



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

---

ESPECIALIZACIÓN EN PROGRAMACIÓN Y EVALUACIÓN DEL

EJERCICIO

**EFFECTO DE DIFERENTES PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO EN**

**SUJETOS CON SOBREPESO SEDENTARIOS**

---

Alumno: Güimil, Gonzalo

Cohorte 2013

Director: Casas, Adrián

Fecha: Mayo de 2015

# **EFFECTO DE DIFERENTES PROGRAMAS DE ENTRENAMIENTO EN**

## **SUJETOS CON SOBREPESO SEDENTARIOS.**

Prof. Lic. Güimil, Gonzalo.

Universidad Nacional de La Plata.

Mayo de 2015.

### **RESUMEN**

El propósito de este estudio es comprobar los efectos de diferentes planes de entrenamiento en la composición corporal y sobre factores de riesgo cardiovascular en sujetos con sobrepeso.

La muestra está compuesta por 6 hombres sedentarios con sobrepeso. Considerando así, a aquellos sujetos con un IMC >25, un perímetro de cintura >88 cm y una  $\Sigma$  de los 3 pliegues >57 (subescapular, abdominal y supraespinal). Es condición que no hayan realizado ejercicio sistemáticamente en los últimos 6 meses. Se pide a los participantes que no realicen cambios significativos en sus dietas. Todos adultos de entre 22 y 45 años de edad.

La intervención dura 8 semanas, con una frecuencia de 3 veces por semana (lunes, miércoles y viernes). Se realizó a todos una evaluación de los siguientes parámetros de salud cardiovascular: colesterol total, perfil lipídico, tensión arterial,  $VO_2$  máx., IMC, C<sub>Ca</sub>/Ca,  $\Sigma$  3 pliegues cutáneos del tronco, antes y después de finalizar la intervención.

Los 6 participantes fueron divididos aleatoriamente en 4 grupos: el grupo control que no realiza ningún plan de entrenamiento; el grupo de ejercicios de fuerza que realizó las primeras 2 semanas 8 ejercicios al 55% de la MR estimativa y las posteriores 6 semanas 10 ejercicios entre el 60% a 65% de la MR estimativa; el grupo de ejercicios aeróbicos que trabajó al 55% - 60%

del VO<sub>2</sub> máx. caminando de forma continua con un volumen de 30 a 40 minutos de duración por sesión; y por último, el grupo de entrenamiento mixto que alternó un día de trabajo de fuerza y un día aeróbico con la misma metodología descrita anteriormente.

**Objetivo general.** Analizar los efectos de diferentes planes de entrenamiento sobre la composición corporal y factores de riesgo cardiovascular en sujetos con sobrepeso.

**Objetivos específicos.**

- Medir parámetros antropométricos en los participantes ( $\Sigma$  3 pliegues, CCi/Ca, IMC).
- Realizar protocolos de evaluación de VO<sub>2</sub> máx. para sujetos sedentarios y obtener el valor del mismo a través de fórmulas (método indirecto – test de 1 milla).
- Programar planes de entrenamiento con diferentes orientaciones y supervisar que sean llevados a cabo de manera idónea.
- Conocer la salud cardiovascular de los participantes antes y después de la intervención.
- Evaluar y comparar las intervenciones (pre – post).
- Obtener un método de trabajo adecuado para sujetos con sobrepeso.
- Problematizar cuáles son los objetivos de un programa de entrenamiento en sujetos con sobrepeso y obesidad.

**Resultados.** En primer lugar el grupo control muestra algunos cambios significativos (> 5%) como un aumento de los triglicéridos en sangre y del colesterol total, que tienen un carácter negativo. Las demás variables se modificaron muy poco.

El grupo de trabajo aeróbico tuvo un gran aumento (11,79%) en el VO<sub>2</sub> máx., (indicador de salud cardiovascular) una gran disminución (11,27%) en la  $\Sigma$  de los 3 pliegues y de los niveles de triglicéridos (5,26%). El resto de las variables no alcanzó cambios mayores a un 5% pero, en todos los casos arrojaron datos positivos, con la excepción del HDL que se redujo en un 3,92%.

El grupo de fuerza también tuvo un incremento significativo (5,81%) del VO<sub>2</sub> máx. aunque en menor medida que el grupo aeróbico. Una disminución de 6,05% en los triglicéridos en sangre, y un aumento del colesterol, principalmente del HDL (6,31%).

El grupo de trabajo mixto tuvo un gran aumento del VO<sub>2</sub> máx (9,15%) y una disminución muy importante (12,8%) de la  $\Sigma$  de los 3 pliegues.

**Conclusión.** En un programa de 8 semanas de ejercicio, realizado 3 veces por semana, con diferentes orientaciones (aeróbico, fuerza y mixto) todos los grupos de ejercicio mostraron mejoras en las diferentes variables analizadas en comparación al grupo control. Se puede observar que el VO<sub>2</sub> máx. mejoró mucho principalmente en el grupo aeróbico y en el mixto, al igual que la  $\Sigma$  de los 3 pliegues (disminuyó mucho también en estos grupos). Parecería ser que a largo plazo un plan de ejercicio combinado sería adecuado en sujetos con sobrepeso y obesidad, ya que aportaría beneficios para mejorar la salud cardiovascular y modificar la composición corporal del sujeto.

#### **Abreviaturas.**

CCi/Ca: Índice Cintura/Cadera.

Col-LDL: Colesterol LDL.

Col-HDL: Colesterol HDL.

ECC: Enfermedades Cardio Coronarias.

DM2: Diabetes Mellitus Tipo 2.

FC: Frecuencia Cardíaca

FCM: Frecuencia Cardíaca Máxima

FRCV: Factores de Riesgo Cardiovasculares.

IMC: Índice de Masa Corporal.

MR: Máxima Repetición.

PAD: Presión Arterial Diastólica.

PAS: Presión Arterial Sistólica.

PC: Perímetro de Cintura.

SM: Síndrome Metabólico.

TG: Triglicéridos.

**Palabras Claves.** Sobrepeso – Planificación – Ejercicio

## **Materiales y Métodos**

Peso. Balanza CAM

IMC y CCI. Balanza CAM y cinta antropométrica Calibres Argentinos.

Tensión Arterial. Tensiómetro aneroide SAN-UP.

TG totales. Método enzimático colorimétrico

Colesterol. Método enzimático colorimétrico

VO2 máx. Test de 1 milla.

## **INDICE**

Resumen	1
Índice	5
Introducción y marco teórico	6
Consideraciones generales del sobrepeso y obesidad	6
Factores de riesgo cardiovascular	10
El Ejercicio	15
Ejercicio en sujetos con Sobrepeso y Obesos	22
Ejercicios Cardiovasculares en sujetos con Sobrepeso y Obesidad	25
PANM en sujetos con Sobrepeso y Obesidad	33
Ejercicio cardiovascular o PANM en sujetos con Sobrepeso y Obesidad	41
Ejercicio Combinado en sujetos con Sobrepeso y Obesidad	44
Grupo de Ejercicio Aeróbico	47
Grupo de Fuerza	49
Evaluaciones	50
Test de una milla	52
Test de repetición máxima	53
Composición Corporal y Medidas Antropométricas	54
Método enzimático colorimétrico	60
Materiales y métodos	61
Resultados	65
Conclusiones y discusiones	68
Bibliografía	69

## **INTRODUCCIÓN Y MARCO TEÓRICO**

**Consideraciones generales del Sobrepeso y Obesidad.** La obesidad es una enfermedad crónica de origen multifactorial que tiene como característica un exceso de grasa corporal, generada por un aumento del tamaño (hipertrofia) y/o del número de los adipocitos (hiperplasia) y asociada con un balance energético positivo. El aumento de la cantidad de población obesa está directamente relacionado con la disminución de actividad física y dietas con alto contenido energético.

El término obesidad proviene de la expresión griega ob-edere que significa “sobre-ingesta”. Su etiopatogenia deriva de múltiples factores, ya sea sociales, ambientales, culturales, metabólicos y genéticos (Heredia, 2008<sup>1</sup>); o siguiendo a Lowe<sup>2</sup> (2003) la obesidad deriva de factores endógenos (genética, hormonas, actividad física, ingesta calórica) y exógenos (ambiente obesogénico).

El tejido adiposo representa el mayor depósito de energía del cuerpo. Dependiendo a qué autor se consulte existen pequeñas diferencias en los valores de grasa corporal considerados normales. En general los valores en hombres son del 10% al 20% y en mujeres del 20% al 30%. Si un hombre tiene entre 20% a 25% tiene sobrepeso, y si sus valores están por encima del 25% de su masa

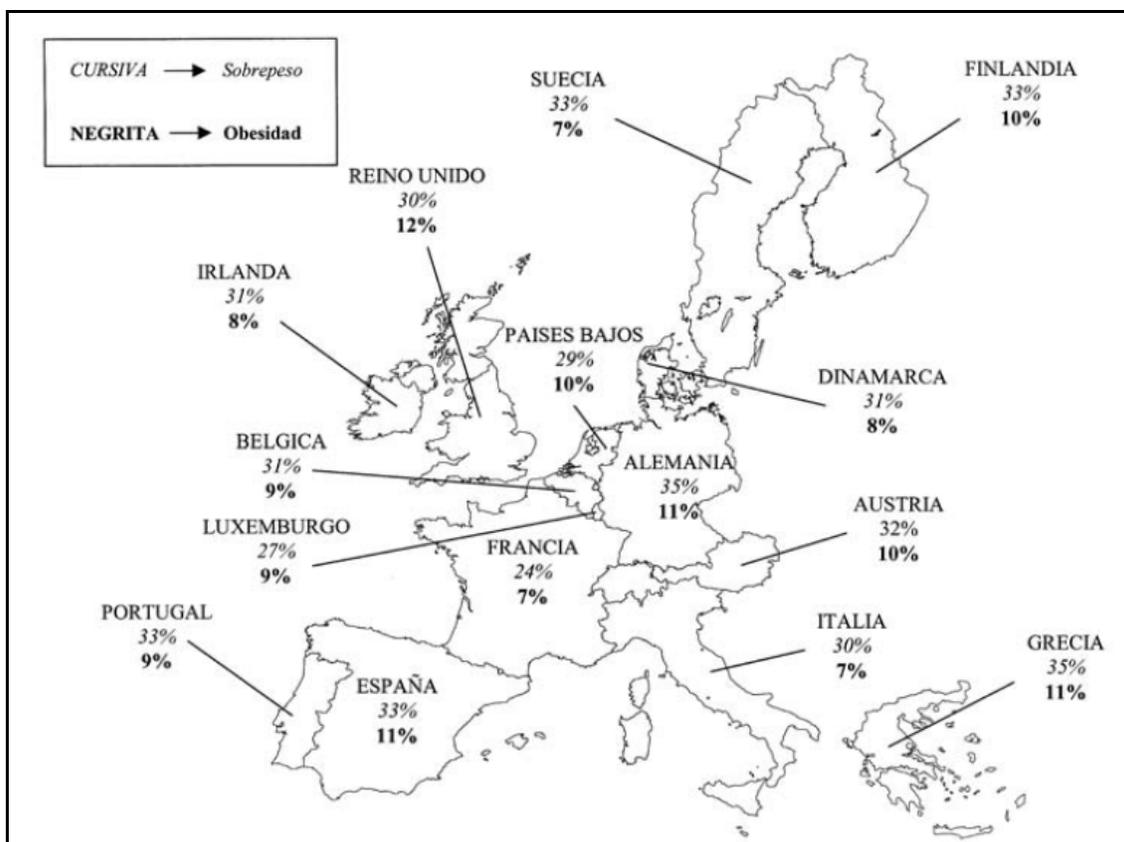
---

1 Heredia Elvar (2008). Sobrepeso/Obesidad Ejercicio Físico y Salud: Intervención mediante programas de Fitness. Editorial Deportiva Wanceulen, España.

2 Lowe (2003). Self-Regulation of Energy Intake in the Prevention and Treatment of Obesity: Is It Feasible? Publicado en Obesity a Research Journal. Volume 11, Issue S10, pages 44–59.

corporal total en tejido adiposo es considerado obeso. Mientras que en mujeres de 30% a 33% tienen sobrepeso y con más del 33% es considerada obesa (Guyton<sup>3</sup>).

La obesidad es una patología que ha adquirido tintes epidémicos y por ende necesita un tratamiento y prevención. En nuestro país, Argentina, el 34,8% de la población presenta sobrepeso, mientras que un 14,8% obesidad (ya sea tipo I, II o III). Menos de la mitad de la población (47,5%) se encuentra en normopeso<sup>4</sup>.

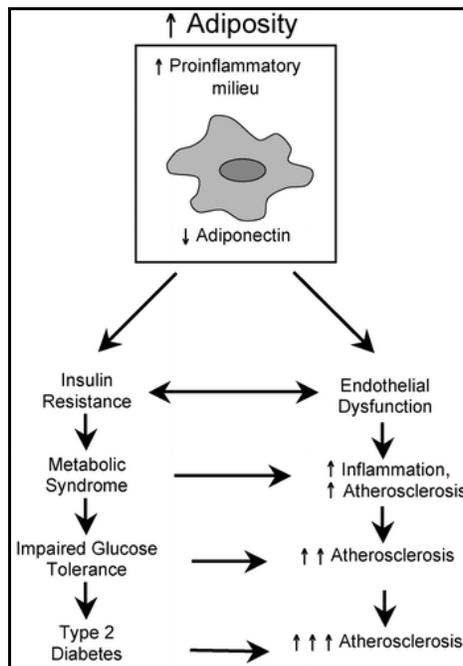


<sup>3</sup> Guyton y Hall (2000). Tratado de fisiología médica. Décima edición. Editorial Offset, México.

<sup>4</sup> Elgart, Jorge; Pflirter, Guillermina; González, Lorena; Caporale, Joaquín; Cormillot, Adrián; Chiappe, María Luz; Gagliardino, Juan. Obesidad en Argentina: Epidemiología, Morbimortalidad e Impacto Económico. En Revista Argentina de Salud Pública. Vol 1 – N° 5, Diciembre 2010.

Figura 1. Tomada de Varo y otros, 2007. Muestra en los diferentes países europeos el % de personas que tienen sobrepeso y obesidad. El país que menos tiene según los autores es Francia con 24% de sobrepeso y 7% de obesidad, números que nadie se hubiese podido imaginar siglos atrás.

Las ciencias médicas han demostrado que la obesidad puede desencadenar diferentes patologías que afectan la salud del sujeto, generando un aumento de la cantidad de adipocinas asociadas con diversas enfermedades, produciendo hiperglucemia, hiperinsulinemia, aumentando así el estrés oxidativo, disfunción endotelial, etc. produciendo aterosclerosis, principal causa de muerte de los países occidentales. Está vinculada a enfermedades como dislipemia (alteración en el metabolismo de los lípidos), neoplásicas (masa anormal de tejidos), síndrome metabólico, diabetes, episodios cardiovasculares, vasculopatías periféricas, osteoarticulares, hipertensión, etc.



*Figura 2. Modificaciones metabólicas causadas por el aumento del número y tamaño de los adipocitos.*

*Extraído de Christopher J. Lyon, Ronald E. Law, y Willa A. Hsueh<sup>5</sup> (2003).*

Desde el campo del ejercicio se han establecido normas metodológicas de trabajo con sujetos con sobrepeso y obesos, basándose en estudios que no utilizaron este tipo de sujetos, por ende, sin tener en cuenta los cambios que trae a nivel metabólico-hormonal dicha patología, por lo que la efectividad de la programación de los planes de entrenamiento debería ser revisada.

Existen artículos que investigan y analizan si los sujetos obesos oxidan grasas en actividades aeróbicas. También se ha sugerido y utilizado el ejercicio aeróbico de baja intensidad y gran volumen para eliminar la grasa corporal, bajo diferentes argumentos, sin que se logre un consenso. Otro grupo de investigaciones se pregunta a partir de cuánto tiempo en la sesión de entrenamiento empieza a predominar la utilización de las grasas como sustrato energético. Además, a estos se le agrega una serie de estudios que sugieren la importancia de Programas de Acondicionamiento Neuromuscular (PANM) para la pérdida de peso. Otra serie de trabajos analiza el coste bioenergético de los diferentes tipos de ejercicios y el consumo de oxígeno post ejercicio (EPOC). Es necesario llevar a cabo una revisión de los mismos para poder obtener un mejor panorama de los programas de ejercicios con sujetos obesos.

Algunos de estos estudios no distinguen si existe una pérdida de masa grasa, o de masa muscular, sólo consideran la variable peso, por lo que no estaríamos obteniendo toda la información necesaria para sacar conclusiones válidas. A su vez, entender los cambios metabólicos (hormonales y enzimáticos) que sufre el sujeto obeso nos obliga a trabajar con este tipo de

---

<sup>5</sup> Lyon, Lwa, Hsueh (2003). Minireview: Adiposity, Inflammation, and Atherogenesis. Publicado en *Endocrinology* 2003; 144: 2195–2200.

población para poder estudiar su respuesta al ejercicio, entendiendo que una persona obesa no responderá al ejercicio de la misma manera que un no obeso.

En función a lo mencionado anteriormente es importante para las Ciencias de la Salud seguir profundizando en diferentes cuestiones, y realizar en primera medida las investigaciones con sujetos obesos y con sobrepeso, y en segundo lugar problematizar cuáles son los objetivos del ejercicio en esta población.

Como profesionales del ejercicio y la salud, es necesario hacer un análisis de la bibliografía pertinente al tema y mediante trabajos de campo corroborar nuestras hipótesis teóricas y así encontrar la mejor manera de planificar con el objetivo de reducir los niveles de morbilidad y mortalidad generados por el exceso de masa grasa. Así se podría mejorar la calidad de vida, aumentar la longevidad, y evitar complicaciones en la salud de la población.

Pretendo en mi tesis analizar los efectos de diferentes programas de entrenamiento en sujetos con sobrepeso, poniendo énfasis en los factores de riesgo cardiovascular, ya que reducirlos podría ser el objetivo general de un programa de entrenamiento para esta población, considerando como explique anteriormente, la cantidad de muertes que causan a nivel mundial las enfermedades cardiovasculares.

**Factores de Riesgo Cardiovascular.** Existen diversos tipos de enfermedades cardiovasculares: hipertensión arterial, enfermedad arterial coronaria, enfermedad valvular cardíaca, accidente cerebrovascular (trombosis o derrame cerebral) y fiebre reumática o enfermedad cardíaca reumática. Según la Organización Mundial de la Salud, las enfermedades cardiovasculares causan más de 17 millones de muertes en el mundo cada año y representan la mitad de todas las muertes en los Estados Unidos y otros países desarrollados. Las enfermedades cardiovasculares

también son una de las principales causas de muerte en muchos países en vías de desarrollo. En conjunto, son la primera causa de muerte en los adultos.

Los investigadores han descubierto ciertos factores que desempeñan un papel importante en las probabilidades de que una persona padezca de una enfermedad del corazón, a los cuales se los denomina factores de riesgo.

