Nutrición Clínica en Medicina | Vol. XV - Número 1 - 2021
pp. 1-16

www.nutricionclinicaenmedicina.com
©Nutrición Clínica en 2021

[r e v i s i ó n]

Utilidad de la prescripción del ejercicio físico en el paciente con obesidad

Javier García Rioja, Carlos del Río San Cristóbal, Rubén Piñero Teno, Sergio Moro Villalón

Vibra, ejercicio y salud. Valladolid

Palabras clave

Ejercicio físico, obesidad, adherencia

>>Resumen

La obesidad ha aumentado de manera considerable en los últimos años en todo el mundo. Constituye un factor de riesgo para desarrollar diversas enfermedades como las cardiovasculares o diabetes, y suele ir acompañada de otros problemas como la sarcopenia y la dinapenia. La obesidad se puede abordar desde diferentes campos (ejercicio, medicina, nutrición o psicología, entre otros), siendo lo ideal un tratamiento multidisciplinar. El objeto de esta revisión es crear un protocolo de ejercicio físico con el que mejorar los parámetros de estilo de vida y obesidad.

Son indiscutibles los beneficios del ejercicio físico en personas obesas, y cabe destacar la relevancia de conseguir una buena adherencia a éste por parte del paciente, mejorando su vida diaria. También ayuda en la mejora de la pérdida y mantenimiento de un peso saludable, y a la ganancia de masa muscular y de fuerza o en la mejora en la captación de oxígeno y la potencia anaeróbica.

La fuerza muscular es un elemento fundamental en nuestra vida y se manifiesta de múltiples maneras. Hay diversos factores que la determinan, como la sección transversal del músculo o el tipo de fibras musculares. Su entrenamiento determinará una serie de cambios estructurales y funcionales en el organismo de la persona con obesidad. Por su parte, el entrenamiento cardiovascular también conlleva una serie de mejoras en el organismo, claves para el paciente obeso. En ambos casos, es fundamental conocer las variables que tenemos que manejar para prescribir el entrenamiento de fuerza y cardiovascular: el volumen, la intensidad y la frecuencia. En esta revisión se consideran todos estos aspectos.

Es fundamental conseguir un cambio del comportamiento en el paciente, para conseguir que la adherencia aumente y tener éxito en la práctica. Para ello, se plantean cuestiones para provocar dicho cambio desde diferentes vías, como la motivación o la sencillez. A continuación, se plantea de manera práctica un método para clasificar de manera fácil al paciente obeso, ya que es fundamental individualizar el tratamiento de la mejor manera posible. Por último, se detallan dos programas de entrenamiento para poder aplicar a la práctica en dos niveles de experiencia diferentes (inicial e intermedio) en función de la clasificación previa.

En resumen, el ejercicio físico (junto con otras disciplinas como la nutrición) es fundamental a la hora de abordar a un paciente con obesidad. Es clave, para conseguir el objetivo, la adherencia del sujeto al programa de entrenamiento, así como la individualización del mismo en base a la evidencia científica.

Nutr Clin Med 2021; XV (1): 1-16
DOI: 10.7400/NCM.2021.15.1.5093

Correspondencia

Javier García Rioja
Email: javier.grioja@gmail.com

Key words

Physical exercise, obesity, adherence

<<Abstract

Obesity has increased considerably in recent years around the world. This disease is a risk factor for developing various diseases such as cardiovascular disease or diabetes, and is often accompanied by other problems such as sarcopenia and dinapenia. Obesity can be approached from different fields (medicine, exercise, nutrition or psychology, among others), ideally with multidisciplinary treatment. The aim of this review is to create a physical exercise protocol with which to improve lifestyle and obesity parameters.

There are multiple benefits of physical exercise in obese or overweight people, and it is important to emphasize the importance of achieving a good adherence to it by the patient, improving their daily life; it also helps in improving weight loss and maintaining a healthy weight, in maintaining and gaining muscle mass and strength or in improving oxygen uptake and anaerobic power.

Strength is a fundamental element in our lives and it manifests itself in many ways. There are several factors that determine strength, such as the cross section of the muscle or the type of muscle fibers. Your training will cause a series of structural and functional changes in the body of the person with obesity. On the other hand, cardiovascular training also causes a series of key improvements in the body for the obese patient. In both cases, it is essential to know the variables that we have to manage in order to prescribe strength and cardiovascular training: volume, intensity and frequency. In this section, a more theoretical review is made of all these aspects.

It is essential to achieve a behavioral change in the patient in order to increase adherence and be successful in practice. To this end, questions are raised to provoke this change in behavior from different angles, such as motivation or simplicity. Next, a method is proposed to classify the obese patient in a simple way, since it is fundamental to individualize in the best possible way. Finally, two training programs are detailed in order to be able to apply them in practice at two different levels of experience (initial and intermediate) depending on the previous classification.

In summary, physical exercise (along with other disciplines such as nutrition) is essential when dealing with an obese patient. It is fundamental, to achieve the objective, the adherence of the subject to the training program, as well as its individualization based on scientific evidence.

Nutr Clin Med 2021; XV (1): 1-16

DOI: 10.7400/NCM.2021.15.1.5093

>>Introducción

La obesidad se define como una acumulación excesiva de masa grasa respecto al porcentaje del peso corporal[1].

La prevalencia de la obesidad a nivel mundial ha aumentado considerablemente en los últimos años. En 2016, el 13% de los adultos de 18 años o más (11% en hombres y 15% en mujeres) fueron diagnosticados pacientes obesos y el 39% de los adultos de 18 años o más (39% en hombres y 40% en mujeres) fueron diagnosticados de sobrepeso[2].

La obesidad es un factor de riesgo para desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, osteoartritis, cáncer y sarcopenia entre otras[3]. La sarcopenia suele ir de la mano con la obesidad, lo que denominamos obesidad sarcopénica, cuyos pacientes muestran un bajo porcentaje en masa muscular (sarcopenia) y un alto porcentaje en grasa corporal (obesidad)[4]. Las personas que están afectadas por estas dos enfermedades tienen un mayor riesgo de sufrir trastornos metabólicos, una mayor prevalencia de enfermedades cardiovasculares, mayores tasas de mortalidad y un menor rendimiento físico[5].

La causa fundamental del sobrepeso y la obesidad es un gasto calórico menor a la ingesta calórica. El aumento de trabajo y ocio sedentarios y utilización de medios de transporte ha incrementado la inactividad física. Se ha demostrado que entre un tercio y un cuarto de la población adulta mundial es físicamente inactiva[2].

Existen diversas estrategias para abordar la obesidad, entre ellas el ejercicio físico, la nutrición, terapia conductual, farmacológica y procedimientos quirúrgicos[6]. El ejercicio físico nos pro-

porciona una pérdida de peso y un mantenimiento efectivo. No obstante, el ejercicio por si solo tiene un efecto limitado en la pérdida de peso; por lo tanto, una combinación de dieta y ejercicio ha demostrado tener el mayor efecto en conseguir y mantener una composición corporal adecuada[7].

