USA Lippincott Williams & Wilkins; 2017.

4. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41:459-71.
5. Jakicic JM, Powell KE, Campbell WW, Di Pietro L, Pate RR, Pescatello LS, et al. Physical activity and the prevention of weight gain in adults: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc.* 2019;51:1262-9.
6. Reed JL, Pipe AL. Practical approaches to prescribing physical activity and monitoring exercise intensity. *Can J Cardiol.* 2016;32:514-22.
7. Sáez-Olivares S, Pino-Zúñiga J, Olivares-Gálvez M, Cancino-López J. Maximal fat oxidation by heart rate variability in physically active subjects. *Apunts. Educación Física y Deportes.* 2019;138:111-22.
8. American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42:2282-303.
9. Reed JL, Pipe AL. The talk test: a useful tool for prescribing and monitoring exercise intensity. *Curr Opin Cardiol.* 2014;29:475-80.
10. Garvey W, Mechanick J, Brett E. American College of Endocrinology comprehensive clinical practice guidelines for medical care of patients with obesity. *Endocr Pract.* 2016;22(Suppl 3):1-203.
11. Ross R, Dagnone D, Jones PJ, Smith H, Paddags A, Hudson R, et al. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.* 2000;133:92-103.
12. Chiu C-H, Ko M-C, Wu L-S, Yeh D-P, Kan N-W, Lee P-F, et al. Benefits of different intensity of aerobic exercise in modulating body composition among obese young adults: a pilot randomized controlled trial. *Health quality of life outcomes.* 2017;15:168.
13. Barrow DR, Abbate LM, Paquette MR, Driban JB, Vincent HK, Newman C, et al. Exercise prescription for weight management in obese adults at risk for osteoarthritis: synthesis from a systematic review. *BMC Musculoskel Dis.* 2019;20:610.
14. Saavedra JM, García-Hermoso A, Escalante Y, Domínguez AM. Self-determined motivation, physical exercise and diet in obese children: A three-year follow-up study. *International Journal of Clinical Health Psychology Review.* 2014;14:195-201.
15. Arad AD, Basile AJ, Albu J, DiMenna FJ. No influence of overweight/obesity on exercise lipid oxidation: A Systematic Review. *Int J Mol Sci.* 2020;21:1614.
16. Kelley GA, Kelley KS, Pate RR. Exercise and adiposity in overweight and obese children and adolescents: a systematic review with network meta-analysis of randomised trials. *BMJ Open.* 2017;7:e019512.
17. Rezaei pour M. Investigation of Pool Workouts on Weight, Body Composition, Resting Energy Expenditure, and Quality of Life among Sedentary Obese Older Women. *Monten J Sports Sci Med.* 2020;9:67-72.
18. Del Valle Soto M, Marqueta PM, De Teresa Galván C, Bonafonte LF, Luengo E, Aurrekoetxea TG. Prescripción de ejercicio físico en la prevención y tratamiento de la hipertensión arterial. Documento de Consenso de la Sociedad Española de Medicina del Deporte (SEMED-FEMEDE). *Arch Med Deporte.* 2015; 169:281-313.
19. Blasco-Lafarga C, Monteagudo P, Roldán A, Cordellat A, Pesce C. Strategies to change body composition in older adults: Do type of exercise and dose distribution matter? *J Sports Med Phys Fitness.* 2020;60:552-561.
20. Monteagudo P, Cordellat A, Roldán A, Gómez-Cabrera, Blasco-Lafarga C. Effects of multicomponent exercise on metabolic health parameters in elderly. *MOJ Sports Med.* 2019;3:70-4.
21. Alves ASR, Venancio TL, Honorio SAA, Martins JMC. Multicomponent training with different frequencies on body composition and physical fitness in obese children. *An Acad Bras Cienc.* 2019;91(4). e20181264.
22. Julian V, Thivel D, Costes F, Tournon J, Boirie Y, Pereira B, et al. Eccentric training improves body composition by inducing mechanical and metabolic adaptations: A promising approach for overweight and obese individuals. *Front Physiol.* 2018;9:1013.
23. Paschalis V, Nikolaidis MG, Giakas G, Theodorou AA, Sakellariou G, Fatouros I, et al. Beneficial changes in energy expenditure and lipid profile after eccentric exercise in overweight and lean women. *Scand J Med Sci Spor.* 2010;20:e103-e11.
24. Penailillo L, Blazevich A, Nosaka K. Energy expenditure and substrate oxidation during and after eccentric cycling. *Eur J Appl Physiol.* 2014;114:805-14.
25. Julian V, Thivel D, Mignet M, Pereira B, Costes F, Coudeyre E, et al. Eccentric cycling is more efficient in reducing fat mass than concentric cycling in adolescents with obesity. *Scand J Med Sci Spor.* 2019;29:4-15.
26. Thivel D, Julian V, Mignet M, Pereira B, Beaulieu K, Finlayson G, et al. Introducing eccentric cycling during a multidisciplinary weight loss intervention might prevent adolescents with obesity from increasing their food intake: the TEXTOO study. *Physiology Behavior.* 2020;214:112744.

