



UGR Universidad
del Gran Rosario

TESINA

presentada para acceder al título de grado de la carrera de

LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA

Título

**"ENTRENAMIENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDAD EN
PACIENTES CON OBESIDAD"**

Autor

Barro, Hernán. 4232

Director

Lic. Sánchez, Sebastián

Fecha de presentación

16 de Julio de 2019

Firma de Autor

ÍNDICE

I. Introducción.....	3
II. Objetivos.....	7
II. a. Objetivo general.....	7
II. b. Objetivos específicos.....	7
III. Justificación.....	8
IV. Marco teórico.....	9
IV.a. Obesidad.....	9
IV.b. Tejido Adiposo.....	10
IV.c. Diagnóstico.....	14
IV.d. Enfermedades asociadas.....	15
IV.e. Tratamiento.....	16
IV.e.1. Dieta.....	16
IV.e.2. Cirugía.....	17
IV.e.3. Actividad física.....	18
V. Materiales y métodos.....	23
VI. Resultados.....	26
VII. Discusión.....	36
VII. Conclusión.....	42
IX. Referencias bibliográficas.....	43

RESUMEN

Introducción: La obesidad es una patología en aumento en cuanto a su incidencia dentro de la población a nivel mundial. Una de las primeras medidas terapéuticas es la pérdida de peso corporal, donde desde la kinesiólogía es posible interferir sobre la actividad física que realiza el paciente. En los últimos años, surgió el entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) como un método novedoso y poco estudiado sobre este tipo de pacientes.

Objetivo general: El objetivo general de este trabajo es analizar, mediante una revisión bibliográfica el efecto de un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad, en relación a uno de menor intensidad, en pacientes con obesidad mayores de 30 años en la reducción de peso corporal.

Métodos: Para la búsqueda bibliográfica se utilizaron las bases de datos de PubMed, Portal Regional de la Biblioteca Virtual de Salud y la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT, seleccionando artículos durante el periodo 2008-2018. Las palabras claves fueron: Obesidad, Ejercicio, Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad, Terapia por Ejercicio, Pérdida de Peso.

Resultados: Se hallaron 146 artículos, que luego de aplicar criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 8 para su análisis.

Conclusión: A partir del análisis de la literatura, se llega a la conclusión de que no existe una superioridad del HIIT sobre una modalidad de entrenamiento de menor intensidad en cuanto a la pérdida de peso corporal. Mientras que los pacientes que entrenaron mediante el método HIIT, percibieron importantes mejorías del VO₂ Max, en comparación con otros métodos. Sin embargo, ambas producen resultados beneficiosos a la salud y se podrá optar por cualquiera de las mismas para introducir a los pacientes en la actividad física como forma de vida. Por otra parte, es necesario realizar intervenciones de mayor duración a las analizadas para observar si los resultados sufren alguna modificación.

I. INTRODUCCIÓN

La obesidad es una patología crónica, multifactorial y compleja caracterizada por la acumulación excesiva de grasa corporal, superando el 15% del peso corporal total en los hombres y el 25% en las mujeres. Esto ocurre como consecuencia de un balance energético positivo donde la persona presenta una ingesta calórica (en la cual predominan los alimentos ricos en grasas y azúcares) superior a su gasto calórico (por el escaso o nulo nivel de actividad física). El balance energético negativo es el mecanismo opuesto, cuando el gasto calórico de la persona supera a su ingesta diaria.

Aunque parezca contradictorio, una persona obesa presenta un mayor gasto energético que una persona delgada por el aumento del gasto que conlleva mantener y movilizar su masa corporal. Sin embargo, posee menor gasto energético por unidad de masa magra debido a la resistencia a la acción de la leptina. Esta hormona es producida por el tejido adiposo y se encarga de controlar el balance energético actuando como un mensajero al sistema nervioso central (SNC). Cuando su concentración plasmática es baja, el SNC activa mecanismos para aumentar la ingesta y disminuir el gasto calórico. En el caso de los pacientes obesos, el SNC no interpreta su acción, generando que el consumo se encuentre elevado de manera constante. (1)

Existen diversos factores de riesgo para presentar esta patología y en la mayoría de los casos ocurre por la combinación de varios de ellos en la persona, estos son: Genética, estilo de vida de la familia, inactividad, dieta poco saludable, problemas médicos, sociales o económicos, medicamentos, edad, embarazo, falta de sueño y dejar de fumar. (2)

En los últimos años, como consecuencia de los aumentos en dietas hipercalóricas y niveles de sedentarismo alcanzados por la población, la Organización Mundial de la Salud (OMS) comenzó a definir esta patología como una enfermedad. La misma prevalece en mujeres (principalmente de niveles socioeconómicos bajos) y en el 2016 afectó a 340 millones de adolescentes menores de 19 años y a 650 millones mayores, lo que equivale a 990 millones de personas en todo el mundo (13% de la población mundial). Las expectativas a futuro son que estos números continúen aumentando y un mayor porcentaje de la población padezcan esta enfermedad.

Debido a esto, la OMS emitió recomendaciones sobre su prevención y tratamiento:

- Limitar la ingesta energética procedente de la cantidad de grasa total y de azúcares.
- Aumentar el consumo de frutas y verduras, así como de legumbres, cereales integrales y frutos secos
- Realizar una actividad física periódica de 60 minutos diarios para los jóvenes y 150 minutos semanales para los adultos. (3)

A la hora de diagnosticar esta enfermedad son varios los procedimientos que existen para evaluar la composición corporal (Índice de masa corporal (IMC), medición de pliegues cutáneos, antropometría, bioimpedancia eléctrica, resonancia magnética nuclear, densitometría, tomografía axial computarizada). Sin embargo, la dificultad se encuentra en determinar que método nos da mayor indicación sobre los excesos de grasa corporal presentes en el individuo. Son tres los métodos de predicción para realizar el diagnóstico:

1. Uno de los más fiables es la absorciometría dual de rayos X (DEXA). Este evalúa la densidad mineral ósea y la cantidad y distribución de la grasa corporal; tiene la ventaja de ser una técnica no invasiva y con un bajo margen de error. No obstante, su desventaja radica en la dificultad para implementarlo de manera rutinaria en grandes grupos de población debido a su elevado costo.

Como consecuencia de esto, en la práctica clínica son dos los medios utilizados por su rápida realización:

2. La medición del perímetro abdominal, donde con una cinta métrica se mide el abdomen del paciente entre la duodécima costilla y la cresta iliaca, tomando como límite 88 cm en mujeres y 102 cm en hombres.

3. El IMC se saca al calcular el peso del paciente dividido su altura al cuadrado (peso/CM^2). El punto de corte (tanto en hombres como en mujeres) se encuentra en $25 \text{ kg}/\text{m}^2$ para el sobrepeso y de $30 \text{ kg}/\text{m}^2$ para la obesidad. En la actualidad, este es el más utilizado por su corta duración y fácil aplicación en un gran número de pacientes a la vez. Su inconveniente se encuentra en que no considera si el exceso de peso deriva de grasa, masa muscular o por acumulación de líquidos. (4)(5)

Dentro de las opciones de tratamiento de esta enfermedad propuestas por la literatura, como pueden ser: dieta, actividad física, medicamentos y cirugías. El único que pertenece a las incumbencias kinésicas es la actividad física y en ella nos debemos enfocar. Esta es una actividad planificada, estructurada y repetitiva que

tiene como objetivo final la mejoría de la forma física. Puede ser de resistencia, fuerza, flexibilidad, velocidad y coordinación. (6)

Este trabajo se centrará sobre el entrenamiento de la resistencia: la misma, es la capacidad psicofísica de todo o un parte del organismo para resistir la fatiga producida por un elevado nivel de actividad física. A su vez se puede dividir en:

- Actividad aeróbica: Capacidad de resistencia a la fatiga donde el nivel de oxígeno es suficiente para oxidar ácidos grasos y glucógeno generando la re-síntesis de ATP, es decir, la obtención de energía mediante la utilización de oxígeno. Ocurre en esfuerzos mantenidos en el tiempo y de intensidad moderada.
- Actividad anaeróbica: Capacidad de resistencia a la fatiga donde el nivel de oxígeno es insuficiente para generar la oxidación de ácidos grasos y glucógeno, por lo que la energía es movilizadada sin utilizar oxígeno y produciendo ATP en el citoplasma celular. Ocurre en esfuerzos de corta duración y elevada intensidad. (7)

Como en cualquier medida terapéutica se requiere una evaluación previa al ingreso del paciente al entrenamiento físico, las cuales incluyen: Análisis de sangre, composición corporal, evaluación del aparato locomotor, metabolismo basal y gasto energético total y prueba de condición física. Una vez evaluado el paciente puede comenzar con el programa de ejercicios que, según la literatura, tendrá como objetivos:

- Producir cambios metabólicos en la persona a largo plazo.
- Lograr la incentivación del paciente para que no lo abandone.
- Combinarse con un programa dietario.
- Aumentar de manera progresiva el gasto calórico.

Sin embargo, hay aspectos del ejercicio como pueden ser frecuencia, modos o efectos del entrenamiento al trabajar con intensidades elevadas sobre los que no hay criterios establecidos para su implementación en pacientes. (4) (6) (8).

En los últimos años se popularizó una nueva forma de entrenamiento llamada entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT). Este se compone de una actividad anaeróbica realizada en un corto periodo de tiempo (donde los estímulos van desde los 6 segundos hasta los 4 minutos como máximo) a una elevada intensidad (entre el 80% y 100% de la frecuencia cardiaca máxima (FCM)), con pausas incompletas o de ejercicio a baja intensidad. El HIIT se puede clasificar

en dos formas: El método extensivo y el intensivo. El primero, son sprints de intervalos largos (mayores a 60 segundos) con descansos de entre 2 a 5 minutos. Mientras que el intensivo cuenta con sprints de corta duración (menores a 30 segundos) y descansos que no superan el minuto. De acuerdo a esto, una de las principales ventajas externas al organismo que presenta esta actividad, es el poco tiempo por semana que lleva realizarlo debido a que las sesiones no superan los 10 a 20 minutos y no se deben realizar más de 3 en la semana por el riesgo de lesiones que implica el sobre entrenamiento. (9-12)

II. OBJETIVOS

II. a. Objetivo general.

Analizar, mediante una revisión bibliográfica, el efecto de un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad, en relación a uno de menor intensidad, en pacientes con obesidad mayores de 30 años en la reducción de peso corporal.

II. b. Objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

- Comparar entrenamientos realizados en personas con obesidad a diferentes intensidades.
- Evaluar cual tuvo mayores beneficios a la salud de los pacientes.
- Estimar criterios a la hora de elegir una opción de tratamiento.

III. JUSTIFICACIÓN

Debido a que la obesidad es una patología que se encuentra en aumento en cuanto a su incidencia, la morbimortalidad de la misma también va a ir en ascenso; por lo tanto, una de las primeras medidas a considerar en la atención de estos pacientes es la pérdida de peso. Existen diversas opciones de tratamiento para esto, los cuales abarcan: cirugía (denominada cirugía bariátrica), medicamentos, dieta (bajo consumo de carbohidratos y grasas) y actividad física (caminatas, bicicleta, gimnasio, etc.). Como kinesiólogos podemos prescribir únicamente esta última opción, pero siempre tomando en consideración los demás tratamientos que se encuentre realizando el paciente ya que el abordaje de esta enfermedad debe ser interdisciplinario. El área de trabajo nos permite decidir sobre el tipo de entrenamiento que debe realizar la persona, por lo tanto, se debe saber cuáles son los efectos del mismo, que modalidad es la que presenta mayores beneficios para el paciente y su dosificación a la hora de realizarlo. Con este trabajo lo que se busca es estudiar una forma de entrenamiento reciente, utilizada especialmente en el área deportiva, y que podría llegar a ser beneficiosa para la salud en pacientes con esta patología.

IV. MARCO TEÓRICO

IV.a. Obesidad:

La obesidad es una patología crónica, multifactorial y compleja caracterizada por la acumulación excesiva de grasa corporal, superando el 15% del peso corporal total en los hombres y el 25% en las mujeres. Se define mediante el índice de masa corporal (IMC), calculado con la ecuación: $IMC = \text{peso (kg)} / \text{altura (m)}^2$. El IMC permite diagnosticar diversos grados de obesidad, que al combinarse con la medida de la circunferencia de la cintura aumenta su valor predictivo de riesgo cardiovascular. (1)

Esta patología no aparece como consecuencia de un solo factor de riesgo, sino que ocurre por la combinación de varios de estos, ya sean de carácter ambiental, social, cultural y familiar en la persona. Los más importantes son los siguientes:

- Genética
- Estilo de vida de la familia
- Inactividad
- Dieta poco saludable
- Problemas médicos, sociales o económicos
- Medicamentos
- Edad
- Embarazo
- Falta de sueño
- Dejar de fumar. (3)

La presencia de esta patología se debe por la interacción entre un ambiente adecuado para la aparición de la enfermedad, donde se involucran todos los factores metabólicos relacionados con la persona, sumado al factor psicológico asociado a la obesidad.