En cuanto al abordaje del sobrepeso y la obesidad mediante el ejercicio físico, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que los adultos de 18 a 64 años deben realizar al menos 150 minutos de actividad física aeróbica de intensidad moderada durante la semana o al menos 75 minutos de actividad física aeróbica de intensidad vigorosa durante la semana[2]. El entrenamiento de fuerza tiene un papel fundamental en la pérdida de peso, mantenimiento y creación de masa muscular[8]. Dos de los métodos más efectivos en el tratamiento de la obesidad son el entrenamiento en circuito y el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT). El entrenamiento en circuito ha demostrado mejorar la fuerza muscular y la capacidad cardiorrespiratoria. La tasa metabólica en este tipo de entrenamiento es mayor que en un entrenamiento de fuerza general y es mayor en el entrenamiento en circuito que en una combinación de entrenamiento de fuerza y entrenamiento aeróbico[9]. En cuanto al HIIT, produce mejoras en los niveles de grasa y en la circunferencia de la cintura en adultos con sobrepeso y obesidad, teniendo efectos similares al entrenamiento continuo de intensidad moderada, pero con un 40% menos de tiempo invertido a la semana[10].

Por lo tanto, una buena planificación de todos estos métodos, combinada con otros parámetros de entrenamiento como la frecuencia, la duración y la intensidad podría ser un buen tratamiento en pacientes con sobrepeso y obesidad.

El objetivo de esta revisión es crear un protocolo contrastado en la evidencia científica actual, con el cual mejorar los parámetros de estilo de vida, sobrepeso y obesidad.

>>Beneficios del entrenamiento en población con obesidad

Una vez contextualizado, vamos a pasar a ver qué beneficios tiene el ejercicio físico en las personas con obesidad:

Adherencia al entrenamiento. Mejora del día a día del paciente

En primer lugar, es muy relevante que el paciente adquiera una buena adherencia al ejercicio, para que éste se mantenga a largo plazo y tener éxito en el tratamiento. Para ello, el ejercicio realizado debe ser funcional (parecido a acciones articulares de su vida diaria), y por tanto serían ejercicios eficientes, pues de este modo el paciente verá cómo mejora en las diferentes acciones que tenga que realizar en su vida diaria (por ejemplo, realizar empujes de piernas para que el paciente se levante mejor de una silla).

En relación con lo anterior, se ha visto que sujetos con poco nivel, que trabajan con agrupamiento de ejercicios (circuitos, por ejemplo) centrados en la mejora de la fuerza, mejoran ésta en apenas 3 o 4 sesiones. Esto es muy importante, porque implica que al paciente obeso le puede costar menos mover su carga corporal en poco tiempo, a pesar de que el peso corporal al principio siga siendo el mismo, lo que puede aumentar su adherencia al ejercicio[11].

Pérdida de peso y mantenimiento de peso saludable

Relacionando este punto con el anterior, es fundamental que la pérdida de peso sea rápida, para que el paciente tenga más adherencia por el programa que está siguiendo[12]. Para ello, parece ser que el ejercicio de alta intensidad disminuye el apetito[13], lo cual puede ayudar en ese proceso de pérdida de peso.

Por otro lado, el ejercicio (combinado con la dieta) no sólo nos lleva a que se pierda peso, sino a que ese peso saludable y se mantenga en el tiempo[14]. De hecho, el ejercicio es fundamental para el mantenimiento del peso saludable una vez que llegamos a éste.

Mejora de masa muscular y fuerza

Otro aspecto relevante en pacientes obesos, relacionado con el anterior, es evitar la pérdida de masa muscular en momentos de dieta con déficit calórico. Esta parece ser una de las claves del ejercicio físico en pacientes obesos, que se conseguirá si el ejercicio es el adecuado[15].

El ejercicio de fuerza aumenta el tamaño de las fibras musculares de todo tipo, con especial refe-

rencia al incremento de fibras tipo IIX (y las activa), evitando su pérdida durante la fase de descenso de peso[8].

Por otro lado, en los pacientes obesos se produce un aumento de fibras tipo IIX y una reducción de fibras tipo I, además de producirse resistencia a la insulina por parte de estas fibras de tipo I. El ejercicio, por su parte, determina un aumento en el número de fibras de contracción lenta (tipo I), que son las que más estimulan la utilización de ácidos grasos[16].

Es muy importante activar las fibras tipo IIX, pues con el tiempo, como hemos dicho en el punto anterior, en personas obesas puede haber un incremento de ellas. Por tanto, es fundamental saber cómo activar estas fibras rápidas, a través del entrenamiento de potencia o de velocidad con cargas bajas (40-50% de 1RM = Repetición Máxima) (también podría hacerse con el trabajo de fuerza máxima con cargas altas, pero es un entrenamiento bastante más complejo). Trabajando de esta manera se mejora también la coordinación intermuscular del paciente[17].

Empieza a haber también literatura que indica que el trabajo excéntrico en personas con obesidad mejora la activación de las fibras tipo II[18].

Es importante diferenciar entre sarcopenia y dinapenia. En pacientes obesos, por supuesto que se produce una sarcopenia (una pérdida de masa muscular) pero también una dinapenia (pérdida de fuerza). Hay un tercer término, que también se presenta en pacientes obesos, que es la kratopenia (pérdida de potencia), aunque ésta está estrechamente ligada a la dinapenia ya que la potencia es fuerza por velocidad. Parece interesante cambiar el paradigma, y no trabajar sobre la sarcopenia con trabajo de hipertrofia sino trabajar sobre la dinapenia con trabajo de fuerza. Por lo tanto, un objetivo fundamental es que el paciente no pierda fuerza ni velocidad (beneficio del trabajo de la fuerza), para que mejore su función y a partir de ahí se mejorará también la sarcopenia y la masa muscular[19].

Captación de oxígeno y mejora de potencia anaeróbica

Por otro lado, es importante mejorar en personas obesas la capacidad de captación de oxígeno y su utilización en el músculo esquelético, pues suele estar muy reducido respecto a las personas sanas. El entrenamiento aeróbico podría ser una opción. Sin embargo, en primera instancia y para sujetos poco iniciados, puede ser complejo debido a que puede suponerle un esfuerzo y un estrés alto. Está demostrado que el entrenamiento de fuerza, mejora la capacidad ventilatoria de la persona y la captación de oxígeno[20].

El ejercicio también mejora la potencia anaeróbica en el sujeto con obesidad (importante buscar intensidades máximas, máxima activación a máxima velocidad). Más intensidad de ejercicio proporciona mayores beneficios en los adultos obesos que más tiempo de ejercicio[21].

Parece ser que el ejercicio físico en personas obesas tiene más beneficios por la mañana que por la tarde, teniendo en cuenta los ritmos circadianos de éstas, ya que parece que se realiza una beta oxidación de grasas más efectiva y sobre todo va a dormir mejor si realiza el ejercicio por la mañana (mejor activación de sistema parasimpático).

Pautas para la prescripción del entrenamiento

Entrenamiento de fuerza. ¿Qué es? ¿Cómo se manifiesta en el día a día?

La fuerza se define como la capacidad de un músculo para producir tensión al activarse[22].

Según la RAE (Real Academia Española de la Lengua) la fuerza es el vigor, robustez y capacidad para mover algo o a alguien que se oponga a nosotros, como levantar una piedra o empujar un adversario.

Atendiendo a estas dos definiciones debemos comprender que la fuerza es un elemento que rodea nuestra vida y se manifiesta de múltiples maneras, por ejemplo, al mover un pesado mueble de nuestro salón.