Los factores de riesgo se dividen en dos categorías: principales y contribuyentes. Los principales son aquellos cuyo efecto de aumentar el riesgo cardiovascular ha sido comprobado. Mientras que los contribuyentes son aquellos que los médicos piensan que pueden dar lugar a un mayor riesgo cardiovascular pero cuyo papel exacto no ha sido definido aún<sup>6</sup>. Los más importantes son:

- Presión arterial alta (hipertensión arterial). La hipertensión arterial aumenta el riesgo de sufrir una enfermedad del corazón, un ataque al corazón o un accidente cerebrovascular. Aunque otros factores de riesgo pueden ocasionar hipertensión, es posible padecerla sin tener otros factores de riesgo.
- Colesterol elevado. El colesterol, una sustancia grasa (un lípido) transportada en la sangre, se encuentra en todas las células del organismo. Cuando la sangre contiene demasiadas lipoproteínas de baja densidad (LDL), éstas comienzan a acumularse sobre las paredes de las arterias formando una placa e iniciando así el proceso de la enfermedad denominada aterosclerosis.

Está demostrado que las personas con niveles de colesterol en sangre de 240 mg/dl tienen el doble de riesgo de sufrir un infarto de miocardio que aquellas con cifras de 200 mg/dl.

---

<sup>6</sup> Texas Heart Institute y Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad de España. 2014. [www.texasheart.org/](http://www.texasheart.org/)

La hipercolesterolemia no presenta síntomas ni signos físicos, así que su diagnóstico sólo puede hacerse mediante un análisis de sangre que determine los niveles de colesterol y también de los triglicéridos. Es conveniente que las personas con riesgo de padecer una dislipemia, que tengan familiares con cardiopatía isquémica y otras enfermedades cardiovasculares, se sometan a esta prueba desde edades tempranas.

Colesterol total	
Normal	Menos de 200 mg/dl
Normal-alto	entre 200 y 240 mg/dl
Alto	por encima de 240 mg/dl
Colesterol LDL	
Normal	menos de 100 mg/dl
Normal-alto	de 100 a 160 mg/dl
Alto	por encima de 160 mg/dl
Triglicéridos	
Normal	menos de 150 mg/dl
Normal-alto	entre 100 y 500 mg/dl
Alto	por encima de 500 mg/dl

*Figura 3. Valores de colesterol total y triglicéridos extraído de OMS.*

- Diabetes. Los problemas del corazón son la principal causa de muerte entre diabéticos, especialmente aquellos que sufren de diabetes del adulto o tipo II (también denominada diabetes no insulino dependiente).
- Obesidad y sobrepeso. La obesidad aumenta las probabilidades de adquirir otros factores de riesgo cardiovascular, especialmente hipertensión, niveles elevados de colesterol en sangre y diabetes.
- Tabaquismo. Las investigaciones demuestran que fumar acelera el pulso, contrae las principales arterias y puede provocar irregularidades en la frecuencia de los latidos del corazón, todo lo cual aumenta el esfuerzo del corazón. Fumar también aumenta la presión

arterial, lo cual a su vez aumenta el riesgo de un ataque cerebral en personas que sufren de hipertensión.

- Inactividad física. Las personas inactivas tienen un mayor riesgo de sufrir un ataque al corazón que las personas que hacen ejercicio regular.
- Sexo. En general, los hombres tienen un riesgo mayor que las mujeres de sufrir un ataque al corazón. La diferencia es menor cuando las mujeres comienzan la menopausia, porque las investigaciones demuestran que el estrógeno, una de las hormonas femeninas, ayuda a proteger a las mujeres de las enfermedades del corazón. Pero después de los 65 años de edad, el riesgo cardiovascular es aproximadamente igual en hombres y mujeres cuando los otros factores de riesgo son similares.
- Herencia. Las enfermedades del corazón suelen ser hereditarias.
- Edad. Las personas mayores tienen un mayor riesgo de sufrir enfermedades del corazón. Aproximadamente 4 de cada 5 muertes debidas a una enfermedad cardíaca se producen en personas mayores de 65 años de edad.

Algunos factores como la obesidad, tabaquismo y vida sedentaria parecen estar relacionados a lo que ha sido llamado por algunos “causas fundamentales de la enfermedad” y por otros “la causa de las causas”, o factores socioeconómicos que favorecerían su expresión y prevalencia.

De acuerdo a un informe reciente de la Organización Mundial de la Salud respecto a la obesidad, proporciones epidémicas y su creciente prevalencia en los niños en muchas regiones del mundo es altamente preocupante por el impacto que a largo plazo tendrá en la incidencia de enfermedades crónicas y cardiovasculares. De persistir esta tendencia, la declinación en la mortalidad cardiovascular que se ha observado en los últimos 60 años podría detenerse o incluso

revertirse. Programas destinados a promover hábitos saludables, entre otros, acceso a una alimentación apropiada y oportunidades de actividad física regular son medidas importantes a implementar particularmente en las etapas tempranas de la vida.

Mientras los esfuerzos para identificar los mecanismos primarios que originan la aterosclerosis endovascular continúan, el manejo clínico del riesgo modificable cardiovascular dependerá de las terapias que aporten el balance más favorable entre riesgo-beneficio y costo-efectividad para combatirlo. Todo este esfuerzo probablemente no tendrá mucho impacto en el riesgo a nivel de la población si no se mejoran las causas fundamentales socioeconómicas del riesgo cardiovascular. La presente epidemia global de obesidad resalta aún más la importancia de estos cambios. Programas y políticas educativas y de acceso a los recursos de salud tanto gubernamentales como del sector privado debieran ser parte importante de este proceso<sup>7</sup>.

De las problemáticas presentadas subyace la importancia de seguir indagando sobre cuestiones que relacionan al Ejercicio y la Obesidad (Factor de Riesgo CV), y mantener la idea de que esta actividad en primer medida tenga como objetivo reducir los FRCV (no oxidar grasas en el ejercicio) y bajar así los índices de morbilidad y mortalidad.

---

7 Romero, Tomás (2009). Factores modificables de riesgo cardiovascular: ¿Cuáles estamos realmente modificando?. *Rev. méd. Chile* [online] vol.137, n.11 [citado 2014-09-21], pp. 1498-1501.

<b>Complicaciones de la obesidad y sobrepeso (IMC &gt; 25)</b>
Accidente cardiovascular
Apnea del sueño
Artrosis
Cáncer
Diabetes mellitus tipo 2
Dislipemia
Hígado graso no alcohólico
HTA
Incontinencia
Intértrigo
Litiasis
Ovario poliquístico
Síndrome de Pickwick

Figura 4. Extraído de López Chicharro (2006)<sup>8</sup>.

**El Ejercicio.** La Asociación Médica Estadounidense lo define como el “conjunto de movimientos voluntarios, planificados, estructurados y dirigidos al incremento o mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física”, considerando a esta última como el “conjunto de elementos que incrementan el rendimiento o la capacidad de trabajo”.

El ejercicio genera efectos agudos y crónicos. Los primeros podrían definirse como cambios provocados por el ejercicio que tienen lugar durante la práctica y en las horas posteriores inmediatas, mientras que los segundos son las modificaciones morfo-funcionales más o menos permanentes mediadas por el tiempo de entrenamiento.

---

<sup>8</sup> López Chicharro, José; Fernández Vaquero, Almudena. (2006). Fisiología del Ejercicio. 3era Edición. Editorial Panamericana, Buenos Aires.

Los métodos de entrenamiento (procedimiento utilizado para llegar a un fin) organizan la carga externa pretendiendo generar adaptaciones (carga interna) en los sujetos. En su mayoría fueron diseñados y aplicados al entrenamiento deportivo. Puede clasificarse al ejercicio en aeróbicos o de fuerza; o en cardiovasculares o neuromusculares<sup>9</sup>.

Comenzaré definiendo los ejercicios **cardiovasculares** y sus metodologías. También llamados aeróbicos, son aquellos en los que se mueven los músculos más grandes del cuerpo durante un período de veinte minutos al menos, a una intensidad de entre el 50% y el 80% de la capacidad máxima del ejercicio. Los métodos continuos son aquellos en los que la actividad física no se interrumpe, sino que continúa durante todo el tiempo de trabajo. Por el contrario, los métodos fraccionados tienen unos periodos de interrupción (una pausa), que le sirve al deportista para recuperarse. Los métodos continuos se dividen en uniformes (la intensidad, velocidad de ejecución es constante) y variables (se producen cambios en el ritmo de la actividad).

- Método Continuo Uniforme. Se realizan actividades sin pausa, durante mucho tiempo, de intensidad baja y media, de forma constante. Por ejemplo nadar 1 hora sin parar a la misma velocidad. Recomendado para los periodos de preparación general. Mantiene y desarrolla la resistencia aeróbica.

- Método Continuo Variable. Para actividades de menos tiempo de duración que en el método anterior, también de forma continua (sin parar), aunque variando la intensidad, siendo baja – media durante el mayor tiempo, intercalada con periodos cortos de intensidad submáxima – máxima. Por ejemplo pedalear en bicicleta fija 40 minutos y cada 2 minutos aumentar la

---

<sup>9</sup> Heredia Elvar (2008). Sobrepeso/Obesidad Ejercicio Físico y Salud: Intervención mediante programas de Fitness. Editorial Deportiva Wanceulen, España.

velocidad durante 30 segundos. 2' + 30" + 2' + 30" + 2' + 30". Recomendado en los periodos de preparación específica. Mejoran la resistencia aeróbica y mantienen la resistencia anaeróbica láctica.

Los métodos fraccionados permiten completar volúmenes de trabajo a altas intensidades que con el método continuo no se podrían realizar.

Se define al método fraccionado como a una serie de entrenamiento en la que la distancia total corresponde casi a la de competencia, pero se fracciona en más partes y en las cuales, la velocidad generalmente está próxima a la que se alcanzará en la competencia, y las pausas van de 1' a 3' (las mismas se realizan en forma pasiva). También, en esta última forma de entrenamiento se podría incluir el método de entrenamiento por repeticiones, cuyas pausas son mayores a 90".<sup>10</sup>

- Método Intervalado. Se realizan intervalos de trabajo largos, con una pausa incompleta, mientras que la intensidad es mayor que en los métodos continuos. Por ejemplo correr 30 minutos, descansando cada 5 minutos, 1 minuto. Recomendados en los periodos de preparación específica. Mejoran y desarrollan la resistencia anaeróbica láctica.

- Método Intervalado por Repeticiones. Se realizan repeticiones a intensidad submáxima y máxima de corta duración, recuperando totalmente. Por ejemplo correr 4 repeticiones de 400 metros a la máxima velocidad, recuperando entre repetición unos minutos. Recomendados para los periodos de competición. Desarrollan la resistencia anaeróbica aláctica.

- El "interval training" consiste en uno o más series de ejercicio, de intensidad escasa a moderada, alternados con períodos de recuperación (ver Fox, Medicine Sport & Science

---

<sup>10</sup> Scarfó, Ricardo Luis (2013). Ejercicio Intermitente: Análisis histórico-fisiológico. Publicado en Revista Electrónica de Ciencias Aplicadas al Deporte. Vol. 6, n° 22, Septiembre de 2013.

Exercise, 9, 1997:191-196). Gracias a esta alternancia es posible aumentar la cantidad de trabajo a una intensidad elevada, como fue comprobado por Åstrand (1960), Christensen (1960), Fox (1977) y Margaria (1969). Como parámetros generales de este tipo de entrenamiento se aceptan pausas de trabajo de 45" a 90" y fases de trabajo que van de 2' a 6', en general.

- El ejercicio intermitente implica periodos de trabajo muscular intensivo seguido por periodos de ejercicio moderado o incluso de reposo, el tiempo máximo para la carga es de un minuto.

A modo aclarativo, en el ejercicio intermitente se alternan ejercicios intensos (100% de la VAM o más) y breves (menos de 1 minuto), con ejercicio suave. En el ejercicio intervalado se trabaja con una intensidad entre el umbral láctico y el VO<sub>2</sub> máx. y la duración de la carga puede llegar hasta los 5 minutos.

Los métodos continuos permiten estimular ciertos órganos y organelas relacionadas con el metabolismo oxidativo o aeróbico e involucran de manera importante al sistema circulatorio y respiratorio, además del grupo muscular ejercitado. Los métodos intermitentes permiten un mayor trabajo de cada grupo musculares, produciendo una sobrecarga capaz de estimular la síntesis de proteínas y la tolerancia al esfuerzo. (Saavedra<sup>11</sup>).

El entrenamiento cardiovascular por circuitos conocido como "circuit training" se basa en la realización de una serie de ejercicios en estaciones rotativas, siendo uno de los objetivos principales mejorar la resistencia cardiovascular y la forma física general.

Existen diferentes herramientas para el entrenamiento cardiovascular: bicicleta, elíptico, remoergómetro, escalador, cinta, etc. Es necesario realizar una progresión a nivel del impacto articular, siendo recomendable utilizar inicialmente métodos de menor impacto articular como

---

11 Saavedra, Carlos (2004). Prescripción de Actividad Física en Obesidad y Alteraciones metabólicas. Publicado en [www.biosportmed.cl](http://www.biosportmed.cl).

bicicletas, elípticos, remoergómetros, ya que otros como la cinta pueden suponer cierto potencial lesivo. Actividades que requieran trasladar el propio peso corporal generan mayor estrés articular, más en sujetos con sobrepeso y obesos, por lo que podrían causar dolores articulares interrumpiendo la planificación.

Por otro lado, mediante el entrenamiento **neuromuscular** se consiguen una serie de adaptaciones que se traducen en una mejora de la fuerza (capacidad de vencer una resistencia externa o reaccionar contra la misma mediante una tensión muscular).

Ortiz Cervera<sup>12</sup> explica que el movimiento se produce por la activación del sistema nervioso central sobre el aparato locomotor activo (músculo) que actúa sobre el aparato locomotor pasivo (huesos, tejido conectivo, etc.) produciendo movimiento. Las adaptaciones generadas son las siguientes:

- Hipertrofia muscular: aumento del tamaño de las fibras musculares existentes, debido al aumento de síntesis de proteínas musculares, y una disminución del catabolismo de las mismas.
- Optimización en la longitud y número de sarcómeros: van a determinar la distancia que puede acortarse el músculo como la longitud en la cual se puede generar mayor potencia.
- Adaptaciones bioquímicas: aumento de creatinfosfoquinasa, miokinasa, fosfofructoquinasa, ATP almacenado, fosfocreatina almacenada, glucógeno almacenado, triglicéridos almacenados.

---

12 Ortiz Cervera (1999). Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte de competición. 2da edición. Editorial INDE, España.

- Neuronales: aumento del número y frecuencia de impulsos nerviosos, mejora en la sincronización de las unidades motoras, mejora de la coordinación intramuscular.

El desarrollo y la manifestación de la fuerza se logra mediante dos vías con diferentes objetivos: el entrenamiento estructural orientado a la hipertrofia y el entrenamiento funcional orientado a la coordinación neuromuscular.

Krasnov<sup>13</sup> sostiene que para generar adaptaciones estructurales se debe tener en cuenta que la hipertrofia conseguida está en relación con la cantidad de proteínas degradadas durante el ejercicio. La dosificación recomendada para lograr el máximo efecto sobre la degradación de las proteínas en trabajos concéntricos es con cargas intermedias (70%-80%), 3 a 5 series de 6 a 12 repeticiones, con una velocidad media de ejecución y procurando alcanzar la máxima cantidad posible de repeticiones en cada serie. Los elementos claves en el entrenamiento de la hipertrofia son tanto el agotamiento por serie así como también el efecto acumulativo de la fatiga en la cantidad total de series.

De esta manera, los efectos logrados con este tipo de trabajos serán principalmente la hipertrofia de las fibras lentas, pobres cambios sobre los mecanismos neurales y poca variabilidad sobre el índice de manifestación de fuerza.

Para lograr hipertrofia con un trabajo isométrico la forma de trabajo se denomina isometría total y se realiza con una intensidad del 60% al 90% durante 20 segundos o más hasta llegar a la fatiga, realizando 8 a 10 series de 6 a 8 repeticiones.

---

13 Krasnov, Fernando (2010). Metodología del entrenamiento de la fuerza. Publicado en la revista de la Asociación Argentina de Kinesiología. Art3 40. Pp. 18-22.

Krasnov<sup>14</sup> a su vez, explica que si las adaptaciones a las que se apunta son funcionales se van a mejorar los procesos neurales que facilitan la producción de fuerza (el reclutamiento de unidades motoras, la frecuencia de estímulo y la sincronización) así como también disminuir los mecanismos inhibidores de la máxima tensión muscular.

La dosificación recomendada para lograr los mejores efectos neuromusculares con trabajos concéntricos es de 80% al 100% de intensidad, 4 a 8 series de 1 a 6 repeticiones con una velocidad de ejecución que sea la máxima posible. Otra posibilidad sería trabajar en la zona de mayor desarrollo de la potencia que es en el 30% al 45 % de la fuerza isométrica máxima y trabajando con la máxima velocidad de contracción (30% al 40% de la velocidad máxima de contracción sin carga).

Siguiendo al Colegio Americano de Medicina en el Deporte (ACSM) en sujetos principiantes e intermedios sería adecuado realizar una combinación de ejercicios de peso libre y máquinas, mientras que para sujetos avanzados debe primar el entrenamiento con peso libre. Un aumento gradual de las cargas asegura una adaptación progresiva y protegería de sobrecargas y daños al organismo.

Anteriormente se expusieron las diferencias entre los ejercicios cardiovasculares y neuromusculares, sus metodologías y adaptaciones. Para cerrar el apartado de ejercicio y sus generalidades, queda por explicar el concepto de carga. Si bien existen varias definiciones, por carga de entrenamiento se entiende la medida cuantitativa de trabajo a realizar, definida por una serie de componentes que son:

---

14 Krasnov, Fernando (2010). Metodología del entrenamiento de la fuerza. Publicado en la revista de la Asociación Argentina de Kinesiología. Art3 40. Pp. 18-22.

- Frecuencia
- Volumen
- Intensidad
- Densidad
- Métodos de entrenamiento
- Selección de ejercicios

A continuación se presentan los diferentes posicionamientos respecto a las formas de trabajar y planificar el ejercicio en sujetos con sobrepeso y obesidad.

**Ejercicio en sujetos con Sobrepeso y Obesos.** Una vez que el sujeto ya padece sobrepeso y/o obesidad, se debe comenzar a trabajar para evitar sus consecuencias negativas. Como se desarrolló anteriormente, se ha sugerido y utilizado el ejercicio aeróbico de baja intensidad y gran volumen para eliminar la grasa corporal y combatirlos, basados en diferentes justificaciones fisiológicas. Mientras algunos estudios se preguntan a partir de qué momento de la sesión de entrenamiento se empiezan a utilizar las grasas, otros comienzan a investigar y problematizar si los sujetos obesos oxidan grasas en actividades aeróbicas. Con los avances logrados en los últimos años por la Medicina en el Deporte, o las llamadas Ciencias del Ejercicio, este paradigma empezó a resultar controversial, y se ha puesto en duda.

