

Relación entre la actividad y ejercicio físico con la disminución en el tejido adiposo

Cristian Velásquez Hernández

**Revisión sistemática para la obtención del título de Profesional en Cultura Física, Deporte
y Recreación**

Director

Jenifer Rincón Peña

Magister en fisioterapia

Universidad Santo Tomás

División Ciencias de la Salud

Facultad Cultura Física, Deporte y Recreación

Bucaramanga

2022

Contenido

Introducción.....	8
1. Actividad Física, Ejercicio Físico y Tejido Adiposo.....	10
1.1. Justificación.....	10
1.2. Metodología	11
1.3. Objetivos	12
1.3.1. Objetivo General.....	12
1.3.2. Objetivos Específicos.....	12
2. Marco Teórico	12
2.1.1. Tejido Adiposo.	14
2.2. Actividad Física.....	16
2.3. Ejercicio Físico.....	19
2.4. Ácidos Grasos Como Moneda Energética	22
3. Comportamiento del tejido adiposo frente al ejercicio físico	23
4. Discusión.....	31
5. Conclusiones	33
6. Aporte del Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación	34
7. Recomendaciones	35
Referencias	35

Lista de Tablas

Tabla 1 *Efectos de la actividad física, el ejercicio físico sobre el tejido adiposo*

31

Lista de Figuras

Figura 1 *Diagrama de flujo de la metodología de la revisión sistemática* 12

Figura 2 *Escala moderna de Borg* 20

Lista de Apéndices

Apéndice A. <i>Resumen de la evidencia científica filtrada, analizada y sintetizada para la revisión sistemática</i>	43
---	----

Resumen

La actividad física (AF) que representa cualquier movimiento corporal producido por los músculos junto con el ejercicio que es cualquier AF que mejora y mantiene la actitud física, la salud y el bienestar de la persona, son componentes clave del gasto energético que representa la relación entre el consumo y la necesidad de energía del organismo, mientras que el ejercicio físico (EF) es la actividad planificada, estructurada y repetitiva que tiene el objetivo de mejorar o mantener uno o más componentes de la forma física. Los cambios en el balance energético alteran la masa grasa, por tanto, es razonable preguntarse: ¿Cuál es la relación que existe entre la realización de AF y EF con la disminución del tejido adiposo? La AF y el EF influyen en el tejido adiposo tanto de forma aguda como a largo plazo, por lo tanto, la dirección principal de esta monografía es conocer factores que relacionan la AF y el EF con la disminución de tejido adiposo a partir de evidencia científica actualizada.

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica de estudios científicos en las diferentes bases de datos como PubMed, Medline, Elsevier, Scopus, entre otras. El tipo de artículo seleccionado para la búsqueda fueron de ensayos clínicos, controlados y aleatorizados publicados en inglés y español en el periodo comprendido entre el 2005-2020. Donde se concluyó que, en individuos con obesidad abdominal; las actividades con predominancia aeróbica redujeron el volumen del tejido adiposo epicárdico y pericárdico, a su vez, programas de entrenamiento que implican ejercicio de fuerza explosivo localizado, provocan una pérdida de masa grasa localizada en las extremidades superiores e inferiores y la grasa abdominal.

Palabras clave: Tejido adiposo, Composición Corporal, Ejercicio Físico, Actividad Física.

Abstract

Physical activity (PA), which represents any bodily movement produced by the muscles, together with exercise, which is any PA that improves and maintains the physical attitude, health and well-being of the person, are key components of the energy expenditure that represents the relationship between the consumption and the need for energy of the organism, while physical exercise (PE) is the planned, structured and repetitive activity that has the objective of improving or maintaining one or more components of the physical form. Changes in energy balance alter fat mass, therefore, it is reasonable to ask: What is the relationship between performing PA and PE with the decrease in adipose tissue? AF and EF influence adipose tissue both acutely and in the long term, therefore, the main direction of this monograph is to know factors that relate AF and EF with the decrease in adipose tissue based on scientific evidence updated.

A bibliographic review of scientific studies was carried out in different databases such as PubMed, Medline, Elsevier, Scopus, among others. The type of article selected for the search were controlled and randomized clinical trials published in English and Spanish in the period between 2005-2020. Where it was concluded that, in individuals with abdominal obesity; activities with aerobic predominance reduced the volume of epicardial and pericardial adipose tissue, in turn, training programs that involve localized explosive force exercise cause a loss of localized fat mass in the upper and lower tips and abdominal fat.

Keywords: Adipose tissue, Body Composition, Physical Exercise, Physical Activity.

Introducción

La composición corporal es el estudio del cuerpo a través de medidas y evaluaciones de su tamaño, forma, proporcionalidad, composición, maduración biológica, así como de sus funciones corporales (1). La evaluación de esta es un elemento indispensable para determinar la salud de las personas y así poder formular recomendaciones nutricionales y prescripciones de programas de ejercicios. También se utiliza para controlar el crecimiento de niños y adolescentes, los cambios producidos por el envejecimiento, el peso corporal de deportistas que participan en competencias con regulación de peso, etc. (2 pág. 2). Dos de los aspectos más estudiados referentes a la evaluación de la composición corporal son el porcentaje de grasa y el índice de masa corporal (IMC), el cual es un número que se calcula con base en el peso y la estatura de la persona, para la mayoría de las personas, el IMC es un indicador confiable del sobrepeso y se usa para identificar las categorías de peso que pueden llevar a problemas de salud (3). Por otra parte, para clasificar el nivel de lípidos de nuestro organismo utilizamos el porcentaje de grasa corporal (%GC), así pues, la composición corporal se diferencia entre la masa grasa y la masa libre de grasa (músculos, huesos, etc.). Este porcentaje sólo mide el porcentaje de grasa despreciando la masa libre de grasa (4).

Para dicho %GC existen numerosos métodos, la gran mayoría indirectos porque es muy difícil saber el contenido exacto de grasa corporal. Una de las formas más eficaces y precisas es mediante la tecnología DEXA, un equipo costoso y solo disponible en algunos hospitales, laboratorios clínicos, y entidades de salud privadas. Sin embargo, existen otros métodos más asequibles y también confiables como la antropometría con plicómetros. Normalmente suele existir relación entre el % de grasa corporal y el IMC (del Campo Cervantes, González González, & Gámez Rosales, 2015, p. 5). Lo que podría indicar que si hay un alto índice de masa corporal es

porque existe una gran cantidad de grasa corporal, con excepción de los deportistas en quienes se pueden encontrar un IMC alto pero un %GC bajo (5 pág. 8)

El tejido adiposo es un importante regulador del metabolismo en la salud y la enfermedad. Las funciones destacadas del tejido adiposo son captar ácidos grasos en momentos de exceso de energía y liberar esos mismos ácidos grasos a través del proceso de lipólisis durante momentos de alta demanda energética, como por ejemplo el ejercicio, en donde son utilizados por el músculo esquelético para producir trifosfato de adenosina (ATP) para prevenir la fatiga durante el ejercicio prolongado (6 pág. 5).

1. Actividad Física, Ejercicio Físico y Tejido Adiposo

1.1. Justificación

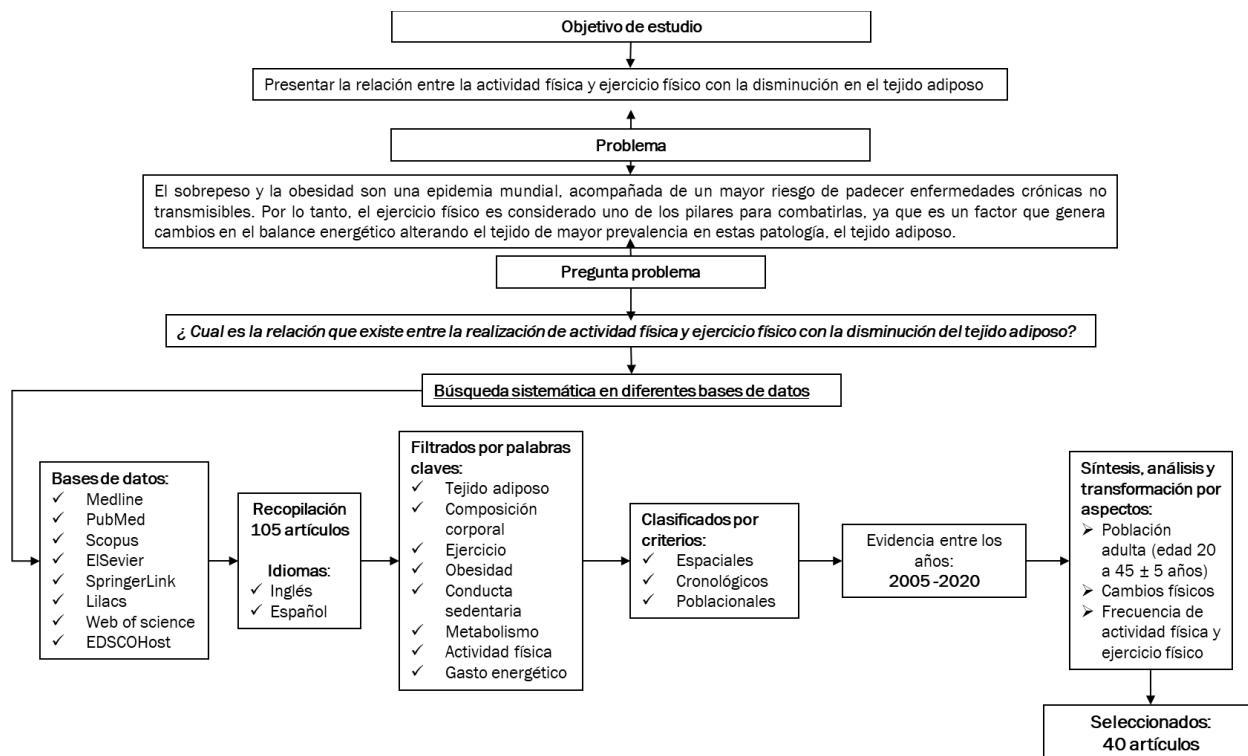
El sobre peso y la obesidad es una epidemia mundial, acompañada de un mayor riesgo de diabetes tipo 2 y enfermedades cardiovasculares (7). El ejercicio es uno de los pilares de la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles, en particular la diabetes tipo 2 y las enfermedades cardiovasculares. Además de reducir la masa de tejido adiposo (TA), se ha demostrado que el ejercicio reduce la actividad inflamatoria en este tejido. Mecánicamente, los músculos en contracción liberan moléculas bioactivas conocidas como mioquinas, que alteran el fenotipo metabólico del TA. En los últimos años, se ha demostrado que el tejido adiposo perivascular (PVAT) que rodea la vasculatura, controla el tono y la inflamación mediante la liberación local de adipocinas, lo cual quiere decir que mediante las contracciones musculares producidas por la actividad y el ejercicio físico favorecen la metabolización de ácidos grasos para generar la energía necesaria para dichas contracciones musculares.