Aunque desplazar un mueble sea un ejemplo muy evidente de lo que es aplicar una fuerza, la realidad es que esta capacidad es más importante de lo que pensamos. Cuando respiramos tenemos que vencer una fuerza, para mantenernos erguidos nuestros músculos necesitan cierta

tensión o como popularmente se conoce "tono muscular", para levantarnos de la cama nuestro abdomen tiene que contraerse y para subir unas escaleras nuestras piernas tienen que vencer la resistencia de la gravedad.

Así pues, debemos entender que el entrenamiento de la fuerza se hace relevante en el mismo momento en que venimos al mundo y, por tanto, saber cómo desarrollar esta capacidad nos hará tener una mejor calidad de vida en el futuro[5].

Factores que determinan la fuerza

No nos adentraremos mucho en este punto ya que no se trata de un artículo de entrenamiento, sin embargo, lo consideramos importante para la comprensión de cómo abordar los distintos métodos para desarrollar la fuerza.

Cuando se habla de producir fuerza, el cuerpo tiene varios mecanismos para alcanzar el objetivo: Por un lado, tenemos los factores estructurales como por así decirlo el *hardware* de este sistema.

En primer lugar, nos encontraríamos con el área de sección transversal (AST), es decir, el grosor de las fibras musculares. Cuanta más gruesa es una fibra muscular más fuerza puede producir la misma.

En segundo lugar, estaría el tipo de fibra muscular. Existen muchos tipos de fibras en función de su composición. Ya que no es el objetivo principal del artículo no entraremos en detalle y mencionaremos solamente 3 principalmente.

— Fibras oxidativas o tipo I. También son conocidas como fibras de contracción lenta ya que por su metabolismo y composición se contraen más lentamente. Este tipo de fibra no es capaz de generar mucha fuerza, sin embargo, posee una gran resistencia a la fatiga. Por lo que es ideal para tareas de baja intensidad y larga duración como correr o montar en bicicleta.

— Fibras intermedias o tipo IIA: este tipo de fibra posee características comunes a los dos extremos. Su tamaño es parecido las fibras tipo IIX pero por su composición y metabolismo son más oxidativas aunque también tienen una capacidad glucolítica intermedia. Se trata de una fibra de gran plasticidad, es decir que tiene gran capacidad de cambiar su composición en función del estímulo que se le dé de tal manera que puede ser más oxidativa (Tipo I) o más glucolítica (Tipo IIX).

— Fibras glucolíticas o tipo IIX: también conocidas como fibras de contracción rápida son las fibras de mayor diámetro y por lo tanto son las que más capacidad de producir fuerza tienen sin embargo se fatigan fácilmente puesto que sus sustratos energéticos no duran mucho.

Hasta aquí hemos visto los factores estructurales que determinan la producción de fuerza muscular pero un músculo no tiene tensión si no es correctamente activado. En las siguientes líneas describiremos brevemente el *software* que hace funcionar la máquina. El sistema nervioso central (SNC) juega un gran papel en el movimiento. Gracias a él los músculos se activan correctamente cuando tienen que hacerlo y con la intensidad apropiada en cada momento. Así pues, hay una serie de factores correspondientes al SNC que determinan si un músculo con un AST dada puede producir más fuerza o no.

En primer lugar, nos encontramos con el reclutamiento de las unidades motoras. El cuerpo tiene un número determinado de unidades motoras que han de activarse para producir fuerza, sin embargo, no se activan todas a la vez, sino que se activa el número de unidades motoras necesarias para llevar a cabo la tarea.

En segundo lugar, nos encontramos con la coordinación intramuscular, esto quiere decir que las unidades motoras se activen de una manera más sincronizada y ordenada lo que hace que el SNC no gaste tanta energía en su activación.

En último lugar tendríamos la coordinación intermuscular, es decir la coordinación y activación sincronizada de los distintos grupos musculares que intervienen en un movimiento. Esto sucede sobre todo con grupos musculares agonista y antagonista[22].

Respuestas y adaptaciones al entrenamiento de fuerza

Este punto tiene una estrecha relación con el apartado anterior. Entendiendo los factores que determinan la fuerza ya podemos intuir lo que ocurre en nuestro organismo cuando llevamos a cabo un proceso de entrenamiento.

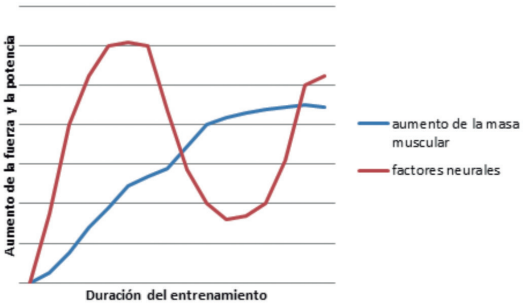


Figura 1. Adaptaciones al entrenamiento de fuerza. Tabla extraída de Badillo y Gorostiaga 2002.

En un proceso de entrenamiento normal lo primero que hace el organismo es aumentar la actividad de su SNC llevando a cabo lo anteriormente citado: una mejor coordinación intermuscular (mejor técnica de los ejercicios), se mejora la coordinación intramuscular y se produce un aumento del reclutamiento de las unidades motoras[22]. En definitiva, que la masa muscular que antes no se usaba ahora está "más activa".

Pasadas unas semanas se comienzan a ver cambios a nivel estructural. El sujeto empieza a observar una hipertrofia muscular (recordemos que esto sucede principalmente por el aumento del área de sección transversal de las fibras musculares principalmente)[22]. Esto puede ir acompañado o no de una pérdida de tejido graso de manera simultánea dependiendo de otros factores como el nivel de actividad física del que partamos y sobre todo de la cantidad de grasa y masa muscular previa que tenga el sujeto en cuestión (fig. 1).

Variables del entrenamiento de fuerza y prescripción

Para empezar a prescribir un adecuado programa de entrenamiento de fuerza debemos recopilar una serie de datos para tener en cuenta ciertos aspectos relevantes:

— Edad del sujeto.

— Sexo.

— Características antropométricas (Altura/peso/perímetros).

— Historial de lesiones del sujeto.

— Nivel de entrenamiento del sujeto.

De estos puntos, 4 son relativamente fáciles de conseguir por cualquier persona, sin embargo, a la hora de establecer un programa de entrenamiento, un punto crítico a tener en cuenta es el nivel de entrenamiento y la experiencia del sujeto ya que no es lo mismo programar para una persona que es sedentaria y que nunca ha realizado ejercicio físico, que para un atleta profesional. Más adelante en este artículo explicaremos como clasificar al paciente. Lo que veremos a continuación es la presentación de variables sujetas a la programación y su conjugación para poder crear un programa eficaz e individualizado a cada paciente.

Volumen del entrenamiento

El volumen de entrenamiento se define como la cantidad total de trabajo que se realiza en un tiempo determinado, (una sesión de entrenamiento, una semana, un mes, un año) según nos convenga y el plazo en el que programemos[23] (tabla I).

Intensidad

La intensidad se define como el grado de esfuerzo que emplea un sujeto a la hora de ejecutar una unidad de acción (repetición). A su vez el esfuer-

Tabla I. Recomendaciones de volumen según NCSA 2018

Objetivo del entrenamiento	Repeticiones			Series		
	Principiante	Intermedio	Avanzado	Principiante	Intermedio	Avanzado
Resistencia muscular	10-15	10-15	10-25	1-3	>3	>3
Hipertrofia	8-12	6-12	6-12	1-3	>3	>3
Fuerza muscular	<6	<6	<6	1-3	>3	>3
Potencia muscular	n/a	3-6	1-6	n/a	1-3	3-6

NSCA: National Strength and Conditioning Association.