El mecanismo fisiopatológico de la misma, es la acumulación excesiva de grasa como resultado de un balance energético positivo determinado por alteraciones en la ingesta y/o el gasto. La leptina, una hormona producida en el tejido adiposo (TA), controla el balance energético al actuar como mensajero al

Sistema Nervioso Central (SNC) donde informa sobre las reservas energéticas almacenadas en el tejido adiposo. Cuando la cantidad de energía es insuficiente, las concentraciones de leptina disminuyen y se activan los mecanismos de ingesta y ahorro energético. En situaciones de estrés, este mecanismo adaptativo de ahorro energético se activa inapropiadamente y contribuye al fracaso de los tratamientos dietéticos de la obesidad, por lo tanto, la leptina es una hormona que inhibe la ingesta de alimentos y la disminución del peso corporal.

El control de la ingesta se localiza en el hipotálamo, donde se reciben las señales metabólicas aferentes crónicas relacionadas con el estado nutricional del individuo. Concentraciones disminuidas de leptina y/o disminución de su actividad son interpretadas por el SNC como estados de depleción nutricional y activan los mecanismos hipotalámicos conducentes a aumentar la ingesta y disminuir el gasto. Por otra parte, las señales agudas son aquellas que regulan el metabolismo hipotalámico de lípidos y modulan la expresión de diversos neuropéptidos que controlan el inicio y la finalización de la ingesta. Los grupos neuronales hipotalámicos tienen receptores para la leptina y la insulina que expresan neuropéptidos los cuales controlan la respuesta orexigénica y anorexigénica.

Los individuos obesos tienen un gasto energético mayor que los delgados por el aumento del gasto derivado del mantenimiento y movilización de su masa corporal. Sin embargo, el obeso gasta menos energía por unidad de masa magra en comparación al individuo delgado. El mecanismo molecular determinante de este gasto energético inapropiado podría relacionarse con resistencia a la acción de la leptina, alteraciones primarias o secundarias en el sistema simpático, activación adrenérgica, desacoplamiento de la respiración mitocondrial o alteraciones de la biogénesis mitocondrial. (1)

IV.b. Tejido Adiposo:

El TA que predomina en el ser humano es el unilocular, este se encuentra en el tejido conjuntivo subcutáneo realizando una importante función como aislante. Las mayores concentraciones del mismo se localizan en abdomen, región glútea, axila y muslo. La célula principal de este tejido es el adipocito, que en mayor medida se encarga de secretar hormonas, factores de crecimiento y citoquinas y se especializan en almacenar el exceso de energía en forma de triglicéridos (TGL) dentro de sus cuerpos lipídicos y los liberan en situaciones de necesidad energética. En menor medida, el TA se compone de células sanguíneas, endoteliales, macrófagos, pericitos y pericitos de los adipocitos. (13)

El adipocito se desarrolla mediante dos procesos: hipertrofia o hiperplasia; una vez superado su tamaño umbral, el adipocito hipertrofiado presentará una disfunción en su actividad caracterizada por disminución de la sensibilidad a la insulina, hipoxia, apoptosis, así como la inflamación de los tejidos. Entonces, la hipertrofia en grandes adipocitos se ha relacionado con un aumento de la emisión de factores inflamatorios o alteración de la sensibilidad a la insulina, siendo el desarrollo por hipertrofia el mecanismo normativo de desarrollo en el tejido adiposo subcutáneo en la ganancia de peso.

El problema aquí ocurre al mantenerse esta situación de hipertrofia que compromete la integridad del adipocito, generando adaptaciones en el tejido y derivando en ocasiones en una apoptosis. Luego se infiltran células inmunes proinflamatorias ocasionando un proceso de lipoinflamación que vierte al torrente sanguíneo factores inflamatorios que llegan hasta otros tejidos y desencadenan una inflamación sistémica de bajo grado. Este mayor tamaño del adipocito junto al estado inflamatorio genera un mal funcionamiento del mismo que se evidencia en: mayor producción de leptina, menor sensibilidad a la insulina, peor función mitocondrial, mayor lipólisis basal y menor lipogénesis de novo. Una vez que el adipocito saturó su capacidad de depositar TGL, los mismos se dirigen hacia otros tejidos donde se depositan y generan una resistencia a la insulina y lipotoxicidad. Debido a su proximidad con el hígado, el tejido visceral es el primer depósito de TGL del cuerpo humano, condicionando su funcionalidad y aumentando el riesgo cardio metabólico de la persona. (14)(15)

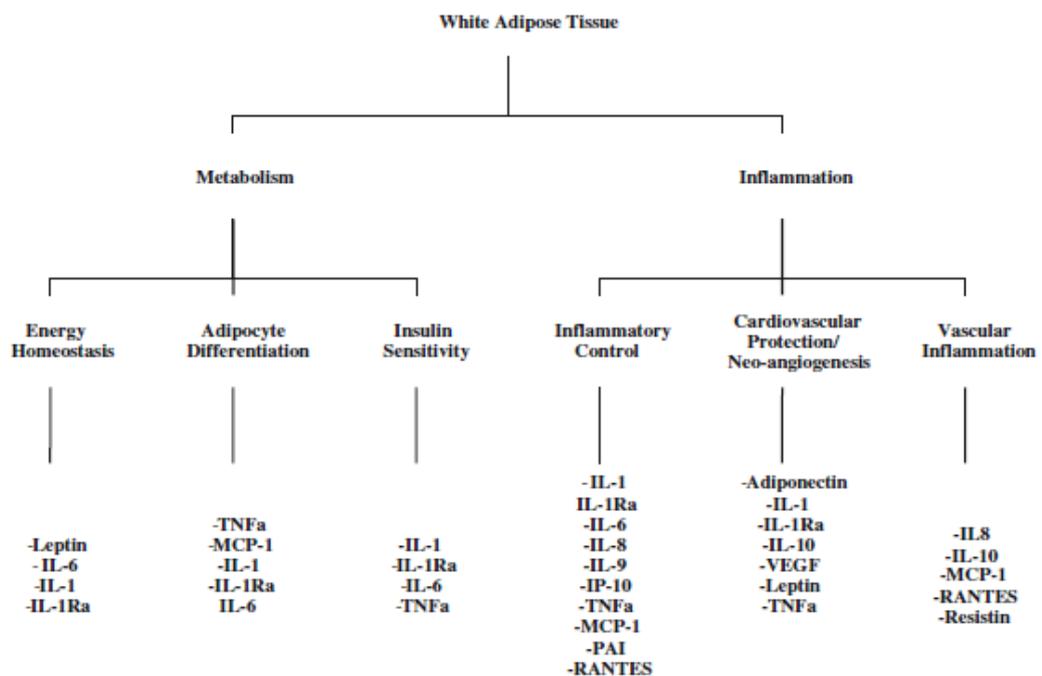
El tejido adiposo es un importante órgano endócrino conocido por su capacidad de liberar determinadas moléculas denominadas adipocinas que ejercen su acción en tejidos diferentes. Estas incluyen citoquinas clásicas, factores de crecimiento y quimiotácticos, factores del complemento y proteínas comprometidas en la regulación de la presión arterial, la homeostasis vascular, el metabolismo lipídico, la homeostasis de glucosa, la angiogénesis y la osteogénesis. La principal hormona liberada es la leptina, esta inhibe la lipogénesis y estimula la lipólisis, reduciendo los niveles de lípidos intracelulares en el músculo esquelético, el hígado y las células beta pancreáticas mejorando de esta manera la sensibilidad a la insulina. En el músculo esquelético incrementa el transporte de ácidos grasos a la mitocondria para la beta oxidación. La expresión y secreción de leptina se incrementa por la insulina, los glucocorticoides, por el factor de necrosis tumoral alfa (TNF α), por los estrógenos y por proteínas alfa de unión al activador (CCAAT)

La adiponectina ejerce efectos hipoglucémicos y disminuye la resistencia a la insulina. Sus niveles tienen correlación inversa con la masa corporal, con la insulino resistencia y con los estados inflamatorios. La interleucina 6 (IL-6) y el TNF- α son potentes inhibidores de su expresión y de su secreción, donde la inducción de la resistencia a la insulina por la IL-6 y el TNF- α puede también ejercer una inhibición autocrina y paracrina de la liberación de adiponectina, mejoría de la insulino sensibilidad a nivel hepático, el descenso del flujo de ácidos grasos libres no esterificados, el incremento de la oxidación de grasa y la reducción de la salida de glucosa hepática. En el músculo, la adiponectina estimula el uso de glucosa y la oxidación de los ácidos grasos.

En menor medida, la IL-6 es secretada por múltiples células, donde las del TA generan un efecto directo sobre la sensibilidad a la insulina, además de alterar el peso corporal y la homeostasis energética.

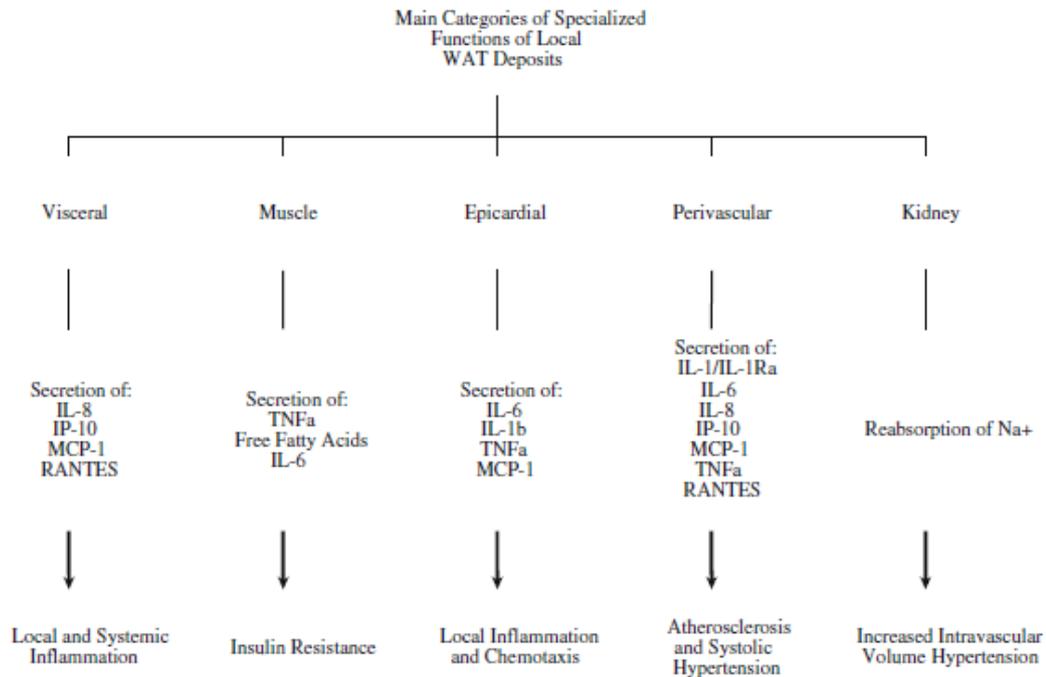
El resto de las principales hormonas liberadas se encuentran en menor porcentaje como lo son la adiposina, visfatina, omentina, apelina y resistina. Estas al aumentar su concentración producto de la obesidad, aumentan a su vez el riesgo de diversas patologías como diabetes mellitus tipo 2, insulinoresistencia, dislipidemia y enfermedades cardiovasculares.

En el cuadro 1 se muestran las hormonas que ocasionan los diferentes efectos, ya se a nivel metabólico o a nivel inflamatorio.



Cuadro 1. Funciones de las hormonas liberadas por el TA.

Mientras que en el cuadro 2 se detalla a nivel de cada órgano lo que produce la secreción de las diferentes hormonas mencionadas.



Cuadro 2. Secreción hormonal y acción en los diferentes órganos. (16)(17)

Otra de las funciones del TA es la captación de ácidos grasos de la sangre y su conversión en triacilgliceroles (TG) en el adipocito. El TA es estimulado por mecanismos hormonales o nutricionales generando que los TG se desdoblén en glicerol y ácidos grasos, este proceso se denomina movilización. En el mismo, los ácidos grasos atraviesan la membrana celular del adipocito para introducirse en un capilar, se unen a la proteína transportadora albúmina y se transportan a otras células que los utilizan como combustible.

La movilización nerviosa predomina en periodos de ayuno y exposición a frío intenso. En este mecanismo, la noradrenalina comienza una serie de pasos que llevan a la activación de la lipasa, esta enzima se encarga de desdoblar los TG y es el primer paso en la movilización de los lípidos.

