



# [TRABAJO FIN DE GRADO]

Ejercicio físico en problemática asociada a obesidad: diabetes, hipertensión y tratamiento pre y post operatorio bariátrico.

**Autor: Luis Miguel Carmona Corpas**

**Tutor: Pedro Tomás Gómez Píriz**

**Universidad de Sevilla**

**Facultad de Ciencias de la Educación**

**Grado de Ciencias de la Actividad Física y Deportes**

**4º Curso**

**Orientación: Innovación.**

**Contenido: Actividad Física y Salud**

# Índice

<i>Resumen</i>	4
Palabras clave	4
<b>INTRODUCCIÓN</b>	5
<b>1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.</b>	7
1.1 Obesidad	7
1.2 Tratamiento de la obesidad	11
1.3 Enfermedades asociadas a obesidad	13
1.4 Obesidad, tratamiento quirúrgico y ejercicio.	18
1.5 Objetivos de la investigación	19
<b>2 MÉTODO</b>	21
2.1 Búsqueda bibliográfica	21
2.2 Criterios de selección de los artículos	21
2.3 Análisis de los artículos	22
<b>3 RESULTADOS</b>	23
3.1 Revisión de ejercicio físico y enfermedades asociadas.	23
3.1.1 Diabetes Mellitus tipo 2.	23
3.1.2 Hipertensión arterial	31
3.2 Ejercicio físico en el hospital Virgen del Rocío de Sevilla.	39
3.3 Revisión de ejercicio y tratamiento quirúrgico de la obesidad.	45
<b>4 DISCUSIÓN</b>	49
<b>5 CONCLUSIONES</b>	52
<b>6 PERSPECTIVAS FUTURAS.</b>	54
<b>7 BIBLIOGRAFÍA</b>	55
<b>8 Anexos.</b>	67
8.1 Índice de Tablas.	67



## **Resumen**

La obesidad se constituye como uno de los principales problemas de salud de la población a nivel mundial. Además, los sujetos obesos tienen una mayor predisposición a desarrollar otras enfermedades, tales como: diabetes o hipertensión. La eficacia de la actividad física para el tratamiento de estas patologías se ha comprobado en multitud de ocasiones. El objetivo de este estudio fue analizar las indicaciones y recomendaciones de ejercicio en estas poblaciones y proponer programas de entrenamiento adecuados, que garanticen la seguridad del paciente obeso con diabetes y/o hipertensión. Además, el sometimiento a intervención quirúrgica es otra de las circunstancias habituales en el obeso, por lo que se analiza la importancia del ejercicio físico en este procedimiento y el papel del profesional de la actividad física.

Se concluye que, la adaptación del entrenamiento a las circunstancias específicas del paciente obeso es fundamental para la eficacia y seguridad del mismo. Es necesario conocer si padece alguna enfermedad asociada, para así, adaptar el programa a las indicaciones de entrenamiento eficaz en cada patología. El éxito de la intervención quirúrgica para la pérdida de peso requiere de la realización de protocolos de entrenamiento antes y después de la operación. La inclusión del profesional de la actividad física en el equipo multidisciplinar encargado del tratamiento de la obesidad, es fundamental para el buen desarrollo del mismo.

### **Palabras clave**

*Obesidad, hipertensión, diabetes, ejercicio físico.*

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la obesidad representa uno de los mayores problemas de salud en la población a nivel mundial, llegando a convertirse en una enfermedad epidémica. Además, es la base de numerosas enfermedades crónicas, tales como: diabetes, dislipemia, coronariopatías, vasculopatías, apnea del sueño, problemas osteoarticulares, etcétera (Cabrerizo, Rubio, Ballesteros y Moreno, 2008)

Los tratamientos para la prevención y mejora de estas patologías son variados y van desde las terapias quirúrgicas a las dietéticas, pasando por las modificaciones en el estilo de vida o la puesta en marcha de programas de acondicionamiento físico. El tratamiento con ejercicio físico en relación con algunos de los problemas asociados a la obesidad será el objeto de esta revisión.

Son muchas las publicaciones sobre obesidad y ejercicio físico (Shaw, Gennat, O'Rourke y Del Mar, 2006; Hopps y Caimi, 2011; Brown, Lean y Hankey, 2012; Fayh, Lopes, da Silva, Reischack-Oliveira y Friedman, 2012; Snel y col. 2012; Trussardi, Lopes, Fernandes, Reischack-Oliveira y Friedman, 2013; Sanal, Ardic y Kirac, 2013) pero, teniendo en cuenta que, un elevado porcentaje de obesos padece diabetes y/o hipertensión (Calza, Descarli y Ferraroni, 2008; Gomis y col., 2013), en este estudio, se pretende conocer, analizar y comprender los distintos tipos de entrenamiento aplicados en estas patologías. Tras su revisión, se comprobará si estos programas son también adecuados en los pacientes obesos o si, la conjunción de obesidad y diabetes u obesidad e hipertensión, necesita de unas indicaciones específicas para la práctica de ejercicio físico.

Pero, ¿realmente se le da importancia a la realización de actividad física como terapia para el control metabólico o como tratamiento anti hipertensivo? Se acudirá a un contexto clínico real para comprobar si el ejercicio físico se incluye dentro del tratamiento de las enfermedades tratadas o si adquiere un papel secundario para los profesionales de la salud.