Tabla II. Recomendaciones de intensidad según NCSA 2018						
Objetivo del entrenamiento	Carga (%1RM)			Repeticiones		
	Principiante	Intermedio	Avanzado	Principiante	Intermedio	Avanzado
Resistencia muscular	<65	<70	<75	10-15	10-15	10-25
Hipertrofia	67-80	67-85	67-85	8-12	6-12	6-12
Fuerza muscular	>70	>80	>85	<6	<6	<6
Potencia muscular	n/a	30-60	30-70	n/a	3-6	1-6

NSCA: National Strength and Conditioning Association.

zo es entendido como la demanda real del organismo tanto a nivel fisiológico, mecánico, técnico y emocional en cada unidad de acción. Por tanto, expresa la intensidad y está determinado por la diferencia entre lo realizado y lo realizable[24]. De aquí surge el concepto carácter del esfuerzo (CE). El carácter del esfuerzo expresa el número de repeticiones que hace un sujeto respecto al número de repeticiones que podría hacer hipotéticamente si este hiciese un esfuerzo máximo. Por ejemplo, supongamos que el sujeto A es capaz de hacer 10 repeticiones máximas, pero solamente hace 8. Esto expresaría un CE de 8(10) lo que supone que el sujeto se está dejando dos repeticiones en reserva (RIR) = 2. Estas últimas dos variables CE y RIR las usaremos para prescribir la intensidad en los entrenamientos (tabla II).

Como rara vez conoceremos la cantidad máxima de peso (1RM) que puede mover un sujeto, lo más aconsejable sería darle la siguiente instrucción: "Escoger un peso que permita alcanzar las repeticiones objetivo sin llegar a un esfuerzo máximo (fallo muscular). Esta condición permitirá al paciente entrenar con seguridad, menor riesgo de lesión y una mejor recuperación para posteriores sesiones[25].

Tabla III. Recomendaciones de frecuencia del entrenamiento NCSA 2018	
Nivel del paciente	Nº de sesiones semanales recomendado
Principiante	2-3
Intermedio	3-4
Avanzado	4-6 (pudiendo dar 2 sesiones en un día)

NSCA: National Strength and Conditioning Association.

Frecuencia del entrenamiento

La frecuencia de entrenamiento en este contexto hace referencia al número de sesiones que nuestro paciente hace en una semana[23] (tabla III).

Decanso entre series

Cuando se trata de hacer un ejercicio la calidad de éste es muy importante, por ello el descanso entre series ha de ser lo suficiente para poder mantener la calidad del esfuerzo, pero no demasiado largo para interferir con las adaptaciones fisiológicas que queremos conseguir (tabla IV).

Entrenamiento cardiovascular

Ya hemos visto en apartados anteriores las necesidades de una persona normal en cuanto a la actividad física aeróbica se refiere[2]. A continuación, entraremos en contexto sobre las adaptaciones a nivel fisiológico de los distintos sistemas y porque es necesario su entrenamiento. Posteriormente continuaremos detallando la metodología

Tabla IV. Recomendaciones de descanso entre series según NCSA 2018	
Objetivo del entrenamiento	Duración del periodo de descanso
Resistencia muscular	<30 segundos
Hipertrofia muscular	30-90 segundos
Potencia muscular	2-5 minutos
Fuerza muscular	2-5 minutos

NSCA: National Strength and Conditioning Association.

Tabla V. Adaptaciones al entrenamiento aeróbico López Chicharro y Fernández Vaquero

Adaptaciones cardiacas	Adaptaciones vasculares	Adaptaciones respiratorias
Disminución de la frecuencia cardíaca (FC) en reposo	Mejora la función del endotelio	Aumento de la ventilación máxima
Aumento del volumen sistólico	Aumento de la angio-génesis	Mejoras en la función pulmonar
Mejora de la perfusión miocárdica	Aumento del calibre de las arterias	Mejoras en el intercambio de gases
	Disminución de la presión arterial sistólica y diastólica	

de entrenamiento más utilizada en el desarrollo de esta capacidad.

Efectos del entrenamiento aeróbico en los distintos sistemas

Como podemos ver en la tabla V, el ejercicio aeróbico trae consigo ciertas adaptaciones que en definitiva mejoran la capacidad y la funcionalidad del paciente sedentario ya que la propia inactividad física provoca desentrenamiento o desadaptación[26] lo cual hace que pierdan capacidad.

Dada la importancia que tiene el ejercicio aeróbico y su impacto en la salud, es uno de los ámbitos sujetos a investigación más desarrollados en el mundo deportivo y de la fisiología del ejercicio. Como hemos podido ver la OMS[2] diferencia entre dos tipos de actividad física aeróbica: la de moderada intensidad y la de intensidad vigorosa. Esto a efectos prácticos a la hora de prescribir ejercicio podemos agruparlo en los siguientes conceptos: Entrenamiento Continuo de Moderada intensidad (MICT) y Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (HIIT)[26, 27].

En un metaanálisis compararon intervenciones llevadas a cabo con MICT vs HIIT en la composición corporal en adultos obesos. Las conclusiones del estudio fueron que ambas modalidades tienen efectos similares en los cambios de la composición corporal. El HIIT sin embargo es un protocolo que tiene una mejor relación en cuanto al tiempo invertido y los resultados que se obtienen por lo tanto es una opción a tener en cuenta sabiendo que el tiempo que un individuo dedica al ejercicio físico es determinante para la adherencia al programa del mismo[10].

Variables del entrenamiento y prescripción

Al igual que ocurre con el entrenamiento de fuerza, las tres grandes patas que construyen la mesa del entrenamiento aeróbico son: volumen, intensidad y frecuencia. El volumen y la intensidad son inversamente proporcionales (cuanto más crece una más debe bajar la otra) mientras que la frecuencia es una herramienta que utilizaremos para distribuir semanalmente un volumen determinado. Como hemos visto en el apartado anterior existen dos tipos de entrenamiento aeróbico: MICT y HIIT. En este caso las variables sujetas a prescripción van a ser diferentes depende del método que queramos utilizar ya que por su propio nombre nos indica que un método se basa en la intensidad moderada (y por tanto volumen moderado) y el otro se basa en la alta intensidad (y por tanto un volumen relativamente bajo).

En el caso del entrenamiento aeróbico la intensidad viene tradicionalmente representada como el porcentaje de la FCmax, no obstante, por la complejidad de uso de este parámetro consideramos recomendable el uso de la escala de esfuerzo percibido (RPE)[28] ya que existe una alta correlación entre el esfuerzo percibido del sujeto y la intensidad real del entrenamiento. El volumen viene representado tradicionalmente en minutos.

El uso de la RPE será detallado en posteriores apartados.

Método continuo (MICT)

La principal característica de este método es que no existe interrupción en su ejecución, no obstante, pueden existir variaciones en la intensidad durante la ejecución del mismo[26] (tabla VI).