La movilización hormonal ocurre por un sistema de hormonas y enzimas que favorecen la liberación de ácidos grasos desde los adipocitos, aquí participan la insulina, hormonas tiroideas y esteroides suprarrenales. La insulina favorece la síntesis lipídica estimulando la síntesis de las enzimas lipogénicas y suprime la

degradación lipídica al inhibir la acción de la lipasa. El glucagón y la hormona del crecimiento aumenta la utilización de los lípidos, proceso denominado lipólisis.

La cantidad de TA en una persona esta determinada por dos sistemas reguladores fisiológicos:

1. La regulación del peso a corto plazo: Este se encarga de controlar el apetito y el metabolismo en forma cotidiana, y se vincula con dos hormonas peptídicas en del tubo digestivo: la ghrelina (estimulante del apetito) y el péptido YY (supresor del apetito).
2. La regulación del peso a largo plazo: Aquí se controla el apetito y el metabolismo de manera continua mediante la leptina y la insulina, ayudado por hormonas tiroideas, hipofisarias y glucocorticoides. (18)

IV.c. Diagnóstico:

Además de los métodos diagnósticos nombrados en el apartado de introducción, en los últimos años, comenzó a tomar relevancia la bioimpedanciometría tetrapolar. Esta, corresponde al estudio de la composición corporal por medio del análisis de la resistencia de los tejidos al paso de una corriente alterna, lo cual puede ser útil para cuantificar con mayor precisión el contenido de grasa corporal total, sin embargo, está contraindicada en pacientes embarazadas y en aquellos que presentan marcapaso, y su utilidad es limitada en pacientes con trastornos importantes en la hidratación. (4)(5)(18)

CALSIFICACIÓN OBESIDAD	RANGO IMC
Bajo peso	< 18.5
Peso Ideal	19 A 24.9
Sobrepeso Leve	25 A 29.9
Obesidad moderada (Tipo I)	30 A 34.9
Obesidad Severa (Tipo II)	35 A 39.9
Obesidad morbida	40 A 49.9
Obesidad Extrema	>50

Fig. 1. Valores del IMC

IV.d. Enfermedades asociadas:

La acumulación excesiva de grasa corporal ocasiona problemas a lo largo de todo el cuerpo de la persona, produciendo daños en diferentes tejidos y órganos. Las afectaciones más importantes a considerar son las siguientes:

1. Enfermedad pulmonar: La acción de la grasa sobre el diafragma y el tórax ocasiona que exista una menor fuerza en los músculos respiratorios, caída de la compliance pulmonar y un aumento en el trabajo respiratorio. Derivando en pacientes con insuficiencia respiratoria, hipoxemia, hipercapnia e hipertensión pulmonar. Las patologías más frecuentes que se asocian a la obesidad a nivel pulmonar son: Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma, apnea obstructiva del sueño y síndrome de hipoventilación pulmonar.
2. Síndrome metabólico: El estado inflamatorio y la dislipidemia explican la mayoría de las manifestaciones del síndrome. Los adipocitos producen sustancias inflamatorias que originan la resistencia a la insulina. Mientras que la excesiva liberación de TGL y ácidos grasos libres contribuyen a la dislipidemia, junto al incremento de renina y angiotensinógeno de estos depósitos que provocan hipertensión arterial.
3. Enfermedades cardíacas: La obesidad favorece el desarrollo de coágulos en los vasos sanguíneos y al depósito de placas de ateromas que dificultan el paso de la sangre por los mismos. Si esto se origina en las arterias coronarias, genera la necrosis de las células cardíacas por la falta de oxígeno y nutrientes, que puede desencadenar en un infarto agudo de miocardio, angina de pecho o muerte súbita.
4. Diabetes mellitus: En cuanto aumenta el peso corporal, la sensibilidad a la insulina disminuye y genera un aumento en la secreción de la misma por aumento en las células beta del páncreas.
5. Cáncer: Existe una relación entre la obesidad y diversos tipos de cáncer, aunque el mecanismo fisiopatológico por el que se desarrolla un tumor se desconoce en la actualidad.
6. Enfermedades del hígado: La acumulación excesiva de grasa libera ácidos grasos a la sangre, al ser transportados por la vena porta al hígado

incrementa la síntesis de TGL y su almacenamiento. Las enfermedades mas comunes son: cirrosis hepática, hígado graso y esteatohepatitis.

7. Enfermedad venosa crónica: Se evidenció una correlación entre obesidad y varices, principalmente en mujeres. Aquí, el aumento de la presión intraabdominal favorece un éstasis venoso sumado a que la inactividad física dificulta el vaciamiento de venoso de miembros inferiores.
8. Trastornos ginecológicos: Los problemas que aparecen con mayor frecuencia en la obesidad son las anormalidades menstruales, infertilidad y síndrome de ovario poliquístico. (20) (21)

IV.e. Tratamiento:

IV.e.1: Dieta:

Los cambios en los hábitos alimenticios de la persona son una de las primeras medidas a considerar dentro del tratamiento de esta patología, aquí se incluyen a las modificaciones a realizar por los individuos:

- Limitar la ingesta energética procedente de la cantidad de grasa total y de azúcares.
- Aumentar el consumo de frutas y verduras, así como de legumbres, cereales integrales y frutos secos.

Y a las medidas que pueden realizar las empresas del rubro alimenticio para promocionar dietas sanas.

- Reducir el contenido de grasa, azúcar y sal de los alimentos procesados.
- Asegurar que las opciones saludables y nutritivas estén disponibles y sean asequibles para todos los consumidores.
- Limitar la comercialización de alimentos ricos en azúcar, sal y grasas, sobre todo los alimentos destinados a los niños y los adolescentes.
- Garantizar la disponibilidad de opciones alimentarias saludables y apoyando la práctica de actividades físicas periódicas en el lugar de trabajo. (3)

De acuerdo a la Guía de práctica clínica nacional sobre diagnóstico y tratamiento de la obesidad en adultos publicada en el año 2017 por el ministerio de salud de la República Argentina, las consideraciones dietarias a tener en cuenta son las siguientes:

- Implementar estrategias nutricionales para obtener una reducción de 600 calorías diarias o un menor consumo de grasas al día.
- Utilizar dietas de muy bajo volumen calórico (menos de 1000 al día) por un periodo no mayor a 12 semanas.
- Adaptar el plan a las preferencias y gustos de la persona para lograr una buena adherencia al mismo.
- Limitar el consumo de alimentos de alta densidad calórica y reemplazarlos por aquellos de baja densidad.
- Reducir el tamaño de las porciones y tomar consciencia del acto de la alimentación para llevar un registro de la misma.
- Aumentar el consumo de frutas y verduras e incluirlas en todas las comidas.
- Aumentar el consumo de agua.
- Evitar el uso de sal para cocinar.
- Incorporar legumbres y granos integrales en cantidad moderada.
- Recomendar 4 comidas diarias.

Los niveles más altos de evidencia científica indican que en cualquier paciente, la opción terapéutica deberá incluir dieta en conjunto con un plan de actividad física, donde el mismo aumenta su eficacia para perder peso, mejora el perfil lipídico, glucemia en ayunas e incidencia de diabetes. (22)

IV.e.2: Cirugía:

La cirugía bariátrica es el tratamiento quirúrgico de elección en aquellos pacientes que presenten un IMC mayor a 40 kg/m², quienes tengan un IMC menor, pero con dificultades a la hora de perder peso y en aquellos pacientes que fracasaron con un tratamiento conservador. Este tipo de cirugía consta de 5 técnicas y son las siguientes:

1. Bypass gástrico (en Y de Roux)
2. Derivación biliopancreática con cruce duodenal
3. Gastrectomía en manga
4. Gastroplastia endoscópica en manga
5. Globo intragástrico

La elección por una u otra técnica va a depender de la experiencia del cirujano a la hora de la operación, las preferencias del paciente y del análisis sobre su estado de salud realizado por el equipo médico. (23)

Esta técnica es segura, efectiva para la pérdida de peso y con una baja morbimortalidad, la cual es el tratamiento de elección en pacientes que presenten obesidad mórbida ya que necesitan de resultados inmediatos y que los mismos se sostengan a largo plazo. (22)

IV.e.3: Actividad física:

En pacientes que presentan esta patología existe una relación inversa entre el nivel de actividad física y la obesidad debido a que el ejercicio contrarresta el aumento de la proporción grasa en el organismo. De esta manera, la realización de ejercicio aeróbico lleva a un incremento del consumo energético de reposo, por lo que al buscar reducir el peso corporal, IMC y porcentaje de grasa, este, es uno de los tratamientos de primera elección a considerar en los pacientes; no solo a corto plazo sino también en el mantenimiento de los resultados logrados a mediano y largo plazo ya que la gran mayoría de las personas que logran perder peso, suelen recuperar los kilogramos que habían adelgazado y en ocasiones hasta superan su peso inicial. Además de los beneficios sobre la pérdida de peso corporal, se deben tomar en cuenta aquellos que otorga al resto del cuerpo, como pueden ser: mejora del tono muscular, aumento del metabolismo basal, mejoría del sistema inmunológico, incremento de la fuerza, resistencia y flexibilidad.

Uno de los temas en discusión es sobre la dosificación del mismo ya que las recomendaciones se centran en crear un ambiente energético negativo que obligue a la persona a utilizar como sustrato energético las grasas de reserva, generando una pérdida de peso entre 1 y 1,5 KG por semana, lo que equivale a 1100 kilocalorías y 1550 respectivamente. Este objetivo puede llegar a resultar difícil de lograr en una sola sesión diaria ya que la misma podría llegar a demandar entre 30 y 60 minutos continuos de ejercicio, algo difícil de realizar en una persona que fue sedentaria la mayor parte de su vida; por lo tanto, se podrían realizar dos o tres sesiones diarias de menor duración hasta alcanzar el volumen de actividad deseado.

El tipo de ejercicio debe ser prolongado para conseguir un aumento del gasto energético, la intensidad será inversamente proporcional al tiempo de duración del entrenamiento y se comenzará trabajando sobre una intensidad umbral para cada persona que luego se irá incrementando para lograr una progresión que permita aumentar el gasto energético. (4,24)

El ejercicio aeróbico moderado se recomienda prescribir en cualquier individuo con obesidad que busque perder peso ya que el mismo está asociado a una baja en la mortalidad, menor número de complicaciones a futuro y evita la

recuperación del peso perdido previamente. El mismo, no debe ser pensado únicamente como caminar/correr de manera lineal una determinada cantidad de metros, sino que se podrán modificar las sesiones incluyendo entrenamiento en circuitos, que cuenten con la utilización de elementos para mejorar el balance y el equilibrio, natación, bicicleta y demás modalidades. (22)

Dentro de los beneficios clínicos comprobados del ejercicio físico como tratamiento de la obesidad se encuentran los siguientes:

- Aumento de la esperanza de vida.
- Reducción de la morbimortalidad global.
- Mejor control de las cifras de presión arterial.
- Mejoría del perfil lipídico.
- Mejora de la sensibilidad periférica a la insulina.
- Mejoría funcional respiratoria.
- Mayor tolerancia al esfuerzo físico.
- Aumento de la densidad mineral ósea.
- Mejoría de la función osteoarticular.
- Mejoría de la función musculo tendinosa.
- Mejoría circulatoria (arterial, venosa y linfática).
- Aumento de la estima del individuo. (25)

Sin embargo, es difícil establecer un común acuerdo sobre cual es la frecuencia, intensidad, duración o volumen ideal del ejercicio que deberá realizar una persona con obesidad durante su tratamiento

Según una guía de práctica clínica elaborada por el Ministerio de Salud de la República Argentina, la planificación semanal deberá contar con un mínimo de 3 a 4 sesiones (a las que se le puede incluir alguna de fortalecimiento para lograr aumentar la masa muscular), iniciando con múltiples sesiones diarias de entre 5 a 10 minutos, hasta alcanzar de manera progresiva al menos 30 minutos por día y con una intensidad ideal de moderada a sub máxima, trabajando entre el 70 y 75% de la frecuencia cardiaca máxima (FCM). (22)

Mientras que las recomendaciones establecidas por el colegio americano de medicina del deporte indican un mínimo de 150 minutos semanales de actividad física aeróbica moderada, o bien un mínimo de 75 minutos semanales de actividad aeróbica vigorosa, o una combinación equivalente de actividad moderada y vigorosa. Sin embargo, el método continuo de moderada intensidad resulta en un mecanismo de preparación para la resistencia aeróbica, que se caracteriza por la realización de esfuerzos de intensidad media correspondiente al 50-70% de la FCM. (26)(27)

Por último, la sociedad española de hipertensión arterial establece que se debe comenzar con un ejercicio aeróbico que alcance los 150-250 minutos semanales para lograr un gasto calórico de entre 1200 y 2000 calorías y posteriormente aumentarlo por encima de 200 minutos y un gasto superior a las 2000 calorías. La frecuencia ideal será de 5 días por semana con una duración diaria no mayor a 1 hora ni inferior a los 10 minutos de duración. A su vez, la intensidad inicial oscilará entre el 40 y 60% de la FCM progresando hasta llegar por encima del 60% lo que permitirá mantener la pérdida de peso a largo plazo. (25)

Como se vio hasta el momento el ejercicio físico es una pieza fundamental a la hora de tratar a un paciente con obesidad, sin embargo, la dosificación óptima del mismo no se encuentra claramente establecida según las diversas guías de tratamiento.