El entorno actual ha llevado a un círculo vicioso de inactividad física, obesidad e inflamación crónica, creando la "tormenta perfecta" para las enfermedades metabólicas. El tejido adiposo blanco (TAB) es la principal fuente de inflamación relacionada con la obesidad / inactividad (8); a su vez, la inflamación produce resistencia a la insulina y disfunción metabólica (9). La inactividad, incluso en ausencia de aumento de peso, altera el metabolismo de TAB, mientras que el ejercicio mitiga la inflamación TAB, los mecanismos antiinflamatorios del ejercicio requieren un estudio adicional (10). Las pautas recientes sobre el ejercicio para bajar de peso y mantenerlo incluyen el entrenamiento de resistencia como parte de la prescripción de

ejercicio. Sin embargo, pocos estudios han relacionado las cantidades similares de entrenamiento aeróbico y de resistencia sobre la masa corporal y la masa grasa en adultos con sobrepeso.

1.2. Metodología

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología de la revisión sistemática



Para la realización de la presente monografía, se realizó una búsqueda sistemática en las diferentes fuentes de datos disponibles en la web como se puede evidenciar en la Figura 1. (Medline, PubMed, Scopus, Elsevier, SpringerLink, Lilacs, Web of Scieencie, EDSCOHost), obteniendo información que fue depurada utilizando palabras claves (Tejido adiposo, composición corporal, ejercicio, obesidad, conducta sedentaria, metabolismo, actividad física, gasto energético); de esta forma se realizó la clasificación de la información teniendo en cuenta criterios espaciales, cronológicos y poblacionales con una evidencia dada entre 2005 a 2020. Donde se

realizó la síntesis, análisis y transformación de los datos recopilados teniendo en cuenta especialmente estudios dirigidos en adultos entre la edad de 20 a 45 ± 5 años, cambios físicos, niveles de intensidad y frecuencia en la realización de AF y EF. El tipo de artículo seleccionado para la búsqueda fueron de ensayos clínicos, controlados y aleatorizados publicados en inglés y español, seleccionando un total de 40 artículos.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Presentar la relación entre la realización de actividad y ejercicio físicos sobre el tejido adiposo a partir de evidencia científica actualizada.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Referir evidencia de la incidencia de la actividad y el ejercicio físicos en variables como el estilo de vida y cambios morfo-fisiológico en población adulta según la evidencia científica revisada.
- Exponer hallazgos que demuestren la relación entre la actividad y el ejercicio físico con la disminución en el tejido adiposo, partiendo de aspectos como la intensidad y la frecuencia de estos.

2. Marco Teórico

2.1. Composición Corporal

La composición corporal es más conocida como la ciencia que estudia el cuerpo humano a través de medidas y evaluaciones de su tamaño, forma, proporcionalidad, composición,

maduración biológica y funciones corporales. (1) . De esta forma, existen ciertas características que agrupan sus diversos componentes tanto químicos como anatómicos en tres tipos de masa (11).

Los cuales se describen a continuación:

- Masa magra: conocida como la masa principal y hace referencia a la masa muscular, (11) y en su detalle al tejido corporal que no es grasa.
- Masa grasa: se entiende como el porcentaje de la masa corporal total que está compuesto por grasa (11).
- Masa ósea: Por otro lado, la masa ósea corresponde al porcentaje de masa conformada por el hueso, es decir la cantidad de hueso que posee la persona en un momento determinado de su vida, siendo así logra constituir el 14% del peso total y 18% de la masa libre de grasa. Esta masa de la composición corporal depende de factores, como edad, sexo y raza. A su vez, en el interior del hueso se producen numerosos cambios metabólicos, regulados por hormonas, la actividad física, dieta, hábitos tóxicos y la vitamina D, entre otros factores (12).
- Partiendo del concepto de composición corporal es importante resaltar algunos métodos de medición y evaluación de dichos aspectos anteriormente nombrados, como:
 - Antropometría: la cual es una rama de la antropología que mide las características físicas (dimensiones en una posición fija) y funcionales (movimientos) del cuerpo humano Esta técnica determina parámetros como: peso, talla, pliegues cutáneos, diámetros, longitudes, perímetros, velocidad de crecimiento, nivel nutricional, entre otros; los cuales se definen mediante la estimación de la composición corporal (13).
 - Densitometría radiológica: por medio de diferentes niveles de atenuación de rayos X, logra evaluar de modo regional (tronco, brazos, piernas, pelvis) o total los tres tipos de masa corporal: la ósea, la grasa y la magra (14).

- Impedancia bioeléctrica: es también conocida como Bioimpedancia, consiste en una corriente eléctrica de bajísima intensidad recorre los miembros inferiores permitiendo valorar su resistencia. La resistencia depende del agua contenida en el organismo, la cual tiene una proporción constante en la masa muscular, ya que el 73% de los músculos son agua. Tomando este dato y relacionándolo con otros como edad, sexo y estatura del individuo se puede calcular la masa muscular de todo el cuerpo (15).

Cabe resaltar para esta revisión fue clave los términos de índice de masa corporal y porcentaje grasa, pues fueron los aspectos más comunes evaluados en los diferentes estudios revisados en la literatura científica recopilada, partiendo de eso se describen de la siguiente manera:

- Índice de masa corporal: Relación matemática que asocia la masa y la talla; desarrollada por Adolphe Quetelet, que permite categorizar la composición corporal (16).
- Porcentaje de grasa: Masa total de grasa dividida por la masa corporal, multiplicada por cien (100), que permite identificar el porcentaje de lípidos en el organismo (17).

2.1.1. Tejido Adiposo

La grasa es un sustrato extremadamente importante para la contracción muscular, tanto en reposo como durante el ejercicio. Los triglicéridos (TG), almacenados en el tejido adiposo y dentro de las fibras musculares, se consideran la principal fuente de ácidos grasos libres (AGL) que son oxidados durante el ejercicio (18 pág. 9). El tejido adiposo abdominal subcutáneo es el depósito de grasa más grande y el principal proveedor de ácidos grasos libres para el hígado. La grasa abdominal se correlaciona indirectamente con muchos de los efectos adversos para la salud de la

obesidad, y aunque el ejercicio es uno de los componentes más importantes del manejo de la obesidad, sus efectos sobre el éste tejido aún no están completamente claros (19).

Existen tipos de tejido adiposo, entre los cuales encontramos el tejido adiposo blanco (TAB) y el tejido adiposo pardo (TAP) (20), el TAB almacena reservas energéticas en forma de lípidos, mientras que el TAP juega un papel en la termogénesis adaptativa en respuesta a ambientes fríos y la ingesta dietética a través de la activación del sistema nervioso simpático (SNS) (21 pág. 3). La bioquímica del TAB ha evolucionado en las últimas décadas y ahora está claro que no es simplemente un sitio de almacenamiento de energía, sino más bien un órgano endocrino flexible que demuestra una capacidad de respuesta dinámica a los efectos del ejercicio aeróbico. De manera similar a los efectos en el músculo esquelético, el ejercicio aeróbico induce muchas adaptaciones bioquímicas en el TAB, incluida la biogénesis mitocondrial y el pardeamiento el cual es color oscuro que va tomando el tejido adiposo (22).

El manejo de la obesidad para lograr una pérdida de peso efectiva incluye la modificación de la dieta y el ejercicio fuerza, resistencia (cardiovascular) o entrenamiento de intervalos (ejercicio intermitente de alta intensidad). El ejercicio regular aumenta de forma aguda la oxidación de las grasas, lo que induce la pérdida de masa grasa y aumenta el gasto energético. Además, tiene un efecto positivo en la salud física (mejora de la sensibilidad a la insulina, perfil lipídico, etc.) y también en la salud mental (estado de ánimo, cognición, memoria, sueño, etc.). Así que teniendo en cuenta lo anterior, también las respuestas endocrinas a las acciones musculares se ven afectadas por muchos factores, incluidos los grupos de músculos activos o utilizados en el del ejercicio (parte inferior y superior del cuerpo), carga / volumen, tiempo bajo tensión muscular y períodos de descanso entre series, estado de entrenamiento, sexo y edad (23 pág. 4).

A su vez dicha quema de grasa, definida por la oxidación de ácidos grasos en dióxido de carbono, es la hipótesis más descrita para explicar el resultado real de reducción de grasa abdominal gracias al entrenamiento físico. La reducción significativa de la grasa corporal en los atletas ocurre cuando el suministro de oxígeno disminuye para inhibir la quema de grasa durante la exposición a la hipoxia inducida por la altitud al mismo volumen de entrenamiento (24).

Se reconoce cada vez más que la ubicación del exceso de adiposidad, en particular el aumento de la deposición de tejido adiposo visceral es importante al determinar los efectos adversos para la salud del sobrepeso y la obesidad. El ejercicio es un componente integral del manejo de la obesidad, y aunque la prescripción de ejercicio más potente para la disminución del tejido adiposo visceral no está clara, si se conoce que el ejercicio aeróbico es fundamental para los programas de ejercicio destinados a reducirlo, y también que el ejercicio aeróbico por debajo de las recomendaciones actuales para el manejo del sobrepeso / obesidad puede ser suficiente para una modificación beneficiosa del tejido adiposo visceral (25 pág. 7).

2.2. Actividad Física

La actividad física se define como todo movimiento producido por el sistema musculoesquelético y que generan un gasto de energía, lo cual hace énfasis en todo movimiento incluso durante el tiempo de ocio, para ir de un lugar a otro, o como parte del trabajo de una persona (26).

La actividad física se describe mediante las dimensiones de tiempo, intensidad, tipo y frecuencia:

- **Tiempo:** es la duración de la actividad y suele expresarse en minutos

- Frecuencia: número de veces que se repite dicha actividad suele medirse en sesiones o veces por semana (7).
- Adicional a ello la actividad física se puede categorizar por tipos según su objetivo:
- Actividades aeróbicas: son aquellas que fortalecen la función cardio respiratorias porque según su intensidad necesitan mayor activación del corazón y pulmones.
- Actividades de fortalecimiento muscular: se entiende todas las actividades que desarrollan o fortalecen los músculos causando contracciones musculares al vencer una resistencia.
- Actividades para mejorar la flexibilidad: todas aquellas actividades que mejoran el rango de movimiento articular como: los estiramientos, hacer gimnasia, yoga, entre otros (16).

Partiendo de los conceptos antes descritos, es importante relacionar que, a nivel mundial, 1 de cada 4 adultos no alcanza los niveles de actividad física recomendados por la Organización Mundial de Salud (2020). Por lo cual, las personas con un nivel insuficiente de actividad física se ubican en un grupo poblacional con un riesgo de muerte entre un 20% y un 30% mayor en comparación con las personas que alcanzan un nivel suficiente de actividad física.