## Utilidad del ejercicio interválico para perder peso

El entrenamiento interválico, o de intervalos, viene del mundo del deporte. Gerschler-Reindell a mediados de 1950 lo denomina Interval Training. En 1960 aparecen los primeros estudios científicos donde Astrand, Christensen & Hedman llegaron a la conclusión de que los intervalos que mayores adaptaciones cardiorrespiratorias producían eran los que duraban entre 2-3 minutos<sup>1</sup>. El entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT o HIT) en el deporte tiene como objetivo mejorar el  $VO_2\text{max}$ , basándose en que a través del tiempo total de los intervalos de trabajo del HIIT se puede estar más tiempo que a través de un ejercicio continuo a la misma intensidad hasta llegar al agotamiento. Este trabajo se produce en la denominada fase de inestabilidad metabólica, una vez superado el máximo estado estable del lactato o umbral ventilatorio 2, aproximadamente entre el 80-90% $VO_2\text{max}^2$ .

En los últimos años se ha producido un gran interés por el HIIT en el mundo de la actividad física y salud, así como en su uso para poblaciones con todo tipo de patologías como la obesidad. Se ha de tener muy

presente que para poder aplicar el HIIT en estas poblaciones la mayoría serán adaptaciones del aplicado en el deporte de rendimiento y que, generalmente, no cumplirán ni con la intensidad ni con la duración del intervalo de trabajo allí establecidas. Los sujetos no entrenados (y más aún si padecen patologías) difícilmente podrán soportar e incluso alcanzar cargas tan altas de intensidad ni mantener la meseta estable de  $VO_2\text{max}$ , que coincidirá en la mayoría con su pico de agotamiento por lo que a esas intensidades podrán estar muy poco tiempo. El HIIT en estas poblaciones hace que baje considerablemente la intensidad aumentando el rango de la misma y disminuyendo el tiempo de los intervalos de trabajo.

## Fundamentación

No existe una definición universal para el HIIT. Utilizaremos la que recoge Campbell en 2019<sup>3</sup> que lo define como "episodios cortos de

ejercicio de alta intensidad, separados por cortos períodos de recuperación a una intensidad menor activa o pasiva". Pero entendiendo que la "alta intensidad", puede ser tan baja como el 65% del  $\text{VO}_2\text{max}$  o tan alta como un esfuerzo máximo, y que el tiempo de los intervalos de trabajo puede ir desde 30 s a 4 min o incluso más. Para considerarse HIIT debe haber por lo menos dos intervalos de trabajo<sup>3</sup>.