Este cambio en el paradigma, nos lleva a replantear ideas que hasta hace un tiempo, hubiesen parecido completamente equivocadas, como indagar si realmente el ejercicio en personas obesas tiene que tener como objetivo bajar la masa grasa como efecto agudo de la sesión de entrenamiento.

A la hora de armar un plan de entrenamiento los sujetos obesos fueron tratados a lo largo del siglo XX sin tener en cuenta ninguna consideración especial. No se tuvieron en cuenta las diferencias anatómicas y fisiológicas, por lo que la efectividad del proceso de entrenamiento debería ser revisada.

Será relevante hacer un paneo general de las diferentes maneras que se planifica para combatir al sobrepeso y a la obesidad, citando a las instituciones que más reconocimiento y aval científico tienen a nivel mundial, y a los autores que están más interiorizados, para introducirnos en la especificidad del tema.

El ACSM informó sobre la dosis correcta para lograr una pérdida de peso. Debe predominar el ejercicio de carácter cardiosaludable, que no se produzcan descensos de más de 1 kilo semanal. Deben predominar los ejercicios aeróbicos entre el 55% y 69% de la FC máxima, que equivaldría al 60% - 70% del  $\text{VO}_2$  máx. de forma acumulada en el día sumando 30-40 minutos, buscando alcanzar 150 minutos semanales equivalentes a 2000 kilocalorías (American College of Sports Medicine, 2001). Debiendo incrementarse a 200-300 minutos, sin que se generen riesgos de lesión. Explicando también que los ejercicios aeróbicos deben ser combinados y compensados con PANM, porque evitan degeneraciones musculoesqueléticas y previenen la sarcopenia.

El ACSM argumenta que periodos cortos de entrenamiento genera mayores adherencias en los programas. Por ejemplo el entrenamiento interválico ha referido altos niveles de adherencia, frente al continuo.

El ejercicio es un excelente modificador de la composición corporal como la restricción calórica lo es para la pérdida de peso. La combinación de ambos científicamente diseñada certifica un

resultado efectivo sobre la salud. Colado y Chulvi<sup>15</sup> afirman que estos ejercicios deben ser de grandes grupos musculares como empuje de pecho, prensa de piernas, tirones, etc. con una intensidad moderada del 40% - 70% de 1 MR, progresando de circuitos hacia la hipertrofia, con una densidad elevada de 20 a 40 segundos.

Los trabajos que proponen PANM para la pérdida de peso lo relacionan con una vuelta a la homeostasis hormonal y una estimulación de los receptores  $\beta$ -adrenérgicos. Heredia (2008) afirma que estas conclusiones pueden ser erróneas debido a que la lipólisis de los mismos no necesariamente implica betaoxidación por la vasoconstricción en este tipo de ejercicios. A su vez genera un aumento en el volumen total del tiempo lo que puede generar un sobreentrenamiento. Los PANM deberían incluirse ya que generan un aumento metabólico post ejercicio mayor que los de tipo aeróbico (Heredia<sup>16</sup>).

Se sabe que la actividad física aumenta directamente el gasto energético diario (GED), que está relacionado con la balanza energética, tema que nos compete para lograr una adecuada planificación para generar cambios positivos en la fisiología de los sujetos.

Es importante entonces definir los **objetivos** de un plan de entrenamiento en sujetos con sobrepeso y obesidad. En primer lugar reducir los FRCV, por ser los que aumentan las posibilidades de sufrir una enfermedad cardiovascular, principal causa de muerte en adultos

---

15 Colado; Chulvi (2008). Los programas de acondicionamiento muscular en las diferentes etapas de desarrollo madurativo y en determinadas alteraciones orgánicas. Rodríguez PL. Ejercicio físico en salas de acondicionamiento muscular. Madrid: Panamericana.

16 Heredia Elvar (2008). Sobrepeso/Obesidad Ejercicio Físico y Salud: Intervención mediante programas de Fitness. Editorial Deportiva Wanceulen, España.

mundialmente. Además, a largo plazo modificar la composición corporal del sujeto, reduciendo la sarcopenia generada por el sedentarismo del sujeto obeso.

**Ejercicios Cardiovasculares en sujetos con Sobrepeso y Obesidad.** John M. Jakicic, Bess H. Marcus, Kara I. Gallagher, Melissa Napolitano y Wei Lang<sup>17</sup> plantearon diferentes protocolos de entrenamiento durante 12 meses variando volúmenes e intensidades de ejercicio, para ver sus efectos en la pérdida de peso y la aptitud cardiorrespiratoria. El ejercicio que los sujetos debían realizar era caminar a ritmo rápido. Cambiando la intensidad controlada por el % de FC máx. y la escala subjetiva del esfuerzo.

Lo realizaron 201 mujeres sedentarias con un promedio de 37,0 [5,7] años de edad, con una media de IMC de 32,6 [4,2] por lo tanto la mayoría eran obesas según la clasificación armada por la OMS.

En el estudio las participantes fueron asignados al azar a 1 de 4 grupos de ejercicio:

- alta intensidad/alta duración
- moderada intensidad/alta duración
- moderada intensidad /baja duración
- alta intensidad/baja duración

Todas las mujeres recibieron instrucciones para reducir el consumo energético entre 1200 y 1.500 kcal/día y la grasa de la dieta debía ser entre un 20% a 30% de la ingesta total de energía.

---

<sup>17</sup> Jakicic, J; Marcus, B; Gallegher, K; Napolitano, M; Lang, W (2003). Effect of Exercise Duration and Intensity on Weight Loss in Overweight, Sedentary Women. Publicado en JAMA, Vol 290, N° 10.

La pérdida de peso después de 12 meses de tratamiento fue estadísticamente significativa ( $P < 0,001$ ) en todos los grupos de ejercicio. Los niveles de aptitud cardiorrespiratoria también aumentaron significativamente ( $P = 0.04$ ) en todos los grupos.

Llegaron a la conclusión de que la pérdida significativa de peso y la mejora en la aptitud cardiorrespiratoria fueron logradas a través de la combinación de ejercicio y dieta durante 12 meses, aunque no se encontraron diferencias sobre la base de diferentes duraciones e intensidades de ejercicio en este grupo de mujeres obesas - sedentarias. No está del todo claro cómo los autores dividieron los grupos en baja y alta intensidad, ya que el ejercicio era una caminata a ritmo rápido. Además utilizando el peso y el IMC, no se puede dar cuenta de los cambios en la composición corporal. Se debería haber utilizado algún método que permita estimar los porcentajes de masa magra y grasa.

**Table 4.** Differences in Weight Loss and Cardiorespiratory Fitness Between Intervention Groups at 6 and 12 Months\*

	Intervention Groups				P Value†							
	Vigorous Intensity/High Duration	Moderate Intensity/High Duration	Moderate Intensity/Moderate Duration	Vigorous Intensity/Moderate Duration	Exercise Intensity Effect	Exercise Duration Effect	Intensity × Duration	Time Effect	Intensity × Time	Duration × Time	Intensity × Duration × Time	
Body weight, kg												
Baseline	87.7 (10.9)	87.2 (14.7)	87.1 (13.2)	87.9 (14.7)								
6 mo	78.3 (11.7)	79.2 (15.9)	80.0 (12.2)	80.4 (14.4)	.85	.78	.86	<.001	.89	.37	.45	
12 mo	78.9 (13.4)	79.0 (17.0)	80.7 (13.3)	81.0 (14.3)								
Body mass index‡												
Baseline	32.9 (3.9)	32.3 (3.9)	32.7 (4.3)	32.7 (4.6)								
6 mo	29.3 (4.2)	29.3 (4.5)	30.0 (4.2)	29.9 (4.6)	.96	.41	.77	<.001	.90	.32	.43	
12 mo	29.5 (4.8)	29.2 (4.8)	30.3 (4.5)	30.2 (4.6)								
Cardiorespiratory fitness, mL/kg per min												
Baseline	20.2 (2.9)	19.4 (3.2)	19.7 (3.7)	19.7 (3.1)								
6 mo	23.7 (4.2)	21.9 (3.9)	21.2 (4.0)	22.2 (3.8)	.35	.90	.31	<.001	.20	.24	.84	
12 mo	24.5 (4.8)	22.1 (4.0)	22.2 (4.6)	23.3 (4.5)								
Percent change in cardiorespiratory fitness												
Baseline to 6 mo	17.8 (16.0)	13.4 (14.9)	9.0 (16.7)	13.3 (15.0)	.11	.35	.83	.04	.73	.35	.72	
Baseline to 12 mo	22.0 (19.9)	14.9 (18.6)	13.5 (16.9)	18.9 (16.9)								
Time to achieve 85% of maximal heart rate, min												
Baseline	11.5 (3.1)	11.0 (4.0)	10.8 (3.8)	11.4 (3.3)								
6 mo	15.9 (4.4)	14.3 (3.6)	13.9 (3.8)	15.0 (4.6)	.26	.55	.90	<.001	.66	.81	.57	
12 mo	14.8 (4.1)	14.2 (4.3)	13.6 (3.8)	14.3 (3.5)								

\*Values expressed as mean (SD) unless otherwise indicated. Based on mixed effect statistical procedure using intention-to-treat analysis (N = 196).

†Based on repeated measures analysis of variance, which included all data collection periods (baseline, 6 months, and 12 months).

‡Calculated as weight in kilograms divided by the square of height in meters.

*Figura 5. Tomada de John M. Jakicic, Bess H. Marcus, Kara I. Gallagher, Melissa Napolitano, Wei Lang.*

Un texto de Campell, Wallman y Green<sup>18</sup> compara la metodología continua con una intervalada.

En ese estudio de 12 semanas analizaron los cambios fisiológicos en dos grupos, uno que

<sup>18</sup> Campell, Leanne; Wallman, Karen, Green Danny (2010). The effects of intermittent exercise on physiological outcomes in an obese population: Continuous versus interval walking. Publicado en Journal of Sport Science and Medicine 9, 24-30.

realizaba trabajos intervalados y otro continuo en su hogar. Se usaron 14 sujetos con IMC mayor a 30, los cuales tuvieron una dieta estrictamente monitoreada. El ejercicio consistía en dos bloques de 15 minutos de caminata separados por 3 horas de descanso entre bloques, cinco veces por semana.

- El grupo intervalado trabajó con dos intensidades: baja intensidad (40-45% VO<sub>2</sub> máx) y alta intensidad (70-75% VO<sub>2</sub> máx); con una densidad de 2:1 respectivamente.
- El grupo continuo trabajó siempre al 50-55% del VO<sub>2</sub> máx.

**Table 1.** Baseline physical characteristics for the CON group (n=14) and the INT group (n=12). Data are means (±SD).

	CON	INT
Age (yr)	44.4 (10.4)	43.8 (10.4)
Body mass (kg)	93.1 (17.7)	87.6 (10.7)
Height (m)	1.65 (.09)	1.65 (.08)
Body mass index (kg·m <sup>-2</sup> )	33.9 (5.0)	32.5 (3.8)

Figura 6. Tomado de Campell, Leanne; Wallman, Karen, Green Danny (2010).

**Table 2.** Baseline and post-intervention physiological results for the CON (n=14) and the INT groups (n=12). Data are means (±SD).

	CON Group		INT Group	
	Baseline	Post Intervention	Baseline	Post Intervention
VO <sub>2peak</sub> (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	25.5 (3.6)	29.3 (3.7)	27.3 (5.2)	31.5 (6.5)
Time to exhaustion (min)	14.9 (3.4)	19.5 (3.2)	14.9 (4.0)	19.6 (4.0)
Resting heart rate (bpm)	75 (13)	77 (12)	76 (11)	77 (9)
Systolic blood pressure (mmHg)	114.0 (13.6)	114.8 (15.6)	123.3 (17.9)	118.4 (14.6)
Diastolic blood pressure (mmHg)	77.4 (7.4)	79.2 (6.4)	80.6 (11.4)	77.0 (8.3)
Final rating of perceived exertion	17.6 (1.9)	17.9 (1.7)	17.9 (1.9)	17.8 (1.9)

Figura 7. Tomado de Campell, Leanne; Wallman, Karen, Green Danny (2010).

**Table 3.** Baseline and post-intervention lipid results for the CON (n = 13) and the INT groups (n = 12). Data are means (±SD).

	CON Group		INT Group	
	Baseline	Post Intervention	Baseline	Post Intervention
Total cholesterol (mM/L)	5.06 (1.10)	4.59 (.93)	6.46 (2.07)	5.66 (1.9)
Triglycerides (mM/L)	1.31 (.62)	1.15 (.98)	1.67 (.83)	1.09 (.39)
High density lipoprotein (mM/L)	1.45 (.33)	1.46 (.35)	1.51 (.28)	1.52 (.53)
Low density lipoprotein (mM/L)	2.96 (1.04)	2.60 (.97)	4.13 (1.90)	3.50 (1.84)
Very low density lipoprotein (mM/L)	.62 (.53)	.57 (.54)	.95 (.34)	.54 (.12) *
Coronary Risk Ratio	3.69 (1.12)	3.25 (.93)	4.50 (1.44)	3.66 (1.69)

\* p < 0.05 significant difference between baseline and post-intervention results.

Figura 8. Tomado de Campell, Leanne; Wallman, Karen, Green Danny (2010).

**Table 4.** Baseline and post-intervention results for body composition for the CON (n=14) and the INT groups (n=12). Data are means ( $\pm$ SD).

	CON Group		INT Group	
	Baseline	Post Intervention	Baseline	Post Intervention
Body mass (kg)	93.1 (17.7)	85.4 (18.0)	87.6 (10.7)	79.1 (9.2)
Fat mass (g)	41660 (7915)	34382 (8133)	37681 (7729)	29181 (8082)
Lean mass (g)	47070 (11567)	46905 (11452)	46781 (7986)	46755 (8250)
Android fat mass (g)	3951 (1109)	3194 (1176)	3642 (857)	2600 (742)
Gynoid fat mass (g)	7643 (1488)	6373 (1525)	6799 (1513)	5429 (1395)

\*  $p < 0.05$  significant difference between baseline and post-intervention results.

*Figura 9. Tomado de Campell, Leanne; Wallman, Karen, Green Danny (2010).*

Los diferentes cuadros muestran los resultados del trabajo. Dependiendo el objetivo del ejercicio, si buscamos mejorar el  $VO_2$  máx., disminuir los niveles de triglicéridos del sujeto, bajar las lipoproteínas de baja densidad, bajar la masa grasa, ambos ejercicios se muestran efectivos, aunque parecería que el intervalado generaría algunos beneficios más rápido.

Entre el ejercicio continuo e intervalado, solamente se encontraron diferencias significativas en los niveles de VLDL (lipoproteínas de muy baja densidad). Se observó además que el trabajo en el hogar separado en 2 bloques de 15 minutos diarios genera menos tasa de deserción.

Stephen Boutcher<sup>19</sup> argumenta que los ejercicios intermitentes de alta intensidad (HIIE) podrían ser más efectivos para reducir la adiposidad subcutánea y la abdominal que otros tipos de ejercicio.

El autor realiza un meta-análisis de trabajos que utilizaron protocolos de HIIE, y los cambios que trae aparejados en la grasa subcutánea, abdominal, peso, perímetro de cintura,  $VO_2$  máx. relativo, y sensibilidad a la insulina. El ejercicio intermitente parece ser una buena opción, ya que

---

<sup>19</sup> Boutcher, Stephen (2013). Ejercicio Intermitente de Alta Intensidad y Pérdida de Grasa. Publicado en Revista Online PubliCE Standart. Cita Original en Hidawai Publishing Corporation Journal of Obesity Volume 2011, Article ID 868305.

aparenta reducir notablemente los niveles de grasa, mejorar el perímetro de cintura, el consumo máximo de oxígeno y la sensibilidad a la insulina. La razón podría ser que durante y posterior al ejercicio se oxidan grasas, y además se suprime el apetito.

El problema que aquí nos encontramos es que la mayoría de los estudios que cita Boutcher se hicieron con diferentes tipos de sujetos, mujeres, mujeres jóvenes, mujeres jóvenes desentrenadas, personas con diabetes tipo 2, hombres con diabetes tipo 2, etc. Por lo que las conclusiones podrían ser que el HIIE puede reducir considerablemente la grasa subcutánea y la abdominal en sujetos jóvenes normales, pero no se podría generalizar a sujetos con sobrepeso y obesidad, porque como ya explicamos con anterioridad, su metabolismo y sistema endocrino funcionan de forma diferente.

Otro punto para mencionar es que se usaron diferentes protocolos de ejercicio intermitente, generando un error metodológico. Habría que definir bien qué es intermitente y qué no lo es, y no meter a todos los trabajos fraccionados en la misma bolsa.

M. Heydari, J. Freund, and S. H. Boutcher<sup>20</sup> llevaron a cabo una intervención de 12 semanas con ejercicio de alta intensidad para ver los efectos en la grasa corporal, abdominal, del tronco y visceral, y en la masa magra.

Este estudio se realizó con 46 sujetos sedentarios y con sobrepeso ya que su índice de masa corporal promediaba los 28,4 (con sobrepeso según la OMS). Al azar fueron asignados algunos a

---

<sup>20</sup> Heydari, M; Freund, J; Boutcher, S (2012). The Effect of High-Intensity Intermittent Exercise on Body Composition of Overweight Young Males. Hindawi Publishing Corporation. Journal of Obesity. Article ID 480467.

un grupo control y otros a un grupo que iba a realizar ejercicio intermitente de alta intensidad. En edad todos los participantes promediaban los 25 años. El grupo que realizó ejercicio HIIE lo hizo 3 veces a la semana durante 20 minutos.

El ejercicio de alta intensidad consistió en 8'' de sprint por 12'' de pausa activa pedaleando, durante 20 minutos. La alta intensidad fue entre el 80-90% de la FC máx., con una cadencia de 120-130 revoluciones por minuto. Todos los sujetos realizaron 5 minutos de acondicionamiento previo en bicicleta, y 5 minutos de vuelta a la calma. No hubo ningún cambio significativo en la dieta de los sujetos.

TABLE 1: Change in body composition, aerobic power, resting heart rate, RQ, resting energy expenditure, carbohydrate, and fat oxidation for the high-intensity intermittent exercise and no exercise control group ( $N = 38$ ; mean and standard error).

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

\*Pre values were used as covariates for ANCOVA.

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

*Figura 10. Tomada de M. Heydari, J. Freund, and S. H. Boutcher (2012)*

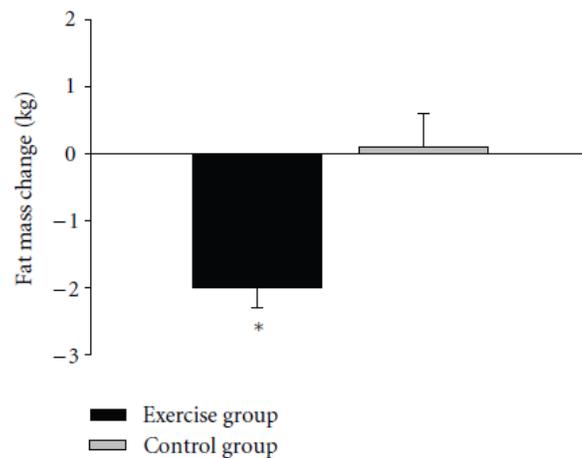


FIGURE 1: Total fat change for the high-intensity intermittent exercise and no exercise control groups ( $N = 38$ , mean and standard error). \*Significantly different from control group ( $P < 0.05$ ).