Siendo así, es vital referir dichas recomendaciones en los adultos de 18 a 64 años:

- Deberían realizar actividades físicas aeróbicas moderadas durante al menos 150 a 300 minutos.
- Realizar actividades físicas aeróbicas intensas durante al menos 75 a 150 minutos; o una combinación equivalente de actividades moderadas e intensas a lo largo de la semana.
- Ejecutar actividades de fortalecimiento muscular moderadas o más intensas que ejerciten todos los grupos musculares principales durante dos o más días a la semana, ya que tales actividades aportan beneficios adicionales para la salud, como la prevención de enfermedades crónicas como la diabetes.

- Prolongar la actividad física aeróbica moderada más allá de 300 minutos; o realizar actividades físicas aeróbicas intensas durante más de 150 minutos; o una combinación equivalente de actividades moderadas e intensas a lo largo de la semana para obtener beneficios adicionales para la salud.
- Limitar el tiempo dedicado a actividades sedentarias y sustituir el tiempo dedicado a actividades sedentarias por actividades físicas de cualquier intensidad (incluidas las de baja intensidad) es beneficiosa para la salud.
- Para ayudar a reducir los efectos perjudiciales de los comportamientos más sedentarios en la salud, todos los adultos y los adultos mayores deberían tratar de incrementar su actividad física moderada a intensa por encima del nivel recomendado (26).

Por otro lado, no menos importante se pueden encontrar recomendaciones de la American Heart Association de Texas para la actividad física en adultos, basadas en las directrices sobre actividad física federales estadounidenses. Siendo así, definidas como:

- Realizar una actividad aeróbica de intensidad moderada al menos 150 minutos a la semana o una actividad aeróbica intensa de 75 minutos a la semana, o una combinación de ambas, preferiblemente distribuidas a lo largo de la semana.
- Agregar una actividad de fortalecimiento muscular de intensidad moderada a alta (como resistencia o pesas) al menos 2 días a la semana.
- Pasar menos tiempo sentado e incluso la actividad de baja intensidad puede compensar algunos de los riesgos del sedentarismo.
- Obtener aún más beneficios a través de una actividad de al menos 300 minutos (5 horas) a la semana (27).

2.3. Ejercicio Físico

El ejercicio es una estrategia eficaz para prevenir y tratar la obesidad y sus trastornos cardio-metabólicos relacionados, lo que resulta en una pérdida significativa de masa grasa corporal, el pardeamiento del TAB, redistribución de sustratos energéticos, optimización del gasto energético global y en la mejora de los circuitos hipotalámicos que controlan el apetito-saciedad y gasto energético (28). A su vez el entrenamiento físico da como resultado adaptaciones tanto del músculo esquelético como del TAB y puede disminuir el riesgo de presentar trastornos metabólicos, como la obesidad y la diabetes tipo II. Las adaptaciones inducidas por el ejercicio incluyen un perfil alterado de proteínas secretadas, tanto mioquinas (del músculo esquelético) como adipocinas (del tejido adiposo). Estas proteínas secretadas pueden facilitar la comunicación de tejido a tejido y la comunicación cruzada, probablemente trabajando juntas para mejorar la salud metabólica general (29 pág. 3).

Estudios recientes han investigado el papel del ejercicio en el tejido adiposo pardo (TAP) y el TAB, y han indicado marcadas adaptaciones a cada tejido con el ejercicio. Sin embargo, estos estudios que investigan los efectos del ejercicio en el TAP han producido resultados contradictorios, algunos estudios in vitro muestran un aumento en la actividad termogénica del TAP y otros demuestran una disminución en la misma (30).

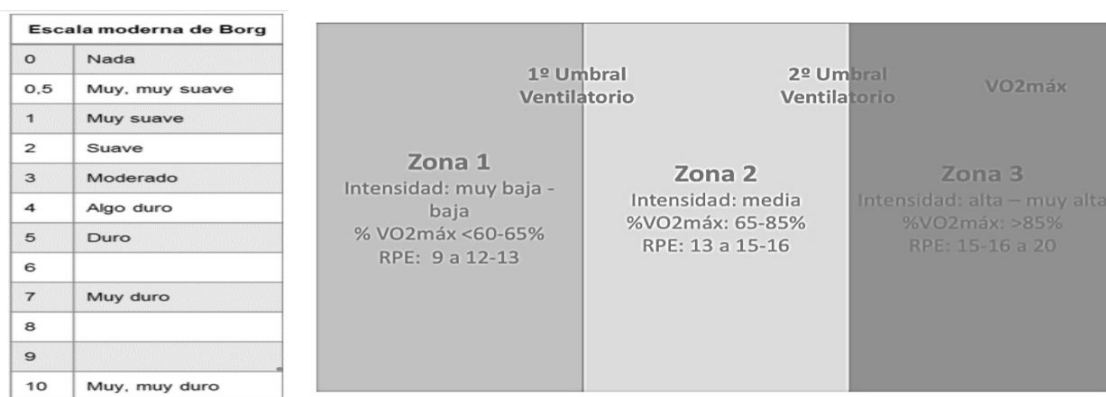
Gran parte de las investigaciones y estudios científicos se ha centrado en estudiar las adaptaciones bioquímicas que ocurren en el músculo esquelético en respuesta al ejercicio, debido a su papel obligatorio en la locomoción y al hecho de que representa la gran mayoría de la oxidación de glucosa y lípidos en todo el cuerpo. Sin embargo, en los últimos años ha habido una

creciente apreciación de que el tejido adiposo es un actor importante en la regulación de la homeostasis sistémica de carbohidratos y lípidos (31).

Como se ha mencionado anteriormente, el ejercicio físico reduce la masa de tejido adiposo visceral, pero se desconocen los mecanismos subyacentes. Wedell–Neergaard y colaboradores plantean que la interleucina-6 (IL-6) estimula la lipólisis y se libera del músculo esquelético durante el ejercicio. Y en su estudio concluyen que la señalización de la IL-6 es necesaria para que el ejercicio reduzca la masa visceral, pero no afirman que sea la que lidere el proceso de la disminución de masa adiposa visceral (32 pág. 4).

Teniendo en cuenta lo anterior, describir la Intensidad que se define como el esfuerzo necesario para ejecutar una actividad física y/o ejercicio físico, la cual es categorizada o explicada a través de la escala de Borg es vital (33). Ya que mide la gama entera del esfuerzo que el individuo percibe al hacer ejercicio. Esta escala de criterios, ver Figura 1, se realiza para hacerle ajustes a la intensidad de ejercicio, es decir, la carga de trabajo. El sujeto que hace el ejercicio debe asignar un número, del 1 al 10, para representar la sensación subjetiva de la cantidad de trabajo desempeñado. De la siguiente manera:

Figura 2. Modelo de la escala modificada de Borg



Tomado de Barbado y Barranco et al.;2007.

La escala de Borg, en la medida de lo posible debe asociarse a la frecuencia cardiaca para que a nivel del control por parte del entrenador podamos ver si, realmente había una valoración subjetiva con carácter objetivo, o simplemente una valoración con un control ineficaz de las cargas de entrenamiento (34).

Otro aspecto medido por la escala de Borg, son las frecuencias cardiacas que de la siguiente manera:

- R1 65-75% VAM (Velocidad aeróbica máxima) = 1-2 Borg
- R2 75-85% VAM (Velocidad aeróbica máxima) = 2-4 Borg
- R3 90-95% VAM (Velocidad aeróbica máxima) = 4-6 Borg
- R3+ 100% VAM (Velocidad aeróbica máxima) = 6-8 Borg
- R4 100-120% VAM (Velocidad aeróbica máxima) = 8-10 Borg

De allí, esta escala usa el esfuerzo percibido con un código numérico para determinar el nivel de esfuerzo e intensidad del ejercicio durante una sesión de entrenamiento, logrando así ayudar a los participantes a ponerse a tono con sus cuerpos, pues el metabolismo y las funciones pueden variar día tras día (35).

Junto con ello, es importante entender que al utilizar dicha escala se debe tener en cuenta los aspectos fisiológicos que resultan más complejos de determinar, durante las sesiones de entrenamiento, como el nivel de los depósitos de glucógeno, la medición de las concentraciones de ácido láctico en la sangre, la ventilación, la tensión de los músculos, entre otros factores (36).

Por lo tanto, los caracteres psicológicos importantes que influyen en las sensaciones experimentadas durante el ejercicio y la intensidad con la que se llevan a cabo, permiten catalogar la escala como un método eficaz para personas que tienen un cierto grado de entrenamiento ya que

son más capaces de interpretar las sensaciones que produce el ejercicio físico y están más conscientes de la intensidad del esfuerzo, la fatiga o la incomodidad que se da durante el ejercicio físico. Esta se puede aplicar durante el ejercicio y/o al finalizar el mismo para evaluar la sesión en conjunto.

Así, se concluye que la escala de Borg debe ser utilizado junto con el monitoreo de la frecuencia cardiaca (FC), pues se ha definido que hay una relación estrecha entre la FC y la intensidad del ejercicio, dando como resultado una mayor puntuación en la escala cuando hay mayor ventilación, consumo de oxígeno, más producción de ácido láctico y menos niveles de glucógeno muscular.

2.4. Ácidos Grasos Como Moneda Energética

Los sistemas fisiológicos y psicológicos trabajan juntos para determinar la ingesta y la producción de energía y, por lo tanto, mantener el tejido adiposo. Así, el tejido adiposo se ve afectado por una serie de estímulos fisiológicos, incluidas las hormonas, y al mismo tiempo, es un componente activo en la regulación de su propio contenido de lípidos (37 pág. 5).

Una sola sesión de ejercicio estimula el flujo sanguíneo del tejido adiposo y la movilización de ácidos grasos a la mitocondria, lo que da como resultado la entrega de ácidos grasos a los músculos esqueléticos a una velocidad que se adapta bien a los requisitos metabólicos, excepto quizás en el ejercicio de intensidad vigorosa. Los estímulos incluyen factores adrenérgicos y otros factores circulantes. Hay un período después de una sesión de ejercicio en el que los ácidos grasos se dirigen lejos del tejido adiposo hacia otros tejidos como el músculo esquelético, lo que quiere decir que con el entrenamiento hay cambios en la fisiología del tejido adiposo, particularmente una mayor movilización de grasa durante el ejercicio agudo (38 pág. 9)

El nivel y mantenimiento de un estado de entrenamiento alto afecta enormemente en el potencial efecto de la cantidad de ácidos grasos que se oxidan en la beta-oxidación, producto del aumento de los triglicéridos intramusculares, los cambios de proteínas celulares/mitocondriales y su regulación. Se ha demostrado que el aumento de la oxidación de grasa mejora con el entrenamiento de resistencia y, por lo tanto, los aumentos en la máxima oxidación de grasas o beta-oxidación son paralelos a los cambios en el estado de entrenamiento (39).

Los sujetos entrenados poseen una mayor capacidad para oxidar la grasa a elevadas intensidades de ejercicio y, por lo tanto, demuestra la correlación entre la capacidad respiratoria y la máxima oxidación de grasas por la beta-oxidación (40 pág. 4).

3. Comportamiento del tejido adiposo frente al ejercicio físico

Se han encontrado diferentes estudios que hablan de la relación entre actividad o ejercicio físico y el tejido adiposo, a continuación, se describen algunos de los aportes más relevantes.