Dentro de las peculiaridades asociadas que se puede encontrar un entrenador personal en el tratamiento del paciente obeso, también está la cirugía. La pérdida de peso antes de someterse a técnicas quirúrgicas tiene importantes beneficios de cara a la seguridad de la intervención y, la posterior puesta en

marcha de un programa de entrenamiento adecuado ayuda en la eficacia del tratamiento, evitando recaídas.

El presente estudio pretende unificar y clarificar los conocimientos sobre estos aspectos relacionados con la obesidad, tratando de definir cuál sería el ejercicio físico más recomendable en cada una de las situaciones.

# 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

## 1.1 Obesidad

El termino obesidad deriva de la expresión griega ob-edere, que significa “sobre-ingesta”, entendiéndose pues como el consumo excesivo de alimentos (Galindo, 2011). Algunas definiciones que se pueden encontrar actualmente son:

*Tabla 1. Definiciones de obesidad*

Índice de masa corporal igual o superior a 30kg/m<sup>2</sup> (Organización Mundial de la Salud, 2000).

Peso elevado capaz de aumentar el riesgo de enfermedad y muerte prematura (American Gastroenterological Association, 2002).

Manifestación de una disfunción del sistema de control de peso corporal que impide el ajuste de la masa de reservas grasas a su tamaño óptimo (Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad, 2000)

En definitiva, son muchas y variadas las definiciones posibles para el concepto de obesidad pero, todas ellas concluyen en que se trata de una enfermedad multifactorial caracterizada por un exceso de tejido graso o tejido adiposo, que origina incremento del peso corporal con efectos nocivos para la salud.

Las principales causas de este desajuste pueden ser, tanto genéticas como ambientales. Los hábitos de vida poco saludables, unidos a problemas metabólicos o fisiológicos provocan un desequilibrio en el balance ingesta/consumo de energía. Esto puede explicarse también, por el aumento en la ingesta de alimentos hipercalóricos ricos en grasa, sal y azúcares pero pobres en vitaminas, minerales y otros macronutrientes.

Según los datos de la Organización Mundial de la Salud (2012), en 2008 más de 200 millones de hombres y cerca de 300 millones de mujeres eran obesos y, el número de adultos con sobrepeso ascendía a 1.400 millones. Afirma además que, cada año fallecen en el mundo al menos 2,8 millones de persona a consecuencia del sobrepeso o la obesidad. También habla de que la obesidad

supone un riesgo alto para el desarrollo de otras enfermedades como diabetes, cardiopatías o incluso cáncer.

Esta institución promueve la actividad física como un medio para la prevención y para el tratamiento de la obesidad. En el plano individual fomenta la realización de actividad física periódica y, en el plano social, asegura de la importancia de lograr que la actividad física periódica sea económica y fácilmente accesible para todos y en particular para las personas con menos recursos.

Para comprobar la relevancia de este problema en nuestro país, se extraen los datos del Instituto Nacional de Estadística (2013). En su última Encuesta Nacional de Salud, realizada entre 2011 y 2012 concluye que la obesidad sigue una tendencia al alza en nuestro país, afectando ya al 17% de la población adulta en España. Este dato, supone un grave problema teniendo en cuenta que en la primera encuesta nacional de salud realizada en 1987 el porcentaje de población adulta obesa era de 7,4%.

Actualmente, de cada cien adultos, diecisiete padecen obesidad y treinta siete tienen algún grado de sobrepeso. En total, el 53,7% de la población adulta padece sobrepeso u obesidad. En cuanto a los niños (2 a 17 años) de cada diez, dos tienen sobrepeso y uno obesidad. El porcentaje en niños es relativamente estable desde 1987, situándose en un 27,8%.

A continuación se presenta un gráfico en el que aparecen los porcentajes de población adulta obesa en relación al Índice de Masa Corporal, según género. Recordamos que, según la OMS (2000) son consideradas obesas aquellas personas con un IMC igual o superior a 30kg/m<sup>2</sup>.



# Índice de masa corporal (IMC) adultos población 18 y + años

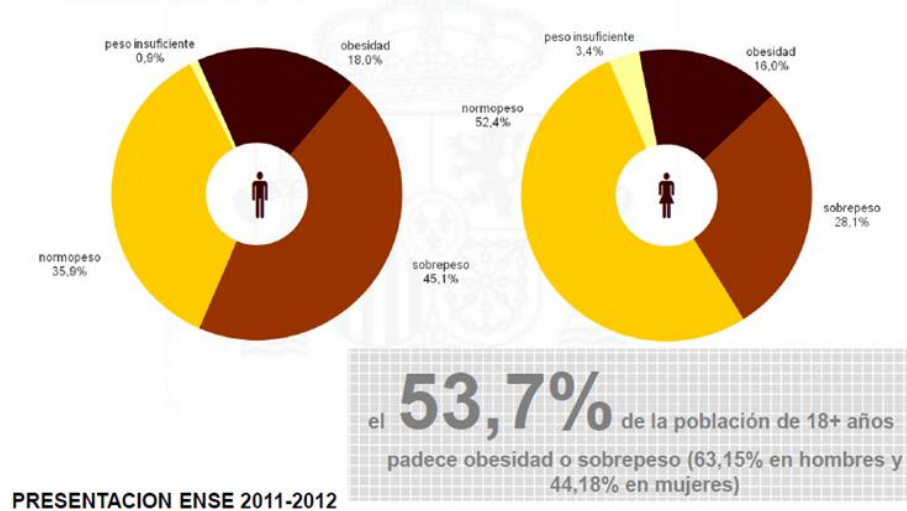


Figura 1. Porcentajes de población según IMC (INE, 2013)