*Figura 11. Tomado de M. Heydari, J. Freund, and S. H. Boutcher en el cual se muestra la pérdida de masa grasa en el grupo que realizo HIIE.*

Pasados los 3 meses la capacidad aeróbica mejoró significativamente ( $P < 0,001$ ) en un 15% para el grupo de ejercicio. También tuvieron una pérdida de peso de 1,5 kg ( $P < 0,005$ ) y una reducción significativa de la masa grasa total de 2 kg ( $P < 0,001$ ). La adiposidad abdominal y del tronco también se redujo significativamente en el grupo de ejercicio por 0,1 kg ( $P < 0,05$ ) y 1,5 kg ( $P < 0,001$ ). Además el grupo de ejercicio tuvo una significativa ( $P < 0,01$ ) reducción del 17 % en la grasa mientras que la circunferencia de la cintura se redujo significativamente desde la semana seis ( $P < 0,001$ ). Aumentó significativamente la masa libre de grasa ( $P < 0,05$ ) en el grupo de ejercicio en 0,4 kg para la pierna y 0,7 kg para la tronco. Ningún cambio significativo ( $P > 0,05$ ) se produjo en los niveles de insulina, HOMA - IR, y lípidos en la sangre.

Saavedra<sup>21</sup> sostiene que algunos estudios hallan mayores beneficios en ejercicios intermitentes, mientras que otros avalan a los continuos, por lo que en sujetos obesos sedentarios tanto ejercicios continuos como intermitentes pueden ser efectivos para prevenir la ganancia de peso y mejorar algunas condiciones metabólicas. Aunque sugiere que los ejercicios intermitentes muestran una mayor adherencia.

En base a los autores hasta aquí citados (Jakicic, Campell, Boutcher, Heydari, y Saavedra) parecería ser que ejercicios continuos (realizados de forma continua e intermitentemente), fraccionados e intermitentes generan beneficios en el sujeto con sobrepeso y obesidad. Ya sea mejorando la capacidad aeróbica y disminuyendo la masa grasa.

**PANM en sujetos con Sobrepeso y Obesos.** El entrenamiento neuromuscular bien planificado mejora la fuerza gracias a las adaptaciones neuronales (n° y frecuencia de impulsos) y musculares (aumento de tamaño de la fibra y sus componentes bioquímicos, longitud y n° de sarcómeros).

En un estudio realizado por Fabián Vásquez, Erik Díaz, Lydia Lera, Jorge Meza, Isabel Salas, Pamela Rojas, Eduardo Atalah y Raquel Burrows<sup>22</sup> se trabajó con 120 escolares obesos (IMC $\geq$ p 95 del CDC-NCHS<sup>23</sup>), entre 8 y 13 años, reclutados en 3 colegios y divididos en dos grupos.

---

<sup>21</sup> Saavedra, Carlos (2003). Obesidad: ¿Cómo lograr que el ejercicio mantenga la pérdida de peso a lo largo del tiempo?. Publicado en [www.biosportmed.cl](http://www.biosportmed.cl).

<sup>22</sup> Vásquez, F; Díaz, E; Lera, L; Meza, J; Salas, I; Rojas, P; Atalah,E; Burrows, R (2013). Impacto del ejercicio de fuerza muscular en la prevención secundaria de la obesidad infantil; intervención al interior del sistema escolar. Publicado en *Nutrición Hospitalaria*. 2013,28 (2):347-356.

Los autores explican que el análisis de estudios longitudinales, demuestran que el síndrome metabólico (SM) del niño, cuadruplica el riesgo de diabetes mellitus 2 (DM2) y del SM en la vida adulta. La aparición de DM2 a edades tempranas, se asocia a un exceso de grasa corporal desde el mismo instante de la gestación, etapa en la que hoy se observan altas tasas de obesidad (20%).

El objetivo principal de un programa de ejercicio debe orientarse a producir una rehabilitación de la capacidad de utilización de glucosa y grasas. Esto puede lograrse a través de estímulos aeróbicos de moderada a alta intensidad cuya aplicación en poblaciones está limitada por la baja capacidad física.

Tanto el grupo 1 (n=60) como el grupo 2 (n=60), participaron de seis sesiones educativas grupales (cinco los niños y una los padres) de nutrición y alimentación saludable. También asistieron a seis sesiones con psicólogo (cinco los niños y una los padres) para favorecer en los niños la capacidad de reconocer y descubrir el sentido y significado personal de sus hábitos alimentarios. De esta forma, ambos grupos recibieron la misma información y motivación nutricional - psicológica, diferenciados sólo en la intervención con ejercicio físico. El grupo 1 realizó el ejercicio durante los tres primeros meses y el grupo 2 en los tres meses siguientes.

Tres veces a la semana en días no consecutivos, una sesión de 45 minutos (30 en total) por un período de tres meses. La intervención se enfocó en el entrenamiento de fuerza muscular local, mediante la realización de ejercicios que hacían llegar hasta la fatiga a 6 grupos musculares: bíceps, hombros, pectorales, abdominales, gemelos, y muslos. Para este fin se utilizaron mancuernas (brazos) y el peso corporal (piernas).

---

<sup>23</sup> Tablas clínicas de crecimiento del National Center for Health Statistics.

La metodología de trabajo empleada ha sido un circuito denominado “1, 2, 3”, que consiste en 1 minuto de ejercicio conducente a la fatiga de un grupo muscular aislado, con 2 minutos de descanso, repetido en 3 ocasiones.

El grupo 1 (n=60) fue intervenido simultáneamente con ejercicio físico, educación alimentaria y apoyo psicológico durante 3 meses, luego del mes 4 al 6 no recibieron intervención. El grupo 2 (n=60) en los primeros 3 meses recibió sólo la intervención educativa y el apoyo psicológico, siendo intervenido con ejercicio entre los 4 y los 6 meses. Se evaluó IMC, perímetro de cintura, grasa corporal, síndrome metabólico y factores de riesgo cardiovasculares.

A los 3 meses, hubo diferencias significativas entre ambos grupos en la variación del IMC, circunferencia cintura, grasa corporal, síndrome metabólico, obesidad abdominal, hipertrigliceridemia e hiperglicemia de ayuno. En el grupo 1, estos parámetros disminuyeron y aumentaron en el grupo 2. Entre los 4-6 meses, en el grupo 2, hubo una disminución significativa en la obesidad abdominal, presión arterial elevada e hipertrigliceridemia, en tanto en el grupo 1, un aumento significativo de la presión arterial sin variaciones en los otros factores de riesgo cardiovascular.

Se demostró el impacto positivo del ejercicio físico de fuerza en la reducción de la grasa corporal, del síndrome metabólico y de los factores de riesgo cardiovasculares. Este trabajo refuerza el uso del ejercicio como tratamiento de la obesidad y de sus comorbilidades en escolares.

**Tabla II**  
Cambios antropométricos, hábitos de ingesta y actividad física en el grupo 1 y 2. (Valores:  $x \pm DE$ , Me y RI)

Variables	Grupo 1 $\Delta$ 0-3 mes (n = 60)	Grupo 2 $\Delta$ 0-3 mes (n = 60)	p
IMC (puntaje z)	-0,2 (0,4)	+0,1 (0,4)	0,00 <sup>2</sup>
Circunferencia Cintura (cm)	-0,5 $\pm$ 2,9	+1,8 $\pm$ 1,8	0,00 <sup>1</sup>
Masa grasa hombres (%)	-1,8 $\pm$ 6,3	+1,8 $\pm$ 2,7	0,00 <sup>1</sup>
Masa grasa mujeres (%)	-0,1 $\pm$ 1,2	+1,0 $\pm$ 1,0	0,00 <sup>1</sup>
Test ingesta (puntaje)	+0,1 (1,4)	-0,3 (1,6)	0,13 <sup>2</sup>
Test actividad física (puntaje)	+1,0 (2,0)	0,0 (2,0)	0,02 <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Test Student. <sup>2</sup>Test Wilcoxon.

Figura 12. Tomado de Fabián Vásquez, Erik Díaz, Lydia Lera, Jorge Meza, Isabel Salas, Pamela Rojas, Eduardo Atalah y Raquel Burrows (2013).

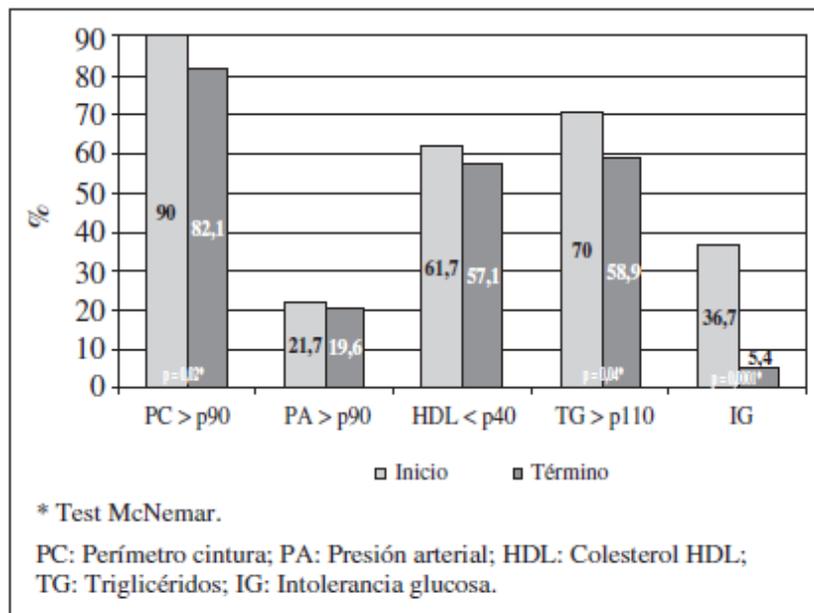
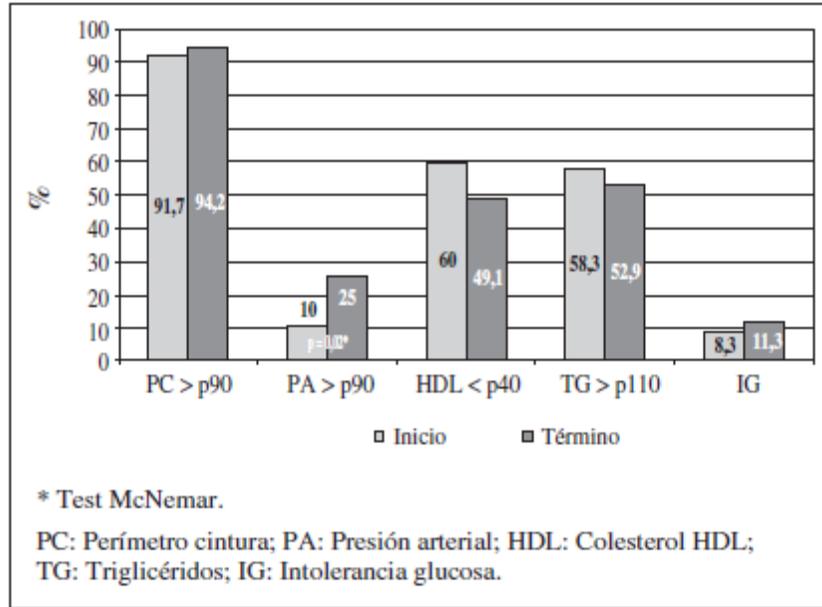


Fig. 2.—Variaciones en la prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares en el grupo 1.

Figura 13. Muestra las variaciones en los primeros 3 meses en el grupo 1. Tomado de Fabián Vásquez, Erik Díaz, Lydia Lera, Jorge Meza, Isabel Salas, Pamela Rojas, Eduardo Atalah y Raquel Burrows (2013).



*Fig. 3.—Variaciones en la prevalencia de factores de riesgo cardiovasculares en el grupo 2.*

*Figura 14. Muestra las variaciones en los primeros 3 meses en el grupo 2. Tomado de Fabián Vásquez, Erik Díaz, Lydia Lera, Jorge Meza, Isabel Salas, Pamela Rojas, Eduardo Atalah y Raquel Burrows (2013).*

La intervención con ejercicio de fuerza muscular en niños y adolescentes obesos realizada en el interior del sistema escolar, produjo una disminución significativa del peso, grasa corporal, obesidad abdominal y factores de riesgo cardiovascular asociados al sobrepeso y sedentarismo.

Sung, R y T; Yu, C; Chang, S<sup>24</sup> evaluaron los efectos de una dieta hipocalórica, con y sin entrenamiento de fuerza, en el perfil de lipídico (en sangre) de niños obesos.

---

<sup>24</sup> Sung, R y T; Yu, C; Chang, S; y otros (2002). Effects of dietary intervention and strength training on blood lipid level in obese children. Publicado en Archives Disease Childhood 2002; 86:407-410.

Ochenta y dos niños obesos se inscribieron en el programa dietético de seis semanas, y fueron asignados al azar a un grupo de entrenamiento o a otro grupo sin entrenamiento. El grupo de entrenamiento sufrió períodos ordinarios de sesiones de ejercicio con énfasis en trabajos de fuerza.

Todos los niños participantes realizaron la misma dieta con un bajo consumo de energía total de 900-1200 kcal diarias, bajo en grasa (20% - 25%), alta en hidratos de carbono complejos (50% - 60%), y suficiente en proteína (25% - 30%) para apoyar el crecimiento.

La intensidad del entrenamiento fue del 75% al 100% de las 10 MR evaluadas individualmente en cada niño. El programa de entrenamiento ha sido en circuito, con una secuencia preestablecida de más de 20 estaciones de trabajo, nueve de las cuales incluyeron el entrenamiento de la fuerza de todos los grandes grupos musculares. El ejercicio aeróbico, como la danza y la cinta aeróbica, se incorporaron en el programa para estimular el interés de los niños. Cada sesión de entrenamiento duró 75 minutos, incluyendo 10 minutos de calentamiento, 20 minutos de entrenamiento de la fuerza, a 10 minutos de ejercicio aeróbico, 10 minutos de entrenamiento de la agilidad, ya 5 minutos de vuelta a la calma, con descansos cortos entre estaciones. La intensidad del ejercicio aeróbico se mantuvo a 60-70% del valor de la frecuencia cardíaca máxima.

**Table 1** Body characteristics before and after six week programme of dietary control, with or without exercise training

	Training		Change (after – before)	Non-training		Change (after – before)
	Before	After		Before	After	
Number	41 (27/14)			41 (27/14)		
Height (cm)	145.9 (6.6)	147.4 (6.9)*	1.4 (0.9)	143.3 (6.5)	145.1 (6.9)*	1.8 (1.2)
Weight (kg)	54.6 (9.1)	55.2 (9.5)	0.6 (1.5)	51.0 (8.7)	50.9 (8.2)	-0.1 (2.2)
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	25.5 (3.1)	25.3 (3.1)	-0.2 (1.5)	24.6 (2.9)	24.1 (2.7)	-0.5 (0.9)
Fat mass (kg)	21.2 (5.3)	21.2 (5.6)	-0.03 (1.1)	19.3 (4.1)	19.3 (4.1)	0.01 (0.9)
Fat free mass (kg)	34.2 (5.1)	35.0 (5.1)*	0.8 (1.1)	32.4 (5.1)	32.6 (4.7)	0.3 (1.2)**
Fat/total mass (%)	37.9 (4.1)	37.3 (4.2)*	-0.7 (1.5)	37.2 (3.3)	36.9 (3.3)	-0.2 (1.4)

Results expressed as mean (SD).

BMI, body mass index.

\*p<0.05 compared to before; \*\*p<0.05 for comparison between changes in the two groups.

*Figura 15. Sung, R y T; Yu, C; Chang, S; y otros (2002).*

**Table 2** Serum lipids and apolipoproteins before and after six week programme of dietary control, with or without exercise training

	Training		Change (after – before)	Non-training		Change (after – before)
	Before	After		Before	After	
Number	41 (27/14)			41 (27/14)		
TC (mmol/l)	4.8 (0.7)	4.5 (0.8)*	-0.3 (0.5)	4.8 (0.9)	4.5 (0.8)*	-0.3 (0.5)
TG (mmol/l)	1.2 (0.5)	1.5 (0.7)	0.3 (0.6)	1.2 (0.5)	1.2 (0.6)	0.1 (0.5)
HDL-C (mmol/l)	1.3 (0.3)	1.2 (0.3)	-0.1 (0.2)	1.3 (0.3)	1.2 (0.2)*	-0.1 (0.2)
LDL-C (mmol/l)	2.9 (0.8)	2.6 (0.8)*	-0.4 (0.5)	2.9 (0.8)	2.7 (0.7)	-0.2 (0.5)
TC:HDL	3.9 (1.1)	3.8 (0.9)	-0.1 (0.4)	3.8 (0.9)	3.9 (1.0)	0.1 (0.4)
TG:HDL	1.0 (0.5)	1.3 (0.8)*	0.3 (0.6)	0.9 (0.6)	1.1 (0.7)	0.2 (0.4)
LDL:HDL	2.4 (0.9)	2.2 (0.8)*	-0.2 (0.4)	2.3 (0.8)	2.4 (0.8)	0.4 (0.4)**
Apo A1 (mg/dl)	130.6 (19.4)	128.2 (20.3)	-2.4 (12.6)	131.4 (19.8)	126.4 (17.4)	-4.9 (14.2)
Apo B (mg/dl)	81.6 (20.1)	80.5 (19.7)	-1.1 (10.1)	78.4 (19.2)	80.2 (19.5)	1.9 (10.2)

Results expressed as mean (SD).

TC, total cholesterol; LDL-C, low density lipoprotein cholesterol; HDL-C, high density lipoprotein cholesterol; TG, triglyceride; Apo A1, apolipoprotein A1; ApoB, apolipoprotein B.

\*p<0.05 compared with before; \*\*p<0.05 for comparison between changes in the two groups.

*Figura 16. Sung, R y T; Yu, C; Chang, S; y otros (2002).*

En la evaluación realizada finalizado el programa no hubo una reducción del IMC, la masa magra aumentó significativamente en el grupo de entrenamiento, el colesterol total en suero se redujo significativamente en ambos grupos, y el LDL-HDL disminuyó significativamente en el grupo de entrenamiento. Lo que indica que el programa de entrenamiento de fuerza puede tener un efecto beneficioso en la composición lipídica. A su vez un aumento de la masa magra incrementa el consumo de oxígeno. No se encontró ninguna mejora en el perfil lipídico solamente con dieta, como sí sucedió en niños normopeso.

Kirk<sup>25</sup> (2007) es otro autor que se interiorizó en la obesidad y su relación con el ejercicio. En su estudio los sujetos con sobrepeso realizaban 1 serie de 3 a 6 repeticiones al 85% de una MR de 9 ejercicios diferentes (5 de tren superior y 4 de tren inferior) 3 veces por semana. Cada vez que podían realizar cómodamente las 6 repeticiones agregaban peso a la sobrecarga. En un comienzo realizaron una adaptación con bajas cargas, entre 12 y 15 repeticiones.