La inactividad física, la grasa abdominal y la edad son factores de riesgo conocidos de diabetes, enfermedades cardiovasculares y ciertos cánceres. La evidencia previa apoya una relación inversa entre la AF y la grasa abdominal estimada por la circunferencia de la cintura (41 pág. 7)

Katzmarzyk (2007), investigó las relaciones entre la adiposidad, la actividad física, la aptitud física y el desarrollo de diabetes en una muestra diversa de canadienses compuesta por hombres y mujeres con un promedio de edad de 25 a 45 años. Donde se puede entender la diabetes como una consecuencia predisponente de la obesidad y el sobrepeso, por lo tanto, evaluó la relación de la actividad física en la incidencia de la diabetes y los índices de adiposidad, en un grupo de 1543 adultos canadienses (7.9 hombres y 834 mujeres), midiendo el índice de masa

corporal (IMC), circunferencia de cintura, aptitud musculo esquelético, aptitud cardiorrespiratoria, niveles de ocio y de actividad física; donde la edad media fue 36.8 años en hombres y 37.5 en mujeres.

Y así se concluyó que la actividad física (abdominales flexiones de brazo), fuerza combinada de agarres y flexibilidad de tronco en periodos de 3 a 5 días por 60 minutos, reducía un 23% aproximadamente la probabilidad de desarrollar diabetes, al mostrar disminución en indicadores como IMC, circunferencia de la cintura en un valor de 0,47 en hombres y 0,28 para mujeres en IMC y 2,4 cm en un periodo de 4 a 6 meses.

Los análisis durante el estudio confirmaron que ni la adiposidad, ni la aptitud física proporcionaron una predicción superior de la diabetes incidente. Así que de dicha forma se concluyó que la adiposidad ni la aptitud física fueron predictores importantes del desarrollo de diabetes en esta cohorte de canadienses (42 pág. 7), pero muchas proteínas producidas por el músculo esquelético inducidas por la actividad física dependen de la contracción; por lo tanto, la inactividad física probablemente conduce a una respuesta de mioquinas alterada, lo que podría proporcionar un mecanismo potencial para la asociación entre el comportamiento sedentario y muchas enfermedades crónicas (43)

Bélanger (2012), probó la hipótesis de que mayores periodos de tiempo sin la realización de actividad física conduce a mayores aumentos de grasa corporal durante la adolescencia. Así pues, dichas fluctuaciones de la actividad física parecen afectar la grasa corporal durante la adolescencia. Es posible que se necesiten intervenciones específicas por sexo dado que las mayores fluctuaciones de la actividad física parecen desfavorables para los niños y beneficiosas para las niñas (44 pág. 7).

El estudio de Andrew (2013) examinó una población de estudio que constaba de 360 oficiales del Departamento de Policía de Buffalo, Nueva York, donde las asociaciones transversales de índices de adiposidad, masa corporal magra y actividad física, con la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), un marcador para el control vagal cardíaco parasimpático. A partir de dicho estudio se concluyó que mayores niveles de actividad física, menores niveles de marcadores de adiposidad central y mayor masa magra en las extremidades, se asocia a mayor VFC en una población de policías. Esta asociación entre factores de riesgo modificables y marcadores de función autónoma sugiere que posibles intervenciones pueden mejorar la salud y el rendimiento (45).

Es sabido que la actividad física regular y el entrenamiento con ejercicios causan adaptaciones al TAB principalmente en la cavidad visceral y tejido subcutáneo, incluidas disminuciones en el tamaño de las células y el contenido de lípidos y aumentos en las proteínas mitocondriales (46 pág. 5). Así como también es conocido que el ejercicio aeróbico reduce la grasa hepática y el tejido adiposo visceral (TAV) (47).

En el 2015, Keating y colaboradores, examinaron la eficacia de las dosis de ejercicio comúnmente prescritas para reducir la grasa hepática y el TAV, en una población de 48 adultos. Donde el estudio no encontró diferencias significativas en la eficacia de la reducción de la grasa hepática por la dosis o la intensidad del ejercicio aeróbico. Por lo anterior concluían que todos los regímenes de ejercicio aeróbico empleados disminuyeron la grasa hepática y el TAV en una pequeña cantidad sin una pérdida de peso clínicamente significativa (47 pág. 5).

En un estudio realizado por Yung-Chih Chen en el 2017, donde se evaluó las correlaciones entre actividad física, VO₂ máx. y grasa corporal versus función autónoma de la respiración en niños. Se concluyó que ni la actividad física, ni la grasa corporal se asociaban con el perfil de

función autónoma de la respiración, mientras que el VO₂ máx. se correlacionó con el perfil de función autónoma en niños (48).

Arngrímsson y Ólafsdóttir (2016) investigaron la asociación entre la AF, el estado físico y el porcentaje de grasa en adolescentes, llegando a la conclusión de que la actividad física está asociada con el aumento del VO₂max en adolescentes de 18 años, pero un poco más de un tercio de esa asociación fue evaluada por el porcentaje de grasa, que disminuyó dicho aspecto. Lo que determinó que independientemente de la gordura, la AF es importante para el estado físico en este grupo de edad (49 pág. 8).

Longland (2016), realizó un ensayo prospectivo de grupos paralelos, aleatorizado, simple ciego. Durante un período de 4 semanas, en un grupo de hombres jóvenes que fueron asignados aleatoriamente ($n = 20/\text{grupo}$) para consumir una proteína baja, donde evidencio que la manipulación de la ingesta de proteínas en la dieta durante un déficit energético marcado, además del entrenamiento de ejercicio intenso, afectaría los cambios en la composición corporal logrando así que durante un déficit energético marcado, el consumo de una dieta que contenía $2,4 \text{ g de proteína} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ fue más eficaz que el consumo de una dieta que contenía $1,2 \text{ g de proteína} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{D}^{-1}$ para promover aumentos en la masa corporal magra y pérdida de masa grasa cuando se combina con un alto volumen de ejercicio de resistencia y anaeróbico (50 pág. 10).

Un estudio de Whitaker y colaboradores (2017), examinó en 3010 hombres y mujeres afroamericanos y caucásicos, de 42 a 59 años de edad, del Centro de desarrollo de riesgo de arteria coronario en adultos jóvenes (CARDIA), si los hábitos de vida sedentarios y el nivel de actividad física se asocian con el tejido adiposo visceral abdominal (TAVA), el tejido adiposo subcutáneo (TAS), el tejido adiposo intermuscular (TAIM) y la atenuación hepática. Se encontró una asociación positiva entre ver televisión y los depósitos de grasa mientras que la actividad física

presento una relación inversamente proporcional. El tiempo sedentario total se asoció con TAVA, TAIM y atenuación hepática en hombres blancos solo después de controlar la actividad física, TAS y otros posibles factores de confusión. Ningún otro comportamiento sedentario específico de una tarea se asoció con los depósitos de grasa. Concluyendo que los comportamientos sedentarios, en particular ver televisión, y los niveles de actividad física tienen asociaciones distintas e independientes con la deposición de grasa (51).

Por su parte Scotto di Palumbo (2017) probó la posibilidad de una reducción de la masa grasa localizada mediante programas de entrenamiento en un grupo de dieciséis mujeres físicamente inactivas (edad: 31 ± 4 ; IMC: $27,5 \pm 2,1$), asignadas aleatoriamente a dos grupos. Los datos sugieren que un programa de entrenamiento que implica ejercicio de fuerza explosivo localizado en aquellas del grupo estudio que completaron un programa de entrenamiento de 8 semanas, antes de una sesión de ejercicio de resistencia, puede apuntar a sitios específicos del tejido adiposo que provocan una pérdida de masa grasa localizada en las extremidades superiores e inferiores (52).

Dahl-Petersen (2017) examinó cómo el volumen total de AF y la reasignación del tiempo dedicado a diversas intensidades de AF medidas objetivamente se asociaron con la distribución de la grasa abdominal y general en adultos Inuit en Groenlandia. Se concluyó que el gasto energético de la actividad física se asocia con un menor IMC y grasa abdominal entre los inuit de Groenlandia (53).

Cayres (2018) analizó la relación longitudinal entre la ingesta de desayuno y la adiposidad en adolescentes, y el posible papel mediador de la AF en este fenómeno. Sin embargo, el desayuno sin saltarse no se relacionó significativamente con la gordura del tronco; sin embargo, la actividad física parece reducir la grasa del tronco en la muestra. Se concluyó que los adolescentes que

desayunan regularmente presentan menor grasa corporal independiente de la actividad física, mientras que la grasa del tronco disminuyó en los adolescentes que mejoraron la actividad física (54 pág. 7).

El propósito del estudio de Burrup (2018), fue examinar las complejidades de la relación entre el entrenamiento de fuerza y la composición corporal en 257 mujeres de mediana edad y cuantificar el efecto de estos factores en la asociación. Asimismo, cuanto más tiempo pasaban las mujeres levantando pesas y más intensamente entrenaban, mejor tendía a ser su composición corporal. Las diferencias en la edad, el consumo de energía y proteínas tuvieron poco efecto sobre las asociaciones. Se concluyó que cuantos más días, tiempo y esfuerzo dediquen las mujeres al entrenamiento de fuerza, menor será su grasa corporal y mayor será su masa libre de grasa. Una parte significativa de las diferencias en la composición corporal parece deberse a que los levantadores participan en más actividad física que los que no lo hacen (55 pág. 4).

El objetivo del estudio de Chen (2018), fue conocer si interrumpir la sesión prolongada de ocio y sedentarismo reduce las concentraciones de glucosa e insulina posprandial e influye en las vías de señalización molecular del músculo esquelético, pero se desconoce si la interrupción de la sesión también afecta al tejido adiposo. Este estudio realizado en 11 participantes (7 hombres y 4 mujeres posmenopáusicas) de 50 más o menos 5 años de edad (media $\pm$ DE), los cuales completaron etapas de alimentación con comidas mixtas que posteriormente se dividieron en grupos con sesiones de sentarse durante mucho tiempo en comparación con sentarse; y que al interrumpir la sesión con episodios cortos de actividad física (caminar durante 2 minutos cada 20 minutos, durante 5,5 horas) tiene efectos muy pronunciados sobre las concentraciones sistémicas de glucosa e insulina posprandial, pero esto no se traduce en los efectos correspondientes dentro del tejido adiposo (56).

Fabre (2018), determinó los mecanismos genómicos por los que el tejido adiposo responde al ejercicio agudo y crónico. Se perfiló la respuesta transcriptómica y epigenética al ejercicio agudo en tejido adiposo humano recolectado antes y después del entrenamiento de resistencia. Aunque los ejercicios agudos se realizaron a las mismas intensidades relativas, la magnitud de los cambios transcriptómicos después del ejercicio agudo se redujo con el entrenamiento de resistencia. El estado de entrenamiento afecta de manera diferencial la respuesta epigenética y transcriptómica al ejercicio agudo en el tejido adiposo humano (18).