La utilización del IMC como indicador de obesidad plantea algunas dudas de validez, ya que; por ejemplo, algunos deportistas requieren para su disciplina un importante aumento de peso corporal y no por ellos deberían ser considerados obesos. En este caso, el aumento de peso se relaciona con una mayor proporción de masa magra (Eston, 2002). Otros indicadores que pueden ofrecer mayor precisión para determinar la población obesa son el porcentaje de grasa corporal o la distribución de la grasa mediante el perímetro abdominal. En este último caso, el National Institute of Health determina el incremento de riesgo de padecer alteraciones metabólicas y problemas cardiovasculares ante distribuciones de la obesidad si, el perímetro de cintura el igual o superior a 102cm en hombres, o igual o superior de 88 para mujeres (Klein, Allison, Heymsfield, 2007). En cuanto al porcentaje de grasa corporal, y siguiendo a Howley y Franks (1995), se determina que existe obesidad cuando el porcentaje es igual o superior a 32% en hombres y al 25% en mujeres.

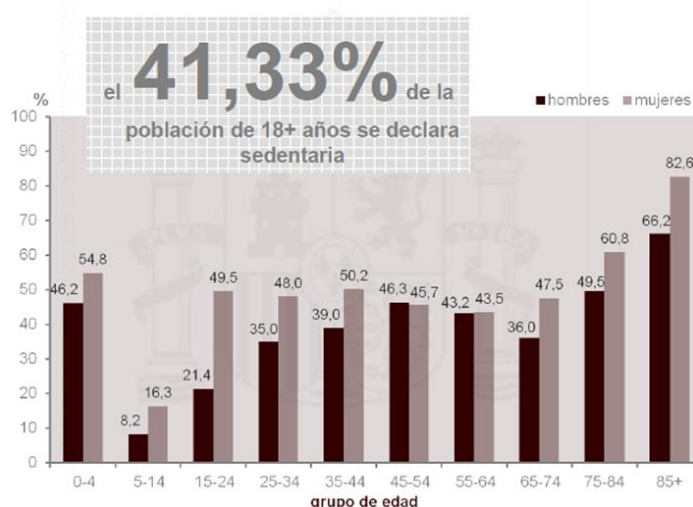
Otros datos que se pueden inferir de la encuesta del Instituto Nacional de Estadística son que la obesidad es más frecuente a mayor edad, excepto en mayores de 74 años o que la obesidad se relaciona de manera inversamente proporcional con la escala social.

Un hecho que podría llegar a explicar parte de este aumento constante del porcentaje de población obesa, aparte del ya mencionado problema de la dieta, es el alto índice de sedentarismo que se da en nuestro país. La Encuesta Nacional de Salud del INE recoge que el 41,3% de la población se reconoce sedentaria, siendo el porcentaje algo mayor en mujeres (46,6%) que en hombres (35,9%)

Este sedentarismo generalizado viene motivado por factores diversos, tales como: la mecanización del trabajo, la reducción de tiempo de jornada laboral, la no existencia de jornada laboral debido al incipiente índice de paro, las nuevas formas de ocio tecnológico o el incremento y mejora de los medios de transporte. A todo esto habría que añadir las modificaciones en la dieta que se vienen produciendo en los últimos años y la falta de ejercicio físico diario.

A continuación se presenta una gráfica realizada por el INE en la que se muestran los porcentajes de población sedentaria según edad y género.

## Sedentarismo



PRESENTACION ENSE 2011-2012

Figura 2. Porcentajes de población sedentaria (INE, 2013)

Parece por tanto que, cuanto más evoluciona la sociedad más se tiende al sedentarismo y, por ende, a la obesidad.

Además, esta enfermedad supone un coste muy elevado del gasto sanitario en España, situándose en un 6,9% del total, aproximadamente 2.000 millones de

euros anuales (Estudio Delphi, 1999 citado en SEEDO, 2000). Esta suma de dinero incluye los gastos ocasionados por las enfermedades asociadas a la obesidad y los problemas de adaptación social que provoca.

## **1.2 Tratamiento de la obesidad**

Con el objetivo de poner fin a esta epidemia, en la actualidad, son varias las estrategias y herramientas terapéuticas existentes para tratar la obesidad, tales como: modificación dietética, prescripción de actividad física, cambio de hábitos vitales, farmacoterapia o intervenciones quirúrgicas.

En la Carta Europea contra la Obesidad (2006) se insta a los países participantes a movilizarse y actuar contra la obesidad a través de estrategias globales y actividades de promoción de la salud. En la Carta se afirma que una mejora en la alimentación, junto con la actividad física, producirá un impacto notable sobre la salud pública. Y para conseguir esto se necesita de una actuación exhaustiva, ya que la raíz del problema radica en factores sociales, económicos y medioambientales rápidamente cambiantes, que determinan los estilos de vida de las personas. Se plantea la necesidad de construir sociedades en las que los estilos de vida saludables, vinculados a la alimentación y a la actividad física, constituyan la norma; sociedades en las que los objetivos relacionados con la salud están en consonancia con los de la economía, la sociedad y la cultura, y donde las opciones saludables resulten más accesibles y sencillas para las personas.