TABLE 2. Body mass and composition across 24 weeks of resistance training for the control (CON;  $n = 8$ ) and resistance trained (RT;  $n = 11$ ) groups.

	Group	Baseline*	12 weeks*	24 weeks*	$p$ Value for group $\times$ time interaction	Difference at 24 weeks†	$p$ Value for 24-week difference
Body mass (kg)	CON	89.2 $\pm$ 9.8 <sup>a</sup>	90.5 $\pm$ 9.1 <sup>a,b</sup>	93.0 $\pm$ 10.2 <sup>c</sup>	0.35	2.3 $\pm$ 10	0.62
	RT	91.7 $\pm$ 11.1 <sup>a</sup>	94.6 $\pm$ 10.2 <sup>b</sup>	95.3 $\pm$ 9.8 <sup>b</sup>			
Fat free mass (kg)	CON	63.0 $\pm$ 5.5	64.0 $\pm$ 5.3	62.8 $\pm$ 5.7	0.07	2.0 $\pm$ 5.3	0.42
	RT	63.3 $\pm$ 6.0	63.0 $\pm$ 3.8	64.8 $\pm$ 4.9			
Body fat (%)	CON	28.7 $\pm$ 8.3	28.8 $\pm$ 7.9	31.0 $\pm$ 7.2	0.02	0.4 $\pm$ 7.1	0.50
	RT	30.4 $\pm$ 8.0	32.6 $\pm$ 8.6	31.4 $\pm$ 7.1			
Skeletal muscle mass (kg)	CON	33.9 $\pm$ 2.6	34.2 $\pm$ 3.4	34.5 $\pm$ 2.9	0.96	-0.3 $\pm$ 2.9	0.85
	RT	33.5 $\pm$ 2.9	33.7 $\pm$ 3.1	34.2 $\pm$ 2.9			

\* Values are mean  $\pm$  SD. Means with the same superscript are not different within group,  $p > 0.05$ .

† Difference = RT - CON.

Figura 17. Tomado de Kirk (2007).

TABLE 4. Strength across 24 weeks of resistance training for control (CON;  $n = 8$ ) and resistance trained (RT;  $n = 11$ ) groups.

	Group	Baseline*	12 weeks*	24 weeks*	$p$ Value for group $\times$ time interaction	Difference at 24 weeks†	$p$ Value for 24-week difference
1RM chest press (lb)	CON	197 $\pm$ 52	198 $\pm$ 45	204 $\pm$ 56	<0.001	63 $\pm$ 52	0.02
	RT	171 $\pm$ 31 <sup>a</sup>	222 $\pm$ 46 <sup>b</sup>	267 $\pm$ 49 <sup>b,‡</sup>			
1RM lat pull-down (lb)	CON	109 $\pm$ 21 <sup>a</sup>	121 $\pm$ 26 <sup>b,†</sup>	120 $\pm$ 20 <sup>b,‡</sup>	<0.001	47 $\pm$ 19	<0.001
	RT	111 $\pm$ 16 <sup>a</sup>	148 $\pm$ 21 <sup>b</sup>	167 $\pm$ 18			
1RM leg press (lb)	CON	273 $\pm$ 76 <sup>a</sup>	290 $\pm$ 96 <sup>a</sup>	303 $\pm$ 92 <sup>b</sup>	0.004	33 $\pm$ 88	0.42
	RT	218 $\pm$ 29 <sup>a</sup>	259 $\pm$ 62 <sup>b</sup>	336 $\pm$ 86 <sup>c</sup>			

\* Values are mean  $\pm$  SD. Means with the same superscript are not different within group,  $p > 0.05$ . 1RM = 1 repetition maximum.

† Difference = RT - CON.

‡ Between group difference within period,  $p < 0.05$ .

Figura 18. Tomado de Kirk (2007).

<sup>25</sup> Kirk; Washburn; Bailey; LeCheminant; Donnelly (2007). Six months of supervised high-intensity low-volume resistance training improves strength independent of changes in muscle mass in young overweight men.

Como podemos observar en los cuadros la inclusión de un PANM a razón de tres días semanales incrementó la fuerza y fue un estímulo muy bueno de adherencia a los 6 meses de intervención en sujetos con sobrepeso, aunque no produjo grandes cambios en la composición corporal de los sujetos.

**Ejercicio cardiovascular o PANM en sujetos con Sobrepeso y Obesidad.** Schjerve y otros (2008)<sup>26</sup> estudiaron un total de 40 sujetos (hombres y mujeres), de más de 20 años de edad con un IMC mayor a 30, asignados al azar en tres distintos grupos de entrenamiento. El programa duró 3 meses, donde se realizó la sesión de entrenamiento tres veces por semana. Un cumplimiento con el programa de entrenamiento de 70% se estableció como un criterio para completar el estudio.

- Grupos aeróbicos: trabajaron en cinta. El grupo de alta intensidad trabajó en 4 intervalos de 4 minutos al 85-95 % de la FC máx. con 3 minutos de pausas activas en entre los intervalos. El grupo de moderada intensidad, caminó de forma continua durante 47 minutos al 50% - 60 % de la FC máx. El entrenamiento intervalado debía tener 16-18 de la escala de Borg, y el continuo 12-14.

---

<sup>26</sup> Schjerve, I; Tyldum, G; Tjonna, A; Stolen, T; Loennechen, J; Hansen, H; Haram, P, Heinrichs, G; Bye, A; Najjars, S; Smith, G; Slordahl, S; Kemi, G; Wisloff, U (2008). Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. Publicado en Clinical Science (2008) 115, 283–293. [www.clinsci.org](http://www.clinsci.org).

- Grupo de fuerza: realizó entrenamiento de fuerza de cuatro series de cinco repeticiones cada una al 90% de 1 MR, en una prensa de piernas. Además, durante cada sesión de entrenamiento de la fuerza, los sujetos realizaron ejercicios abdominales y espinales complementarios, consistentes en tres series de 30 repeticiones con un descanso de 30'' entre cada serie.

El entrenamiento aeróbico de alta intensidad y entrenamiento de fuerza se asociaron con un aumento de PGC-1 $\alpha$ <sup>27</sup> y la mejora de los niveles de transporte de Ca<sup>2+</sup> en el músculo esquelético, mientras que sólo el entrenamiento de fuerza mejoró el estado antioxidante. Tanto el entrenamiento de fuerza y el entrenamiento aeróbico de intensidad moderada redujeron los niveles de LDL oxidada (lipoproteína de baja densidad). Sólo el entrenamiento aeróbico disminuyó el peso corporal y la presión arterial diastólica.

En conclusión, el entrenamiento aeróbico intervalado de alta intensidad fue mejor que el entrenamiento aeróbico de intensidad moderada en la mejora de la capacidad de trabajo aeróbico y la función endotelial. Una contribución importante hacia la mejora de la capacidad de trabajo aeróbico, la función endotelial y la salud cardiovascular se origina en el entrenamiento de fuerza, que puede servir como un sustituto cuando el ejercicio aeróbico está contraindicado o es difícil de realizar. El consumo máximo de oxígeno y la función endotelial mejoró en todos los grupos.

---

<sup>27</sup> La función primaria de PGC-1 $\alpha$  es estimular la biogénesis mitocondrial y el metabolismo oxidativo. Expresar PGC-1 $\alpha$  en células de grasa o músculo se traduce en una fuerte inducción de la expresión de la energía nuclear y mitocondrial codificada genes mitocondriales, así como la estimulación de la biogénesis de organelas.

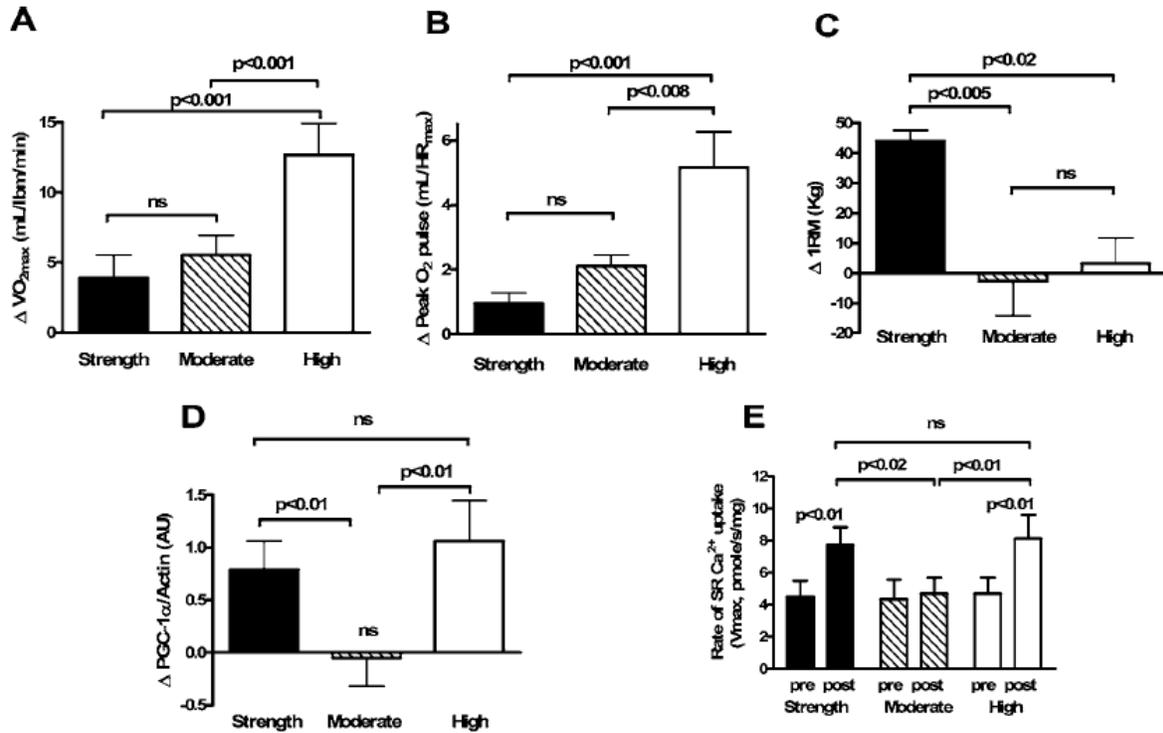


Figure 1  $\dot{V}O_{2max}$  (A), peak  $O_2$  pulse (B), IRM (C), PGC-1 $\alpha$  level (D) and SERCA activity (E) in subjects undergoing high-intensity aerobic exercise, moderate-intensity aerobic exercise or strength training. Values are means  $\pm$  S.E.M. ns, not significant. lbm, lean body mass.

Figura 17. Tomado de Schjerve y otros (2008).

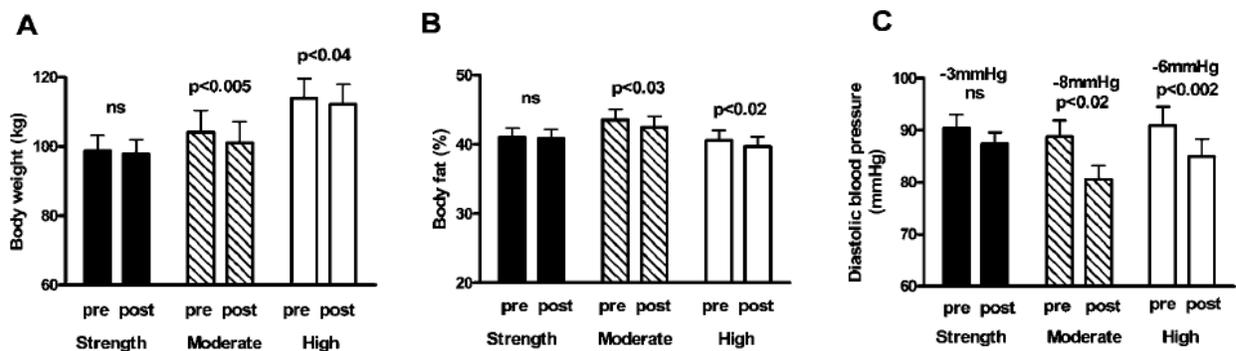


Figure 4 Body weight (A), body fat (B), expressed as a percentage of total body weight, and DBP (C) in subjects undergoing high-intensity aerobic exercise, moderate-intensity aerobic exercise or strength training. Values are means  $\pm$  S.E.M. *P* values indicate a significant difference between pre- and post-exercise. ns, not significant.

Figura 18. Tomado de Schjerve y otros (2008).

**Ejercicio Combinado en sujetos con Sobrepeso y Obesos.** García y otros<sup>28</sup> realizaron un estudio para determinar los efectos de un entrenamiento mixto de 6 semanas de duración sobre la condición física de mujeres jóvenes con sobrepeso. La muestra estuvo compuesta por 20 mujeres ( $18,55 \pm 1,09$  años,  $63,47 \pm 12,25$  kg de masa y  $161,75 \pm 7,74$  cm de altura), con más de un 28% de masa grasa, y sedentarias (2 años sin hacer ninguna actividad física).

El programa de entrenamiento se aplicó durante 6 semanas, con 3 sesiones semanales de entre 30 y 50 minutos de duración. En la primera sesión se trabajó la resistencia aeróbica a una intensidad de entre el 55% - 60% de la FC máx. En la segunda sesión, la fuerza muscular en un circuito de 10 ejercicios con una intensidad de entre el 60% y 70% de 1RM. La tercera sesión consistía en un planteamiento combinado de las dos anteriores.

Tabla 2. Comparación de los niveles de variables funcionales antes y después del Programa de Entrenamiento Mixto

Variables	Momento		
	Pretest	Postest	Mejora (%)
Flexibilidad isquiosural (cm)	$18,30 \pm 7,92$	$20,10 \pm 7,78$ **	+ 9,83**
Estimación del VO <sub>2</sub> max (ml·kg·min <sup>-1</sup> )	$41,36 \pm 6,46$	$44,38 \pm 6,84$ ***	+ 7,30***
RML press de banca (rep.)	$14,65 \pm 5,11$	$21,85 \pm 7,10$ ***	+ 49,14***
RML Prensa Piernas (rep.)	$22,05 \pm 7,26$	$41,35 \pm 11,83$ ***	+ 87,52***

RML: Resistencia Muscular Local; VO<sub>2</sub> max.: Consumo Máximo de Oxígeno

\* = p < 0,05; \*\* = p < 0,005; \*\*\* = p < 0,0005

*Figura 19. Tomado de García y otros (2010).*

<sup>28</sup> García-Martos, M; Calahorra Cañada, F; Torres-Luque, G; Lara Sánchez, A (2010). Efectos de un programa de entrenamiento mixto sobre la condición física en mujeres jóvenes con sobrepeso. Publicado en Cuadernos de Psicología del Deporte. Vol. 10, núm. Suple. Pp. 11-16.

Afirmaron posteriormente a la realización del estudio, que la ejecución de un programa de entrenamiento que combine el trabajo de fuerza muscular y resistencia cardiorrespiratoria, produce mejoras a nivel físico en mujeres jóvenes con sobrepeso, al incrementar la fuerza y resistencia muscular, la capacidad cardiorrespiratoria y flexibilidad.

Se observó un incremento del VO<sub>2</sub> máx. (7%); fuerza dinámica máxima (entre 22% y 32%), resistencia a la fuerza dinámica máxima (49% - 87%) y flexibilidad isquiosural (10%). Se concluye que el entrenamiento mixto de 6 semanas de duración en mujeres jóvenes con sobrepeso produce mejoras en los parámetros funcionales estudiados, incidiendo con ello en la mejora de la salud.

Suleen y otros<sup>29</sup> llevaron a cabo un estudio a noventa y siete sujetos, entre ellos hombres (n=16) y mujeres (n=81) con sobrepeso y obesidad (IMC > 25 kg/m<sup>2</sup> o circunferencia de cintura > 80 cm para las mujeres y 90 cm para los hombres), de 40 a 66 años.

Realizaron durante 3 meses diferentes tipos de entrenamiento y posteriormente un análisis sobre el riesgo de accidente cardiovascular, control del perfil lipídico, niveles de glucosa, insulina, peso corporal, masa grasa, e ingesta dietética.

Se dividió el grupo en cuatro: El grupo 1 fue el control (n=16), el grupo 2 realizó actividad aeróbica (n=15), el grupo 3 realizó trabajos de fuerza (n=16) y el grupo cuatro combinó trabajos aeróbicos con trabajos de fuerza (n=17).

- Control.

---

<sup>29</sup> Suleen S Ho, Satvinder S Dhaliwal, Andrew P Hills, Sebely Pal (2012). The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. Publicado en BMC Public Health 2012:704. <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/704>.

- Aeróbico: 30 minutos de cinta al 60% de la frecuencia cardíaca de reserva (FC de reserva = FC máxima – FC reposo).
- Fuerza: 30 minutos de sesión en la cual se realizaban cuatro series de 8 a 12 repeticiones al 10 MR de prensa, flexión de piernas, extensión de piernas, empuje plano, vuelos posteriores. Cada serie era completada en 30'' con un minuto de pausa.
- Combinado: 15 minutos de ejercicio aeróbico más 15 minutos de ejercicios de fuerza (lo mismo que el grupo de fuerza pero realizaban 2 series en vez de 4).

Las primeras dos semanas se realizaban 3 veces por semana, y después 5 veces por semana. Los participantes llevaron diarios de ingesta alimentaria para controlar la dieta.

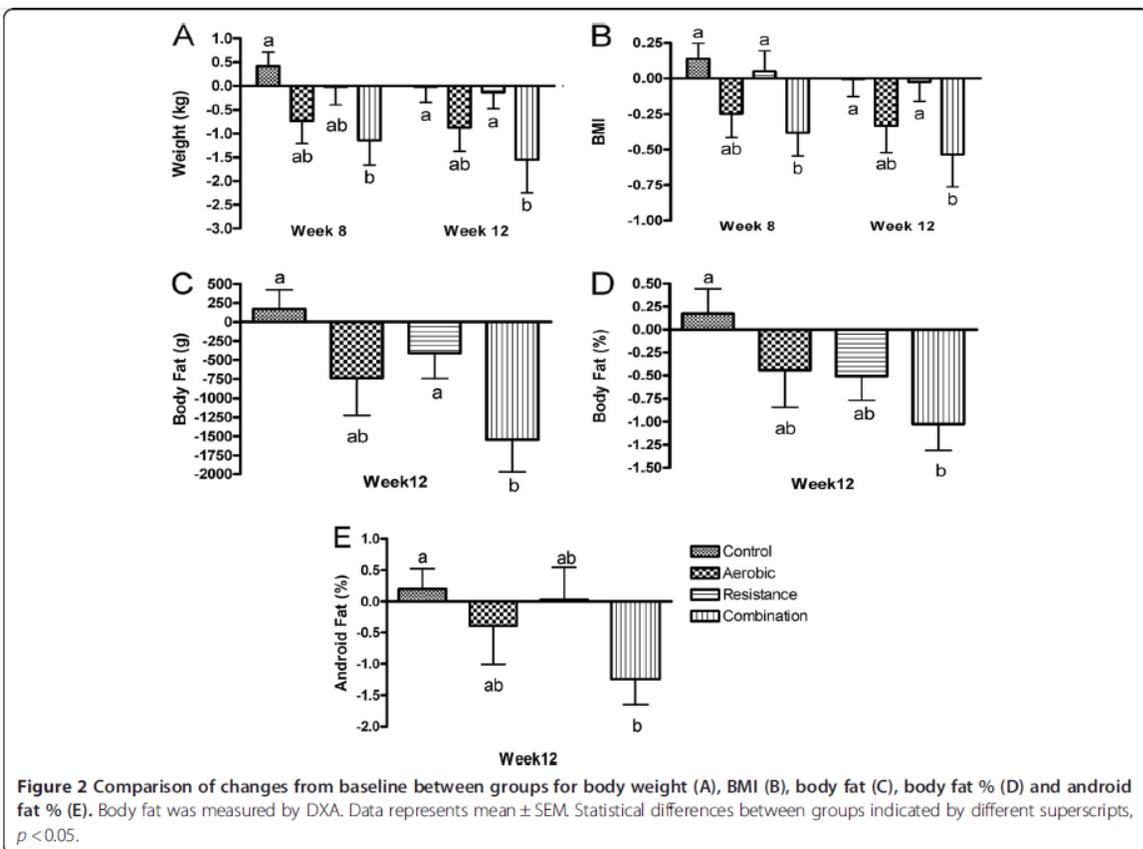


Figura 20. Tomado de Suleen y otros (2012).