En la investigación de Acosta (2020), el TAM ha ganado una atención considerable como posible objetivo terapéutico para la obesidad y la diabetes tipo 2; sin embargo, queda por determinar si la AF podría ser un estímulo eficaz para activar y reclutar TAM. Se concluyó que, aunque la AF juega un papel importante en la prevención de la obesidad y las comorbilidades relacionadas, parece que otros mecanismos fisiológicos, más que la activación o el reclutamiento del adipocito marrón, podrían moderar sus efectos metabólicos beneficiosos en adultos jóvenes sedentarios (57).

Christensen (2019), investigó en grupo de 50 participantes físicamente inactivos con obesidad abdominal, si una intervención de entrenamiento de resistencia de 12 semanas regula la masa de tejido adiposo epicárdico y pericárdico. Los tejidos adiposos epicárdico y pericárdico están emergiendo como importantes factores de riesgo de enfermedad cardiovascular y existe un interés creciente en descubrir estrategias para reducir la acumulación de grasa en estos depósitos. Se concluyó que, en individuos con obesidad abdominal, tanto el entrenamiento de resistencia como el de resistencia redujeron la masa de tejido adiposo epicárdico, mientras que solo el entrenamiento de resistencia redujo la masa de tejido adiposo pericárdico. Estos datos destacan la

posible importancia preventiva de diferentes modalidades de ejercicio como medio para reducir la grasa cardíaca en personas con obesidad abdominal (58).

Chagas (2019) analizó las interrelaciones entre la coordinación motora, la grasa corporal y la actividad física en adolescentes varones. El análisis de mediación reveló que el porcentaje de grasa corporal no se relacionó significativamente con la actividad física. Se concluyó que las correlaciones entre la coordinación motora y la actividad física pueden verse influenciadas por la grasa corporal en los adolescentes varones. Sin embargo, tanto la grasa corporal como la actividad física no fueron variables mediadoras. Quizás existen otros mecanismos complementarios que median las interrelaciones entre la coordinación motora, la grasa corporal y la actividad física en los adolescentes varones (59).

El entrenamiento físico mejora el control glucémico y aumenta el contenido mitocondrial y la capacidad respiratoria en el músculo esquelético. Se concluyó que la mejora de la sensibilidad a la insulina periférica después del entrenamiento de resistencia no está directamente relacionada con un aumento en las capacidades respiratorias mitocondriales en el músculo esquelético y ocurre sin un aumento en la capacidad respiratoria del tejido adiposo subcutáneo (60).

El objetivo del estudio de Čížková (2020) fue evaluar si el entrenamiento físico (EF) alivia la inflamación en el tejido adiposo (TA), particularmente en combinación con la suplementación con omega-3, y si los cambios en TA inducidos por EF pueden contribuir a una mejora de la sensibilidad a la insulina y la salud metabólica en los ancianos. Se concluyó que, en las mujeres mayores, la aptitud física se asocia con una menor inflamación en la TA. Esto puede contribuir a los resultados metabólicos beneficiosos logrados por la EF. Cuando se combinó con EF, la suplementación con omega-3 no tuvo efectos beneficiosos adicionales sobre las características inflamatorias de TA (61).

En la tabla 1 se resumen los efectos de la actividad y el ejercicio físico sobre el tejido adiposo, encontrados en la literatura científica revisada.

Tabla 1. *Efectos de la actividad física, el ejercicio físico sobre el tejido adiposo*

Efectos de la actividad física, el ejercicio físico sobre el tejido adiposo		
Autor(es)	Año	Efectos
Riechman, Schoen, Weissfeld, Thaete, & Kriska.	2002	Existe una relación inversa entre la AF y la grasa abdominal estimada por la circunferencia de la cintura
Adrew, y otros.	2013	Mayores niveles de actividad física se asocian con menores niveles de adiposidad central y mayor masa magra en las extremidades.
Keating, y otros.	2015	El ejercicio aeróbico reduce la grasa hepática y el tejido adiposo visceral.
Longland, Oikawa, Mitchell, Devries, & Phillips.	2016	El consumo de una dieta equilibrada promueve aumentos en la masa corporal magra y pérdida de masa grasa cuando se combina con un alto volumen de ejercicio de resistencia y anaeróbico.
Scotto Di Palumbo, Guerra, Orlandi, Bazzucchi, & Sacchett.	2017	Un programa de entrenamiento que implica ejercicio de fuerza explosivo localizado provoca una pérdida de masa grasa localizada en las extremidades superiores e inferiores.
Dahl-Petersen, Brage, Jerregaard, Tolstrup, & Jørgensen.	2017	El gasto energético de la actividad física se asocia con un menor IMC y grasa abdominal.
Burru, Tucker, Le Cheminant, & Bailey.	2018	Cuantos más días, tiempo y esfuerzo dediquen las mujeres al entrenamiento de fuerza, menor será su grasa corporal y mayor será su masa libre de grasa.
Christensen, y otros.	2019	En individuos con obesidad abdominal, tanto el entrenamiento de resistencia como el de fuerza redujeron la masa de tejido adiposo epicárdico, mientras que solo el entrenamiento de resistencia redujo la masa de tejido adiposo pericárdico

4. Discusión

Los estudios de ejercicio en humanos han indicado que el entrenamiento con ejercicios puede alterar la concentración de adipocinas circulantes, así como la expresión de adipocinas en

el tejido adiposo (29) además los comportamientos sedentarios, en particular ver televisión, y los niveles de actividad física tienen asociaciones distintas e independientes con la deposición de grasa (51). Muchas proteínas producidas por el músculo esquelético dependen de la contracción; por lo tanto, la inactividad física probablemente conduce a una respuesta de mioquinas alterada, lo que podría proporcionar un mecanismo potencial para la asociación entre el comportamiento sedentario y muchas enfermedades crónicas (43) , de lo anterior se puede inferir que las contracciones musculares producidas en diferentes tipos de actividad y ejercicio físico favorecen el consumo de grasas para la obtención de energía disminuyendo su volumen en el tejido adiposo y además de ello favoreciendo la producción y mantenimiento de proteínas musculares asociadas a los niveles de masa muscular y prevención de enfermedades.

Datos actuales sugieren que un programa de entrenamiento que implica ejercicio de fuerza explosivo localizado, antes de una sesión de ejercicio de resistencia, puede apuntar a sitios específicos del tejido adiposo que provocan una pérdida de masa grasa localizada en las extremidades superiores e inferiores (52), es posible encontrar una asociación con el concepto de deuda de oxígeno, la cual es la cantidad de oxígeno consumida por el organismo desde inmediatamente después de realizar un ejercicio hasta el consumo de oxígeno normal en reposo, al incluir en los programas rutinas de ejercicio de fuerza, que demanda altas cantidades de oxígeno para su recuperación y adicionalmente una rutina de resistencia, donde el sistema energético oxidativo es el preferente, se encuentra que toda la cantidad de oxígeno que llega a la mitocondria, metaboliza los ácidos grasos y por ende en la disminución del tejido adiposo tanto localizado por los ejercicios de fuerza, como a nivel general producto del ejercicio de resistencia de larga duración.

El gasto energético de la actividad física se asocia con un menor IMC y grasa abdominal (53), donde, entre mayores niveles de actividad y ejercicio físico, los niveles de tejido adiposo se reducen lo cual también se puede ver reflejado en el IMC, por lo cual se hace necesario mantener una dieta equilibrada en consumo y gasto energético, de acuerdo a las actividades que cada individuo desarrolla en vía de evitar la acumulación de energía en forma de tejido adiposo.

Finalmente, de la literatura revisada y los aspectos concluidos en los mismos anteriormente, cabe resaltar los siguientes estudios; que dentro de su desarrollo significaron hallazgos importantes a la hora de relacionar el efecto de la actividad física y el ejercicio sobre el tejido adiposo.

5. Conclusiones

Se encontró en los artículos revisados que, en individuos con obesidad abdominal, el entrenamiento de resistencia aeróbica redujo la masa de tejido adiposo epicárdico y pericárdico, lo cual destaca la importancia preventiva del ejercicio aeróbico como medio para reducir la grasa cardíaca en personas con obesidad abdominal.

Según la literatura, programas de entrenamiento que implican ejercicio de fuerza explosivo localizado, antes de una sesión de ejercicio de resistencia, apunta a sitios específicos del tejido adiposo que provocan una pérdida de masa grasa localizada en las extremidades superiores e inferiores.

Existe una fuerte asociación inversa gradual entre la actividad física y la obesidad, la actividad física de mayor intensidad puede ser más importante que la actividad total, jugando un papel importante en la prevención de la obesidad y las comorbilidades relacionadas.

Finalmente, lo que permite concluir positivamente que la realización de rutinas combinadas entre fuerza y resistencia sí garantiza la disminución del tejido adiposo, al incentivar un mayor consumo de ácidos grasos. Así mismo, la realización de AF y EF impacta en la mejora del estilo de vida y la disminución de las conductas sedentarias, que finalmente logran prevenir la aparición de enfermedades crónicas no transmisibles en la población adulta.

6. Aporte del Profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación

A lo largo de la revisión de los artículos investigados y la redacción de la presente monografía se puede observar que la actividad y el ejercicio físico representan aspectos favorables para la salud en términos disminución de tejido adiposo, índices de grasa corporal, sobrepeso y obesidad, así como la reducción de factores de riesgo asociados a enfermedades crónicas no transmisibles en cualquier tipo de población, representando una base de conocimientos para los profesionales egresados del programa de Cultura Física, Deporte y Recreación, en el momento de la construcción de programas de ejercicio físico para cualquier individuo, independientemente de la edad y condición de salud del mismo.

Un reto para el profesional en Cultura Física, Deporte y Recreación es hacer que las personas perciban cómo la aplicación de las cargas sobre su cuerpo tiene impacto sobre su composición corporal y por ende en su calidad de vida sin poner en riesgo su salud. Razón por la cual se hace imprescindible la individualización cada vez que se apliquen diferentes cargas en los programas de ejercicio físico, y en este caso puntual donde se busca reducir el tejido graso, ya que dicha individualización permite una consecución de objetivos de una forma óptima para cada persona.

7. Recomendaciones

Se sugiere continuar realizando investigaciones en el campo de la actividad y ejercicio físico con poblaciones más amplias, con el alto grado y nivel de evidencia especialmente en el área local, en la población mayor del área metropolitana de Bucaramanga los cuales, permitan generar descubrir cierto tipo de particularidades según las características de los sujetos como por ejemplo en los rangos de edad, según el género, según el rango y calificación del IMC, según las actividades de la rutina diaria, entre otras.

Para una investigación experimental se sugiere desarrollar dentro de los métodos, test de esfuerzo periódicamente en la población objetiva, para crear curvas de progresión teniendo en cuenta el grupo de edad, el género, y otras variables que puedan tenerse en cuenta.