Evidentemente, este estudio se centra en la actividad física, que se constituye como una adecuada y asequible terapia para reducir la obesidad, un método de prevención de enfermedades, además de, una manera de autoaceptación y estimación personal. Se entiende por actividad física cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que da como resultado un gasto calórico, para lo cual debe tener determinadas características de intensidad, duración y frecuencia. Esta actividad física puede emplearse como tratamiento exclusivo en la reducción de peso pero su eficacia es mayor en una actuación conjunta con otras estrategias. Esto cobra mayor importancia en la población sobre la que trata el estudio, dadas sus particulares condiciones.

A continuación se presenta el gráfico elaborado por el INE, en el que se refleja en nivel de actividad física realizado por la población española de entre 15 y 69 años, según su Encuesta Nacional de Salud 11-12:

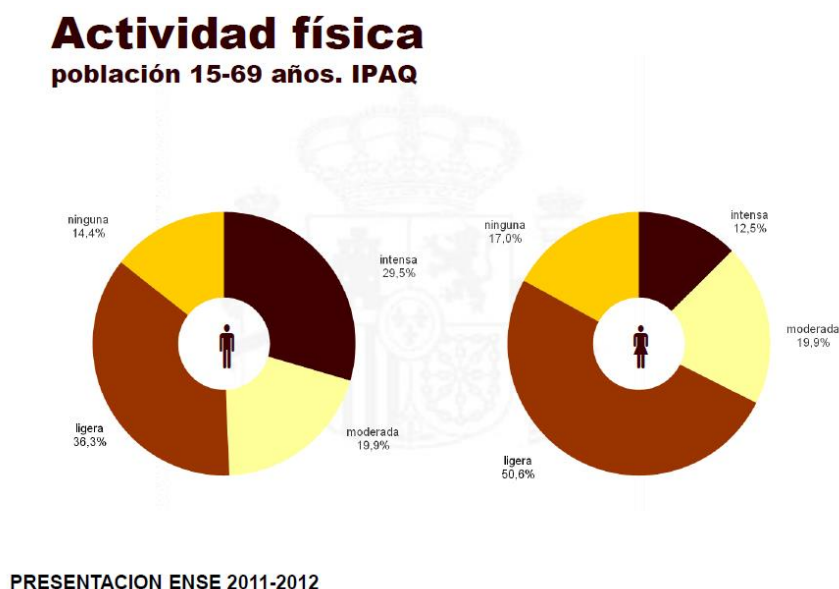


Figura 3. Porcentajes de actividad física (INE, 2013)

El alto porcentaje de población que declara no realizar ninguna actividad física se antoja bastante preocupante y, explica en parte, el elevado índice de obesidad del país. Por otro lado, anima a pensar que con un programa adecuado de fomento del ejercicio a gran escala y la intervención de los profesionales de la actividad física y el deporte se podría dar un giro a la situación.

El efecto de la actividad física en la reducción de peso se ha comprobado en multitud de ocasiones. Ross y Jansen (2001) hace una revisión de este tipo de estudios y concluye que la media de pérdida de peso semanal fue de 0,2kg, con una pérdida total de peso de 2,3 kg tras programas de ejercicio de 16 semanas o menos ( $n= 20$ ) ( $< 1.500$  kcal/sem). En este mismo trabajo se informa de una relación dosis-respuesta entre el gasto calórico prescrito y la pérdida de peso que se esperaba lograr. Pero la eficacia del ejercicio por si solo presenta diversas limitaciones, como se puede comprobar en el estudio de Donnelly y col. (2003) que examinó el efecto de la actividad física aislada (2.000 kcal/sem) sobre la

pérdida de peso en hombres y mujeres. El resultado fue una pérdida de peso cercana al 6% en hombres y el mantenimiento o incluso aumento del peso en mujeres. Sugieren entonces que, la fuente de energía compensadora es improbable que sea la disminución de las calorías quemadas por el metabolismo en reposos o la disminución de la actividad física espontánea, dejando el aumento del consumo de energía como la causa probable. Otros ensayos clínicos han aplicado grandes volúmenes e intensidades de ejercicios en los sujetos obteniendo pérdidas de peso sustanciales pero, este tipo de entrenamiento no suele estar al alcance de nuestra población, por lo que no son de interés para el estudio.

Pero, la prescripción de ejercicio físico en personas con obesidad debe hacerse con especial cuidado y prestando atención específica a las peculiaridades físicas, fisiológicas y psíquicas de esta población. Son muchas las patologías asociadas a la obesidad, por lo que será necesario conocerlas para tener en cuenta sus limitaciones y adaptar el ejercicio de manera adecuada. Deberá hacerse una valoración inicial de los sujetos antes de empezar el tratamiento con actividad física (Heredia y col. 2008)

### **1.3 Enfermedades asociadas a obesidad**

Existe una asociación clara entre la magnitud de la obesidad y el riesgo de desarrollar otras enfermedades, que contribuyen de manera irrevocable a empeorar la calidad de vida y a acortar las expectativas de la misma del paciente obeso.