En los últimos años comenzó a reaparecer una metodología de entrenamiento que se implementó a principios del siglo XX en atletas de alto rendimiento, sobre todo del mundo del atletismo: el HIIT. En sus comienzos se utilizaban sprints no mayores a los 100-200 metros a la mayor velocidad de pasada posible y con pausas activas (ya sea caminando o corriendo) que no superaban el minuto de duración; esto permitía que se realicen múltiples repeticiones (que en ocasiones alcanzaban las 100) y obtenía mejores resultados a los atletas cuando llegaba el momento de la competencia. (9)(28)

Actualmente el HIIT se compone de ejercicio repetido de corta a moderada duración, entre 10 segundos hasta 5 minutos de duración, con una intensidad por encima del umbral anaeróbico, lo que equivale al 90% del consumo máximo de oxígeno (VO₂ Max), y separados por pausas de ejercitación activa no mayores al 50% del VO₂ Max. Este se puede clasificar en dos formas: El método extensivo y el intensivo. El primero, son sprints de intervalos largos (mayores a 60 segundos) con descansos de entre 2 a 5 minutos. Mientras que el intensivo cuenta con sprints de corta duración (menores a 30 segundos) y descansos que no superan el minuto. La cantidad de repeticiones o pasadas a realizar van a depender del estado físico que presente cada persona. (10)

El propósito de esta modalidad es el de estresar en repetidas ocasiones, los sistemas fisiológicos que se utilizan durante un ejercicio de resistencia. Con este tipo de entrenamiento se requiere un metabolismo esencialmente glucolítico, un medio interno celular progresivamente acidótico y un sistema cardiovascular llevado gradualmente hasta su máximo rendimiento, alcanzando la potencia aeróbica máxima incrementándose hasta en un 20% el VO₂ Max, aumentando los requerimientos energéticos en comparación a una actividad continua de menor

intensidad. Permite tolerar mayores concentraciones de ácido láctico, menor PH sanguíneo y mejoras en los sistemas buffer, proporcionan adaptaciones neurales que posibilitan el reclutamiento de unidades motoras más rápidas y adaptaciones enzimáticas, que condicionan mejoras en las reacciones metabólicas con el fin de producir más ATP, que proporcionan un retraso de la instauración de la fatiga. A nivel cardiorrespiratorio, el corazón debe ser capaz de sostener un estímulo cardíaco máximo para mantener un consumo de oxígeno cercano al VO₂ Max durante varios minutos, buscando incrementar la capacidad de bomba del corazón y estimulando factores angiogénicos que permiten un incremento de la capilarización y, por ende, un mayor flujo muscular. Para poder aumentar el VO₂ Max es necesario también aumentar la capacidad de extracción de oxígeno por parte de la musculatura activa que se enfrenta a condiciones de menor disponibilidad de oxígeno, siendo este estímulo hipóxico el responsable de la expresión de factores que buscan incrementar la capacidad oxidativa muscular, aumentando la capacidad enzimática y la masa mitocondrial.

Por su parte, las pausas activas, ocasionan una recuperación fisiológica parcial donde la frecuencia cardíaca, tensión arterial y demás marcadores del ejercicio descienden, pero sin llegar a sus valores de reposo posibilitando una mayor realización de esfuerzo por encima de este umbral.

En conclusión, los beneficios entregados por el HIIT son los siguientes:

- Aporta iguales o mayores ganancias cardio metabólicas y disminuye factores de riesgo en el corto plazo en comparación al ejercicio aeróbico continuo.
- Presenta una percepción del esfuerzo menor por parte del paciente.
- Menores niveles de catecolaminas plasmáticas.
- Aumentos en las concentraciones de lactato en sangre.
- Mejorías en la recaptación y sensibilidad del calcio por la bomba de calcio reticular del músculo esquelético.
- Aumento de la actividad enzimática responsable de la lipólisis y glucólisis (leptina, adiponectina, insulina, catecolaminas, lipasas).
- Mayor activación de los transportadores de glucosa dependientes de insulina (GLUT-4) como de los ácidos grasos (FAT/CD36).
- Activación de la vía mediada por la proteína quinasa activada por AMP (AMPK), siendo la responsable del control metabólico y del gasto energético.

- Aumento significativo de la expresión génica y protéica del coactivador transcripcional PGC-1 α , (marcador de biogénesis mitocondrial y de la capacidad oxidativa del músculo esquelético)
- Descenso de los niveles de ATP debido a la alta demanda energética, aumentando los niveles de AMP y consecuentemente de AMPK, aumentando la fosforilación de factores de transcripción de manera directa.
- Mejoría de la función endotelial (FMD) y VO2 Max.
- Reducción de los niveles de glucosa en sangre, los niveles de colesterol de alta densidad (HDL) y disminución de grasa subcutánea, colesterol total y de baja densidad (LDL), IMC y tensión arterial. (10)(28)(29)

En base a lo expuesto a lo largo de este marco teórico, la pregunta a plantear es la siguiente: ¿Un programa de entrenamiento intervalado de alta intensidad, es más efectivo que uno de menor intensidad, en relación a la reducción de peso corporal en pacientes con obesidad mayores de 30 años?

V. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la revisión bibliográfica se consultaron artículos científicos publicados a texto completo entre los años 2008 y 2018, que cumplan con los objetivos propuestos para la investigación, utilizando los siguientes términos DeCS/MeSH como palabras claves y la posterior estrategia de búsqueda.

Nº	Palabra Clave	DeCS	MeSH
#1	Obesidad	(Obesidad)	“Obesity” [MeSH Terms]
#2	Ejercicio	(Ejercicio)	“Exercise” [MeSH Terms]
#3	Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad	(Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad)	“High-Intensity Interval Training” [MeSH Terms]
#4	Terapia por Ejercicio	(Terapia por Ejercicio)	“Exercise Therapy” [MeSH Terms]
#5	Pérdida de Peso	(Pérdida de Peso)	“Weight Loss” [MeSH Terms]

Estrategia de búsqueda:

- #1 AND #2 AND #3
- #3 AND #5
- #1 AND #3 AND #5
- #2 OR # 4 AND #3 AND #5

Fueron consultadas las bases de datos de PubMed, Portal Regional de la Biblioteca Virtual de Salud y la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología del MinCyT. La búsqueda se limitó a artículos en español, inglés y portugués.

Los criterios de inclusión y exclusión para la investigación fueron los siguientes:

- **Criterios de inclusión:** entrenamientos a diferentes intensidades realizados en adultos con sobrepeso u obesidad, en cinta o en cicloergómetro, que comparen diferentes modalidades de entrenamiento.
- **Criterios de exclusión:** entrenamiento realizado en adolescentes o menores de 30 años de edad, en animales, en adultos nadando, en personas diabéticas, utilización de entrenamiento de fuerza como único método, mayores de 30 únicamente con sobrepeso.

Se encontraron 4 revisiones sistemáticas de donde se obtuvieron nuevos artículos que respondan a los criterios de inclusión elegidos para el trabajo y que no hayan sido descubiertos durante la búsqueda en las distintas bases de datos.

En el siguiente diagrama de flujo se detalla cómo se llevó a cabo la selección de artículos.

Búsqueda de textos completos sobre Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad en pacientes con obesidad.

Entre los años 2008 y 2018

Idiomas: Español, Inglés y Portugués

Diagrama de flujo para la selección de artículos

Se encontraron 144 artículos
mediante la búsqueda en:

PubMed: 71

Bireme: 73

Se excluyeron un total de 68
artículos duplicados

72 artículos
4 revisiones sistemáticas
67 en Pumbed
5 en Bireme

Criterios de inclusión:

- Entrenamientos a diferentes intensidades realizados en adultos con sobrepeso u obesidad.
- En cinta o en cicloergómetro.
- Comparando diferentes modalidades de entrenamiento.

6 ensayos clínicos en
PubMed
2 artículos de revisiones
sistemáticas

VI. RESULTADOS

Se hallaron 71 artículos en PubMed y 73 en Bireme. Se excluyeron artículos de Medline en Bireme para disminuir la coincidencia entre ambos motores de búsqueda y evitar la aparición de artículos repetidos, dejando un total de 76 artículos (incluidas 4 revisiones sistemáticas de donde se recuperaron 2 artículos que corresponden con los criterios de inclusión para esta investigación). Luego de la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión para los objetivos de este trabajo, se descargaron 8 ensayos clínicos para su análisis.

En la siguiente tabla se realiza un resumen de los artículos analizados (Tabla 1).

Tabla 1. Artículos seleccionados sobre HIIT en pacientes con obesidad.

AUTOR	DISEÑO DE ESTUDIO	SUJETOS	VARIABLES	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Sawyer, B. et al. 2016 (30)	Ensayo clínico comparativo	18 adultos con obesidad sedentarios mayores de edad con un IMC mayor a 30 kg/m ²	<ul style="list-style-type: none"> • Peso corporal • IMC • Porcentaje de grasa corporal, visceral y distribución regional • Circunferencia de cintura • Marcadores sanguíneos • FMD • VO₂ Max • Ultrasonido sobre arteria braquial 	<p>3 sesiones de entrenamiento semanales en cicloergómetro supervisadas por 8 semanas.</p> <p>Grupo HIIT(N: 9): 5´ de entrada en calor al 50-60% de la FCM, seguido de 10 series de 1´ pedaleando al 90-95% de la FCM y 1´ a baja intensidad. Vuelta a la calma igual a la entrada en calor.</p> <p>Grupo MICT(N: 9): Misma entrada en calor y vuelta a la calma. Parte principal: 30´ continuo al 70-75% de la FCM.</p>	<p>El peso, IMC, marcadores sanguíneos y grasa corporal no sufrieron cambios.</p> <p>Ambos grupos disminuyeron la circunferencia y el porcentaje de grasa corporal ginecoide; solo en el HIIT disminuyó el porcentaje de grasa corporal (P<0,04).</p> <p>El FMD aumentó significativamente en el grupo HIIT (P<0,04), mientras que el MICT aumento el diámetro de la arteria braquial en reposo.</p> <p>El VO₂ Max se incrementó en ambos grupos: HIIT (P=0,01) y MICT (P<0,01) sin diferencia entre ellos.</p>
Blue, M. et al. 2017 (31)	Ensayo clínico comparativo	44 adultos con sobrepeso u obesidad. Edad: 35,4 ± 12,3 Peso: 94,6 ± 17 KG IMC: 30,9 ± 4,7 KG/M ²	<ul style="list-style-type: none"> • Área de sección transversal muscular (mCSA) • Masa grasa de la pierna (LegFM) • Masa muscular de la pierna (LegLM) • Intensidad ecográfica (EI) 	<p>3 sesiones semanales por 3 semanas en cicloergómetro.</p> <p>Grupo control (CON)(N:9): sin intervención.</p> <p>Grupo intervalo corto (SIT)(N:16): 10 series de 1´ al 90% de la potencia máxima con 1´ de pausa entre cada una.</p> <p>Grupo intervalo largo (LIT)(N:19): 5 series de 2´ entre el 80 y 100% de la potencia máxima con 1´ de pausa entre cada una.</p>	<p>El mCSA tuvo diferencias significativas entre los grupos intervenidos y el control (P=0,038), entre el grupo CON y el SIT (P=0,034), sin cambios entre el CON y el LIT.</p> <p>La LegFM, LegLM y EI no se modificaron significativamente.</p> <p>Se encontró una correlación positiva entre: Pre LegLM y mCSA (P=0,001) y Post LegLM y mCSA (P<0,001).</p>