Referencias

- (1) enfermedades, Asociacion de Capacitadores en Nutrición y Análisis corporal para prevenir. Composición corporal: Su importancia en la práctica clínica y algunas técnicas relativamente sencillas para su evaluación. Barranquilla : Salud Uninorte, 2009.
- (2) Chen, Y. C., Betts, J. A., Walhin, J. P., Thompson, D. Adipose Tissue Responses to Breaking Sitting in Men and Women with Central Adiposity. United Kingdom : Medicine and Science in Sports and Exercise, 2018.
- (3) Peso saludable: ¡No es una dieta, es un estilo de vida! Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. 2020.

- (4) Oleas Galeas Mariana, Barahona Amparito, Salazar Lugo Raquel. Índice de masa corporal y porcentaje de grasa en adultos indígenas ecuatorianos Awá. ALAN. Ecuador : ALAN , 2017.
- (5) Shengqiao, Michael E. Adrew. Adiposity, Muscle, and Physical Activity: Predictors of Perturbations in HeartRate Variability. New York : AMERICAN JOURNAL OF HUMAN BIOLOGY, 2013.
- (6) Wat, Tsiloulis &. Exercise and the Regulation of Adipose Tissue Metabolism. s.l. : Progress in molecular biology and translational science, 2015.
- (7) Obesidad y Sobrepeso. Organización Mundial de la Salud. 2021.
- (8) Adipocinas, tejido adiposo y su relación con células del sistema inmune. Muñoz, Fausto Sánchez, y otros. 2005, Gaceta médica de México.
- (9) Muñoz, Fausto Sánchez, y otros. 2005, Gaceta médica de México.
- (10) La tormenta perfecta: obesidad, disfunción del adipocito y consecuencias metabólicas. Ferranti, S y Dairsuh, M. 2009, Bioquímica, págs. 95-108.
- (11) W. Larry Kenney, Jack H. Wilmore, David L. Costill. Fisiología del deporte y el ejercicio . Indianapolis : s.n., 2014.
- (12) Sosa, Henríquez M. Programa Extraordinario de Actualización en Medicina y protocolos de practica clinica MEDICINE. España : DOYMA, 2006.
- (13) Gómez Echeverry, Lesly Lisbeth, Velásquez Restrepo, Sandra Milena, Castaño Rivera, Patricia, Valderrama Mejía, Sebastián, & Ruiz Molina, Madeleine Angélica. La antropometría y la baropodometría como técnicas de caracterización del pie y herramientas que proporcionan criterios de ergonomía y confort en el diseño y fabricación de calzado: una revisión sistemática. Barranquilla : Prospect, 2018.

- (14) Emilio Pariente Rodrigo, Carmen Ramos Barrón, José Manuel Olmos Martínez, José Luis Hernández Hernández. Relationship between the plasmatic level of thyrotropin and cardiovascular disease (the Camargo Cohort). España : Medicina Clínica, 2013.
- (15) Gallo, Robinson Cruz. Composición corporal a través del Análisis de Impedancia Bioeléctrica (BIA). s.l. : Nutrición Clínica, 2017.
- (16) Institute, Texas Heart. Body Mass Index. texas : s.n., 2022.
- (17) Barlow CE, Shuval K, Balasubramanian BA, Kendzor DE, Radford NB, DeFina LF. Association Between Sitting Time and Cardiometabolic Risk Factors After Adjustment for Cardiorespiratory Fitness, Cooper Center Longitudinal Study. s.l. : preventing chronic disease, 2013.
- (18) Vega Robledo Gloria Bertha, Rico-Rosillo María Guadalupe. Tejido adiposo: función inmune y alteraciones inducidas por obesidad. Mexico : Alerg, 2019.
- (19) The Effect of Aerobic and Resistance Training and Combined Exercise Modalities on Subcutaneous Abdominal Fat: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Clinical Trials. Yarizadeh, Habib, y otros. 2021, Advances in nutrition (Bethesda, Md.), págs. 179-196.
- (20) Tejido adiposo: heterogeneidad celular y diversidad funcional. Ràfols, Montserrat Esteve. 2014, Endocrinología y Nutrición, págs. 100-112.
- (21) Yelson Alejandro Picón-Jaimes, MD., MSc (c).¹ , Javier Esteban Orozco Chinome, MD.² , Jessica Molina-Franky, MD., PhD.³ , Mabel Patricia Franky Rojas., TR., Esp., MSc. Central control of body temperature and its alterations: fever, hyperthermia and. chile : medunab, 2020.

- (22) Biochemical adaptations in white adipose tissue following aerobic exercise: from mitochondrial biogenesis to browning. McKie, Greg L. y Wright, David C. 2020, The Biochemical journal, págs. 1061-1081.
- (23) Bajer, B., Vlcek, M., Galusova, A., Imrich, R., & Penesova, A. Exercise associated hormonal signals as powerful determinants of an effective fat mass loss. s.l. : Endocrine regulations, 2015.
- (24) Kuo, C. H., & Harris, M. B. Abdominal fat reducing outcome of exercise training: fat burning or hydrocarbon source redistribution. s.l. : Canadian journal of physiology and pharmacology, 2016.
- (25) Ismail, I., Keating, S. E., Baker, M. K., & Johnson, N. A. A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. s.l. : Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity, 2012.
- (26) Salud., Organización Mundial de la. irectrices de la OMS sobre la actividad física, el comportamiento sedentario y el sueño para menores de 5 años. 2020.
- (27) American Heart Association. Go red. 2018.
- (28) The Role of Exercise in the Interplay between Myokines, Hepatokines, Osteokines, Adipokines, and Modulation of Inflammation for Energy Substrate Redistribution and Fat Mass Loss: A Review. Gonzalez-Gil, Adrian M. y Elizondo-Montemayor, Leticia. 2020, Nutrients, pág. 1899.
- (29) Stanford, K. I., & Goodyear, L. J. Muscle-Adipose Tissue Cross Talk. s.l. : Cold Spring Harbor perspectives in medicine, 2018.
- (30) Effects of exercise on brown and beige adipocytes. Dewal, Revati S. y Stanford, Kristin I. 2019, Biochimica et biophysica acta. Molecular and cell biology of lipids, págs. 71-78.

- (31) Sanchez-Oliver, Antonio. Obesity Physiopathology: Current Perspectives. s.l. : Journal of Nutritional Biology, 2017.
- (32) Wedell-Neergaard, A. S., Lang Lehrskov, L., Christensen, R. H., Legaard, G. E., Dorph, E., Larsen, M. K., Launbo, N., Fagerlind, S. R., Seide, S. K., Nymand, S., Ball, M., Vinum, N., Dahl, C. N., Henneberg, M., Ried-Larsen, M., Nybing, J. D., Christensen,. Exercise-Induced Changes in Visceral Adipose Tissue Mass Are Regulated by IL-6 Signaling: A Randomized Controlled Trial. s.l. : Cell metabolism, 2019.
- (33) Castañer Marta, Saüch Glòria, Camerino Oleguer, Sánchez-Algarra Pedro, Anguera M. Teresa. Percepción de la intensidad al esfuerzo: un estudio multi-method en actividad física. s.l. : CPD , 2015.
- (34) Barbado, C. y Barranco, D. Manual del ciclo indoor avanzado. Paidotribo, Badalona. : s.n., 2007.
- (35) Burkhalter, Natalie. Instrument evaluation of Borg's perceived exertion scale in cardiac rehabilitation. texas : s.n., 2006.
- (36) Pallarés, Jesús & Morán-Navarro, Ricardo. Methodological approach to the Cardiorespiratory Endurance Training. s.l. : Journal of Sport and Health Research, 2012.
- (37) Mesa García M. D., Aguilera García C. M., Gil Hernández A. Importancia de los lípidos en el tratamiento nutricional de las patologías de base inflamatoria. 2006.
- (38) Mancilla, Rodrigo & Torres, Paola & Álvarez, Cristian & Schifferli, Ingrid & Sapunar, Jorge & Diaz, Erik. Ejercicio físico interválico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes con intolerancia a la glucosa. Chile : Revista Medica de Chile, 2014.

- (39) Medina-Cascales, J., Alarcón-López, F., Castillo-Díaz, A., & Cárdenas-Vélez, D. Efecto del ejercicio y la actividad física sobre las funciones ejecutivas en niños y en jóvenes. Una revisión sistemática. s.l. : SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte, 2019.
- (40) Yan, Z., Lira, V. A., & Greene, N. P. Exercise training-induced regulation of mitochondrial quality. s.l. : exercise and sport sciences reviews, 2012.
- (41) Riechman, S. E., Schoen, R. E., Weissfeld, J. L., Thaete, F. L., & Kriska, A. M. Association of physical activity and visceral adipose tissue in older women and men. s.l. : Obesity research, 2002.
- (42) Katzmarzyk, Peter & Craig, C & Gauvin, Lise. Adiposity, physical fitness and incident diabetes: the physical activity longitudinal study. s.l. : .Diabetologia, 2007.
- (43) Pedersen, B. K., & Febbraio, M. A. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. s.l. : Nature reviews, 2012.
- (44) Bélanger, M., O'Loughlin, J., Karp, I., Barnett, T. A., & Sabiston, C. M. Physical activity fluctuations and body fat during adolescence. s.l. : Pediatric obesity, 2012.
- (45) Michael E. Andrew Shengqiao ATSAKANOVA, 1. Adiposity, Muscle, and Physical Activity: Predictors of Perturbations in Heart. 2013.
- (46) Motiani, P., Virtanen, K. A., Motiani, K. K., Eskelinen, J. J., Middelbeek, R. J., Goodyear, L. J., Savolainen, A. M., Kemppainen, J., Jensen, J., Din, M. U., Saunavaara, V., Parkkola, R., Löyttyniemi, E., Knuuti, J., Nuutila, P., Kalliokoski, K. K., & Ha. Decreased insulin-stimulated brown adipose tissue glucose uptake after short-term exercise training in healthy middle-aged men. s.l. : Diabetes, obesity & metabolism, 2017.

- (47) Keating, S. E., Hackett, D. A., Parker, H. M., O'Connor, H. T., Gerofi, J. A., Sainsbury, A., Baker, M. K., Chuter, V. H., Caterson, I. D., George, J., & Johnson, N. A. Effect of aerobic exercise training dose on liver fat and visceral adiposity. s.l. : Journal of hepatology, 2015.
- (48) Chen, Y. C., Travers, R. L., Walhin, J. P., Gonzalez, J. T., Koumanov, F., Betts, J. A., & Thompson, D. Feeding influences adipose tissue responses to exercise in overweight men. s.l. : American journal of physiology. Endocrinology and metabolism, 2017.
- (49) Olafsdottir, A. S., Torfadottir, J. E., & Arngrimsson, S. A. Health Behavior and Metabolic Risk Factors Associated with Normal Weight Obesity in Adolescents. s.l. : PloS one, 2016.
- (50) Longland, T. M., Oikawa, S. Y., Mitchell, C. J., Devries, M. C., & Phillips, S. M. Higher compared with lower dietary protein during an energy deficit combined with intense exercise promotes greater lean mass gain and fat mass loss: a randomized trial. s.l. : American journal of clinical nutrition, 2016.
- (51) Sedentary Behavior, Physical Activity, and Abdominal Adipose Tissue Deposition. Whitaker, K, y otros. 2017, Medicine and science in sports and exercise, págs. 450-458.
- (52) Scotto di Palumbo, A., Guerra, E., Orlandi, C., Bazzucchi, I., & Sacchetti, M. Effect of combined resistance and endurance exercise training on regional fat loss. s.l. : The Journal of sports medicine and physical fitness, 2017.
- (53) Dahl-Petersen, Inger & Brage, Soren & Bjerregaard, Peter & TOLSTRUP, JANNE & Jørgensen, Marit. Physical Activity and Abdominal Fat Distribution in Greenland. s.l. : Medicine and science in sports and exercise, 2017.
- (54) Cayres, S. U., Urban, J. B., & Fernandes, R. A. Physical Activity and Skipping Breakfast Have Independent Effects on Body Fatness Among Adolescents. s.l. : Journal of pediatric gastroenterology and nutrition, 2018.