Los protocolos de entrenamiento interválico se suelen dividir según la intensidad en<sup>3</sup>:

- Intervalos de alta intensidad o *High Intensity Interval Training* (HIIT). Aproximadamente al 80%-100%  $\text{FCmax}$ , 65-100%  $\text{VO}_2\text{max}$ . También se denomina entrenamiento en intervalos aeróbicos, y se suelen diferenciar en intervalos:
  - Cortos, hasta 1min, aproximadamente 90%-100%  $\text{FCmax}$ ,  $\text{VO}_2\text{max}$ .
  - Largos, de 1 a 4min, aproximadamente al 60%-89%  $\text{FCmax}$ , 65%-89%  $\text{VO}_2\text{max}$  (intensidad aeróbica vigorosa), que pueden estar dentro de la capacidad aeróbica del individuo. Para la mayoría de las personas, esto puede equipararse con una intensidad que, si se realiza sin descanso, podría mantenerse durante 5 a 10 min antes de la fatiga.
- Intervalos de sprint o *Sprint Interval Training* (SIT) o de velocidad "all out".

Repeticiones de ejercicio cortas, 8 a 30 s, al 100% o más del  $\text{VO}_2\text{max}$  y recuperaciones entre 1 y 4min.

En el mundo del Deporte también se diferencia el *Repeated Sprint Training* (RST), característico de los deportes de equipo, y el *Speed Strength*, entrenamiento de los velocistas<sup>1</sup>. Tanto los SIT como RST y *Speed Strength* estarían técnicamente fuera del HIIT ya que el objetivo no es la mejora del  $\text{VO}_2\text{max}$  y su intensidad está por encima del 90%  $\text{VO}_2\text{max}$ .

Ejercicio por debajo de las intensidades marcadas, entre el 55-69%  $\text{FCmax}$ , 40-59%  $\text{VO}_2\text{max}$ . sería el denominado entrenamiento continuo de intensidad moderada o *Moderate Intensity Continuous Training* (MICT). Ejercicio "tradicional" en un estado estable durante un período de tiempo establecido (generalmente 20-60 min)<sup>4</sup>.

Revisiones sistemáticas con metaanálisis<sup>3-6</sup> comparan los efectos de MICT con HIIT/SIT para medir su eficacia en adultos con respecto al manejo del sobrepeso y/u obesidad. Si bien, las adaptaciones serán específicas en función del método de entrenamiento utilizado y de las variables que definan la carga del mismo, de manera general concluyen que el HIIT/SIT frente al MICT tiene una mayor efectividad en la pérdida del peso con dos grandes ventajas: a) puede necesitar hasta un 40% menos de compromiso de tiempo de entrenamiento para obtener los mismos beneficios cuando se utiliza un compromiso de tiempo y/o gasto energético similar y b) produce una mayor activación de todos los factores necesarios para el consumo de grasa como sustrato energético durante el ejercicio (secreción de hormonas, transporte por el torrente sanguíneo y consumo mayor de la mitocondria) y post ejercicio (a través del exceso de consumo de oxígeno post-ejercicio o EPOC) favoreciendo la lipólisis.

La intensidad del ejercicio juega un papel importante en la regulación de la composición corporal y el consumo local de grasa en los obesos, que a menudo sufren un trastorno del metabolismo de los lípidos. Si el ejercicio no tiene la suficiente intensidad, el efecto de

regular la insulina y mejorar la resistencia a la misma se debilitará significativamente o incluso desaparecerá. La mejora de la sensibilidad a la insulina se localiza en la contracción muscular, y en este sentido, en el HIIT/SIT se recluta una mayor proporción de fibras musculares que en el MICT. El HIIT/SIT produce un aumento oxidativo en la musculatura esquelética mejorando la sensibilidad a la insulina y el control glucémico siendo más efectivo que el MICT<sup>5,7</sup>.

## Estrategias

Datos epidemiológicos muestran que la mayoría de los adultos no cumple las pautas recomendadas de ejercicio para la prevención de aumento de peso<sup>4</sup>, siendo la razón principal la falta de tiempo<sup>8</sup>. Algunos autores atribuyen la rápida aceptación del HIIT/SIT en centros deportivos al menor tiempo empleado en la sesión para obtener los mismos resultados<sup>9</sup>.