AUTOR	DISEÑO DE ESTUDIO	SUJETOS	VARIABLES	INTERVENCION	RESULTADOS
Schjerve, I. et al. 2008 (32)	Ensayo clínico comparativo	40 pacientes con obesidad mayores de 40 años y un IMC mayor a 30kg/m2	<ul style="list-style-type: none"> • Peso corporal • IMC • Relación cintura/cadera • Fuerza máxima de piernas • VO2 Max • Presión arterial sistólica y diastólica • Marcadores sanguíneos • FMD • Nivel de PGC1 y SERCA 	<p>3 sesiones de entrenamiento por 12 semanas en cinta (dos sesiones semanales supervisadas por los investigadores).</p> <p>Entrenamiento de fuerza(N: 13): 15´ en cinta al 40-50% de la FCM de entrada en calor; 4 series de 5 repeticiones al 90% de 1RM en una prensa de pierna y 3 series de 30 repeticiones de ejercicios de abdominales y espalda.</p> <p>Entrenamiento HIIT(N: 14): Se realizó en cinta caminando o trotando. 10´ de entrada en calor al 50-60% de la FCM; 4 series de 4´ al 85-95% de la FCM con pausa activa de 3´ caminando al 50-60% de la FCM. 5´ de vuelta a la calma caminando.</p> <p>Entrenamiento moderado(N: 13): Misma entrada en calor y vuelta a la calma que en HIIT. Caminata en cinta por 47´ al 60-70% de la FCM.</p>	<p>El peso corporal disminuyó en grupo HIIT (P<0,04) y moderado (P<0,005), pero no varió en el grupo de fuerza. El IMC se modificó en el grupo moderado (P<0,007) y en el grupo HIIT (P<0,04), sin cambios en el grupo de fuerza. La relación cintura/cadera no sufrió cambios. La fuerza máxima aumento únicamente en el grupo de fuerza (P<0.001). El VO2 Max aumento significativamente (P<0.01) en ambos grupos aeróbicos, con mayor porcentaje en el HIIT. La presión sistólica no se modificó mientras que la diastólica disminuyo en HIIT (P<0,002) y moderado (P<0,02) únicamente. Solo el LDL oxidado sufrió cambios luego del entrenamiento de fuerza (P<0,005) y moderado (P<0,04). La FMD mejoró en todos los grupos (P<0.001), con un predominio en el HIIT (P<0.05). El PGC1 y el SERCA aumentaron con la fuerza y el HIIT únicamente (P<0,01).</p>
AUTOR	DISEÑO DE	SUJETOS	VARIABLES	INTERVENCION	RESULTADOS

AUTOR	DISEÑO DE	SUJETOS	VARIABLES	INTERVENCION	RESULTADOS
Bakkerud, F. et al. 2015 (33)	Ensayo clínico comparativo	30 voluntarios mayores de edad (18 mujeres y 12 hombres) Edad: 41±9 Peso: 91±14 KG IMC: 30±4 KG/M2	<ul style="list-style-type: none"> • Peso corporal • VO2 Max • Tiempo hasta la fatiga (TTE) • Citrato sintasa (CS) • Volumen sanguíneo, plasmático y hemoglobina • Volumen sistólico (SV) • FMD 	<p>3 sesiones de entrenamiento semanal por 6 semanas en cinta.</p> <p>Grupo 4HIIT(N: 12): 10´ de entrada en calor caminando al 70% de la FCM. 4 series de 4´ caminando al 85-95% de la FCM con pausas de 3´ al 70%. Vuelta a la calma por 3´ al 70%</p> <p>Grupo 1HIIT(N: 9): Misma entrada en calor y vuelta a la calma. 10 series de 1´ al 90% de la FCM.</p> <p>Grupo MICT (N: 9): 45´ continuo al 75% de la FCM.</p>	<p>El peso corporal y la FMD no sufrieron modificaciones.</p> <p>El VO2 Max aumento en todos los grupos, pero tuvo un resultado significativo solo en el grupo 4HIIT (P<0,01)</p> <p>El TTE mejoró significativamente en todos los grupos 4HIIT (P<0,05), 1 HIIT (P<0,02) y MICT (P<0,04). Siendo superior la diferencia entre 4HIIT y MICT (P=0,02).</p> <p>Los grupos 4HIIT ,1HIIT y MICT aumentaron la CS (P=0,04), (P=0,04) y (P=0,02) respectivamente.</p> <p>Solo el grupo 1HIIT aumento el volumen sanguíneo (P=0,02), plasmático (P=0,01), y la hemoglobina (P=0,002).</p> <p>El SV aumento solo en el 4HIIT.</p>
Matos, V. et al. 2018 (34)	Ensayo clínico comparativo	12 hombres con obesidad. Edad: 28,4 ± 2,6 Peso: 109 ± 7,1 KG IMC: 35,5 ± 4,5 KG/M2	<ul style="list-style-type: none"> • Péptido similar al glucagón 1 (GLP1) • Concentración de lactato sanguíneo • Frecuencia cardiaca (FC) 	<p>3 sesiones en total en cinta (una de HIIT, otra de MICT y otra de control) separadas una semana entre sí.</p> <p>MICT: Entrada en calor de 3´ (igual para todos los grupos) caminando a 3KM/H. 20´ continuo al 65-75% de la FCM.</p> <p>HIIT: 10 series de 1´ de trabajo al 90% de la FCM con 1´de pausa al 30%.</p> <p>Control: pacientes sentados por 25´</p>	<p>Mayor concentración de lactato post-sesión y FC luego de HIIT, en comparación con MICT (P=0,001).</p> <p>El nivel de GLP1 aumentó en los grupos HIIT (P=0,069) y MICT (P=0,024) inmediatamente luego de la sesión en comparación con el grupo control y los valores se mantuvieron elevados luego de 1 hora finalizada la sesión (P<0,05).</p>

	ESTUDIO				
Martins, C. et al. 2016 (35)	Ensayo clínico comparativo	46 personas con obesidad (30 mujeres y 16 hombres). Edad: 34,4±8,8 Peso: 98,5 kg ± 14,3 IMC: 33,3 kg/m ² ± 2,9	<ul style="list-style-type: none"> • Peso corporal • IMC • Circunferencia de cadera y cintura • VO2 Max • Gasto metabólico en reposo (RMR) • Nivel de actividad física sin ejercicio (NAF) • Niveles de insulina y glucosa en ayunas y postprandial • Intercambio respiratorio (IR) 	<p>3 sesiones de entrenamiento por 12 semanas en cicloergómetro.</p> <p>Grupo HIIT(N:16): 5' de entrada en calor, 8" pedaleando al 85-90% de la FCM y 12" pedaleando lo más lento posible hasta lograr un déficit energético de 250 KCAL y luego de 5' de vuelta a la calma</p> <p>Grupo ½ HIIT(N: 16): Igual intervención que la previa, pero la duración fue hasta lograr un déficit de 125 KCAL.</p> <p>Grupo MICT (N: 14): Misma entrada en calor y vuelta a la calma, la parte principal consta de pedaleo continuo al 70% de la FCM hasta perder 250 KCAL.</p>	Todas las variables analizadas sufrieron modificaciones significativas (P <0,01) durante el periodo de entrenamiento (con excepción de los niveles de insulina, glucosa, RMR, NAF, IR), sin presentar cambios estadísticamente significativos entre los 3 grupos evaluados.

AUTOR	DISEÑO DE ESTUDIO	SUJETOS	VARIABLES	INTERVENCION	RESULTADOS
Smith-Ryan, A. et al. 2016 (36)	Ensayo clínico comparativo	30 mujeres adultas con sobrepeso u obesidad. Edad: 33.9 ± 11.6 Peso: 88.1 ± 15.9 KG IMC: 32.0 ± 6.0 KG/M2	<ul style="list-style-type: none"> • Peso corporal • Marcadores sanguíneos • VO2 Max • Máxima potencia (PPO) • TTE • Masa grasa (FM) • Masa muscular (LM) • Porcentaje grasa corporal (%GC) 	3 sesiones semanales por 3 semanas en cicloergómetro. Grupo control(N:9): sin intervención Grupo 1MIN (N: 11): 10 repeticiones de 1´ al 90% del VO2 Max por 1´ de pausa. Grupo 2MIN (N: 10): 5 repeticiones de 2´ entre el 80 y 100% del VO2 Max por 1´ de pausa.	Ambos grupos de intervención tuvieron mejorías en el peso corporal, masa muscular, % de grasa corporal, marcadores sanguíneos, VO2 Max sin llegar a ser estadísticamente significativas (P> 0,005) La FM disminuyó significativamente en ambos grupos (P=0,011) El TTE aumentó de manera significativa en ambos grupos (P<0,001). Sucedió lo mismo con la PPO 2MIN (P = 0.015) y 1MIN (P = 0.043) sobre el grupo control.
Kemmler, W. et al. 2014 (37)	Ensayo clínico comparativo	81 hombres con obesidad de entre 30 y 50 años	<ul style="list-style-type: none"> • Peso corporal • Grasa corporal • Circunferencia de cintura • Presión arterial • Marcadores sanguíneos • VO2 Max 	2 sesiones semanales por 16 semanas en cinta. Grupo HIIT (N: 40): Sprints con intensidad entre el 85 y 97,5 % de la FCM, con una duración progresiva de entre 90" hasta 12´, con una pausa activa caminando entre 1´ y 3´. Grupo control (N: 41): Sin intervención por las primeras 16 semanas, luego este grupo se transformó en el grupo MICT. Grupo MICT (N: 41): Sprints continuos entre el 70 al 82% de la FCM, con una duración progresiva desde 35´ hasta 90´.	El peso corporal disminuyó significativamente en ambos grupos: HIIT (P = 0,004) y MICT (P=0,001), con un predominio del grupo MICT sobre el HIIT (P=0,046). Al igual que la grasa corporal: HIIT (P=0,010) y MICT (P<0,001). El VO2 Max aumentó significativamente en ambos grupos (P<0,001), sin diferencia entre ellos. Todos los componentes sanguíneos, la circunferencia de la cintura y la presión arterial disminuyeron, pero ninguno fue estadísticamente significativo.

En su trabajo, Sawyer, B. et al, encontraron mejorías estadísticamente significativas en cuanto al porcentaje de grasa corporal y FMD en grupo HIIT y en el VO2 Max en ambos grupos, sin presentar diferencias entre ellos. El grupo MICT mejoró el diámetro de la arteria braquial en reposo. Mientras que el peso corporal, el IMC, los marcadores sanguíneos y la grasa corporal total no mostraron cambios. De esta manera, los resultados obtenidos, no indican una superioridad de uno sobre otro método. (30)

Blue, M. et al, pudo encontrar diferencias significativas en cuanto al mCSA entre los grupos intervención y CON y entre el CON y SIT. Se evidenció una correlación positiva del PreLeg LM y mCSA y PostLeg LM y mCSA. Por otra parte, la LegFM, LegLM y EI no se modificaron significativamente. Por lo que, para aumentar la masa muscular, el HIIT presenta evidencia positiva para este apartado. (31)

Schjerve, I. et al, encontró que el grupo de fuerza mostró cambios significativos en cuanto a la fuerza máxima, PGC1 y SERCA. El peso corporal, IMC, VO2 Max, presión diastólica y FMD cambiaron en los grupos HIIT y moderado, con un beneficio superior en el grupo HIIT. La presión sistólica y la relación cintura/cadera no se modificaron en ninguna de las intervenciones realizadas. Lo que demuestra que, para mejorar la capacidad aeróbica, el entrenamiento de la fuerza no presenta ningún beneficio. Caso contrario a los otros dos grupos, que aportan mejorías en el resto de las variables evaluadas. (32)

En el trabajo de Bakkerud, F. et al, el peso corporal y la FMD no variaron en ningún grupo. El VO2 Max y el VS aumentaron significativamente solo en el grupo 4 HIIT. Los volúmenes sanguíneos, plasmáticos y la hemoglobina se incrementaron en el grupo 1HIIT. El TTE y la CS mejoraron en los 3 grupos. Al igual que en trabajos previos, a pesar de la corta duración de la intervención, el VO2 Max mejoró rápidamente en la intervención del HIIT. (33)

Matos, V. et al concluyeron que el nivel de lactato post-sesión y la FC se incrementaron significativamente en el HIIT en comparación con el MICT. Los niveles de GLP1 aumentaron significativamente luego de terminada la sesión en los dos grupos intervención y se mantuvieron elevados hasta 1 hora finalizada la misma. Esto demuestra la mayor demanda metabólica requerida por el organismo para este tipo de entrenamiento, lo que indica un mayor esfuerzo por parte de los pacientes. (34)

Martins, C. et al encontró que todas sufrieron modificaciones estadísticamente significativas, sin presentar diferencias entre los 3 grupos intervenidos. Esto determina la importancia de realizar alguna forma de entrenamiento, ya que, en esta intervención, los resultados no entregan diferencias en cuanto a los resultados. (35)

En su investigación, Smith-Ryan, A. et al encontró que el peso corporal, masa muscular, % GC, marcadores sanguíneos, VO2 Max mejoraron, pero sin llegar a ser significativos. La FM, TTE y PPO de los grupos que realizaron intervención sufrieron mejorías estadísticamente significativas. A pesar de la corta duración del trabajo, el HIIT, mostró resultados favorables en variables evaluadas. (36)

Kemmler, W. et al concluyó que los componentes sanguíneos, la circunferencia de la cintura y la presión arterial disminuyeron, pero ninguno fue estadísticamente significativo. El VO2 Max aumento significativamente en ambos grupos; mientras que el peso y la grasa corporal disminuyeron significativamente en ambos, con un predominio del grupo MICT sobre el HIIT. (37)

Por medio de los siguientes gráficos se busca expresar lo detallado en el área de resultados para poder visualizar y agrupar lo obtenido durante las diferentes investigaciones.