Las patologías más comunes asociadas a la obesidad son la diabetes mellitus tipo 2, el síndrome de apnea obstructiva del sueño, la hipertensión arterial, la enfermedad cardiovascular, la artropatía degenerativa de las articulaciones y algunos tipos de neoplasias (mama, hígado). Cabe destacar también, con una comorbilidad menor, la dislipemia, el reflujo gastroesofágico, el hígado graso, la infertilidad, la colelitiasis, el síndrome de ovarios poliquísticos, la nefrolitiasis, algunos tipos de cáncer, la fibrilación articular, ciertos tipos de demencia o la hipertensión endocraneal benigna (Cabrerizo, Rubio, Ballesteros y Moreno, 2008)

- *Complicaciones cardiovasculares*

El exceso de peso repercute negativamente sobre el corazón. El abundante tejido adiposo incrementa el metabolismo y las necesidades de oxígeno del organismo, aumentando así la exigencia de trabajo cardíaco. Para conseguir esto el corazón aumenta de tamaño y se dilata, siendo este un cambio anormal y pudiendo llegar un momento en el que el corazón no sea capaz de mantener su funcionalidad. En este momento nos encontramos con una insuficiencia cardíaca. Además, este aumento de tamaño del corazón hace que se produzca una desestructuración que afecta al tejido de conducción que lleva los impulsos necesarios para mantener un ritmo cardíaco adecuado. Esta anomalía es la base de las arritmias cardíacas.

Otra de las complicaciones cardiovasculares frecuentes en el obeso es la hipertensión. Los mecanismos a través de los cuales se produce esta enfermedad no están aun claramente definidos pero, si está comprobado que la presión arterial aumenta en función del grado de obesidad del individuo. Las que parecen ser causas más importantes son el exceso de grasa visceral y sus productos metabólicos y el aumento del tono simpático. Como comprobaremos en el presente estudio, el descenso de peso corporal disminuye significativamente los valores de presión arterial de los sujetos.

- *Complicaciones metabólicas*

Principalmente la Diabetes Mellitus. En esta revisión se va a tratar la diabetes mellitus tipo 2, la cual, consiste en un grupo de alteraciones metabólicas producidas principalmente por la insulino-resistencia y el deterioro progresivo de la célula beta que provoca un déficit en la secreción de insulina. Esto conlleva a una hiperglucemia que, a su vez, conduce a complicaciones crónicas micro y macrovasculares. Esta enfermedad está altamente relacionada con la obesidad, siendo habitual en los pacientes obesos, por lo que su conocimiento será fundamental para el tratamiento terapéutico de estos pacientes a través del ejercicio. El riesgo de desarrollo de diabetes en personas obesas oscila entre 2,9 y 10 veces más respecto a población no obesa (Alegría, Alegría y Castellano, 2008)

Son numerosos los estudios que avalan la prescripción de ejercicio físico para la prevención y el tratamiento de la DM2. La afirmación por parte de la American College of Sports Medicine (2009) de que el ejercicio físico regular tiene efectos positivos sobre el paciente diabético es una muestra más que fidedigna para creer en ello.

Sin necesidad de ir tan lejos, la Sociedad Andaluza de Medicina Familiar y Comunitaria (2010), también enumera una serie de beneficios de la actividad física en el paciente diabético o pre-diabético. Estas quedan resumidas en la Tabla 2.

*Tabla 2. Beneficios de la actividad física en la diabetes. Adaptada de Sociedad Andaluza de Medicina Familiar y Comunitaria (2010)*

Ayuda a lograr un mejor control metabólico a largo plazo
Disminuye las concentraciones basales y posprandiales de insulina
Aumenta la sensibilidad a la insulina
Ayuda a adelgazar
Reduce los factores de riesgo cardiovascular
Mejora la función cardiovascular (mejor FCReposo y Submax., aumento del volumen de eyección y disminución del trabajo cardiaco)
Aumenta la fuerza y la flexibilidad
Beneficio psicológico
Mejora la calidad de vida y la sensación de bienestar

Pero, esta misma Sociedad advierte a su vez de una serie de riesgos implícitos a la práctica de ejercicio físico en pacientes diabéticos. Estos riesgos deberán conocerse perfectamente y su control será fundamental para el buen desarrollo del programa de entrenamiento. Estos riesgos se exponen en la Tabla 3.

*Tabla 3. Riesgos de la actividad física en la diabetes. Adaptada de Sociedad Andaluza de Medicina Familiar y Comunitaria (2010)*

Hipoglucemia. El descenso de la concentración de glucosa en sangre es habitual en los diabéticos. Puede aparecer durante el ejercicio o hasta 5 o 6 horas más tarde.

Hiperglucemia. Tras ejercicio vigoroso

Hiperglucemia y cetosis en pacientes con deficiencia de insulina

Precipitación o agudización de enfermedad cardiovascular

Empeoramiento de complicaciones crónicas: retinopatía, nefropatía, neuropatía periférica, neuropatía autonómica.

Otras complicaciones metabólicas asociadas son las alteraciones lipídicas. Las personas obesas sufren un descenso de las HDL y un aumento de la concentración de VLDL y LDL en plasma, provocando una alteración del metabolismo del colesterol y, en última instancia, favorece la formación de placas de ateroma. Estas placas pueden llegar a obstruir zonas importantes como el corazón o el cerebro, provocando infartos al no llegar a estos el oxígeno suficiente para su funcionamiento.