Método interválico (HIIT)

La principal característica de este método es que fraccionaremos el entrenamiento en dos fases

Tabla VI. Programación método continuo			
Frecuencia	**Intensidad**	**Intensidad RPE**	**Volumen**
2-5 días / semana	60-95% FCmax	5-9	30 minutos-2 horas

Aadaptado de Chicharro y Chicharro 2013.

bien diferenciadas: fase de intervalo en la cual el sujeto elevará la intensidad y fase de pausa en la que el sujeto bajará la intensidad[27] (tabla VII).

Recomendaciones para la práctica

Es esencial recalcar el término adherencia como eje central en intervenciones con ejercicio físico para el paciente obeso, pues sin adherencia al mismo, no existirá un correcto camino al éxito de instaurar modelos de vida saludables en este tipo de población[29]; por lo que sugerimos, en base a la evidencia científica y a la experiencia, una serie de estrategias para mejorar la adherencia en programas de ejercicio físico para pacientes con obesidad:

— Se ha de tener conocimiento de lo que se va a hacer, lo que denominamos "saber hacer" y "cómo hacerlo". Para ello, la opción más eficaz es intervenir a través equipos multidisciplinares de trabajo (medicina, psicología, nutrición, actividad física…), donde, desde diferentes perspectivas de la salud, se arroje un tratamiento eficaz hacia el paciente, estableciendo una estrategia homogénea de actuación (planificación de acciones, implementación, control, seguimiento y progresión) con el equipo, donde en el centro se encuentre el paciente, que será el mayor beneficiado de este trabajo en conjunto[30].

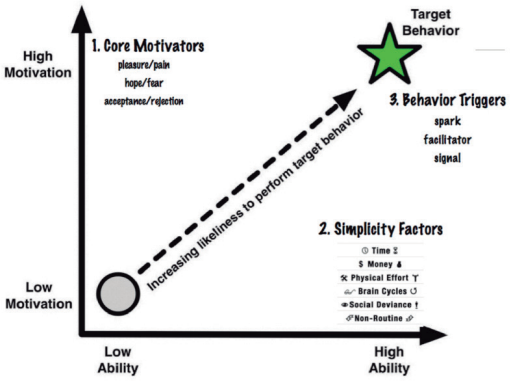


Figura 2. Modelo cambio comportamental Fogg (FMB). 1. Core motivators: Motivación. 2. Simplicity Factors: Sencillez y/o capacidad para ejecutarlo. 3. Behaviour Triggers: Desencadenantes de comportamiento (avisos, facilitadores). Cuando una persona tiene suficiente capacidad (sencillez para hacerlo) y además está motivada, la probabilidad de éxito en el cambio de comportamiento es muy alta (1+2+3 aumentan probabilidad de éxito), sin embargo, si existe alta motivación, pero poca capacidad (sencillez y/o capacidad para hacerlo), la probabilidad de éxito baja, ocurriendo lo mismo si alternamos el orden de los factores (alta sencillez y/o capacidad para hacerlo, pero escasa motivación).

— Se deben de adquirir ciertas actitudes para poder realizar un cambio comportamental, es decir, el paciente ha de "querer hacerlo", por tanto, la motivación y la sencillez han de ser los dos factores claves que desencadenen la realización de lo que se pretende que el paciente realice, y realmente conseguir un cambio comportamental eficaz.

— De esta manera, será clave motivar a dicha persona y capacitarla para ejecutar la acción que se le propone. Si olvidamos alguno de esos dos factores, la probabilidad de éxito disminuye notablemente.

— Para ejemplificar esta situación, se anexa la figura 2, (modelo de cambio de comportamiento de Fogg (FMB)), que representa estos dos

Tabla VII. Programación del método interválico						
Frecuencia	**Intensidad del intervalo**	**Duración del intervalo**	**Intensidad de la pausa**	**Duración de la pausa**	**Bloques**	**Intervalos**
1-3 días semana	8-9 RPE	30-60 segundos	4-5 RPE	1:1*	30″ 4* 60″ 2*	6 6

Adaptado de Chicharro 2018. *La duración del intervalo de pausa debe respetar una relación 1:1 respecto del tiempo de trabajo. Por ejemplo, si se elige una duración de intervalo de 30 segundos la duración de la pausa serán 30 segundos. *1-2 minutos de recuperación entre bloques si se escoge la opción de intervalos de 30 segundos. *2 minutos de recuperación si se elige la opción de intervalos de 60 segundos.

aspectos mencionados anteriormente, fundamentales en el cambio de comportamiento del individuo obeso.

1. Motivación

— Existen numerosos factores y elementos motivadores utilizados en este modelo (placer, dolor, esperanza, miedo, aceptación social, rechazo, entre otros).

— Los dos elementos que más parecen mejoran la motivación hacia el cambio comportamental son:

- La esperanza: Saber que realizar un comportamiento, en este caso, comenzar con un programa de actividad física tendrá múltiples beneficios para su salud, conociendo que repercusión va a tener la acción que el paciente está a punto de comenzar a realizar.

- Aceptación social: En ocasiones, poder compartir tus avances, resultados, inquietudes, problemas o cualquier otro tipo de aspecto relacionado con el proceso es de gran utilidad, así como conocer el compromiso con el cambio de otras personas con condiciones similares, buscando un apoyo secundario, pero muy importante, dentro del proceso.

La combinación de ambas herramientas hará que tengamos más probabilidad de cambiar el comportamiento de nuestro paciente, por lo que se sugiere, siempre adaptado al caso en particular, hacer uso de las mismas como apoyo al paciente.

2. Sencillez o habilidad para hacerlo:

Es muy importante dotar al paciente de la capacidad suficiente para que pueda efectuar lo que se le propone, eliminando todas las barreras posibles en cuanto a complejidad se refiere en lo que se le proponga. Hay que facilitarle el trabajo, ofreciendo programas sencillos, que ocupen poco tiempo y sean funcionales.

La simplicidad ha de basarse en:

— Tiempo: Si la propuesta es breve y no ocupa mucho tiempo desencadenará una mayor sencillez y capacidad para poder hacerlo y, por tanto, más probabilidad éxito.

— Esfuerzo físico: Algo que cuesta esfuerzo físico es más difícil que se haga, por tanto, hay que comenzar con una progresión de trabajo inteligente y lo más adaptada posible al paciente, para que, paulatinamente, el esfuerzo físico sea mejor tolerado por el paciente.

— Ciclos cerebrales: Si se hace pensar mucho, este eslabón puede romperse, desencadenando un abandono temprano, y, por tanto, fracasar en nuestro tratamiento; por tanto, la sencillez se torna como elemento clave.

— Rutinario: Búsqueda de integración del comportamiento dentro de la rutina diaria de actividad del paciente.

Existe un tercer factor importante para que ese cambio de comportamiento se produzca con exito: ha de existir un facilitador de comportamiento, un desencadenante último que haga despertar interés al paciente para realizar ese comportamiento, por ejemplo, avisos diarios en forma de alarma de cuando se ha de realizar ejercicio físico[31].

En medio de todo lo mencionado anteriormente se encuentran los hábitos de salud del paciente, que se verán directamente influenciados por los factores nombrados anteriormente, representado en la figura 3:

— Saber qué hacer.

— Saber cómo hacerlo.

— Actitudes del paciente (querer hacerlo)[32].

Clasificación del paciente

A continuación, presentamos unas pautas sencillas que pueden ayudar a la clasificación de nuestro paciente (tablas VIII y IX), pues se ha de dejar claro que todos los obesos no son iguales, y aunque se plantee una posible clasificación de los mismos, hay que atender siempre a la casuística en particular de cada paciente.