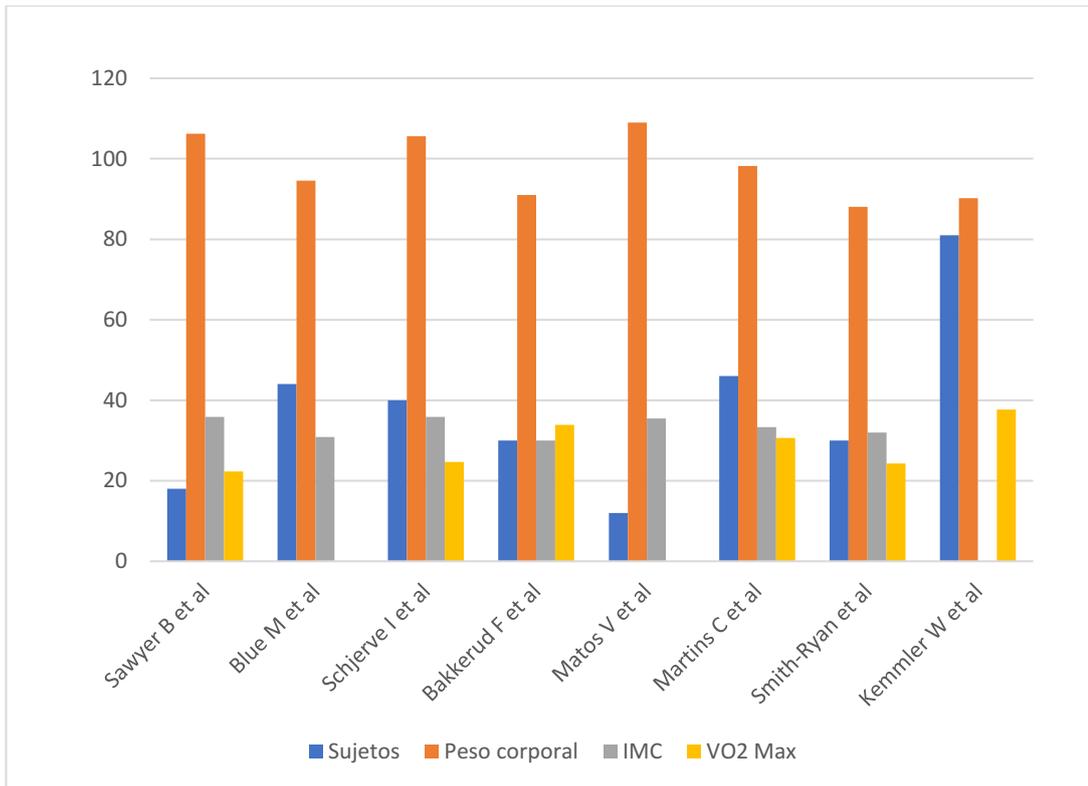


Gráfico 1. Variables analizadas por los investigadores antes de comenzar con la intervención

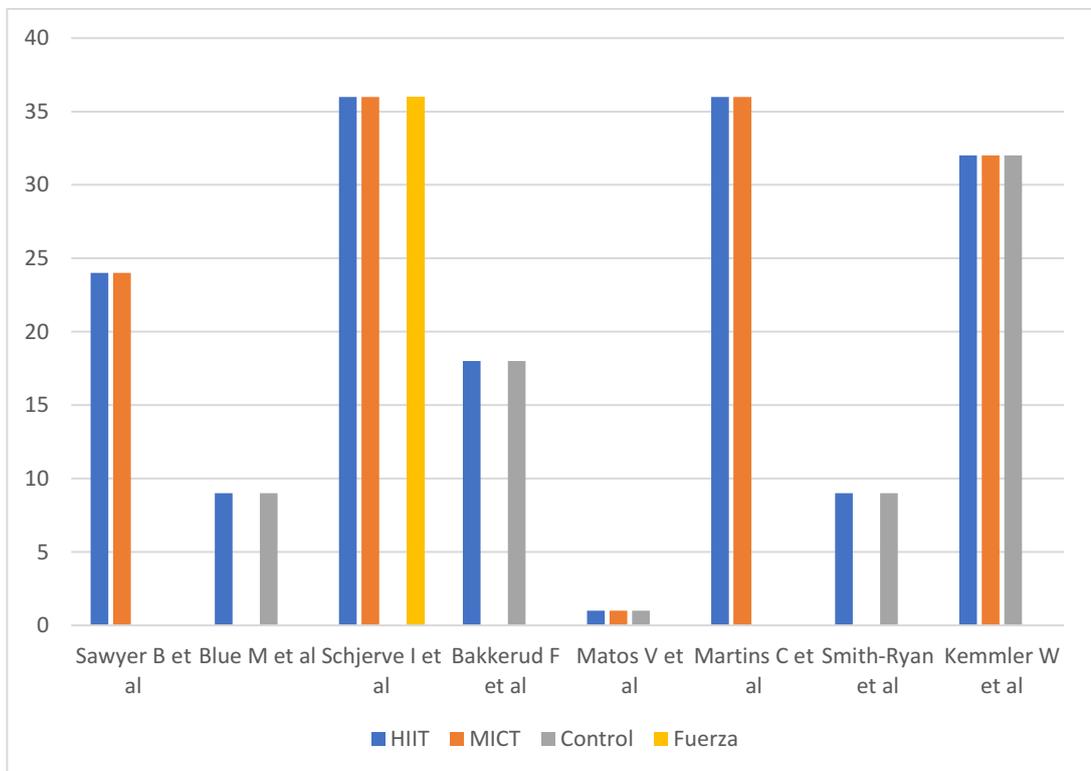


Gráfico 2. Cantidad de sesiones y modalidad de entrenamiento realizada por los pacientes.

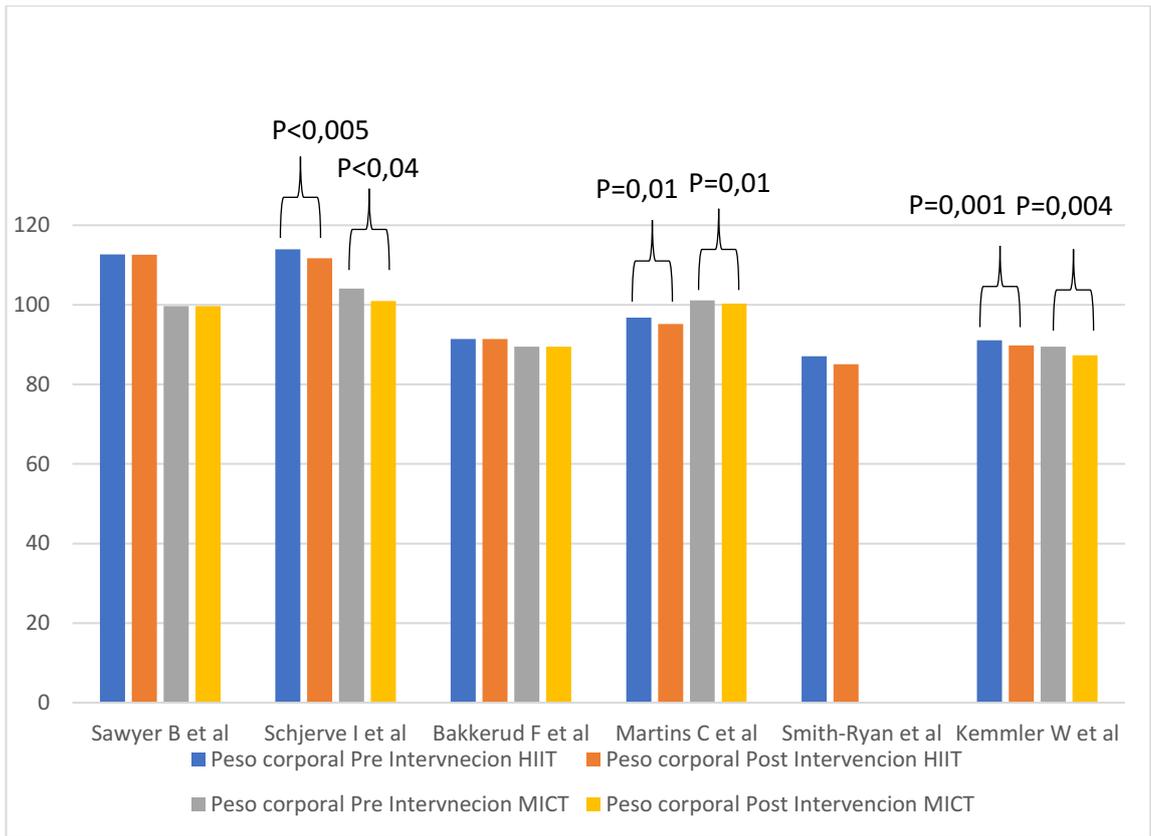


Gráfico 3. Modificaciones en el peso corporal al finalizar la investigación

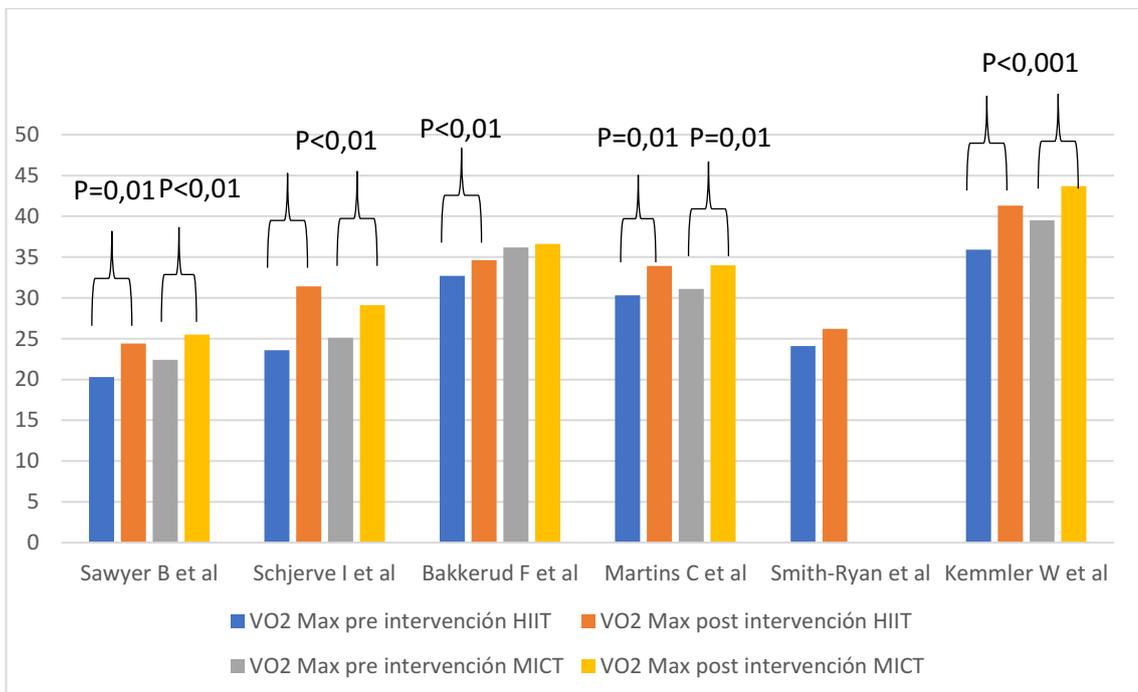


Gráfico 4. Modificaciones en el VO2 Max al finalizar la investigación

Los valores de P en ambos gráficos, indican cambios estadísticamente significativos en las variables evaluadas.

VII. DISCUSIÓN

Luego de analizar los artículos seleccionados y relacionarlos con los objetivos propuestos para esta tesina de grado, se encontraron resultados que demuestran los beneficios del entrenamiento de HIIT para la reducción de peso corporal. Aunque no exista evidencia de superioridad respecto del HIIT con un entrenamiento de moderada intensidad.