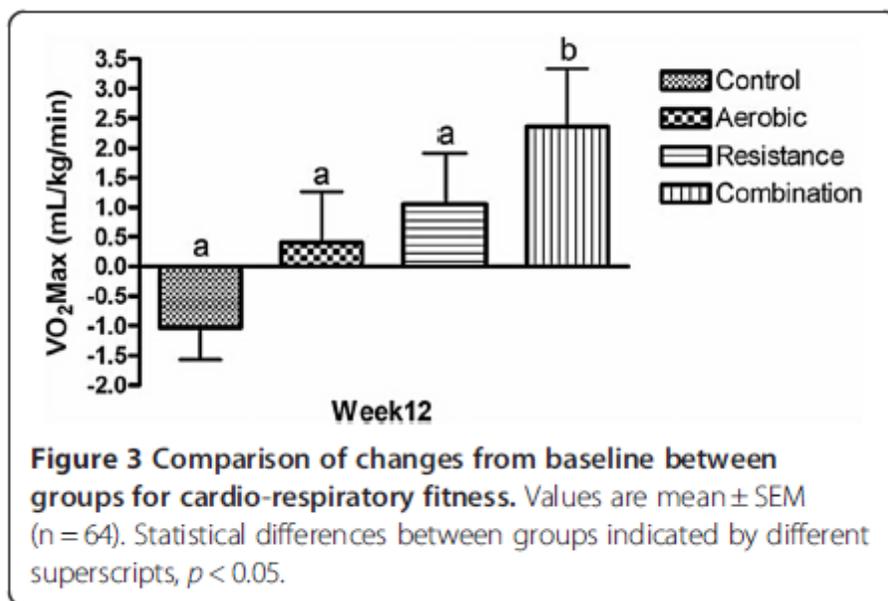


Figura 21. Tomado de Suleen y otros (2012).

A partir de las observaciones de los autores, el ejercicio combinado dio mayores beneficios para la pérdida de peso, pérdida de grasa y acondicionamiento físico cardiorrespiratorio que la actividad aeróbica y el entrenamiento de fuerza por separado. Por lo tanto, el entrenamiento combinando trabajos aeróbicos y de fuerza debe ser recomendada para los adultos con sobrepeso y obesidad.

**Grupo de ejercicio aeróbico.** El VO<sub>2</sub> máx. es una medida reproducible de la capacidad del sistema cardiovascular de aportar sangre oxigenada a la masa muscular que interviene en el trabajo dinámico. Distintos programas de entrenamiento son utilizados para aumentar esta capacidad a través de diferentes adaptaciones. Los cambios inducidos por el entrenamiento son debido al aumento del gasto cardíaco máximo, a un incremento en la diferencia artero-venosa de O<sub>2</sub>, o a una combinación de ambos.

Aquellos conceptos, factores o datos objetivos que permiten conocer la intensidad del esfuerzo y predecir la mayoría de las adaptaciones orgánicas derivadas son conocidos como parámetro de control fisiológico.

El empleo de la FC como procedimiento de control de la carga de entrenamiento se justifica por ser de sencillo registro (manual o sistema de registro telemétrico con pulsómetros) y, principalmente, por el hecho de que existe una correlación entre los valores de la FCM y el  $VO_2$ . Estos factores hacen posible que se pueda establecer un programa de actividad física que tome la FC como elemento de control de la intensidad del ejercicio. Con este control se puede establecer la actividad física de forma individualizada.

En el caso de utilizar una ecuación para estimar la FCM, se debería realizar tras un análisis crítico, ya que existe un gran número de ecuaciones que han sido propuestas para diferentes poblaciones, como por ejemplo: personas con enfermedad coronaria, hipertensos, con retraso mental, obesos, habiendo diferentes fórmulas para hombres y mujeres, además de para deportistas o sedentarios. Por tanto, es necesario seleccionar aquella ecuación que estime con mayor exactitud la FCM, para que en el ámbito del ejercicio no se cometan errores metodológicos graves en la planificación, y se prescriba el ejercicio físico con máxima seguridad.

Para obtener la FCM en el caso de sujetos obesos, se utiliza la fórmula de Miller<sup>30</sup> (1993).

$$\bullet \text{ FC Máx en hombres y mujeres obesos} = 200 - 0,5 \times \text{edad}$$

La FC nos informa de diferentes eventos fisiológicos, como por ejemplo:

---

30 Miller W, Wallace J, Eggert K. Predicting max hr and the HR-VO<sub>2</sub> relationship for exercise prescription in obesity. Med Sci Sports Exerc. 1993;25:1077-81.

Índice de Pashkow. La recuperación post esfuerzo de la FC, es un predictor de mortalidad, considerando una recuperación en el primer minuto post esfuerzo de 12 latidos o menos como anormales.

Relación FC/%VO<sub>2</sub> máx. Se utiliza para establecer la intensidad del ejercicio en relación al VO<sub>2</sub> máx a partir de la FC. Para lo cual se utiliza la ecuación de Londeree y Ames.

$$\bullet \%FC \text{ Máxima} = (0,7305 \times \%VO_2 \text{ máx}) + 29,95$$

Durante este estudio la resistencia aeróbica se trabajó a una intensidad de entre el 55% - 60% del VO<sub>2</sub> máx. utilizando la FC como parámetro de control (equivale a un 70% de la FC máx.). Éste es un método de entrenamiento que se hizo popular en pruebas de resistencia en la década de los setenta. Llamaremos a este método “continuo uniforme” de baja intensidad.

Si bien las evidencias indican que el ejercicio de alta intensidad y duración breve es superior al de mayor duración y menor intensidad para mejorar el VO<sub>2</sub> máx, en sujetos con sobrepeso y obesidad ambos parecerían ser un estímulo adecuado para generar adaptaciones que mejoren los factores de riesgo.

**Grupo de ejercicio de fuerza.** El entrenamiento de la fuerza utilizando resistencias (pesos libres, máquinas de palanca, etc.) es una actividad que bien dosificada garantiza mejoras en el rendimiento físico de los sujetos. En los últimos años se ha estudiado la importancia entre el nivel de fuerza aplicada, velocidad alcanzada, y potencia producida. En base a esto existen diferentes tipos de metodología del entrenamiento de la fuerza.

Los trabajos de fuerza aumentan la masa magra, fuerza y potencia muscular, por eso podría ser una alternativa efectiva en la creación de programas de entrenamiento para sujetos obesos.

Basándonos en Naclerio<sup>31</sup> como referente en la clasificación de las orientaciones de la fuerza, en este trabajo se utilizan dos. Resistencia de la fuerza con pesos bajos de larga duración en las primeras dos semanas, y resistencia de la fuerza con pesos medios de media duración en las últimas 6 semanas.

Se comienza con pesos livianos para realizar una familiarización de los ejercicios, y porque este tipo de trabajo genera una adaptación anatómica, mejora la coordinación, genera una expansión celular, y un aumento de la capilarización. Luego se cambia de método para aumentar aún más la hipertrofia muscular. El objetivo es modificar la composición corporal.

**Evaluaciones.** La evaluación<sup>32</sup> es un proceso que procura determinar, de manera más sistemática y objetiva posible, la pertinencia, eficacia, eficiencia e impacto de actividades a la luz de los objetivos específicos. Constituye una herramienta administrativa de aprendizaje y un proceso organizativo orientado a la acción para mejorar tanto las actividades en marcha, como la planificación, programación y toma de decisiones futuras. La evaluación llevada a cabo en el laboratorio (o en el campo) debe considerarse como una herramienta de diagnóstico y como una ayuda para el entrenamiento. Existen buenas razones para llevar a cabo la evaluación fisiológica de la aptitud física:

---

31 Naclerio. Entrenamiento de la fuerza contra resistencias: cómo determinar las zonas de entrenamiento. Journal of Human Sport and Exercise Online. ISSN 1699-1605. Volume 2 Number 2 July 2007.

32 Del Rosso, Sebastián. Enciclopedia Virtual de Evaluación Deportiva. [www.sobrentrenamiento.com](http://www.sobrentrenamiento.com)

- Identificar debilidades. Un propósito de la evaluación es establecer las fortalezas y debilidades de un individuo. Esto implica la identificación de los principales componentes de la aptitud física en una actividad o deporte y evaluar estos componentes.
- Monitorear el progreso. Mediante la repetición de los tests apropiados en intervalos regulares, el profesional puede tener un panorama de la efectividad del entrenamiento prescrito.
- Proveer una retroalimentación. Mediante los resultados de uno o varios tests puede servir de incentivo para que el sujeto que realiza el plan de ejercicio mejore en un área determinada.
- Educar. Un programa de evaluación puede proveerle a los entrenados una mejor comprensión de las demandas del plan de ejercicio y de los atributos que se requieren para alcanzar el éxito. Esto facilita el desarrollo sistemático de los programas de entrenamiento.

Estas características y capacidades solo pueden ser identificadas a través de un adecuado plan de evaluaciones. En el caso particular de este estudio de campo, las evaluaciones se realizaron antes y después del plan de ejercicio, y sirven para asegurarse que todos los sujetos tengan sobrepeso, (IMC >25, perímetro de cintura >88 cm, y una  $\Sigma$  de los 3 pliegues >57) lo que constituye una condición inicial de los sujetos que trataremos de modificar a través de nuestra intervención en conjunto con el nutricionista y médico de cabecera del paciente.

La evaluación además permite para identificar FRCV (colesterol total, perfil lipídico, tensión arterial) y conocer el  $VO_2$  máx. de los sujetos.

**Test de una milla.** El VO<sub>2</sub> máximo o consumo de oxígeno máximo es, según numerosos científicos, la capacidad máxima de transporte y uso de oxígeno durante el ejercicio y la medida más válida de la buena forma cardiovascular. Frecuentemente los médicos recurren a pruebas de ejercicio incremental (o ejercicio graduado) para detectar cardiopatías, y los fisiólogos para determinar el estado cardiovascular de una persona.

VO <sub>2</sub> máximo	Hombres	Mujeres
Bajo	<25	<24
Regular	25-33	24-30
Media	34-42	31-37
Bueno	43-52	38-48
Excelente	>52	>48

*Figura 21. Valores de VO<sub>2</sub>máx. en hombres y mujeres tomado de García Manso y otros (1996).*

La prueba de una milla se basa en recorrer 1 milla (1609 metros) con la mayor velocidad posible pero caminando, “sin poder correr”. Fue diseñada por Kline y col (1987) y su validez es (r) 0,88. Es un test indicado para adultos y personas mayores de cualquier edad, la única condición es que puedan caminar rápido. Por esta razón es un test adecuado para personas con sobrepeso y obesidad, ya que es una prueba sub-máxima y estima el VO<sub>2</sub> máx. a partir de la siguiente ecuación:

$$\bullet \quad 132,853 - (0,0769 \times \text{Peso Corporal}) - (0,3877 \times \text{Edad}) + (6,315 \times \text{Sexo}) - (3,2649 \times \text{Tiempo}) - (0,1565 \times \text{FC final})$$

Aclaraciones:

Peso Corporal en Kg

Sexo = 0 mujer, 1 varón.

Tiempo en minutos.

**Test de repetición máxima.** Repetición máxima (RM) es el término usado para indicar el peso máximo que cada quien puede elevar solamente una vez en determinado movimiento o ejercicio.

Generalmente, la repetición máxima se indica con el acrónimo 1 RM o MR.

Si bien el test de la 1MR, es la metodología más aceptada para determinar el peso máximo en un ejercicio específico, éste requiere una importante preparación física. Surgen así los test con pesos submáximos, que consisten en realizar un número máximo de repeticiones con un peso específico. A partir de estos datos se calcula el valor de la 1MR, aplicando alguna de las ecuaciones validadas científicamente, cuya fiabilidad ha sido comprobada en ciertas poblaciones y en determinados ejercicios.

Considerando que estamos trabajando con sujetos desentrenados, se utilizan las siguientes ecuaciones para obtener un estimativo de 1MR, y así poder planificar con poco margen de error y con poco riesgo de lesión.

<b>Autor</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Correlación</b>	<b>Rango de Rep. recomendado</b>
Brzycki (1993)	$\% 1MR = 102,78 - 2,78 \text{ Rep}$ $1MR = \text{kg} * 100 / (102,78 - 2,78 * \text{Rep})$	+ ALTA TREN SUP + MODERADA TREN INF	< 10
Epley (1985)	$1MR = (1 + 0,033 * \text{Rep}) * \text{Kg}$	+ALTA TREN SUP + ALTA TREN INF	<15
Lander (1985)	$\% 1MR = 101,3 - 2,67123 \text{ Rep}$	+ ALTA TREN SUP + MODERADA TREN INF	<15
Mayhew y col. (1992)	$\% 1MR = 52,2 + 41,9 * (e^{-0,055 * \text{Rep}})$ $1MR = 100 * \text{kg} / \% 1MR$	+ ALTA TREN SUP + ALTA TREN INF	6 a 20
Wathen (1994)	$\% MR = 48,8 + 53,8 * (e^{-0,075 * \text{Rep}})$ $1MR = 100 * \text{Kg} / \% 1MR$	+ ALTA TREN SUP + ALTA TREN INF	< 10
O`Conner y col. (1989)	$1MR = \text{Peso} * (1 + 0,025 * \text{Rep})$	+ ALTA TREN SUP + ALTA TREN INF	< 10
Lombardi (1989)	$1 MR = \text{Rep} + \text{Kgr} (\text{Rep}) ^{0,1}$	+ ALTA	< 10

Figura 22. Adaptado. Casas (2005)<sup>33</sup>

---

33 Jiménez Gutiérrez, Alfonso (2005). Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones. Editor INDE.

**Composición Corporal y Medidas Antropométricas.** A finales del siglo XX, una de las maneras habituales de valorar el sobrepeso y la obesidad, era a través de tablas de altura y peso de la Metropolitan Life Insurance, método que ha sido substituido por el índice de masa corporal (IMC). Uno de los problemas asociados a este tipo de métodos es que no puede diferenciarse si la persona está muy musculada o posee mucha masa grasa. De aquí surge la importancia de medir y evaluar la composición corporal.

La antropometría es una técnica que estudia las mediciones del cuerpo humano, es poco costosa, portátil y aplicable en todo el mundo para evaluar el tamaño, las proporciones y la composición del cuerpo humano. Refleja el estado nutricional y de salud y permite predecir el rendimiento, la salud y la supervivencia, convirtiéndose así en un instrumento valioso. Así surgen mediciones de determinadas variables e índices de gran utilidad en el ámbito del ejercicio. En este trabajo se utilizaron las siguientes:

1 – El índice de Cintura Cadera (CCi/Ca). Es la primera medición antropométrica que se utiliza para identificar si la salud está en riesgo debido al peso y/o adiposidad. Se ha demostrado que el CCi/Ca es un excelente predictor antropométrico de morbi-mortalidad por ECC (enfermedades cardio coronarias), accidente cerebro vascular y diabetes mellitus en hombres y mujeres, especialmente en individuos menores a 70 años y no obesos todavía.

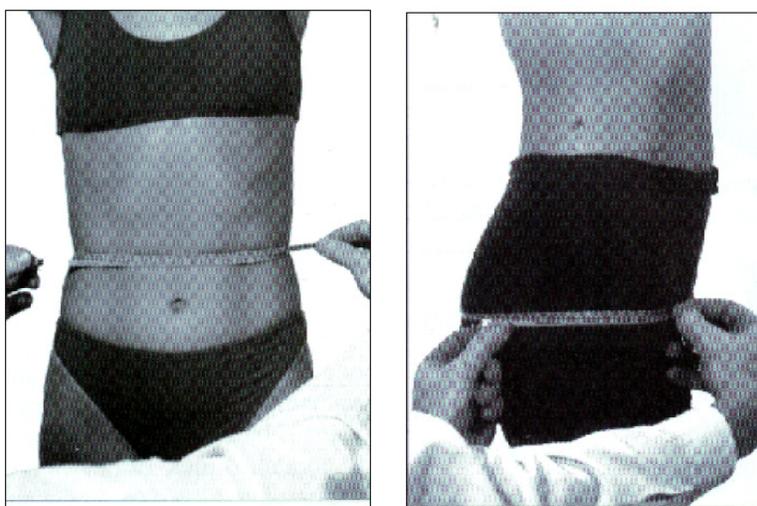
Hombres con CCi/Ca  $>$  a 0.95 y mujeres  $>$  0.80, pueden ser clasificados como sujetos de riesgo. Son necesarios cambios realmente significativos en el peso antes de que se modifique el CCi/Ca. El CCi/Ca parece de poco valor para controlar intervenciones sobre la grasa, ya que en algunos

casos se reduce la grasa ginecoide y en otros la androide, además la reducción de grasa subcutánea e interna no están necesariamente ligadas.

CCi/Ca	Excelente	Bueno	Promedio	En riesgo
Hombres	< 0.85	0.85 - 0.89	0.90 - 0.95	> 0.95
Mujeres	< 0.75	0.75 - 0.79	0.80 - 0.86	> 0.86

*Figura 23. Cuadro normativo de CCi/Ca en hombres y mujeres. (OMS)*

La medición de la cintura, se realiza en el nivel de punto más estrecho entre el último arco costal (costilla) y la cresta iliaca<sup>34</sup>. Si la zona más estrecha no es aparente, entonces la lectura se realiza en el punto medio entre estas dos marcas. El evaluador se para en frente del sujeto para localizar correctamente la zona más estrecha o reducida. La medición se realiza al final de una espiración normal, con los brazos relajados al costado del cuerpo.