La clasificación estará basada en el análisis del estilo de vida del paciente en cuanto a práctica de ejercicio físico se refiere y en su historial médico, adaptando su nivel en base a los dos anteriores[33]. Cabe destacar que sería interesante utilizar dicha



Figura 3. Intervención eficaz para cambio de hábitos. H: Hábitos.

metodología clasificatoria atendiendo a otros criterios relevantes, como son los aspectos hormonales.

Tras esto, tendremos a nuestro paciente clasificado pertinentemente en el nivel más conveniente para el inicio o para su continuidad con la práctica de ejercicio físico, siendo capaces de recomendar uno de los dos programas indicados y desarrollados posteriormente, pudiendo acceder a recomendaciones y pautas más específicas para el paciente.

Propuesta de programas de entrenamiento

A continuación, se detallan dos programas de entrenamiento, para dos niveles de experiencia, inicial (fig. 4) e intermedio (fig. 5), cada uno de ellos con una duración de 12 semanas[34].

Tabla VIII. Clasificación en función del nivel de experiencia de ejercicio físico

Nivel de experiencia	Características
Inicial	• Obesidad sin experiencia (no realiza ejercicio físico) • Realiza < 150 min semana de ejercicio físico • Lleva menos de 6 meses haciendo ejercicio físico (de fuerza y resistencia) • Obesidad grado III
Intermedio	• Lleva entre 6 y 12 meses haciendo ejercicio físico (fuerza y resistencia), con más de 3 sesiones semanales
Avanzado	• Lleva más de 12 meses haciendo ejercicio físico (fuerza y resistencia), con más de 3 sesiones semanales

Tabla IX. Paso 2: Ajuste de nivel en función de otros parámetros

Parámetros antropométricos	Parámetros biomédicos
Grasa corporal: – H: >25% – M: >33% **Se baja un nivel** *Perímetro cintura:* – H: >95 cm – M: >82 cm **Se baja un nivel**	*Glucemia basal:* – 100-125 mg/dl o 5,7-6,4 HbA1c **Se baja un nivel** – >126 mg/dl o >6,5 HbA1c **Se coloca en nivel inicial** *Tensión arterial:* – >140-90 mmHg **Se puede colocar en inicial** *Colesterol total* – >200mg/dl **Se baja un nivel** *Trigilicéridos* – >150 mg/dl **Se baja un nivel**

*Observaciones: Es fundamental atender a la casuística, y conocer al paciente, saber realmente si conviene o no bajarlo de nivel para mejorar adherencia, reconsiderarlo consensuadamente con él, sabiendo sus motivaciones, preocupaciones e intereses, y adaptarlo a la circunstancia en particular.

Complementariamente a estos, se utilizan herramientas de apoyo, que ayudan a:

— Realizar un correcto seguimiento y control del ejercicio físico realizado, diseñando una metodología de seguimiento muy sencilla para cada una de las tareas planteadas en los programas. De esta manera, se pretende generar una interacción médico-paciente de compromiso hacia el cumplimiento con el cambio de hábitos e introducción de actividad física en su día a día, lo que reforzará su motivación, adherencia y mejorará su salud, adquiriendo el compromiso de registrar su actividad semanal, para posteriormente compartirlo con su médico en su próxima consulta, permitiendo hacer ajustes de nivel seguros y progresar adecuadamente (véase fig. 6 del paso 3. ¿Estoy cumpliendo con mi entrenamiento?, descripción detallada de uso).

NIVEL INICIAL
12 SEMANAS
Empezarás a mejorar tu salud y estarás más en forma

PASO 1 VALÓRATE

· Siéntate y levántate de una silla durante 30 segundos tantas veces como puedas.	**Resultado semana 1** indica fecha y repeticiones:	**Resultado semana 6** indica fecha y repeticiones:	**Resultado semana 12** indica fecha y repeticiones:
· Camina durante 10 minutos, anota la distancia o pasos recorridos.	**Resultado semana 1** indica fecha y pasos o distancia	**Resultado semana 6** indica fecha y pasos o distancia	**Resultado semana 12** indica fecha y pasos o distancia
· Si tienes bicicleta estática valora cuanta distancia recorres en 4 minutos.	**Resultado semana 1** indica fecha y distancia:	**Resultado semana 6** indica fecha y distancia:	**Resultado semana 12** indica fecha y distancia:

¡ESTÁS LISTO, EMPEZAMOS! Ve al PASO 2

PASO 2 ¡A TRABAJAR!

Completa los siguientes pasos siguiendo las indicaciones, **¡apunta si lo haces o no en el PASO 3!**

A - Circuito de fuerza. Mejora tu masa muscular:



1. Sentarse y levantarse → **2.** Ponerse de puntillas → **3.** Flexiones contra la pared → **4.** Sostener un objeto apretando el abdomen

· Tabla 1. ¿Cómo trabajo? A + B + C

TABLA 1. ¿Cómo trabajo?		Semana 1 a 4	Semana 5 a 8	Semana 9 a 12
A - Circuito de fuerza. Mejora tu masa muscular	Días de entrenamiento	2 días por semana	2 días por semana	2 días por semana
	Vueltas al circuito	2 vueltas	3 vueltas	3 vueltas
	Repeticiones por ejercicio	8 repeticiones o 15" de duración	8 repeticiones o 20" de duración	10 repeticiones o 25" de duración
	Tiempo de descanso entre ejercicios	30 segundos	30 segundos	30 segundos
B - Trabajo cardiovascular escoje o alterna, caminar o bicicleta	Tiempo de trabajo	25 minutos	30 minutos	35 - 40 minutos
	Intensidad de trabajo	4 de 10 en la escala de percepción de esfuerzo	5 de 10 en la escala de percepción de esfuerzo	6 de 10 en la escala de percepción de esfuerzo
C - ¿ Qué más puedo hacer?	Tareas a mayores (todos los días)	2500 pasos. Subir 30 escalones	3500 pasos. Subir 35 escalones	4500 pasos. Subir 40 escalones

Consulta la intensidad de trabajo en la escala RPE al final del documento.

Figura 4. Nivel inicial.

— Llevar un control de la intensidad de trabajo del mismo (fig. 1), utilizando la escala de esfuerzo percibido modificada de Borg (RPE 1-10, modificada)[28, 35], dicha herramienta la proponemos a modo introductorio y de referencia para el paciente, para lo cual debería de familiarizarse con su uso en su práctica de ejercicio físico.

Ambas herramientas deberán de formar parte del proceso de entrenamiento, pues ayudarán al paciente a seguir una ruta de trabajo ordenada y detallada.