Evidentemente el control y tratamiento del diabético implica otros métodos médicos y/o farmacológicos pero, no son de interés en nuestra revisión, por lo que el estudio se centrará en las recomendaciones sobre ejercicio físico en la DM2.

#### - *Síndrome metabólico*

Es un conjunto de factores de riesgo para diabetes mellitus tipo 2 y enfermedad cardiovascular, caracterizado por la presencia de resistencia a la insulina e hiperinsulinismo compensador asociados con trastornos del metabolismo de los carbohidratos y lípidos, cifras elevadas de presión arterial y obesidad (Grundy y col., 2005)

Esta es una de las definiciones para el síndrome metabólico, encontrándose muchas más acepciones publicadas por parte de las distintas instituciones o en diversas publicaciones médicas.



Grundy y col. (2005) establecen unos parámetros claros para el diagnóstico del síndrome metabólico. Quedan expuestos en el siguiente cuadro:

*Tabla 4. Parámetros del síndrome metabólico (Grundy y col. 2005).*

Parámetro	Valor
ICC	Hombres $\geq 102\text{cm}$ Mujeres $\geq 88\text{cm}$
Triglicéridos	$\geq 150\text{mg/dL}$
Colesterol HDL	Hombres $< 40\text{mg/dL}$ Mujeres $< 50\text{mg/dL}$
Presión arterial	$\geq 130/\geq 85\text{mmHg}$
Glucemia en ayunas	$\geq 100\text{mg/dL}$

En un estudio reciente, Fernández-Bergés y col. (2012) concluyen que las personas con síndrome metabólico presentan un patrón homogéneo de la distribución de criterios, siendo más frecuentes la glucemia y la trigliceridemia en varones y, la obesidad abdominal y el cHDL en mujeres. En este mismo estudio se fija la prevalencia del síndrome en España por encima del 30% de la población adulta, predominando en varones hasta los 55 años y en mujeres a partir de los 65. EL mayor índice de SM se da en las Islas Canarias y en las Baleares.

- *Artrosis*

Se constituye como una enfermedad degenerativa que afecta a las articulaciones y que se caracteriza por el deterioro y posterior desgaste del cartílago articular con formación de hueso. Puede llegar la impotencia funcional y su relación con la obesidad es clara, explicada básicamente por el exceso de peso el cual crea una carga adicional sobre el cartílago articular favoreciendo su desgaste. Además otras enfermedades asociadas a la obesidad como la hiperlipidemia o el hiperestrogenismo afectan negativamente al hueso. La probabilidad de artrosis de rodilla es cuatro veces superior, y la de cadera dos veces en la población obesa respecto a la que no lo es (Nevitt, 2002). La

disminución de dos unidades de masa corporal reduce en un 50% el riesgo de artrosis de rodilla (Godínez, 2001)

- *Otras complicaciones*

Además, la obesidad tiene un impacto negativo sobre la calidad de vida de aquellos que la padecen, afectando a su autoestima, sus relaciones sociales, su pronóstico vital y su percepción de esta. Esto puede explicarse por la gran presión social a la que son sometidos.

Tanto la artrosis como el factor psicológico, serían objeto de estudio en una segunda parte de esta investigación sobre problemática y aspectos a tener en cuenta en el tratamiento de la obesidad de manera global a través del ejercicio. También se podrían incluir otras enfermedades asociadas.

#### **1.4 Obesidad, tratamiento quirúrgico y ejercicio.**

Como ya se ha nombrado anteriormente en este trabajo existen diferentes estrategias y herramientas terapéuticas para tratar la obesidad. En este apartado vamos a tratar sobre la cirugía, la cual, se considera uno de los métodos más efectivos en el tratamiento de la obesidad.

Estas intervenciones quirúrgicas conllevan riesgos y, por ello, se delimitan unos criterios de selección de pacientes muy restrictivos, asegurando la ausencia de contraindicaciones médicas y psiquiátricas y el compromiso de adhesión al tratamiento.

Son varias las técnicas existentes en la cirugía bariátrica para el tratamiento de la enfermedad que nos ocupa. La cirugía bariátrica induce cambios anatómicos y funcionales a nivel gastrointestinal provocando una reducción de la ingesta alimentaria (Steinbrook, 2004). Según Rubio y col. (2004) se pueden clasificar en:

- *Técnicas restrictivas*: su objetivo es disminuir el aporte calórico reduciendo la capacidad gástrica y provocando sensación de saciedad. Las técnicas más usuales son gastroplastias y la banda gástrica ajustable.
- *Técnicas malabsortivas*: su objetivo es limitar la absorción de nutrientes. La más utilizada es el by-pass yeyuno ileal, aunque actualmente está en desuso por sus graves efectos secundarios
- *Técnicas mixtas*: Su objetivo es la reducción gástrica y la limitación de la absorción de nutrientes. Para ello combinan las dos técnicas anteriores. Las más usuales son el by-pass gástrico, la derivación biliopancreática (técnica de Scopirano) y sus variantes, como el cruce duodenal.

Sin embargo, si esta intervención quirúrgica no va acompañada de otra serie de medidas como son la dieta y el ejercicio físico, su éxito no está garantizado.