## Consideraciones generales

La aplicación del HIIT como medio para disminuir la grasa corporal es el objetivo prioritario de millones de personas. Otra cuestión es su efectividad real para resolver un problema social que en la mayoría de los casos tiene su origen en una inadecuada alimentación<sup>2</sup>. El ejercicio, ya sea MICT o HIIT/SIT, a no ser que se aplique en volúmenes muy altos, no produce por si solo cambios significativos de pérdida de peso por lo que debe ser un componente del programa del manejo de la obesidad a largo plazo<sup>4,5,10</sup>. Los efectos del ejercicio sobre los niveles de lípidos en la sangre en personas con sobrepeso u obesidad dependen de los niveles de lípidos en la sangre antes del ejercicio, la intensidad del ejercicio, la duración del ejercicio, la composición corporal, la ingesta de calorías, la tasa metabólica y el estilo de vida, por lo que deben ser tenidos en cuenta.

El consumo de energía total juega un papel más crítico en la pérdida de peso que la intensidad del ejercicio<sup>5</sup>, por lo que la pérdida efectiva de peso corporal debe asociarse con la restricción calórica y el resto de los aspectos mencionados<sup>10</sup>. Estos factores generalmente están mal controlados o no lo están. En la revisión de Keating *et al.* De 2017<sup>4</sup>, donde se incluyen 31 estudios con metanálisis comparando MICT con HIIT (n=17) y SIT (n=14) solo el 26% los incluían.

Un aspecto importante a tener en cuenta es la influencia del ejercicio sobre los hábitos de ingesta. El HIIT reduce la ingesta de energía y como tiene un mayor costo energético durante el ejercicio, potencia un mayor balance energético negativo. El HIIT ha demostrado provocar cambios más beneficiosos en la regulación del apetito que el MICT, y se ha encontrado que el SIT suprime la ingesta de energía después del ejercicio en mayor medida en hombres con sobrepeso y reduce las percepciones de hambre y saciedad después del ejercicio significativamente más que el MICT. Hasta la fecha, no ha habido una investigación a largo plazo sobre el impacto de MICT e HIIT/SIT en los cambios en el comportamiento sedentario, los niveles habituales de actividad física, la dieta, el gasto de energía, y que examinen la adopción y el cumplimiento a largo plazo de los protocolos HIIT/SIT y MICT en entornos del mundo real, así como del cumplimiento de las intensidades establecidas<sup>4</sup>.

Por otra parte, la variable que más afecta al consumo de energía diario es la "termogénesis sin actividad de ejercicio" (*Non-Exercise Activity Thermogenesis* o NEAT), que son todas las actividades de la vida diaria no asociadas al ejercicio programado. La NEAT puede estar entre el 15 y el 50% del gasto energético. La obesidad en la actualidad se asocia a la disminución de la NEAT, fundamentalmente en el lugar de trabajo, siendo las personas obesas más propensas a una baja NEAT y al sedentarismo. Por ello, independientemente de la intensidad del ejercicio el programa para el manejo de la obesidad debe estar asociado con aumentar la NEAT. Adecuar el lugar de trabajo para que se pueda caminar suavemente durante 2,5 horas por día lograría una pérdida de peso de 20 a 30 kg/año en individuos obesos sin inducir a compensación o a una disminución en la actividad o el gasto de energía durante las horas no laborables<sup>11</sup>.

## Adaptación y nivel de tolerancia

¿Es adecuado y/o posible trabajar a intensidades elevadas a largo plazo en poblaciones adultas obesas que suelen ser sedentarias? Los protocolos SIT son extremadamente difíciles y es poco probable que sean tolerados o disfrutados por individuos o poblaciones previamente inactivas con obesidad<sup>4,12,13</sup>. La población no deportista y con obesidad/sobrepeso difícilmente podrá tolerar HIIT/SIT sin antes haber acostumbrado a su cuerpo a un MICT. El HIIT/SIT puede producir alteraciones en el organismo no solo musculoesqueléticas (lesiones), sino psicológicas que conlleven el abandono de la práctica<sup>4</sup>. Sin embargo, algunos autores abogan por entrenar la capacidad aeróbica desde un inicio mediante HIIT antes que MICT en personas con bajos niveles de condición física, obesos, cardiopatas, o diferentes metabolopatías<sup>2</sup>.