Se invita a los pacientes a que sigan la hoja de ruta propuesta en los documentos (paso 1 + paso 2 + paso 3), a fin de asegurar un camino seguro a la hora de realizar ejercicio físico sin supervisión de un profesional de la actividad física. De tal manera que:

— **Paso 1: Valórate:** Primeramente, proponemos una auto valoración inicial al paciente, introduciendo dos pruebas, sencillas, pero que arrojen datos iniciales del estado físico del mismo, con la pretensión de tener una referencia inicial del día de comienzo con la actividad física, y periódicamente (semana 6 y 12), realizar



NIVEL INTERMEDIO
12 SEMANAS
Empezarás a mejorar tu salud y estarás más en forma

PASO 1 VALÓRATE

· Haz sentadillas con un objeto con peso durante 30 segundos tantas veces como puedas.	**Resultado semana 1** indica fecha y repeticiones:	**Resultado semana 6** indica fecha y repeticiones:	**Resultado semana 12** indica fecha y repeticiones:
· Camina durante 20 minutos, anota la distancia o pasos recorridos.	**Resultado semana 1** indica fecha y pasos o distancia	**Resultado semana 6** indica fecha y pasos o distancia	**Resultado semana 12** indica fecha y pasos o distancia
· Si tienes bicicleta estática valora cuanta distancia recorres en 10 minutos.	**Resultado semana 1** indica fecha y distancia:	**Resultado semana 6** indica fecha y distancia:	**Resultado semana 12** indica fecha y distancia:

PASO 2 ¡A TRABAJAR!

Completa los siguientes pasos siguiendo las indicaciones, **¡apunta si lo haces o no en el PASO 3!**

A - Circuito de fuerza. Mejora tu masa muscular:

1. Sentarse y levantarse
2. Ponerse de puntillas con peso a los lados
3. Zancada
4. Sostener un objeto apretando el abdomen
5. Elevaciones de cadera
6. Flexiones en pared

· Tabla 2. ¿Cómo trabajo? A + B + C

Modificaciones con respecto al inicial: Añadimos 2 ejercicios al circuito de fuerza, trabajando igualmente en circuito, intercalarlos entre los cuatro que tenemos, es decir podemos modificar a nuestro gusto el orden de los ejercicios.

TABLA 2. ¿Cómo trabajo?		Semana 1 a 4	Semana 5 a 8	Semana 9 a 12
A - Circuito de fuerza Mejora tu masa muscular	Días de entrenamiento	3 días por semana	3 días por semana	4 días por semana
	Vueltas al circuito	3 vueltas	3 vueltas	3 vueltas
	Repeticiones por ejercicio	8 repeticiones o 25" de duración por lado	10 repeticiones o 30" de duración por lado	12 repeticiones o 35" de duración por lado
	Tiempo de descanso entre ejercicios	25 segundos	25 segundos	25 segundos
B - Trabajo cardiovascular, escoje o alterna, caminar o bicicleta	Tiempo de trabajo	40 minutos	40 minutos	45 minutos
	Intensidad de trabajo	6 de 10 en la escala de percepción de esfuerzo	6 de 10 en la escala de percepción de esfuerzo	6 de 10 en la escala de percepción de esfuerzo
C - ¿Qué más puedo hacer?	Tareas a mayores (pasos y escaleras todos los días)	5000 pasos Salir en bicicleta Subir 50 escalones	6500 pasos Salir en bicicleta Subir 55 escalones	8000 pasos Salir en bicicleta Subir 60 escalones

Consulta la intensidad de trabajo en la escala RPE al final del documento.

Observaciones:
- En el circuito de fuerza a parte de añadir dos nuevos ejercicios puedo progresar incrementando la intensidad del circuito a través de la inclusión de elementos externos (pesos, mayor velocidad, menor descanso si es viable...).
- En el trabajo cardiovascular (caminar), el ritmo es constante, sin cambios, intentando aproximarme a la percepción de esfuerzo indicada en función de la semana. En tareas a mayores (trabajo en bici), se propone que salgas con tu bici a tu sitio favorito, en fin de semana o cuando lo desees, al menos una vez por semana.

Figura 5. Nivel intermedio.

las pruebas de nuevo para medir avances y logros.

— **Paso 2: ¡A trabajar!:** Una vez realizado el paso 1 valórate, el paciente estará preparado para empezar a trabajar con su programa de entrenamiento adaptado a su nivel, previamente identificado. Este paso engloba 3 tipos de tareas:

A) *Mejora tu masa muscular*: A través de una serie de ejercicios de fuerza, que pretenden estimular la masa muscular del paciente, de vital importancia tal y como se describe en apartados anteriores. Esta tarea va acompañada de imágenes de cada uno de los ejercicios, así como de una tabla para conocer el método de trabajo, donde se indican:

- Semanas de trabajo: Dividido en semana 1 a 4, 4 a 8 y 8 a 12.

- Días de entrenamiento por semana: Refleja los días de entrenamiento que



Figura 6. ¿Estoy cumpliendo con mi entrenamiento? Control de la actividad del paciente durante 12 semanas, donde, cada semana, tendrá que anotar pertinentemente si ha cumplido con el programa propuesto o no lo ha hecho, de forma que pueda llevar un control de su actividad física durante todo el proceso de intervención, ayudando a crear y generar adherencia y compromiso hacia el programa. Se plantea, como herramienta libre, el uso de puntuación por cumplimiento, de uso libre y consensuado con el paciente como herramienta extra de motivación.

el paciente ha de realizar a medida que avanzan las semanas.

- Vueltas al circuito: Representa el número veces que ha de ejecutar el circuito de ejercicios propuesto.

- Repeticiones por ejercicio: Indica el número de veces que se ha de realizar cada ejercicio, en este caso, teniendo opción de trabajar por repeticiones o por tiempo en cada uno de los ejercicios del circuito.

- Tiempo de descanso entre ejercicios: Se recomienda un periodo de descanso entre ejercicios.

B) *Trabajo cardiovascular*: Se proponen 2 alternativas, a escoger o alternar por el paciente:

- Caminar.

- Bicicleta.

En la tabla se representa el tiempo de trabajo que se ha de realizar para este tipo de ejercicio, así como la intensidad aconsejada para dicho trabajo, reflejada en la escala de percepción de esfuerzo RPE 1-10 (véase escala de esfuerzo percibido RPE 1-10 (fig. 7)).

C) *Tareas a mayores*: Se plantean tareas a mayores, sencillas, pero de vital importancia para aumentar el gasto calórico y actividad física diaria del paciente, descritas en la última fila de la tabla.

— **Paso 3: ¿Estoy cumpliendo con mi entrenamiento?**

Comentado anteriormente como una de las herramientas indispensables complementa-rias al programa de entrenamiento (fig. 6).

>>Conclusiones

La obesidad es uno de los factores de riego más importe para desarrollar enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2, osteoartritis, cáncer y sarcopenia entre otras. En el tratamiento de la obe-

Nivel de intensidad		
10 puntos	MÁXIMO ESFUERZO	Imposible seguir con la actividad
9 puntos	MUY DURO	Dificultad para mantener la intensidad del ejercicio, respiración muy forzada, casi no puedo hablar
8 puntos 7 puntos	VIGOROSO	Fatigado, aumento de la frecuencia respiratoria, puedo hablar pero no con fluidez
6 puntos 5 puntos 4 puntos	MODERADO	La respiración se va acelerando. Puedo mantener una conversación, pero me voy fatigando
3 puntos 2 puntos	LIGERO	Puedo mantener la actividad durante horas, hablo con fluidez y respiro fluido
1 punto	MUY LIGERO	Ninguna sensación de esfuerzo, equiparable a ver la televisión

Figura 7. Escala de esfuerzo percibido (RPE 1-10). Ayuda al control de la intensidad del ejercicio, propuesta para que en todo momento el paciente visualice esta escala y puede mejorar su percepción de esfuerzo ante una tarea o ejercicio, sensación donde el número 1 es la de menor percepción de esfuerzo y el 10 la mayor.

sidad donde existen varios métodos, el ejercicio físico junto a la nutrición es el más efectivo para la reducción del porcentaje graso y el aumento o mantenimiento del porcentaje de masa muscular.