*Figuras 24 y 25. Medición del perímetro de cintura (izquierda) y de cadera (derecha). Antropométrica.*

---

34 Norton, Kevin; Olds, Tim (1996). Antropométrica (Edición en Español por Juan Carlos Mazza). Biosystem, Servicio Educativo. Rosario, Argentina.

La medición de la cadera es tomada al nivel del máximo relieve de los músculos glúteos, casi siempre coincidente con la sínfisis pubiana. El evaluador se para al costado del sujeto para asegurar que la cinta se mantenga en plano horizontal. El sujeto se para con los pies juntos sin contraer los glúteos.

2 – El Índice de Masa Corporal (IMC). La capacidad para identificar personas en riesgo aumenta si se combina la información del IMC con CCI/Ca. El IMC y el CCI/Ca miden cualidades diferentes, pero combinándolos se puede obtener cierta información. El IMC bajo en combinación con un CCI/Ca alto aumenta el riesgo de muerte tanto en hombres como mujeres. Por lo tanto, individuos que presenten un CCI/Ca elevado, en combinación con un alto o bajo IMC, deberían comenzar una intervención para mejorar su salud.

<i>HOMBRES</i>		<b>CCI/Ca</b>		
<b>BMI</b>	tertilo más bajo	Tertilo más bajo	Tertilo medio	Tertilo más alto
	tertilo medio	13.1	13.1	29.2
	tertilo más alto	13.1	13.1	19.0
<i>MUJERES</i>				
<b>BMI</b>	tertilo más bajo	Tertilo más bajo	Tertilo medio	Tertilo más alto
	tertilo medio	7.6	4.7	7.0
	tertilo más alto	2.5	4.7	5.2
		1.0	4.7	6.3

*Figura 26. Extraído de Antropométrica. Relación entre IMC, CCI/Ca y probabilidad de mortalidad.*

Clasificación	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	
	Valores principales	Valores adicionales
<b>Infrapeso</b>	<b>&lt;15,99</b>	<b>&lt;15,99</b>
Delgadez severa	<16,00	<16,00
Delgadez moderada	16,00 - 16,99	16,00 - 16,99
Delgadez no muy pronunciada	17,00 - 18,49	17,00 - 18,49
<b>Normal</b>	18,5 - 24,99	18,5 - 22,99
		23,00 - 24,99
<b>Sobrepeso</b>	<b>≥25,00</b>	<b>≥25,00</b>
Preobeso	25,00 - 29,99	25,00 - 27,49
		27,50 - 29,99
<b>Obeso</b>	<b>≥30,00</b>	<b>≥30,00</b>
Obeso tipo I	30,00 - 34,99	30,00 - 32,49
		32,50 - 34,99
Obeso tipo II	35,00 - 39,99	35,00 - 37,49
		37,50 - 39,99
Obeso tipo III	≥40,00	≥40,00

*Figura 27. Clasificación de la OMS según el IMC.*

3 – Pliegues Cutáneos del Tronco. Es necesario realizar una medición de los pliegues subescapular, abdominal y supraespinal, ya que tienen una mayor correlación con las enfermedades que los pliegues de las extremidades.

El síndrome metabólico ofrece una explicación de porqué la distribución de la grasa, más que los niveles de grasa en sí, pueden afectar negativamente la salud. La excesiva adiposidad abdominal subcutánea y/o profunda es de particular preocupación, aunque no es posible cuantificarla antropométricamente o de forma directa. Aunque tomando mediciones antropométricas regulares y diferentes evaluaciones clínicas es posible mejorar la calidad de nuestras

intervenciones. A continuación los cuadro de percentiles que relacionan IMC, CCI/Ca y  $\Sigma$  de 3 pliegues extraído de Antropométrica<sup>35</sup>.

percentiles para hombres de 18-29 años															
	1	2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	98	99
<b>BMI</b>	17.5	18.1	18.8	19.9	21.2	22.2	23.2	23.6	24.7	25.2	26.3	27.5	29.2	31.2	36.6
<b>CG/Ca</b>	0.77	0.78	0.78	0.80	0.81	0.82	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.93	0.96	0.99	1.00
<b><math>\Sigma</math>3PC</b>	14.4	15.0	16.6	18.3	20.4	25.1	31.6	35.5	43.0	51.8	57.6	76.8	91.1	95.6	111.3
percentiles para hombres de 30-39 años						30	40	50	60	70	80	90	95	98	99
	1	2	5	10	20										
<b>BMI</b>	18.2	18.7	20.3	21.2	22.3	23.4	24.1	24.9	25.1	26.0	27.0	29.5	30.6	33.2	33.8
<b>CG/Ca</b>	0.80	0.81	0.82	0.84	0.86	0.87	0.88	0.90	0.91	0.92	0.94	0.97	1.00	1.07	1.08
<b><math>\Sigma</math>3PC</b>	15.9	16.5	18.9	25.8	34.3	41.6	45.3	50.6	57.0	62.0	69.2	77.3	94.6	99.0	116.0
percentiles para hombres de 40-49 años						30	40	50	60	70	80	90	95	98	99
	1	2	5	10	20										
<b>BMI</b>	17.7	20.1	20.9	22.0	22.6	23.7	24.2	25.2	26.1	27.4	28.4	30.4	32.3	33.8	34.2
<b>CCI/Ca</b>	0.79	0.80	0.82	0.84	0.86	0.88	0.90	0.91	0.94	0.95	0.98	0.99	1.02	1.05	1.06
<b><math>\Sigma</math>3PC</b>	17.8	18.1	27.0	29.9	38.8	44.8	49.0	55.5	62.2	66.7	71.1	85.4	96.4	108.3	110.9
percentiles para hombres de 50-59 años						30	40	50	60	70	80	90	95	98	99
	1	2	3	10	20										
<b>BMI</b>	20.4	21.1	21.8	22.6	23.4	23.9	24.9	25.9	26.4	28.0	28.7	30.6	31.8	34.7	36.2
<b>CCI/Ca</b>	0.81	0.82	0.84	0.86	0.89	0.91	0.92	0.94	0.95	0.96	0.99	1.02	1.05	1.08	1.09
<b><math>\Sigma</math>3PC</b>	20.9	21.9	25.2	31.5	39.8	44.4	49.1	54.1	59.8	66.2	72.6	85.1	95.4	101.5	110.2
percentiles para hombres de 60-69 años						30	40	50	60	70	80	90	95	98	99
	1	2	3	10	20										
<b>BMI</b>	18.1	20.4	22.4	23.1	24.0	24.6	25.0	26.1	27.1	27.9	28.8	29.9	31.4	31.9	32.6
<b>CCI/Ca</b>	0.81	0.83	0.87	0.88	0.92	0.93	0.95	0.96	0.98	0.99	1.00	1.02	1.03	1.05	1.06
<b><math>\Sigma</math>3PC</b>	19.6	23.2	27.5	36.8	43.5	46.6	50.5	55.0	59.7	62.9	70.3	83.1	87.3	94.1	97.0
percentiles para hombres de 70+ años						30	40	50	60	70	80	90	95	98	99
	1	2	3	10	20										
<b>BMI</b>	18.4	19.5	21.0	22.1	22.7	24.5	25.0	25.5	26.0	26.6	27.2	28.9	31.2	35.4	36.8
<b>CCI/Ca</b>	0.86	0.86	0.88	0.90	0.91	0.93	0.94	0.96	0.98	1.00	1.00	1.02	1.03	1.05	1.06
<b><math>\Sigma</math>3PC</b>	21.1	21.6	24.0	27.9	33.4	39.3	44.7	47.3	50.3	56.5	59.0	66.1	70.0	92.0	107.8

Figura 28. Percentiles en Hombres australianos de IMC, CCI/Ca y sumatoria de 3 pliegues.

35 Norton, Kevin; Olds, Tim (1996). Antropométrica (Edición en Español por Juan Carlos Mazza). Biosystem, Servicio Educativo. Rosario, Argentina.

percentiles para mujeres de 18-29 años																
	1	2	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	98	99	
<b>BMI</b>	17.4	17.6	19.3	20.0	20.6	21.2	21.8	22.2	22.8	23.4	24.5	27.1	30.3	32.2	33.8	
<b>CG/Ca</b>	0.65	0.68	0.68	0.70	0.71	0.72	0.74	0.75	0.76	0.77	0.80	0.83	0.86	0.88	0.96	
<b>∑3PC</b>	19.9	23.5	25.9	30.6	35.5	42.0	45.7	51.6	57.2	67.9	77.4	90.6	98.0	110.1	112.8	
percentiles para mujeres de 30-39 años						30	40	50	60	70	80	90	95	98	99	
	1	2	5	10	20											
<b>BMI</b>	17.9	17.9	18.7	19.1	20.1	21.0	21.9	22.4	23.5	24.7	26.1	30.5	31.9	35.3	36.3	
<b>CG/Ca</b>	0.68	0.68	0.70	0.71	0.73	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	0.82	0.87	0.91	0.92	0.93	
<b>∑3PC</b>	17.5	20.5	23.6	26.7	34.2	40.5	46.8	52.4	59.4	66.7	82.9	99.1	109.2	113.7	115.4	
percentiles para mujeres de 40-49 años						30	40	50	60	70	80	90	95	98	99	
	1	2	5	10	20											
<b>BMI</b>	17.9	18.3	19.4	20.3	21.3	22.5	23.3	24.2	25.1	26.7	28.5	31.1	34.6	38.6	39.8	
<b>CCi/Ca</b>	0.67	0.69	0.71	0.72	0.74	0.75	0.77	0.78	0.81	0.83	0.86	0.88	0.91	0.92	0.95	
<b>∑3PC</b>	20.7	21.3	29.2	33.1	43.7	53.0	67.6	74.9	81.8	87.9	96.3	109.6	116.3	122.0	124.1	
percentiles para mujeres de 50-59 años						30	40	50	60	70	80	90	95	98	99	
	1	2	3	10	20											
<b>BMI</b>	18.2	18.7	19.5	20.2	21.6	22.8	23.7	24.3	25.0	26.6	28.5	31.8	33.5	34.8	38.0	
<b>CCi/Ca</b>	0.70	0.70	0.71	0.73	0.74	0.77	0.78	0.80	0.81	0.84	0.87	0.91	0.94	0.98	1.00	
<b>∑3PC</b>	21.2	24.1	27.8	36.5	51.0	60.3	73.3	77.7	83.5	92.4	104.9	115.4	118.7	121.2	125.3	
percentiles para hombres de 60-69 años						30	40	50	60	70	80	90	95	98	99	
	1	2	3	10	20											
<b>BMI</b>	18.1	20.4	22.4	23.1	24.0	24.6	25.0	26.1	27.1	27.9	28.8	29.9	31.4	31.9	32.6	
<b>CCi/Ca</b>	0.81	0.83	0.87	0.88	0.92	0.93	0.95	0.96	0.98	0.99	1.00	1.02	1.03	1.05	1.06	
<b>∑3PC</b>	19.6	23.2	27.5	36.8	43.5	46.6	50.5	55.0	59.7	62.9	70.3	83.1	87.3	94.1	97.0	
percentiles para mujeres de 70+ años						30	40	50	60	70	80	90	95	98	99	
	1	2	3	10	20											
<b>BMI</b>	19.4	19.7	20.9	21.9	22.6	23.9	25.4	26.4	28.2	29.0	29.6	31.2	31.6	33.8	34.5	
<b>CCi/Ca</b>	0.76	0.76	0.77	0.79	0.84	0.85	0.86	0.89	0.91	0.92	0.94	0.96	0.98	0.99	0.99	
<b>∑3PC</b>	27.6	29.3	36.1	51.0	59.7	64.5	67.2	79.7	85.2	91.8	99.2	103.8	107.3	109.2	109.5	

Figura 29. Percentiles en Mujeres australianas de IMC, CCi/Ca y sumatoria de 3 pliegues.

## **Método enzimático colorimétrico<sup>36</sup>**

Los ensayos enzimáticos son métodos de ensayo químico para medir actividades enzimáticas. Son vitales para el estudio de las cinéticas enzimáticas y la inhibición enzimática. Miden el sustrato consumido o el producto generado en la reacción durante un tiempo. Existe un gran número de métodos diferentes para medir la concentración de sustratos y productos, y muchas enzimas pueden ser ensayadas de diferentes maneras.

La sensibilidad, la precisión y la simplicidad de las determinaciones enzimáticas hacen de éstas una excelente alternativa para los análisis de rutina en los laboratorios clínicos<sup>37</sup>.

---

36 Velásquez, Y; Rodríguez; N y otros (2006). Evaluación de un método enzimático para la determinación de triglicéridos. Revista de la facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes, Venezuela. Vol. 48 (2) 2006.

37 Chaves, A; Vargas, M; Schosinsky, K; Jiménez, M (1997). Evaluación de un método enzimático colorimétrico para la cuantificación de colesterol sérico. Rev. De Costa Rica de Ciencias médicas, vol.18, n.1, pp. 30-43.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### *Población del Estudio*

La muestra estuvo compuesta por 6 hombres **sedentarios con sobrepeso**. Considerando con sobrepeso a aquellos sujetos con un IMC >25, un perímetro de cintura >88 cm y una  $\Sigma$  de los 3 pliegues >57 (subescapular, abdominal y supraespinal). Es condición no hayan realizado ejercicio sistemáticamente en los últimos 6 meses. Se pide a los sujetos que no realicen cambios significativos en sus dietas. Todos tenían a la hora de comenzar el estudio entre 22 y 45 años.

### *Caracterización de las intervenciones*

El procedimiento consistió en una valoración inicial; un plan de ejercicio en el cual un grupo trabaja la resistencia aeróbica, otro la fuerza, y otro ambas de 8 semanas de duración con una frecuencia de 3 veces por semana; y una valoración final.

**Valoración inicial.** Consiste en la medición y evaluación de diferentes parámetros cardiovasculares y de la composición corporal: Colesterol total, Perfil lipídico, Tensión Arterial;  $VO_2$  máx., IMC, CCi/Ca,  $\Sigma$  3 pliegues cutáneos del tronco.

**Plan de Ejercicio.** Se aplicó durante 8 semanas, con 3 sesiones semanales de entre 45 y 55 minutos de duración. El acondicionamiento previo de todos los grupos consistió en 5 minutos de ejercicios de movilidad articular con estiramientos dinámicos de los diferentes grupos musculares.

Se divide a los participantes en 4 grupos aleatoriamente.

- **Grupo 1 – Grupo control.** No realiza ningún plan de ejercicio.
- **Grupo 2 – Grupo de trabajos aeróbicos.** Trabaja la resistencia aeróbica a una intensidad entre el 55% - 60% del VO2 máx. utilizando la FC como parámetro de control (65% - 70% FC máx. estimada con la fórmula de Miller). El método utilizado es caminata en cinta de manera continua en dos bloques. Las primeras dos semanas dos bloques de 15 minutos con una pausa de 2 minutos. La tercer y cuarta semana dos bloques de 18 minutos con una pausa de 2 minutos en el medio. A partir de la quinta semana dos bloques de 20 minutos con 2 minutos de pausa en el medio.
- **Grupo 3 – Grupo de trabajos de fuerza.** El grupo 3 realiza entrenamiento de la fuerza muscular. Se realizan dos ejercicios de tren inferior, cuatro de tren superior, y tres de zona media. Los sujetos realizan subidas al banco (de 30 cm de alto), estocadas, press plano, tirones con agarre abierto, pess militar, pull over, abdominales a 45°, elevaciones de cadera, torsiones con polea.

En las dos primeras semanas de entrenamiento cada ejercicio se realiza 2 series de 12 a 15 repeticiones al 50% - 60% de 1 MR estimativa. A partir de la tercera semana cada ejercicio se realiza 3 series de 8 a 10 repeticiones por serie al 60% - 65% de 1 MR estimativa. Siempre respetando 60'' a 90'' de pausa entre series.

En las primeras sesiones de entrenamiento se produce una familiarización con los ejercicios y las formas correctas de realizarlos. La orientación de la fuerza a trabajar es la resistencia a la fuerza con pesos livianos de larga duración. Pasadas estas dos semanas se empieza a incrementar la intensidad de los mismos y reduciendo las repeticiones por series, trabajando la resistencia de fuerza pesos medios de media duración.

- **Grupo 4 – Grupo de trabajos mixtos.** El grupo de trabajo mixto realizó un día de entrenamiento aeróbico y un día de entrenamiento de fuerza, alternándolos. Procedieron de la misma forma que el grupo 2 y 3.

**Valoración final.** Una vez finalizado el programa de entrenamiento, se procede a la valoración final, de la misma manera que la valoración inicial.

#### *Mediciones*

Peso. Balanza CAM

IMC y CCI. Balanza CAM y cinta antropométrica Calibres Argentinos.

Tensión Arterial. Tensiómetro aneroide SAN-UP.

TG totales. Método enzimático colorimétrico

Colesterol. Método enzimático colorimétrico

VO2 máx. Test de 1 milla.

#### *Valoraciones de Fuerza Máxima estimativa y FC máxima estimativa*

La fuerza dinámica máxima se calculó mediante la aproximación a una repetición máxima, ya que los sujetos son desentrenados. Por medio de un test submáximo en el cual se incrementaba la carga paulatinamente hasta llegar a realizar como máximo 5 repeticiones (siguiendo el protocolo de 1 MR presentado por Naclerio). Con esta información se usaron las fórmulas estandarizadas de Epley (1985) y Mayhew et al. (1995) (citados en Colado, 1996) para obtener una repetición máxima (1RM) de cada uno de los 3 ejercicios valorados: press plano, press militar, y subidas al banco.

La FC máxima se estimó con la fórmula de Miller ( $200 - 0.5 \times \text{edad}$ ).

### *Análisis de Datos*

Desarrollar cualquier estudio clínico tiene como objetivo analizar la existencia o no de asociación entre diversas variables. El análisis estadístico de los datos permite generalizar resultados o inferir resultados obtenidos de la muestra estudiada que la generó. Mientras más grande sea el tamaño de la muestra, mayor será la precisión, y por ende, la variabilidad secundaria al azar se reduce. El concepto significación estadística se relaciona con la necesidad de probar hipótesis. Este proceso se realiza utilizando pruebas de hipótesis, las que permiten cuantificar hasta qué punto la variabilidad de la muestra en estudio es responsable de los resultados obtenidos en el estudio.

El tratamiento estadístico de los datos se realizó a través de Microsoft Excel Professional Plus 2010 para Windows. Todas las variables se presentan como valores medios y desviaciones típicas.

### *Hábitos alimentarios y de actividad física*

No habrá cambios en los hábitos alimentarios ni de actividad física. Se le va a pedir a los sujetos que continúen con su vida normalmente, para ver qué efectos tiene sobre los diferentes parámetros controlados realizar un plan de entrenamiento de 3 días por semana.

## RESULTADOS

**Evaluación inicial.** La población estudiada presenta FRCV determinados por la evaluación inicial. Se puede observar que todos poseen IMC, CCI/Ca y  $\Sigma$  de los 3 pliegues elevados. Los niveles de colesterol total de todos los participantes están por encima de los 200 mg/dl. Los niveles de VO<sub>2</sub> máx. triglicéridos y tensión arterial están dentro de los parámetros normales. A su vez, cabe recordar que los sujetos tienen sobrepeso, son sedentarios, y además hombres, lo que aumenta la posibilidad de sufrir una patología, y sobre los que tenemos que trabajar.