En su artículo, Sawyer, B. et al, buscó comparar la FMD y los efectos de ambas modalidades de entrenamiento (HIIT y MICT) en pacientes obesos. Para eso, realizaron evaluaciones previo y al finalizar el tratamiento, con excepción del ultrasonido sobre la arteria braquial que incluyó otra evaluación a la cuarta semana de tratamiento, lo que permitió un seguimiento directo sobre las modalidades evaluadas. Todas las sesiones fueron constantemente supervisadas en el cicloergómetro, permitiendo un estricto control sobre los pacientes. Ya a las 8 semanas encontraron que existen diferencias en cuanto a las adaptaciones vasculares producidas; donde el HIIT mejora la FMD y el MICT aumenta el diámetro de la arteria braquial durante el reposo. Por su parte, el VO2 Max mejoró en ambos grupos, ocasionando que cualquiera de las dos formas sea eficiente en mejorar la función corporal, sin considerar el peso o el IMC, donde para eso se necesita que: los pacientes completen una dieta hipocalórica, la cual no fue otorgada a los participantes de este estudio, o una duración mayor de la investigación para analizar los efectos a largo plazo. La última ventaja que se encontró es la menor cantidad de tiempo necesitada por sesión, un 27,5% menos del HIIT sobre el MICT, ya que la duración promedio de las sesiones fue de 29' contra 40' respectivamente; esto prueba que el HIIT ocasiona efectos similares sobre el organismo con un menor tiempo demandado, pero a expensas de un mayor esfuerzo percibido al del MICT. La principal desventaja encontrada fue la baja muestra utilizada por los investigadores (N:18), lo que dificulta la aplicabilidad de los resultados a un mayor número de personas. (30)

Blue, M. et al, buscó evaluar antes y después de un corto periodo de entrenamiento de HIIT (3 semanas) los efectos a nivel del tamaño muscular en pacientes obesos. Al ser la investigación de tan corta duración, únicamente se evidenciaron beneficios sobre el mCSA de ambos grupos intervención cuando se los comparaba con el grupo control, lo que muestra que, para mejorar el tamaño muscular, el HIIT es efectivo sobre esa variable, aun en el corto donde ya se observan algunas mejorías. Para el resto de las evaluaciones donde no se

encontraron diferencias, se deberá considerar a futuro una duración más larga de la misma y modificar la dosificación, tiempo de trabajo, descanso y demás variables de la intervención. (31)

Schjerve, I. et al, quiso determinar la eficiencia de un programa de HIIT, MICT y otro de fuerza sobre la mejoría de la función cardiovascular en pacientes obesos. Las únicas evaluaciones se llevaron a cabo al principio y al fin del estudio que tuvo una duración de 12 semanas. Las diferencias significativas obtenidas en el grupo de fuerza se basan en mejorías de la fuerza muscular y en la cantidad de proteínas reguladoras en el musculo, lo que demuestra que esta modalidad de entrenamiento, al no contar con un trabajo aeróbico, no produce ganancias importantes sobre la FMD, VO2 Max ni el peso corporal. Algo que si ocurre en los dos tipos de entrenamientos aeróbicos donde los resultados son contundentes para esos aspectos evaluados. Comparando ambas modalidades aeróbicas, se encontró que el HIIT obtiene resultados superiores al del entrenamiento moderado en cuanto a FMD y disminución de riesgo cardiovascular. Debido a la corta duración de la investigación se hipotetiza que un periodo mayor de entrenamiento ocasionaría mayores beneficios a la salud de los pacientes. Al igual que en el trabajo de Sawyer et al (30), el HIIT aporta de manera positiva desde el punto de vista de los pacientes, el menor tiempo necesitado por sesión. (32)

Bakkerud, F. et al comparó dos formas distintas de HIIT (4HIIT y 1HIIT) con un entrenamiento a intensidad moderada y plantearon que el 4HIIT tendría mejores resultados que las otras dos intervenciones. Al igual que lo demostrado en trabajos anteriores, el peso corporal no llegó a sufrir modificaciones significativas durante el tiempo que duró el estudio, lo que plantea la necesidad de trabajos mantenidos en el tiempo que incluyan a la actividad física como forma de vida. Una diferencia apreciada en este trabajo fue la ausencia de mejoría en cuanto a la FMD, algo que también se puede asociar a la corta duración de la investigación o a una mala dosificación de las cargas de entrenamiento. Dentro de los aspectos positivos a los que se llegó luego de este trabajo fue la mejoría en el resto de las variables evaluadas, con diferencias dependiendo del tipo de tratamiento que recibió cada paciente. Aquí, el 4HIIT tuvo ganancias más importantes sobre el VO2 Max, fue el único que incremento el SV y al compararlo con el 1HIIT y MICT, sus resultados fueron superiores en cada aspecto evaluado (con excepción del volumen sanguíneo, plasmático y la hemoglobina que solo mejoró en el 1HIIT) permitiendo corroborar la hipótesis planteada al inicio del estudio de la superioridad del 4HIIT. (33)

Matos, V. et al realizó una investigación para evaluar el efecto del MICT y el HIIT sobre el GLP1 y la concentración de lactato sanguíneo post sesión, donde plantearon como hipótesis que la anorexia inducida por el ejercicio, que ocasiona una sensación de saciedad, mayor concentración de GLP1 y la reducción del hambre serían mayor luego de una sesión de HIIT. Como sucede en el trabajo de Sawyer B et al (28), la muestra utilizada es muy pequeña (N:12), por lo tanto, los resultados que obtuvieron pueden variar al ser replicados en una población mayor. La hipótesis planteada es refutada por los resultados del estudio donde se demuestra que ambas modalidades son igual de efectivas, en comparación con un grupo control, para los niveles de GLP1, tanto al finalizar como una hora después del entrenamiento; esto vuelve a validar los resultados obtenidos en estudios anteriores que resaltan la importancia de cualquier tipo de ejercicio físico, sin tomar en cuenta la intensidad ni modalidad del mismo. Otro punto en común con investigaciones previas es la mayor FC desarrollada por el paciente luego del HIIT, que sugiere una mayor demanda metabólica para el mismo y que se evidencia por los elevados niveles de lactato post-sesión que se encontraron. Esto último es una fortaleza del estudio ya que es de los únicos que evaluó esta variable y pudo obtener resultados significativos. (34)

Martins, C. et al evaluó el efecto del HIIT, $\frac{1}{2}$ HIIT y MICT por 12 semanas, planteando como hipótesis que el HIIT tendría resultados superiores en cuanto a pérdida de peso y grasa corporal a las otras modalidades y que el $\frac{1}{2}$ HIIT y el MICT aportarían beneficios similares entre sí. Una de las ventajas aportadas por este trabajo es que se utilizó una dosificación de HIIT previamente estudiada para cicloergómetro, como es la de 8'' de trabajo por 12'' de pausa y que se utilizaron las KCAL para determinar la finalización de la sesión de entrenamiento, algo no contemplado por otras investigaciones. Al igual que en previos trabajos, los protocolos de HIIT necesitaron de una menor duración por sesión (20', 10' y 32' respectivamente). Al fallar la hipótesis y encontrar que todas las intervenciones producen resultados similares en el cuerpo humano, tanto en las que se encontraron resultados significativos como en aquellas que no hubo ningún tipo de modificación, se puede llegar a la conclusión que para las personas obesas lo importante es la realización de alguna modalidad de ejercicio físico y no tanto la intensidad o modalidad del mismo. (35)

Smith-Ryan, A. et al comparó dos intervenciones de HIIT, una de 1' de trabajo y otra de 2', proponiendo la hipótesis de que ambas opciones llegarían a resultados similares en composición corporal y beneficios cardiorrespiratorios. Un

problema encontrado en este trabajo fue que los cambios encontrados, principalmente sobre variables corporales, fue que los mismos no llegaron a ser significativos, con excepción de la masa grasa que si llegó a variar. Esto se debe a la corta duración que tuvo el estudio, solamente 9 sesiones totales a lo largo de 3 semanas; por lo que estudios a futuro que se basen en modalidades parecidas deberán aumentar la duración del mismo. Donde sí se encontraron buenos resultados y aun en el corto plazo es en el TTE y la PPO, lo que demuestra los rápidos beneficios a la salud que otorga el HIIT, necesitando menor volumen de trabajo y periodos de tiempo más corto que otras modalidades de entrenamiento. (36)

Kemmler, W. et al confrontó un modelo de entrenamiento de HIIT y otro de MICT, planteando que el HIIT tendría mayores beneficios cardiorrespiratorios que el MICT. Lo positivo de esta investigación fue que es el trabajo que tuvo el mayor número de pacientes (N:81) y la mayor duración (16 semanas) de esta tesis. Esto se vio reflejado en que se obtuvieron mejorías significativas sobre la composición corporal en variables que en trabajos de menor duración no lo fueron, como es en el caso del peso y la grasa corporal. Al igual que en otras investigaciones, no se puede afirmar la superioridad de una forma de entrenamiento sobre la otra, sino que ambas producen beneficios similares y que lo importante para el paciente es la realización de actividad física en sí. Por el lado de las variables en donde se obtuvieron mejorías pero que no fueron significativas, se deberán considerar investigaciones aún más largas para mejorar esos resultados. También se encontró que los pacientes tienen mayor aceptación al HIIT, ya sea debido a su menor duración por sesión de entrenamiento, porque se lo considera menos monótono que el MICT y que genera una mejor adherencia al ejercicio, algo que es fundamental para obtener mejorías sobre el organismo del paciente. (37)

Como puntos en común a favor de todas las investigaciones se puede decir que la totalidad de los estudios especificó de manera detallada las evaluaciones realizadas y las intervenciones que fueron llevadas a cabo en las mismas, utilizando protocolos de entrenamiento con una base científica previa. Además, al ser casi en su totalidad sesiones supervisadas por los investigadores, permite certificar que los pacientes cumplieron con la parte de trabajo que debían realizar.

Por el lado de los aspectos negativos se nombra a la corta duración de las investigaciones, donde la más larga es de únicamente de 16 semanas realizada por Kemmler, W. et al (37); todos los trabajos recomendaron un tratamiento más

prolongado en el tiempo para evaluar si la duración genera cambios en los resultados obtenidos. Similar es el caso del número de los pacientes evaluados ya que la mayoría de los mismos trabajaron con muestras bajas, donde la más alta fue también en el trabajo de Kemmler, W. et al (37) con 81 individuos. Otro ítem que no se abarcó en ninguna fue el seguimiento a largo plazo de los mismos una vez finalizada la investigación, esto permite determinar si los resultados se mantienen en el tiempo o únicamente genera beneficios a corto plazo que se pierden una vez finalizado el ejercicio físico.

Por último, el siguiente gráfico ejemplifica la cantidad de artículos que encontraron cambios significativos en el peso corporal y los que lo hicieron con el VO2 Max.

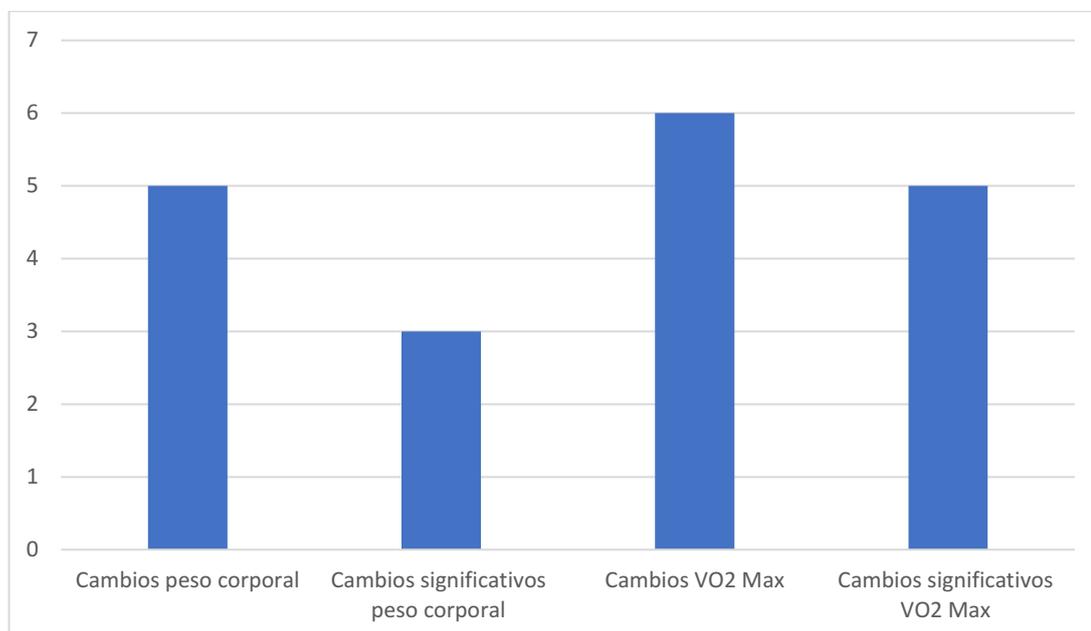


Gráfico 5. Cambios significativos encontrados en los estudios para el peso corporal y para el VO2 Max post entrenamientos de HIIT

Luego del análisis de los artículos, se encontró que aquellos que mejoraron sustancialmente el peso corporal, fueron las investigaciones de Schjerve I et al (32), Martins C et al y la de Kemmler W et al (37), que coinciden con los trabajos de mayor duración (12,12 y 16 semanas respectivamente). Esto permite analizar que la pérdida de peso presentaría mayor relación con la duración del entrenamiento que con la intensidad del mismo.