El método de ejercicio físico debe tener como eje principal la adherencia del ejercicio. Este debe de estar combinado con un método sencillo y ayudado de un facilitador de comportamiento. La prescripción del ejercicio tiene que estar basadas en la evidencia científica y combinar diferentes capacidades físicas y métodos para poder mejorar estas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Bibliografía

1. Heber D, Ingles S, Ashley JM, Maxwell MH, Lyons RF, Elashoff RM. Clinical detection of sarcopenic obesity by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr.* 1996; 472S-7S.
2. Organización mundial de la salud. OMS. [Online].; 2020 [cited 2020. Available from: https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight .
3. Brady AO, Straight CR, Evans EM. Body Composition, muscle Capacity, and physical function in older adults: An Integrated Conceptual Model. *J Aging Phys.* 2014; (22): 441-52.
4. Baumgartner RN. Body composition in healthy aging. *Ann N Y Acad Sci.* 2000; (904): 437-48.
5. Hirani V, Naganathan V, Blyth F,ea. Longitudinal associations between body composition, sarcopenic obesity and outcomes of frailty, disability, institutionalisation and mortality in community-dwelling older men: The concord health and ageing in men project. *Age Ageing.* 2017; (46): 413-20.
6. Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM. 2013 AHA/ACC/TOS Guideline for the management of overweight and obesity in adults. *Circulation.* 2014; (129): 102-38.
7. Shaw K, Gennat H , O'Rourke P DC. Exercise for overweight or obesity. *Cochrane Database Syst Rev.* 2006.
8. Stuart CA, Lee ML , South MA , Howell MEA , Cartwright BM , MW R. Pre-Training Muscle Characteristics of Subjects Who Are Obese Determine How Well Exercise Training Will Improve Their Insulin Responsiveness. *J Strength Cond Res.* 2017; 798-808.
9. Kim YG, Noh SHM, Young S. Weight loss effects of circuit training interventions: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews.* 2019; 20 (11): 1642-50.
10. Wewege M, Berg Rvd, 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. obesity reviews. 2017; 18 (6): 635-46.
11. González-Badillo J, Sánchez-Medina L, Pareja Blanco F, Rodríguez Rosell D. La velocidad de ejecución como referencia para la programación, control y evaluación del entrenamiento de la fuerza. España: Ergotech Consulting; 2017.

12. Burgess E, Hassmén P, Pumpa K. Determinants of adherence to lifestyle intervention in adults with obesity: a systematic review. *Clin Obes.* 2017; 7(3): p. 123-135.

13. Freitas M, Ricci-Vitor A, De Oliveira JVN, et al. Apetite is suppressed after full-body resistance exercise compared with Split-body resistance exercise: the potential influence of lactate and autonomic modulation. *J Strenght Cond Res.* 2019.

14. Skender ML, Goodrick GK, Del Junco D, et al. Comparison of 2-year weight loss trend in behavioral treatments of obesity: Diet, exercise and combination interventions. *J Am Diet Assoc.* 1996; 96 (4): 6-342.

15. Rolfo L, Carter J, Jeukendrup A. Sports nutrition for football: an evidence based guide for nutrition practice at FC Barcelona. *FC Barcelona.* 2018; 40-3.

16. Baskin KK, Winders BR, Olson EN. Muscle as a "mediator" of systemic metabolism. Cell metabolism. 2015; 21 (2): 237-48.

17. Fry AC. The Role of Resistance Exercise Intensity on Muscle Fibre Adaptations. *Sports Med.* 2004; 34: 663-79.

18. Hody S, Croisier JL, Bury T, Rogister B, Leprince P. Eccentric Muscle Contractions: Risks and Benefits. *Front Physiol.* 2019; (10): 536.

19. Brashim S, Travison TG, Manini, et al. Sarcopenia Definition: The Position Statements of the Sarcopenia Definition and Outcomes Consortium. *J Am Geriatr Soc.* 2020.

20. Egan B, Zieralth JR. Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell Metab.* 2013; 17 (2): 162-84.

21. Kim KB, Kim K, Kim C, et al. Effects of exercise on the body composition and lipid profile of individuals with obesity: a systematic review and meta-analysis. *J Obes Metab Syndr.* 2019; 28 (4): 278-94.

22. González Badillo JJ, Gorostiaga Ayestarán E. Fundamentos Del Entrenamiento de Fuerza Aplicación Al Alto Rendimiento Deportivo. INDE. 3ª ed. Barcelona; 2002.

23. Jared W. Coburn, Moh. H. Malek. Manual NSCA. Fundamentos Del Entrenamiento Personal. 2nd ed. Badalona: Editorial Paidotribo; 2016.

24. González Badillo JJ, Ribas Serna J. Bases De La Programación Del Entrenamiento De Fuerza. INDE. 2nd ed. Barcelona, 2014.

25. Marchante Domingo D. Entrenamiento Eficiente Explota Tus Límites. 1st ed. Alcoi: Editorial Luhu Alcoi S, 2015.

26. López Chicharro J, Fernández Vaquero A. Fisiología Del Ejercicio. 3rd ed. Madrid: Panamericana, 2013.

27. López Chicharro J, Vicente Campos D. HIIT Entrenamiento Interválico De Alta Intensidad. En: Merinero I. 1st ed. Alcobendas, 2018.

28. Crawford DA, Drake NB, Carper MJ, DeBlauw J, Heinrich KM. Validity, Reliability, and Application of the Session-RPE Method for Quantifying Training Loads during High Intensity Functional Training. *Sports*. 2018 Agosto; 6 (84).

29. Burgess E, Hassmén P, Pumpa K. Determinants of adherence to lifestyle intervention in adults with obesity: a systematic review. Clin Obes. 2017; 7 (3): 123-35.

30. Montesi L, El Ghoch M, Brodosi L, Calugi S, Marchesini G, Dalle Grave R. Long-term weight loss maintenance for obesity: a multidisciplinary approach. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2016; 9: 37-46.

31. Fogg B. Un modelo de comportamiento para el diseño persuasivo. In En Actas de la 4ta Conferencia internacional sobre Tecnología Persuasiva; 2009. p. 1-7.

32. Lally P, Van Jaarsveld C, Potts H, Wardle J. How are habits formed: Modelling habit formation in the real world. Eur. J. Soc. Psychol. 2010; 40(6): p. 998-1009.

33. Instituto Internacional de Ciencias del Ejercicio Físico y Salud. Abordaje Integral del Paciente con Diabesidad y/o Síndrome Metabólico. [Online].; 2019. Available from: https://g-se.com/abordaje-integral-paciente-diabesidad-y-o-sindrome-metabolico-t-v5b2a9078d7def.

34. Borde R, Hortobágyi T, y Granacher U. Dose-Response Relationships of Resistance Training in Healthy Old Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med. 2015; 45(12): p. 1693-1720.

35. Silva-Grigoletto D, Viana-Montaner BM, Heredia J. Validación de la escala de valoración subjetiva del esfuerzo OMNI-GSE para el control de la intensidad global en sesiones de objetivos múltiples en personas mayores. 2013.