En esta revisión se tratarán algunos estudios relacionados y se analizarán las conclusiones que extraen sobre la importancia de realizar ejercicio físico en los pacientes que se van a someter a cirugía bariátrica.

## **1.5 Objetivos de la investigación**

### **I. Objetivo general**

- Recopilar, analizar y valorar las últimas aportaciones en relación a la prescripción de ejercicio físico en enfermedades y peculiaridades asociadas a la obesidad.

## II. Objetivos específicos

- Realizar una revisión sistemática para evaluar la eficacia de distintos programas de entrenamiento en sujetos con enfermedades asociadas a obesidad.
- Hacer un registro retrospectivo de los estudios sobre ejercicio físico en la diabetes y en la hipertensión.
- Proponer un modelo de entrenamiento adecuado, basado en la evidencia, para pacientes obesos y diabéticos o hipertensos.
- Analizar y valorar la prescripción real de ejercicio en un centro hospitalario para pacientes diabéticos.
- Analizar y valorar la importancia del ejercicio físico en la intervención quirúrgica con pacientes obesos.
- Proponer actuaciones futuras y nuevas líneas de investigación en el ámbito del ejercicio físico para el tratamiento de la obesidad y las enfermedades asociadas.

## **2 MÉTODO**

### **2.1 Búsqueda bibliográfica**

Con el fin de actualizar contenidos, se realizó una búsqueda de información de las últimas publicaciones relacionadas con la temática del trabajo.

Esta búsqueda se realizó, en primer lugar, en las bases de datos: Scopus, SporDiscus y Tripdatabase. En los motores de búsqueda de estas plataformas se introdujeron como palabras clave: “diabetes”, “hypertension”, “obesity”, “physical activity”, “exercise” y “training”. Además se usaron distintas combinaciones entre estas palabras clave para formar frases de búsqueda más concretas (hypertension AND physical activity OR exercise) y se utilizó también la búsqueda por la raíz de la palabra (hyper\*) y/o la búsqueda limitada solo a la aparición de la palabra clave en el título de la publicación (t: exercise).

Tras la selección y almacenamiento de los artículos encontrados en esta primera búsqueda, se procedió a realizar un segundo rastreo en bases de datos nacionales como: Dialnet, bases de datos de revistas especializadas, Teseo y repositorios digitales. Esta búsqueda nos proporciona información sobre la producción científica española en relación a la temática de interés.

### **2.2 Criterios de selección de los artículos**

Los artículos fueron seleccionados según los siguientes criterios:

- Tipo de publicación

Se han incluido: revisiones sistemáticas, ensayos clínicos, estudios de cohortes, estudios de casos y publicaciones institucionales.

Se han excluido de la revisión: editoriales, revisiones narrativas, cartas al director y comunicaciones en congresos.

- Tipo de intervención

Se incluyó cualquier estudio en el que se relacionara el ejercicio físico, fuera cual fuera su naturaleza, con algunas de las patologías de interés.

- Idioma

Se incluyeron estudios en inglés, castellano y portugués.

- Fecha de publicación

Se tienen en cuenta aquellos artículos publicados desde 2007 en adelante, excepto en el apartado de “*Ejercicio físico y cirugía bariátrica*”, en el que se incluyen publicaciones anteriores a esa fecha, con el fin de dotar la revisión de un mayor volumen de bibliografía disponible.

### **2.3 Análisis de los artículos**

Tras la selección de los artículos teniendo en cuenta los criterios anteriormente expuestos, se procedió a la lectura crítica de cada uno de ellos. A partir de esta, se extraen las ideas más importantes de cada publicación, los resultados obtenidos, así como, cualquier aportación novedosa que puedan presentar.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 Revisión de ejercicio físico y enfermedades asociadas.

#### 3.1.1 *Diabetes Mellitus tipo 2.*

##### *Prevención de la Diabetes Mellitus 2 a través del ejercicio físico*

La Asociación Americana de Diabetes (2013) advierten que las personas menores de 60 años con un IMC superior o igual a 35, tienen un riesgo muy alto de padecer DM2. Con el fin de disminuir este riesgo recomienda la puesta en marcha de un programa de actividad física que promueva una pérdida de peso de entre el 5 y el 10%. Esta práctica de ejercicio deberá ocupar, al menos, 150 minutos semanales a una intensidad moderada (50-70% VO<sub>2</sub>max), distribuidos en 3 días a la semana como mínimo y tratando de no completar más de dos días seguidos sin activación física.

Uno de los trabajos más interesantes que pueden servir como referencia en el tratamiento de la diabetes a través del ejercicio, es la revisión hecha por Márquez, Ramón y Márquez (2011), en la que se reúnen y sintetizan las aportaciones más importantes de los últimos años en el campo a estudiar.

En cuanto a la prevención de la DM2 a través del ejercicio, estos autores recomiendan, la selección de pacientes de alto riesgo para el diseño del programa de ejercicio y pérdida de peso encabezado siempre por un médico especialista en actividad física. Se deben tomar en cuenta los niveles necesarios para lograr y mantener un peso saludable y diseñarse idealmente de acuerdo al riesgo. Una cita recurrente en su revisión es el trabajo de Gill y Cooper (2008) en el que se demuestra una relación entre el descenso del riesgo de diabetes mellitus 2 y el nivel de actividad física. Este mismo estudio concluye que la actividad física como medio de prevención para la DM2 abarca desde actividades ligeras a intensas y que, la influencia de estas es mayor en personas obesas.