Por otra parte, solo un artículo no encontró mejorías significativas del VO2 Max luego de diversas sesiones de HIIT, fue el trabajo de Smith Ryan A et al (34)

indicando que, para mejorar la capacidad cardiovascular de la persona, la realización de ejercicio a alta intensidad, aun por una corta cantidad de tiempo y bajo numero de sesiones, presenta beneficios rápidos a la salud de los pacientes.

VII. CONCLUSIÓN

Luego de analizar los trabajos científicos y los resultados que se obtuvieron en los mismos, no se puede llegar a la conclusión de que existe una superioridad de uno sobre otro método de entrenamiento en cuanto a la pérdida de peso corporal, sino que ambos producen beneficios importantes a la salud de los pacientes, ya sea con intervenciones de corta o más larga duración, mientras que los mismos se encuentren realizando algún tipo de actividad física. Lo que sí se puede afirmar después de estos trabajos analizados es que la pérdida de peso no es la única cuestión a tener en cuenta al tratar con este tipo de pacientes, sino que otras variables como capacidad aeróbica, función endotelial y mayor tiempo hasta alcanzar la fatiga, son puntos que alcanzan una importancia significativa y que son predictores de mejoría en la salud de los pacientes.

A la hora de optar por una modalidad de ejercicio se encontró que el HIIT es una opción con una alta aceptación por parte de los pacientes debido a su baja duración por sesión, la menor monotonía a la hora de entrenar que presenta y el menor esfuerzo que le requiere a los mismos, lo que se asoció a una mejor adherencia a los programas de entrenamiento. A su vez, la mayoría de los artículos mostraron una mejoría del VO2 Max mediante el método HIIT, lo que indicaría un beneficio importante al realizar este entrenamiento. Por eso, al momento de utilizar esta forma, se sugiere utilizar protocolos previamente estudiados, como el de 10 series de 1' a alta intensidad y 1' a baja intensidad, donde se encontraron resultados contundentes al momento de su aplicación en este tipo de población.

Según la bibliografía consultada, se necesita de mayor cantidad de estudios que analicen estas cuestiones, aumentando la duración y muestra de los mismos para poder obtener resultados a largo plazo, porque en personas con obesidad, se deberá introducirles la actividad física no solo como un tratamiento provisorio, sino como una nueva forma de vida donde la misma, ocupe un lugar dentro de su rutina diaria.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Carmena Rodríguez R y Vidal Puig A. Obesidad y síndrome metabólico. En: Farreras Valenti P y Rozman C. Medicina interna Vol. 2. 18ª ed. Barcelona: Elsevier; 2016.
2. MayoClinic.org [Internet]. Mayo Clinic; 2018 [Actualizado 24 Feb 2018; citado 2 Abr 2019].
Disponible en: <http://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/obesity/symptoms-causes/syc-20375742>
3. Who.int [Internet]. WHO; 2018 [Actualizado 16 Feb 2018; citado 2 Abr 2019]. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
4. Benito Peinado PJ, González Gross M y Meléndez Ortega A. Obesidad. En: López Chicharro J y López Mojares LM. Fisiología clínica del ejercicio. 1ª ed. Buenos Aires; Madrid. Médica panamericana; 2008.
5. Rosales Ricardo Y. Antropometría en el diagnóstico de pacientes obesos; una revisión. Nutr Hosp. [Internet]. 2012 [Citado 24 ago 2018]; 27(6): 1803-1809. Disponible en: <http://www.nutricionhospitalaria.com/pdf/6044.pdf>
6. Ortega Sánchez Pinilla R y Pastor AM. Actividad Física y Salud. En: Guillen del Castillo M y Linares Girela D. Bases biológicas y fisiológicas del movimiento humano. 1ª ed. Madrid. Médica panamericana; 2002. P. 402-403
7. Alarcón N, Gazzola M y Pais J. Resistencia aeróbica. En: Entrenamiento metodología y planificación. 1ª ed. Rosario: 757 ediciones; 2012. P. 71-73
8. Pancorbo Sandoval AE. Nutrición y ejercicio base del rendimiento humano y de la salud. Prevención y tratamiento del síndrome metabólico y de la obesidad. En: Medicina y ciencias del deporte y la actividad física. 1ª ed. Barcelona. Océano; 2012.
9. Sánchez Sáez D. HIIT: Entrenamiento de intervalos de alta intensidad. Vol. 1. 1ª ed. Madrid: Profit Editorial I., S.L.; 2018.
10. Aguilera Eguia R, Vergara Miranda C, Quezada Donoso R, Sepúlveda Silva M, Coccio N, Cortes P, et al. High-Intensity interval exercise therapy to reduce cardiovascular risk factors in people with the metabolic syndrome; systematic review with meta-analysis. Nutr Hosp. 2015; 32(6):2460-2471.
11. 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(6):635-646.
12. Batacan RB, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Feninng AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *Br J Sports Med.* 2017; 51(6):494-503
 13. Ross MH y Pawlina W. Tejido adiposo. En Ross MH y Pawlina W. *Histología.* 5ª ed. Buenos Aires: Editorial medica panamericana; 2008. 258-267.
 14. Klötting N, Blüher M. Adipocyte dysfunction, inflammation and metabolic syndrome. *Rev Endocr Metab Disord [Internet]* 2014 [Citado 5 Abr 2019]; 15(4): 277-287.
Disponible en: <https://sci-hub.tw/10.1007/s11154-014-9301-0>
 15. Suarez-Carmona W, Sánchez-Oliver AJ, González-Jurado JA. Fisiopatología de la obesidad: Perspectiva actual. *Rev Chil Nutr [Internet].* 2017 [Citado 8 Abr 2019] ;44(3):226-233.
Disponible en: http://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182017000300226
 16. García-Torres D, Castellanos-González M, Cedeño-Morales R, Benet-Rodríguez M, Ramírez-Arteaga I. Tejido adiposo como glándula endocrina. Implicaciones fisiopatológicas. *Finlay [Internet].* 2011[Citado 9 May 2019]; 1(2): 131-151
Disponible en: <http://revfinlay.sld.cu/index.php/finlay/article/view/39>
 17. Wozniak SE, Gee II, Watchel MS, Frezza EE. Adiposse tissue: The new endocrine organ? A review article. *Dig Dis Sci [Internet].* 2009 [Citado 9 May 2019];54(9):1847-1856.
Disponible en: <https://sci-hub.tw/10.1007/s10620-008-0585-3>
 18. Guyton AC y Hall JE. Digestión y absorción en tubo gastrointestinal. En: Guyton AC y Hall JE. *Tratado de fisiología.* 12ª ed. Barcelona: Elsevier, 2011. 789-797.
 19. Manrique M, Maza DL, Pía M, Carrasco F, Moreno M, Albala C, et al. Diagnóstico, evaluación y tratamiento no farmacológico del paciente con sobrepeso u obesidad. *Rev Medica Chile [Internet].* 2009 [Citado 9 Abr 2019]; 109(3):198-203.

- Disponibile en: http://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872009000700016
20. Poulain M, Doucet M, Major GC, Drapeau V, Sériès F, Boulet LP, et. al. The effect of obesity on chronic respiratory diseases: pathophysiology and therapeutic strategies. CMAJ [Internet]. 2006 [Citado 9 Abr 2019] ;174(9):1293-1299.
Disponibile en: <http://www.cmaj.ca/content/174/9/1293>
 21. Soca M, Enrique P, Niño Peña A. Consecuencias de la obesidad. ACMED [Internet]. 2009 [Citado 10 Abr 2019] ;20(4):84-92.
Disponibile en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352009001000006
 22. Msal.gob.ar [Internet]. Buenos Aires: MSAL; 2014 [Actualizado Jun 2017; citado 19 Abr 2019].
Disponibile en: http://www.msal.gob.ar/images/stories/bes/graficos/0000000971cnt-2017-06_guia-practica-clinica_obesidad.pdf
 23. MayoClinic.org [Internet]. Mayo Clinic; 2019 [Actualizado 12 Ene 2019; citado 12 Abr 2019].
Disponibile en: <https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/bariatric-surgery/about/pac-20394258>
 24. López Mojares LM. Obesidad y ejercicio físico. En: López Chicharro J y Fernández Vaquero A. Fisiología del ejercicio. 3ª ed. Buenos Aires; Madrid: Panamericana; 2006. 921-938.
 25. Seh-lilha.org [Internet]. Murcia: SEHLELHA; 2014 [Actualizado 22 Mar 2017; citado 13 Abr 2019].
Disponibile en: <https://www.seh-lilha.org/wp-content/uploads/2017/03/GuiaEjercicioRCV.pdf>
 26. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. 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 [Internet]. 2011 [Citado 14 Abr 2019]; 43(7): 1334-1359.
Disponibile en: https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2011/07000/Quantity_and_Quality_of_Exercise_for_Developing.26.aspx

27. Chan JM, Rimm E, Colditz G, Stampfer M, Willett W. Obesity, fat distribution and weight gain as risk factors for clinical diabetes in men. *Diabet Care* [Internet]. 1994 [Citado 15 Abr 2019]; 17(9): 961-969.
Disponibile en:
<https://www.bewegenismedicijn.nl/files/downloads/Chan%20et%20al.%201994.pdf>
28. Cofré-Bolados C, Sánchez-Aguilera P, Zafra-Santos E, Espinoza-Salinas A. Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: Historia y fisiología clínica del ejercicio. *Rev Univ Ind Santander Salud* [Internet]. 2016 [Citado 15 Abr 2019]; 48(3): 275-284.
Disponibile en:
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/5662/5824>
29. Shirayev T, Barclay G. Clinical benefits of high intensity interval training. *Aust Fam Physician* [Internet]. 2012 [Citado 15 Abr 2019]; 41(12):960-962.
Disponibile en: <https://www.racgp.org.au/afp/2012/december/evidence-based-exercise/>
30. Sawyer BJ, Tucker WJ, Bhammar DM, Ryder JR, Sweazea KL, Gaesser GA. Effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on endothelial function and cardiometabolic risk markers in obese adults. *J Appl Physiol* [Internet]. 2016 [Citado 23 Abr 2019]; 121(1): 279-288.
Disponibile en:
<https://www.physiology.org/doi/full/10.1152/jappphysiol.00024.2016>
31. Blue MNM, Smith-Ryan AE, Trexler ET, Hirsch KR. The effects of high intensity interval training on muscle size and quality in overweight and obese adults. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2018 [Citado 23 Abr 2019]; 21(2):207-212.
Disponibile en: <https://sci-hub.tw/10.1016/j.jsams.2017.06.001>
32. Schjerve IE, Tyldum GA, Tjønnå AE, Stølen T, Loennechen JP, Hansen HE et al. Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. *Clin Sci* [Internet]. 2008 [Citado 23 Abr 2019]; 115 (9): 283-293.
Disponibile en: <https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1042/CS20070332>
33. Bækkerud FH, Solberg F, Leinan IM, Wisløff U, Karlsen T, Rognmo Ø. Comparison of three popular exercise modalities on VO₂max in overweight and obese. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2016 [Citado 24 Abr 2019]; 48(3):491-498.

Disponível em: <https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000777>

34. Matos VAF, Souza DC, Santos VOA, Medeiros IF, Browne RAV, Nascimento PRP, et al. Acute effects of high-intensity interval and moderate-intensity continuous exercise on GLP-1, Appetite and Energy Intake in Obese Men: A Crossover Trial. *Nutrients* [Internet]. 2018 [Citado 24 Abr 2019]; 10(7): 889-902. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6073197/>
35. Martins C, Kazakova I, Ludviksen M, Mehus I, Wisloff U, Kulseng B, et al. High-intensity interval training and isocaloric moderate-intensity continuous training result in similar improvements in body composition and fitness in obese individuals. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* [Internet]. 2016 [Citado 24 Abr 2019];26(3):197-204.
Disponível em: <https://sci-hub.tw/https://doi.org/10.1123/ijsnem.2015-0078>
36. Smith-Ryan AE, Trexler ET, Wingfield HL, Blue MN. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic risk factors in overweight/obese women. *J Sports Sci* [Internet].2016 [Citado 25 Abr 2019]; 34(21): 2038-2046.
Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5010533/>
37. Kemmler W, Scharf M, Lell M, Petrasek C, Von Stengel S. High versus moderate intensity running exercise to impact cardiometabolic risk factors: The randomized controlled RUSH-study. *BioMed Res Int* [Internet]. 2014 [Citado 25 Abr 2019]; 2014: 843 095.
Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2014/843095/>