**Resultados pre – post intervenciones.** El cuadro presenta los resultados obtenidos en la evaluación inicial y post programa de entrenamiento, con sus respectivas variaciones.

Variable/Grupo	Grupo Control			Grupo aeróbico		
	PRE	POST	VARACIÓN	PRE	POST	VARACIÓN
Peso	87,5	87,8	0,34%	89,3	88,5	-0,90%
IMC	27,918	28,669	2,69%	27,8	26,85	-3,54%
CCI/Ca	0,85	0,87	2,35%	0,82	0,79	-3,80%
Tensión Arterial mmHG	130/80	130/80	0,00%	120/80	120/80	0,00%
VO <sub>2</sub> máx. ml/kg/min	35,4	36,1	1,98%	38,9	44,1	11,79%
Triglicéridos mg/Dl	110	120	9,09%	120	114	-5,26%
Colesterol Total mg/dl	212	227	7,08%	225	221	-1,81%
HDL	55	56	1,82%	53	51	-3,92%
LDL	135	146	8,15%	150	147	-2,04%
SUMATORIA 3 PLIEGUES	69,75	72	3,23%	79	71	-11,27%

*Figura 30. Datos obtenidos pre – post intervención, y sus % de variación. Grupo control y aeróbico.*

Variable/Grupo	Grupo Fuerza			Grupo Mixto		
	PRE	POST	VARACIÓN	PRE	POST	VARACIÓN
Peso	86,6 ± 2,5	86 ± 3	-0,81%	90,6 ± 2,8	88,45 ± 2,45	-2,42%
IMC	30,5 ± 3,2	30,26 ± 3,36	-0,79%	29,155 ± 2,05	28,575 ± 1,9	-2,02%
CCi/Ca	0,9 ± 0,06	0,88 ± 0,06	-1,69%	0,885	0,885	0,02%
Tensión Arterial mmHG	120/80	120/80	0,00%	120/80	120/80	0,00%
VO <sub>2</sub> máx. ml/kg/min	40,55 ± 1,45	43,05 ± 1,25	5,81%	36,8 ± 1,5	40,5 ± 1,5	9,15%
Triglicéridos mg/Dl	114 ± 4	107,5 ± 3,5	-6,05%	103,5 ± 6,5	99,5 ± 4,5	-3,94%
Colesterol Total mg/dl	210 ± 1,5	217 ± 5	3,00%	222 ± 2	222,5 ± 1,5	0,23%
HDL	52 ± 0	55,5 ± 1,5	6,31%	55,5	56,5	1,77%
LDL	135,5 ± 1,5	141,5 ± 3,5	4,24%	147,5 ± 1,5	148 ± 1	0,34%
SUMATORIA 3 PLIEGUES	75 ± 8	71 ± 9	-5,63%	77 ± 9,5	68,12 ± 7,1	-12,80%

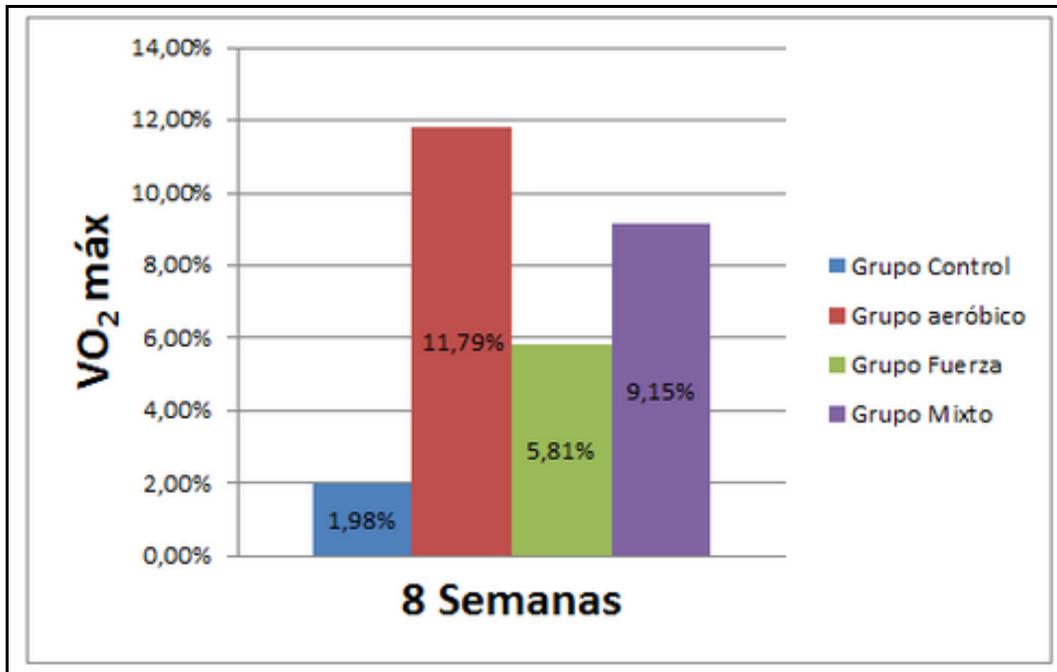
Figura 31. Datos obtenidos pre – post intervención, y sus % de variación. Grupo de fuerza y mixto.

**Evaluación post intervenciones.** En primer lugar el grupo control muestra algunos cambios significativos (> 5%) como un aumento de los triglicéridos en sangre y del colesterol total, que tienen un carácter negativo. Las demás variables se modificaron muy poco.

El grupo de trabajo aeróbico tuvo un gran aumento (11,79%) en el VO<sub>2</sub> máx., indicador de salud cardiovascular, y una gran disminución (11,27%) en la  $\Sigma$  de los 3 pliegues. Los niveles de triglicéridos también bajaron de manera significativa (5,26%). El resto de las variables no alcanzó variaciones mayores a un 5% pero todas arrojaron datos positivos (menos una disminución del 3,92% en el HDL).

El grupo de fuerza también tuvo un incremento significativo (5,81%) del VO<sub>2</sub> máx. (aunque en menor medida que el grupo aeróbico) , una disminución de 6,05% en los triglicéridos en sangre, un descenso de 5,63% en  $\Sigma$  de los 3 pliegues , y un aumento del colesterol HDL (6,31%).

El grupo de trabajo mixto tuvo un gran aumento del VO<sub>2</sub> máx. (9,15%) y una disminución muy importante (12,8%) de la  $\Sigma$  de los 3 pliegues.



*Figura 32. Cambios en el VO<sub>2</sub> máx. luego de las intervenciones.*

**LIMITACIONES.** Una de las principales limitaciones que tiene este trabajo es el tamaño de la muestra. Si bien es uno de los déficits más comunes en los trabajos que estudian la obesidad y el ejercicio, muchas veces es difícil o escasean los recursos para conseguir una población mayor y poder sacar resultados más contundentes y con menos margen de error. Es también una limitación el rango etario de la muestra, ya que la hace más heterogénea.

**DISCUSIONES.** Decidir cuántos días a la semana se debe realizar trabajos de fuerza, y cuántos días a la semana trabajos aeróbicos. Si bien el aeróbico parecería mostrar aumentos más notables en el VO<sub>2</sub> máx., en programas de entrenamiento de 8 semanas de duración, no tiene tanta incidencia sobre el aumento de la masa muscular como los trabajos de fuerza. Si bien los trabajos de fuerza no tienen tanta incidencia sobre adaptaciones cardiovasculares, generan a largo plazo un cambio en la composición corporal, mejorando también la calidad de vida del sujeto.

**CONCLUSIONES.** En un programa de 8 semanas de ejercicio, realizado 3 veces por semana, con diferentes orientaciones (aeróbico, fuerza y mixto) todos los grupos de ejercicio mostraron mejoras en las diferentes variables analizadas en comparación al grupo control.

El ejercicio aeróbico, y el de fuerza (por separado) en sujetos con sobrepeso reducen los FRCV, aumenta el  $VO_2$  máx., reduce la  $\Sigma$  de los 3 pliegues y los niveles de triglicéridos.

El ejercicio combinado también generó aumento en el  $VO_2$  máx. y reducción en la  $\Sigma$  de los 3 pliegues, por lo que en ocho semanas también aporta beneficios en los FRCV. El ejercicio aeróbico parece ser el que mayores beneficios trae para la salud cardiovascular, pero teniendo en cuenta que los trabajos de fuerza son los que más impacto tienen sobre la masa muscular, la cual mejora la calidad de vida del sujeto con sobrepeso, un plan de ejercicio mixto parecería ser la opción más idónea para trabajar con este tipo de población.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ACSM (American College of Sports Medicine) (2001). Appropriate Intervention Strategies for Weight Loss and Prevention of Weight Regain for Adults.
- Björntorp, Carlgren, Isaksson, Krotkiewski, Larsson, Sjöström (1975). Effect of an energy-reduced dietary regimen in relation to adipose tissue cellularity in obese women. Publicado en The American Journal of Clinical Nutrition 28:may, pp. 445-452.
- Boutcher, Stephen (2013). Ejercicio Intermitente de Alta Intensidad y Pérdida de Grasa. Publicado en Revista Online PubliCE Standart. Cita Original en Hidawai Publishing Corporation Journal of Obesity Volume 2011, Article ID 868305.
- Cappa, Darío (2012). Tejido adiposo: Anatomía y Estructura Básica. Publicado en Revista Online PubliCE Lite.
- Campell, Leanne; Wallman, Karen, Green Danny (2010). The effects of intermittent exercise on physiological outcomes in an obese population: Continuous versus interval walking. Publicado en Journal of Sport Science and Medicine 9, 24-30.
- Colado, J; Chulvi, I (2008). Los programas de acondicionamiento muscular en las diferentes etapas de desarrollo madurativo y en determinadas alteraciones orgánicas. Rodríguez PL. Ejercicio físico en salas de acondicionamiento muscular. Madrid: Panamericana.
- Chaves, A; Vargas, M; Schosinsky, K; Jiménez, M (1997). Evaluación de un método enzimático colorimétrico para la cuantificación de colesterol sérico. Rev. De Costa Rica de Ciencias médicas, vol.18, n.1, pp. 30-43.

- Conthe, P. (2009). ¿Puede admitirse todavía un objetivo de hemoglobina glucosilada inferior al 7%? Reflexiones sobre el ACCORD, el ADVANCE y el nuevo consenso ADA-EASD. *avances en*, 25(2), 151.
- Crommett, April; Kinzey, Stephen (2004). Excess postexercise oxygen consumption following acute aerobic and resistance exercise in women who are lean or obese. Publicado en *The Journal of Strength & Conditioning Research*.
- Donnelly, JE; Jacobsen, DJ; Snyder, K; Seip, R; Smith, S (2000). The effects of 18 months of intermittent vs continuous exercise on aerobic capacity, body weight and composition, and metabolic fitness in previously sedentary, moderately obese females. Publicado en *International Journal of Obesity* 24, 556-572.
- Elgart, Jorge; Pfrirter, Guillermina; González, Lorena; Caporale, Joaquín; Cormillot, Adrián; Chiappe, María Luz; Gagliardino, Juan. Obesidad en Argentina: Epidemiología, Morbimortalidad e Impacto Económico. En *Revista Argentina de Salud Pública*. Vol 1 – N° 5, Diciembre 2010.
- García-Martos, M; Calahorro Cañada, F; Torres-Luque, G; Lara Sánchez, A (2010). Efectos de un programa de entrenamiento mixto sobre la condición física en mujeres jóvenes con sobrepeso. Publicado en *Cuadernos de Psicología del Deporte*. Vol. 10, núm. Suple. Pp. 11-16.
- Guyton y Hall (2000). *Tratado de fisiología médica*. Décima edición. Editorial Offset, México.
- Hamid Mohebbi; Mohammad Azizi (2011). Maximal fat oxidation at the different exercise intensity in obese and normal weight men in the morning and evening. *Journal of Human Sport & Exercise* ISSN 1988-5202. Volume 6. Issue 1.

- Heredia Elvar, Juan Ramón; Roig, Jorge; Medrano, Ivan; Donate, Felipe; Mata, Fernando; Paredes, Jesús. (2009). Planteamientos Actuales ante el Sobrepeso/Obesidad desde la Perspectiva de los Especialistas en Ejercicio Físico y Salud. Publicado en Revista Online PubliCE Standart.
- Heredia Elvar (2008). Sobrepeso/Obesidad Ejercicio Físico y Salud: Intervención mediante programas de Fitness. Editorial Deportiva Wanceulen, España.
- Heydari, M; Freund, J; Boutcher, S (2012). The Effect of High-Intensity Intermittent Exercise on Body Composition of Overweight Young Males. Hindawi Publishing Corporation. Journal of Obesity. Article ID 480467.
- Jakicic, J; Winters, C; Lang, W; Wing, R (1999). Effects of Intermittent Exercise and Use of Home Exercise Equipment on Adherence, Weight Loss, and Fitness in Overweight Women. Publicado en JAMA, Vol 282, N° 16.
- Jakicic, J; Marcus, B; Gallegher, K; Napolitano, M; Lang, W (2003). Effect of Exercise Duration and Intensity on Weight Loss in Overweight, Sedentary Women. Publicado en JAMA, Vol 290, N° 10.
- Jiménez Gutiérrez, Alfonso (2005). Entrenamiento personal: bases, fundamentos y aplicaciones. Editor INDE.
- Kirk; Washburn; Bailey; LeCheminant; Donnely (2007). Six months of supervised high-intensity low-volume resistance training improves strength independent of changes in muscle mass in young overweight men. Publicado en Journal of Strength and Conditioning Research, 21(1), pp. 151–156.
- Krasnov, Fernando (2010). Metodología del entrenamiento de la fuerza. Publicado en la revista de la Asociación Argentina de Kinesiología. Art3 40. Pp. 18-22.

- López Chicharro, José; Fernández Vaquero, Almudena. (2006). Fisiología del Ejercicio. 3era Edición. Editorial Panamericana, Buenos Aires.
- Marins J, Marins NO, Delgado-Fernandez. Aplicaciones de la frecuencia cardiaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio. Apunts Med Esport. 2010; <http://www.apunts.org/ficheros/eop/dx.doi.org/10.1016/j.apunts.2010.04.003>
- Miller W, Wallace J, Eggert K. Predicting max hr and the HR-VO2 relationship for exercise prescription in obesity. Med Sci Sports Exerc. 1993;25:1077–81.
- Naclerio. Entrenamiento de la fuerza contra resistencias: cómo determinar las zonas de entrenamiento. Journal of Human Sport and Exercise Online. ISSN 1699-1605. Volume 2 Number 2 July 2007.
- Norton, Kevin; Olds, Tim (1996). Atropométrica (Edición en Español por Juan Carlos Mazza). Biosystem, Servicio Educativo. Rosario, Argentina.
- Páez, I. P., Weber, F. L. R., Greene, E. J. D., & Jardines, R. C. (2009). Mitos y realidad de la hemoglobina glucosilada. Medicina Interna de México, 25(3).
- Pedersen; Saltin (2006). Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. Publicado en Journal of Medicine & Science in Sports. Vol. 16, pp. 3-63.
- Peña García, Guillermo; Heredia Elvar, Ramón; Donante, Isidro; Moral, Susana; Mata, Fernando; Segarra, Víctor. (2013). Sarcopenia, Obesidad Sarcopénica y Papel del Ejercicio Físico. Publicado en Revista Online PubliCE Standart.
- Recasens; Ricart; Fernández-Real (2004). Obesidad e inflamación. Publicado en Revista Médica de la Universidad de Navarra. Vol. 48, n° 2, pp. 49-54.
- Rodríguez – Rodríguez, E; Pera, M; López – Sobaler, A.M.; Ortega, R.M. (2009). Obesidad, resistencia a la insulina y aumento de los niveles de adipoquinas: importancia

de la dieta y el ejercicio físico. En revista Nutrición Hospitalaria 2009; 24 (4):415-421. ISSN 0212-1611. S.V.R. 318.

- Romero, Tomás (2009). Factores modificables de riesgo cardiovascular: ¿Cuáles estamos realmente modificando?. *Rev. méd. Chile* [online] vol.137, n.11 [citado 2014-09-21], pp. 1498-1501.
- Saavedra, Carlos (2004). Metabolismo de lípidos: inactividad y ejercicio físico. Publicado en [www.biosportmed.cl](http://www.biosportmed.cl).
- Saavedra, Carlos (2002). Actividad física, ejercicio, condición física y obesidad. Publicado en [www.biosportmed.cl](http://www.biosportmed.cl).
- Saavedra, Carlos (2003). Obesidad: ¿Cómo lograr que el ejercicio mantenga la pérdida de peso a lo largo del tiempo? Publicado en [www.biosportmed.cl](http://www.biosportmed.cl).
- Saavedra, Carlos (2004). Prescripción de Actividad Física en Obesidad y Alteraciones metabólicas. Publicado en [www.biosportmed.cl](http://www.biosportmed.cl).
- Scarfó, Ricardo Luis (2013). Ejercicio Intermitente: Análisis histórico-fisiológico. Publicado en *Revista Electrónica de Ciencias Aplicadas al Deporte*. Vol. 6, n° 22, Septiembre de 2013.
- Schjerve, I; Tyldum, G; Tjonna, A; Stolen, T; Loennechen, J; Hansen, H; Haram, P, Heinrichs, G; Bye, A; Najjars, S; Smith, G; Slordahl, S; Kemi, G; Wisloff, U (2008). Both aerobic endurance and strength training programmes improve cardiovascular health in obese adults. Publicado en *Clinical Science* (2008) 115, 283–293. [www.clinsci.org](http://www.clinsci.org).
- Spiegelman Bruce, Jun Wu, Paul Cohen (2013). Adaptive thermogenesis in adipocytes: Is beige the new brown?. Publicado en Cold Spring Harbor Laboratory Press.

- SEEDO (Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad) (2007). Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica (versión íntegra). Publicado en Revista Española de Obesidad.
- Suleen S Ho, Satvinder S Dhaliwal, Andrew P Hills, Sebely Pal (2012). The effect of 12 weeks of aerobic, resistance or combination exercise training on cardiovascular risk factors in the overweight and obese in a randomized trial. Publicado en BMC Public Health 2012;704. <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/704>.
- Sung, R y T; Yu, C; Chang, S; y otros (2002). Effects of dietary intervention and strength training on blood lipid level in obese children. Publicado en Archives Disease Childhood 2002;86:407-410.
- Vásquez, F; Díaz, E; Lera, L; Meza, J; Salas, I; Rojas, P; Atalah,E; Burrows, R (2013). Impacto del ejercicio de fuerza muscular en la prevención secundaria de la obesidad infantil; intervención al interior del sistema escolar. Publicado en Nutrición Hospitalaria. 2013,28 (2):347-356.
- Velásquez, Y; Rodríguez; N y otros (2006). Evaluación de un método enzimático para la determinación de triglicéridos. Revista de la facultad de Farmacia y Bioanálisis de la Universidad de Los Andes, Venezuela. Vol. 48 (2) 2006.