## Motivación y adherencia

Desde hace 14 años el Colegio Americano de Medicina del Deporte, en su revista *ACSM'S Health & Fitness Journal*, publica las tendencias anuales del mundo del Fitness. El instrumento utilizado es un cuestionario que recoge 38 posibles tendencias, con el objetivo de establecer y poder comparar las tendencias del fitness en Europa, América del Norte y del Sur y Asia. En su último estudio<sup>14</sup>, se enviaron electrónicamente 56.746 cuestionarios a profesionales del sector y respondieron 3037 de más de 40 países. Desde 2014, la tendencia "HIIT" está posicionada en el top 3 de las tendencias, estando en la última encuesta para el año 2020 en el nº1 en Norteamérica, el nº2 en Europa, el nº7 en Sudamérica, y no apareciendo en el top 20 en Asia. La tendencia "ejercicio para perder peso" (incluyendo dieta y programa de ejercicio) para 2020 está en el nº1 en Sudamérica y Asia, el nº6 en Europa y el nº11 en Norteamérica. Sin duda, estos datos muestran la gran aceptación del HIIT y los programas de pérdida de peso para una población que realiza ejercicio de forma regular. ¿Serán estas tendencias igual de motivantes para la población adulta obesa?

Como ya se ha dicho con anterioridad, no existen estudios a largo plazo con poblaciones obesas sobre el HIIT, siendo la mayoría entre 2 y 14 semanas de duración<sup>4</sup>, tiempo prácticamente insuficiente para generar verdadera adherencia al ejercicio y escaso para que se produzcan adaptaciones estables en el organismo. Los resultados hablan de pérdida de peso a corto plazo, pero ninguno habla del largo plazo.

¿Cuánto tiempo van a durar en el momento que se dejen de realizar? Se define el mantenimiento de la pérdida de peso como perder al menos el 5% del peso corporal o reducir el índice de masa corporal en al menos 1 unidad y mantener el peso por debajo de esta cantidad mínima durante al menos 1 año<sup>5</sup>.

¿Cuánto tiempo un obeso va a ser capaz de hacer ejercicio a través de HIIT como método de entrenamiento y hábito de vida? La voluntad y la capacidad de las personas para adherirse a largo plazo a HIIT/SIT actualmente no se conocen bien. Se necesitan investigaciones que aborden el alcance de las respuestas psicológicas al HIIT/SIT y el MICT en poblaciones obesas frente al ejercicio regular independiente de la intensidad<sup>4</sup>.

Es importante tener en cuenta que el fracaso para lograr los resultados deseados está fuertemente asociado con el stress que genera la necesidad de perder peso llevando los sentimientos de culpa y fracaso al abandono del mismo<sup>15,16</sup>. Considerando que la adherencia al ejercicio será la clave a largo plazo para la pérdida de peso, quizás sea más adecuado proponer un programa a largo plazo, progresivo en cuanto a intensidad, disminuyendo la probabilidad de tener que parar constantemente por dolencias musculoesqueléticas o consideraciones psicológicas, que alivien el stress producido por la necesidad de perder peso a corto plazo y que busque movilizar y activar todos los días el metabolismo, aumentando el gasto energético. Se debe perseguir que el sujeto vaya transformando la motivación inicial extrínseca (pérdida de peso por prescripción médica) por intrínseca (disfrute de la actividad por sí misma), clave para la adherencia y continuidad del programa. Para ello será fundamental tener en cuenta aspectos tan importantes como la socialización (actividades en grupo con los mismos objetivos), la retroalimentación positiva (dirigida por monitor con empatía y capacidad de motivación) y actividades que, dentro de lo posible, sean agradables para los sujetos.