- (55) Burrup, R., Tucker, L. A., LE Cheminant, J. D., & Bailey, B. W. Strength training and body composition in middle-age women. s.l. : The Journal of sports medicine and physical fitness, 2018.
- (56) Chen, Y. C., Betts, J. A., Walhin, J. P., & Thompson, D. Adipose Tissue Responses to Breaking Sitting in Men and Women with Central Adiposity. s.l. : Medicine and science in sports and exercise, 2018.
- (57) González TR, Acosta GFA, Trimiño GL. Factores de riesgo metabólico y enfermedad cardiovascular asociados a obesidad en una población laboralmente activa. s.l. : Rev Cubana Med Gen Integr, 2020.
- (58) Christensen, R. H., Wedell-Neergaard, A. S., Lehrskov, L. L., Legaard, G. E., Dorph, E., Larsen, M. K., Launbo, N., Fagerlind, S. R., Seide, S. K., Nymand, S., Ball, M., Vinum, N. B., Dahl, C. N., Henneberg, M., Ried-Larsen, M., Boesen, M. P., Christensen. Effect of Aerobic and Resistance Exercise on Cardiac Adipose Tissues: Secondary Analyses From a Randomized Clinical Trial. s.l. : JAMA cardiology, 2019.
- (59) Chagas, D. V., & Batista, L. A. Relationships among motor coordination, body mass index and physical activity in adolescents with different weight status. s.l. : Arch. De Med. Del. Deporte, 2019.
- (60) Hoffmann, C., Schneeweiss, P., Randrianarisoa, E., Schnauder, G., Kappler, L., Machann, J., Schick, F., Fritsche, A., Heni, M., Birkenfeld, A., Niess, A. M., Häring, H. U., Weigert, C., & Moller, A. Response of Mitochondrial Respiration in Adipose Tissue and Muscle to 8 Weeks of Endurance Exercise in Obese Subjects. s.l. : The Journal of clinical endocrinology and metabolism, 2020.

- (61) Čížková, T., Štěpán, M., Daďová, K., Ondrůjová, B., Sontáková, L., Krauzová, E., Matouš, M., Koc, M., Gojda, J., Kračmerová, J., Štich, V., Rossmeislová, L., & Šiklová, M. Exercise Training Reduces Inflammation of Adipose Tissue in the Elderly: Cross-Sectional and Randomized Interventional Trial. s.l. : The Journal of clinical endocrinology and metabolism, 2020.
- (62) Muñoz, Fausto Sánchez, y otros. 2005, Gaceta médica de México.

Apéndices

Apéndice A. *Resumen de la evidencia científica filtrada, analizada y sintetizada para la revisión sistemática*

Relación entre la actividad y ejercicio físico con la disminución en el tejido adiposo

#	Año	Revista	Título y autores	Población	Variables	Resultados
---	-----	---------	------------------	-----------	-----------	------------

1	2011	2	A systematic review and meta-analysis of the effect of aerobic vs. resistance exercise training on visceral fat. I. Ismail¹, S. E. Keating, M. K. Baker and N. A. Johnson¹, aerobic	2145 participantes mujeres adultas	Intensidad nivel de AF	Se evaluó el efecto en el tejido adiposo visceral del ejercicio aeróbico versus el entrenamiento de resistencia, encontrando que en una población de 2145 participantes predominando mujeres, el ejercicio de resistencia no significó una reducción o un impacto importante en la disminución del tejido adiposo en comparación con aquellos que realizaron ejercicio aeróbico, donde se hace énfasis que es determinante el periodo de realización de entrenamiento contemplando de 4 a 52 semanas con una frecuencia de 3 a 5 días por semana en intensidades del 49% al 85 % en capacidad aeróbica. Lo que a nivel de salud pública es lo mínimo necesario para influir positivamente en la prevención y el manejo de sobrepeso en la
---	------	---	---	------------------------------------	------------------------	--

						obesidad, al disminuir el tejido adiposo visceral
2	2016	2	Abdominal fat-reducing outcome of exercise training: Fat burning or hydrocarbon source redistribution Chia-Hua Kuo ¹ , and M. Brennan Harris	Estudio aleatorio realizado en hombres que realizan levantamiento de pesas	Metabolismo Circunferencia abdominal	Al conocer que el tejido muscular como el adiposo poseen una alta capacidad para absorber y almacenar hidrocarburos (grasas, carbohidratos, y proteínas) es sin duda una determinante en el tamaño en el tejido graso abdominal, pues depende de la distribución de las fuentes de energía posprandial de grasas frente al uso del tejido esquelético. Este se reafirma por un estudio aleatorio realizado en hombres que realizan levantamiento de pesas, que al consumir una comida inmediatamente antes y después del entrenamiento, demostraron una disminución de la masa grasa y aumento de la masa corporal magra, en comparación con aquellos que solo consumen una comida en la

					mañana y otra en la noche. Simultaneo a este estudio se realizó un ensayo en ratones, que al retrasar la comida en 4 horas posterior al estrés físico dio como resultado una mayor acumulación de grasa. Concluyendo así que el concepto de quema de grasa se puede ver desde un mayor consumo de energía por la contracción muscular, ya que se traduce en una mayor oxidación de ácido graso, lo que termina por reducir la grasa abdominal, gracias a la redistribución de los mismos para el gasto energético en lugar de la acumulación de estos. En más detalle el ejercicio aumenta la lipólisis al convertir los ácidos grasos en dióxido de carbono en actividades donde el oxígeno no es suficiente, lo que permite pensar que estaría siendo más
--	--	--	--	--	---

						ideal el entrenamiento aeróbico, que permite redireccionar el consumo de ácidos grasos.
3	2018	2	Yung-Chih Chen, James A. Betts, Jean-Philippe Walhin, and Dylan Thompson	11 participantes (7 hombres y 4 mujeres posmenopáusicas) entre 35 y 64 años con aumento de la adiposidad central	Actividad física Metabolismo Tejido adiposo	Evaluar la influencia de las pausas activas y la actividad física en personas con sedentarismo. Donde se concluyó que la interrupción de la actividad al estar sentado de forma, prolongada y agregar episodios cortos de caminata, reducía la glicemia – insulinemia postprandial induciendo la expresión de genes involucrados en el metabolismo de la glucosa, y generando cambios en el músculo esquelético, disminuyendo así, aunque no en forma relevante la masa de tejido adiposo.
4	2007	2	Adiposity, physical fitness and incident diabetes: the physical activity longitudinal study	Grupo de 1543 adultos canadienses (7.9 hombres y 834 mujeres)	Diabetes Índices de adiposidad IMC	Se puede entender la diabetes como una consecuencia predisponente de la obesidad y el sobrepeso, por lo tanto en un estudio

			P. T. Katzmarzyk & C. L. Craig & L. Gauvin		Circunferencia de cintura	realizado en 2007, evaluó la relación de la actividad física en la incidencia de la diabetes y los índices de adiposidad, en un grupo de 1543 adultos canadienses (7.9 hombres y 834 mujeres), midiendo IMC, circunferencia de cintura, aptitud muscular esquelético, aptitud cardiorrespiratoria, niveles de ocio y de actividad física; donde la edad media fue 36.8 años en hombres y 37.5 en mujeres. Donde se concluyó que la actividad física (abdominales flexiones de brazo, fuerza combinada de agarres y flexibilidad de tronco en periodos de 3 a 5 días por 60 minutos, reducía un 23% aproximadamente la probabilidad de desarrollar diabetes, al mostrar disminución en indicadores como IMC, circunferencia de la cintura en un
--	--	--	--	--	---------------------------	---

						valor de 0,47 en hombres y 0,28 para mujeres en IMC y 2,4 cm en un periodo de 4 a 6 meses
5	2018	2	Association of Objectively Measured Physical Activity with Brown Adipose Tissue Volume and Activity in Young Adults Francisco M. Acosta, Borja Martinez-Tellez, Guillermo Sanchez-Delgado, Jairo H. Migueles, Miguel A. Contreras-Gomez, Wendy D. Martinez-Avila, Elisa Merchan-Ramirez, Juan M. A. Alcantara, Francisco J. Amaro-Gahete, Jose M. Llamas-Elvira, and Jonatan R. Ruiz	130 jóvenes adultos sanos y sedentarios (67% mujeres)	Frecuencia de actividad física Circunferencia abdominal	En un estudio realizado a 130 jóvenes adultos sanos y sedentarios (67% mujeres). Todas las evaluaciones se hicieron en un periodo de 6 meses, en edades de 18 a 25 años, en una frecuencia de actividad física de 3 días por semana en un periodo de 20 minutos. De esta forma se concluyó que el ejercicio al generar calor por la contracción muscular juega un papel importante en el tejido adiposo visceral al realizar actividad física.
6	2018	2	Exercise-induced adaptations to white and brown adipose tissue Adam C. Lehnig and Kristin I. Stanford	Hombres sanos y sedentarios adultos	Intensidad de actividad física Metabolismo	El tejido adiposo se considera principalmente como un tejido involucrado en el almacenamiento de energía; sin embargo, esto puede verse afectado por factores como el

						ejercicio, que al ser definido como episodios regulares de actividad física durante un lapsus de semanas meses o años, puede tener efectos bien establecidos sobre el tamaño de los adipocitos, la actividad mitocondrial, la secreción de adipocinas y la expresión genética del mismo. Un estudio concluyo que una intervención de ejercicio leve de 6 meses en 3 horas por semana en hombre sanos y sedentarios aumento la expresión de genes implicados en la oxidación de los ácidos
						grasos lo que se traduce en una disminución significativa de los tejidos adiposos viscerales de los sujetos.
7	2010	2	Fat as a fuel: emerging understanding of the adipose tissue– skeletal muscle axis K. N. Frayn	Adultos aleatorizados en hombres y mujeres sedentarios	Ejercicio físico Oxidación	La contracción muscular coincide con un aumento en la entrega de ácidos grasos por parte del tejido adiposo durante el ejercicio ligero, lo

						que permite concluir que la mayor parte del combustible energético producido y oxidado por los músculos viene de este tejido. A medida que se prolonga el ejercicio, aumente la importancia de estos ácidos grasos ya que complemente el suministro de energía para el uso de los músculos. De esta forma a través de la literatura se puede evidenciar la incapacidad del tejido adiposo para soportar el ejercicio de alta intensidad, por el desplazamiento de las grasas en otras formas de oxidación que logra la disminución de los tejidos adiposos.
8	2017	2	Feeding Influences adipose tissue responses to exercise in overweight men Yung-Chih Chen, Rebecca L. Travers, Jean-Philippe Walhin, Javier T. Gonzalez,	10 hombre sanos con sobrepeso de 25 a 30 años, con una circunferencia de cintura de 105 cm en caminatas de 60 minutos durante un periodo de 3 a 4 semanas	Circunferencia de cintura Perímetro abdominal	Durante el ejercicio de intensidad moderada, el tejido adiposo proporciona gran parte de la energía para trabajar el músculo esquelético a través de la movilización de