## Indicación

### Seguridad

Los sujetos deben pasar un reconocimiento médico previo que indique que son aptos para entrenar a las intensidades establecidas en los HIIT/SIT. La evidencia científica existente establece que el HIIT es seguro y eficaz para casi todo tipo de poblaciones y patologías<sup>3-6</sup>. La seguridad de los SIT para poblaciones clínicas, incluida la obesidad no se ha establecido<sup>4</sup>. En la revisión de Jelleyman *et al.*<sup>17</sup> solo el 34% de los estudios informan de los eventos adversos ocurridos. De un total de 18 lesiones musculoesqueléticas incurridas con el ejercicio; 14 ocurrieron con HIIT.

### VARIABLES DE LA CARGA

Deben estar establecidas, pero de una manera general, sin ser demasiado estrictas y adaptándose a las necesidades específicas de cada tipo de población. El amplio rango de intensidad puede dificultar a los profesionales planificar de manera óptima los programas adecuados, se debe de seguir investigando las dosis adecuadas y óptimas para cada tipo de población ya que no están establecidas<sup>3</sup>.

El objetivo fundamental del HIIT en poblaciones obesas va a ser reducir el porcentaje de grasa corporal. Las variables a determinar para su uso de manera general son:

- *Tipo de ejercicio*: dinámico, que implique gran parte de las cadenas musculares del cuerpo. Actividades como correr, nadar, bicicleta, remo, boxeo y otras basadas en desplazamientos con carrera y ejercicios multiarticulares y en múltiples planos. Con poblaciones obesas debe valorarse si es adecuado el uso de ejercicios complejos (olímpicos y variantes, burpees, pliometría, flexiones de brazos en suspensión, etc.), así como de equipamiento (pesas, barras olímpicas, barras de suspensión, sogas gruesas, etc.) que generen un alto estrés sobre las articulaciones y/o puedan derivar en lesiones debido a causas como: falta de fuerza y de técnica, velocidad del movimiento, trabajo excéntrico, etc.
- *Frecuencia semanal*: al disminuir el perfil fisiológico (intensidad y duración) del HIIT para poblaciones obesas las sesiones podrán realizarse a menudo. El objetivo debe ser hacer ejercicio todos los días.
- *Intensidad*: aproximadamente 80-100% FCmax, 65-100% VO<sub>2</sub>max.
- *Volumen*: el tiempo total de trabajo del HIIT suele estar entre los 4 y los 20-30 min, más 10 min de calentamiento-activación y 5-10 min de vuelta a la calma, lo que puede hacer una suma total entre 24 y 50 min por sesión.
- *Relación tiempo de intervalo/descanso (densidad) y descanso entre repeticiones y/o series*: Densidad, de 1:4 a 2:1. Principiantes 1:2; intermedios 1:1; avanzados 2:1. Con poblaciones con obesidad predominan los intervalos cortos hasta 60 s, siendo más aceptados los de 30 s por ser menos estresantes. Si se realizan intervalos de 30 s, aumentar progresivamente hasta 4 series de 6 intervalos con descanso entre intervalos de 1:1 y entre series 1-2 min. Si se realizan intervalos hasta 60 s aumentar progresivamente hasta 2 series de 6 intervalos con descanso entre intervalos 1:1 y entre series 2 min. Si se trabaja por intervalos no serán necesarias las series<sup>2</sup>.
- *Indicadores intensidad y valoración sesión*: La nueva tecnología incorporada al equipamiento propio de los centros deportivos y/o del usuario permite programar y controlar adecuadamente la misma. La manera más sencilla puede ser a través de %FCmax en HIIT submáximos. Para minimizar el error de la FC, se debe utilizar la fórmula de reserva cardíaca o de Karvonen. Otra forma sencilla es a través de las Escalas de Percepción Subjetiva del Esfuerzo de Borg (RPE): su fácil uso hace que se adapte muy bien a todos los protocolos, además tiene en cuenta aspectos psicofísicos como el descanso y otra serie de factores subjetivos. Son específicas de cada tipo de ejercicio y una vez que la persona está entrenada en su uso son de gran validez y fiabilidad. Valores de 17-18 (escala de 6-20) y de 7-8 (escala de 1-10) para poblaciones obesas serán buenos indicadores de que el HIIT se ha realizado a la intensidad adecuada<sup>2</sup>.

En cuanto a la hora del día para aplicar un HIIT, debe tenerse en cuenta que produce una gran activación del sistema nervioso simpático y que post ejercicio hace que descienda de forma significativa la reactivación parasimpática, por lo que no se recomienda hacerlo a última hora del día para no entorpecer el adecuado descanso del sujeto<sup>1</sup>.

## Mensajes para recordar

- Tanto el HIIT como el MICT implementados a largo plazo producen una pérdida de grasa clínicamente significativa.
- La evidencia científica existente establece que el HIIT es seguro y eficaz para casi todo tipo de poblaciones y patologías.
- Utilizar ejercicios dinámicos que impliquen gran parte de las cadenas musculares del cuerpo.
- Inicio con intervalos de 30 a 60 seg y con relaciones de descanso de 1:2.
- Para que sea eficaz en el manejo de la obesidad debe realizarse junto con una intervención dietética y una adopción de hábitos saludables, aumentando el gasto energético total diario.

## Bibliografía

1. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Medicine* (Auckland, NZ). 2013; 43:313–38.
2. López Chicharro J, Vicente Campos D. HIIT. *Entrenamiento interválico de alta intensidad. Bases fisiológicas y aplicaciones prácticas*. Ed. José López Chicharro; 2018.
3. Campbell WW, Krauss WE, Powell KE, Haskell WL, Jnz KF, Jakicic JM, et al. High-intensity interval training for cardiometabolic disease prevention. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51:1220-6.
4. Keating SE, Johnson NA, Mielke GI, Coombes JS. A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obes Rev*. 2017;18:943–64.
5. Su L, Fu J, Sun Si, Zhao G, Cheng W, Dou C, et al. Effects of HIIT and MICT on cardiovascular risk factors in adults with overweight and/or obesity: A meta-analysis. *PLoS One*. 2019;14: e0210644.
6. Wewege M, Van den Berg R, Ward RE, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev*. 2017;18:635–46.
7. Boutcher SH. High-intensity intermittent exercise and fat loss. *J Obes*. 2011;2011:868305.
8. Bauman A, Owen N. Physical activity of adult Australians: epidemiological evidence and potential strategies for health gain. *J Sci Med Sport*. 1999;2:30–41.
9. Gibala MJ, Little JP, Macdonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*. 2012;590:1077–84.
10. Maillard F, Pereira B, Boisseau N. Effect of high-intensity interval training on total, abdominal and visceral fat mass: a meta-analysis. *Sports Med*. 2018;48:269–88.
11. Malaeb S, Perez-Leighton CE, Noble EE and Billington C. A "NEAT" approach to obesity prevention in the modern work environment. *Workplace Health Saf*. 2019;67:102-110.
12. Lunt H, Draper N, Marshall HC, Logan FJ, Hamlin MJ, Shearman JP, Cotter JD, et al. High intensity interval training in a real world setting: a randomized controlled feasibility study in overweight inactive adults, measuring change in maximal oxygen uptake. *PLoS One*. 2014; 9:e83256.
13. Decker ES, Ekkekakis P. More efficient, perhaps, but at what price? Pleasure and enjoyment responses to high-intensity interval exercise in low-active women with obesity. *Psychol Sport Exerc*. 2017; 28:1-10.
14. Thompson WR. Worldwide survey of fitness trends for 2020. *ACSMs Health Fit J*. 2019;23:10-8.
15. Carels RA, Cacciopaglia HM, Douglass OM, Rydin S, O'Brien WH. The early identification of poor treatment outcome in a women's weight loss program. *Eat Behav*. 2003;4: 265-82.
16. Brockmann, A.N., Ross, K.M. Bidirectional association between stress and physical activity in adults with overweight and obesity. *J Behav Med*. 2020;43:246–53.
17. Jelleyman C, Yates T, O'Donovan G, Gray LJ, King JA, Khunti K, Davies MJ. The effects of high-intensity interval training on glucose regulation and insulin resistance: a meta-analysis. *Obes Rev*. 2015;16(11):942–61.