			Francoise Koumanov, James A. Betts and Dylan Thompson ¹ .			triglicéridos almacenados. Lo que implica que el ejercicio inicia una serie de respuestas en el tejido adiposo como el aumento del flujo sanguíneo y la expresión de adipocinas. Se evaluó en 10 hombre sanos con sobrepeso de 25 a 30 años, con una circunferencia de cintura de 105 cm en caminatas de 60 minutos durante un periodo de 3 a 4 semanas. Lo que permitió concluir que en niveles más altos de aptitudes físicas (intensidades mayores al 60% evito el aumento de los tejidos
9	2000	2	Lipid Metabolism During Exercise Romolo F. Ranallo and Edward C. Rhodes	Sujetos masculinos no entrenados	Intensidad Frecuencia Ejercicio de resistencia	El tejido adiposo representa el área de almacenamiento más grande de triglicéridos en el cuerpo. Los adipocitos ubicados dentro del tejido se estimulan por las hormonas lipolíticas como la adrenalina, que actúa sobre los receptores adrenérgicos durante el

						ejercicio. La tasa de lipólisis depende en gran medida de varias hormonas como las catecolaminas; durante el ejercicio de intensidad y tiempo creciente los niveles de estas hormonas aumentan exponencialmente el uso de los ácidos grasos lo que permite afirmar que la grasa es el combustible de elección durante las sesiones de ejercicio de larga duración ya que aumentan el metabolismo de las grasas un ejemplo de este mecanismo fue un estudio realizado por HURLEY que indicó una mayor dependencia de los ácidos grasos en el gasto energético durante pruebas de ejercicios de ciclo ergometría por dos horas al 64% de intensidad; lo que se tradujo en un remplazo de las fuentes de energía derivada de carbohidratos por una mayor movilización de ácidos grasos lo
--	--	--	--	--	--	---

						que concluye una disminución en los depósitos de grasa intramusculares.
10	2019	2	Effect of Aerobic and Resistance Exercise on Cardiac Adipose Tissues Secondary Analyses From a Randomized Clinical Trial Regitse Højgaard Christensen, MD; Anne-Sophie Wedell-Neergaard, MD, PhD; Louise Lang Lehrskov, MD, PhD; Grit Elster Legaard, MD; Emma Dorph, MD; Monica Korsager Larsen, MD; Natja Launbo, MSc; Sabrina Ravn Fagerlind, MSc; Sidsel Kofoed Seide, MSc; Stine Nymand, MSc; Maria Ball, MSc; Nicole Buchner Vinum, MSc; Camilla Nørfelt Dahl, MSc; Marie Henneberg, MSc; Mathias Ried-Larsen, PhD; Mikael Ploug Boesen, DMSc; Robin Christensen, PhD; Kristian Karstoft, MD, PhD; Rikke	Hombres y mujeres mayores de 18 años inactivos con obesidad abdominal	Circunferencia de la cintura Edad Cardiopatía MRI	En este estudio los participantes con la relación cintura / altura era $\geq 0,5$ y / o la circunferencia de la cintura era ≥ 88 cm para las mujeres y ≥ 102 cm para los hombres y mayores de 18 años. Los criterios de exclusión fueron cardiopatía isquémica, diabetes, fibrilación auricular, embarazo, tratamiento con inmunoterapia u otros fármacos reumáticos biológicos y condiciones de salud que impedían la realización de resonancias magnéticas (MRI) y ejercicio. Por lo tanto, se concluyó que, en individuos con obesidad abdominal, tanto el entrenamiento de resistencia como el de fuerza redujeron la masa de tejido adiposo epicárdico, mientras que solo el entrenamiento

			Krogh-Madsen, MD, PhD; Jaya Birgitte Rosenmeier, MD, PhD; Bente Klarlund Pedersen, DMSc; Helga Ellingsgaard, PhD			de fuerza redujo la masa de tejido adiposo pericárdico. Estos datos resaltan la potencial importancia preventiva de las diferentes modalidades de ejercicio como medio para reducir la grasa cardíaca en personas con obesidad abdominal.
11	2017	2	Feeding influences adipose tissue responses to exercise in overweight men Yung-Chih Chen ¹ , Rebecca L. Travers ¹ , Jean-Philippe Walhin ¹ , Javier T. Gonzalez ¹ , Françoise Koumanov ¹ , James A. Betts ¹ and Dylan Thompson ¹ 7.	Diez hombres sanos con sobrepeso de 26 ± 5 años (media ± DE) con una circunferencia de cintura de 105 ± 10 cm	Circunferencia de cintura Frecuencia cardíaca Dieta	Durante el ejercicio de intensidad moderada, el tejido adiposo proporciona gran parte de la energía para trabajar el músculo esquelético a través de la movilización del triacilglicerol almacenado. El ejercicio también inicia una serie de otras respuestas en el tejido adiposo, como el aumento del flujo sanguíneo y la expresión alterada de varias adipocinas dentro del tejido adiposo subcutáneo abdominal. Los días de prueba consistieron en caminar durante 60 minutos al 60% del VO ₂ máx. En condiciones FASTED o FED en un diseño aleatorizado y contrapeso separado por un período de lavado de 3-4 semanas. Se seleccionó esta intensidad y duración del ejercicio porque se basa en gran medida en los ácidos grasos movilizados del tejido

						adiposo y también porque es el tipo de ejercicio recomendado en las últimas posiciones. Para ser elegible para participar, los participantes debían tener sobrepeso y una circunferencia de cintura de 94-128 cm. También se requirió que los participantes mantuvieran un peso estable durante 101 al menos 3 meses. Por lo tanto, la alimentación tiene el potencial de afectar las respuestas agudas del tejido adiposo al ejercicio y, dado el importante papel que desempeña el tejido adiposo en la salud y la naturaleza de estos cambios, proponen que la alimentación antes del ejercicio atenúe algunos de los efectos secundarios. cambios relacionados con la salud inducidos por el entrenamiento físico. Se han realizado estudios en los que se midió la capacidad de ejercicio entre muestras grandes y se
						ha demostrado que los niveles más altos de aptitud física se asocian de forma independiente con tasas más bajas de cardiopatía coronaria, mortalidad por todas las causas u otras enfermedades crónicas, como el cáncer y la diabetes.
12	2007	2	Objectively Measured Physical Activity and	11.952 niños de 11 años	Diabetes Aceleración	La obesidad es fundamentalmente el resultado de un desequilibrio energético

			Fat Mass in a Large Cohort of Children Andy R. Ness1*, Sam D. Leary2, Calum Mattocks2, Steven N. Blair3, John J. Reilly4, Jonathan Wells5, Sue Ingle2, Kate Tilling2, George Davey Smith2, Chris Riddoch6		Composición corporal crónico. Los datos de las encuestas dietéticas sugieren que los niveles de obesidad en la población han aumentado ante la disminución de la ingesta energética, lo que implica que la inactividad puede ser importante para explicar las tendencias temporales de la obesidad. A todos los niños que asistieron a la clínica de 11 años se les pidió que usaran un acelerómetro MTI Actigraph AM7164 2.2 durante siete días. El Actigraph es un sensor de movimiento electrónico que comprende un acelerómetro de plano único (vertical). La composición corporal se midió en la clínica de 11 años. La altura se midió con los zapatos y los calcetines quitados utilizando un estadiómetro Harpenden. El peso se midió con un analizador de grasa corporal Tanita TBF 305 y una balanza. El IMC se calculó como el peso (en kilogramos) dividido por la altura al cuadrado (en metros). La masa grasa y la masa magra se midieron utilizando un escáner Lunar Prodigy DXA. La masa grasa del tronco se estimó utilizando la región automática de interés que incluía el tórax, el abdomen y la pelvis. Los escaneos se inspeccionaron visualmente y se realinearon cuando fue necesario. Se utilizaron dos
--	--	--	---	--	--

						variables de actividad física: la actividad física total y el tiempo dedicado a la actividad física moderada y vigorosa (MVPA). La actividad física total fue el volumen total de actividad física e incluyó actividades en diferentes intensidades. La actividad física total se midió como el promedio de cuentas por minuto (cpm) durante el período de registro válido. Del grupo estudio, 7.159 (59,9%) acudieron a la clínica y 6.622 (92,5%) aceptaron llevar un Actigraph. De los niños que aceptaron participar, 5.595 (84,5%) devolvieron Actigraphs que cumplían con los criterios de validez. Las estimaciones de la composición corporal de la exploración DXA estaban disponibles en 5.500 niños con medidas válidas de actividad física. Los niveles de actividad física medidos objetivamente fueron más altos en los niños que en las niñas, 663 frente a 605 cpm (p, 0,001). Los niños que asistieron a la clínica tenían más probabilidades de ser niñas. La etapa de la pubertad se asoció con niveles más bajos de actividad física, mayor masa magra y mayores probabilidades de obesidad en las niñas y con una mayor masa magra en los niños (datos no publicados). Existe una fuerte asociación transversal entre la física
--	--	--	--	--	--	---

						actividad y obesidad, y que es más fuerte para mayor intensidad actividad física. Nuestros datos sugieren que un modesto aumento en la actividad física de 15 minutos de MVPA se asocia con menores probabilidades de obesidad de más del 50% en los niños y casi el 40% en las niñas. Aunque la actividad física total y la MVPA se
						correlacionaron estrechamente, lo que sugiere que los niños con altos niveles de MVPA tienen altos niveles de actividad física total, nuestros datos brindan apoyo empírico para la evaluación física actual. Recomendaciones de actividad para niños que se enmarcan en términos de MVPA en lugar de actividad física total. Nuestros resultados sugieren que, aunque los niveles más altos de actividad física se asocian con un riesgo reducido de obesidad tanto en niños como en niñas, la fuerza de la asociación entre el nivel de actividad física y la obesidad difiere entre niños y niñas. Esto puede deberse a que la actividad física tiene un efecto más fuerte sobre el apetito y la saciedad en los niños, o puede ser que las niñas utilicen la restricción dietética más que los niños para regular su peso.