En el estudio de Williams (2008) también se comprueba la eficacia de la actividad física para reducir la probabilidad de desarrollo de DM2, entre otras enfermedades. En este trabajo se buscó aumentar la capacidad cardiorrespiratoria de los pacientes a través de carreras de larga distancia.

Otro estudio de interés sobre la prevención de la diabetes mellitus, es el llevado a cabo en la Universidad de Leicester por Yates, Davies, Gorely, Bull y Khunti (2009), en el cual aplican un programa educacional (PREPARE) en pacientes con sobrepeso y obesidad con riesgo evidente de padecer DM2. El programa consiste en una única sesión grupal informativa en la que se explica la problemática de la enfermedad y se promueve el ejercicio a través de simples caminatas. El grupo de estudio al que se les asignó un podómetro para cuantificar su nivel de actividad física, consiguió una mejora en la tolerancia a la glucosa.

Como hemos podido comprobar, son muy diversas las prescripciones de ejercicio físico realizadas para la prevención de la diabetes, obteniendo en la mayoría de los casos mejoras en el control metabólico, en mayor o menor medida. Esto concuerda con algunos estudios actuales que afirman que la actividad física, sea cual sea su intensidad, está directamente relacionada con la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad a la insulina (Kriska, Hawkins y Richardson, 2008) (Gill y Cooper, 2008). ). Incluso, las actividades físicas cotidianas como subir escaleras, ir en bici o hacer las tareas del hogar parecen tener efectos beneficiosos en la prevención de la diabetes en sujetos de alto riesgo (Ansari, 2009).

### ***Tratamiento de la Diabetes Mellitus 2 a través del ejercicio físico.***

Al igual que para la prevención de la DM2, la ADA (2013) recomienda la actividad física en pacientes diabéticos, a no ser que haya alguna contraindicación médica individual que lo impida. Propone llevar a cabo un entrenamiento de resistencia al menos dos días a la semana. Advierte, sin embargo, de la necesidad de aplicar este entrenamiento de manera progresiva, empezando con periodos cortos de trabajo a baja intensidad para ir aumentando paulatinamente tanto el tiempo como la intensidad en función de la evolución del paciente. En esta



evolución influyen diversos aspectos que habrá que tener en cuenta como son, la edad, el nivel de condición física previa o el historial clínico.

Ariza y col. (2010) realizaron una intervención en un grupo de pacientes diabéticos, a los que sometieron a un programa de entrenamiento físico monitorizado de tipo aeróbico e intensidad moderada (55-70% de FCmax). Este programa de entrenamiento se extendió por seis meses y consistió en 3-4 sesiones semanales de 60 minutos cada una. Las sesiones se conformaban de la siguiente manera: 10 minutos de calentamientos y estiramientos, 20 minutos caminando a paso ligero, 20 minutos de pedaleo en bicicleta y 10 minutos de ejercicio de resistencia muscular. Además, a otro de los grupos del estudio se le aplicó el mismo entrenamiento conjuntamente con una intervención de educación diabetológica.

Concluyen que, el ejercicio físico es eficaz para mejorar el control metabólico, siendo la intervención conjunta de ejercicio y educación diabetológica la que mayores beneficios presenta para ello. Esto queda demostrado al ser en esta intervención conjunta donde mayor número de pacientes disminuyen su peso, IMC, colesterol total, LDL-colesterol y tensión arterial diastólica. Afirman también que estas intervenciones mejoran la motivación y actitud de los diabéticos respecto al control estricto de la enfermedad.

La combinación de ejercicio físico regular y dieta parece ser más eficaz en la pérdida de peso y en la mejora del control metabólico en pacientes diabéticos, que cualquiera de los dos métodos aplicados por separado (Cano-De la Cuerda, Aguilar-Maturana y Miangolarra-Page 2009)

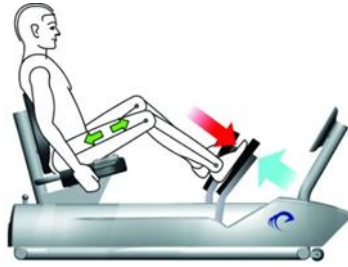
Esta mejora del control metabólico también se comprueba en el estudio de Ferrer-García y col. (2011), quienes además, demuestran que un programa ambulatorio de ejercicio físico es capaz de mejorar la calidad de vida y algunos valores antropométricos. Este estudio se centró en diabéticos mayores de 60 años y se intervino a través de un programa combinado de actividad física que constaba de un mínimo de dos sesiones de fuerza y una de trabajo aeróbico a la semana. El trabajo de fuerza se realizó mediante circuitos dirigidos, trabajando grandes grupos musculares a una intensidad progresiva desde un 75 a un 95% de máximas

repeticiones en 40 segundos. Las sesiones aeróbicas por su parte, incluyeron diversidad de actividades tales como: caminatas de orientación, bailes o juegos.

El entrenamiento combinado de fuerza y resistencia aeróbica parece ser de los más eficaces en el tratamiento de la DM2. Por ejemplo, Sigal y col. (2007), concluyeron en su estudio que la mejoría experimentada tras entrenamiento combinado era mayor a la que se daba con entrenamiento aislado de dichas cualidades. El entrenamiento combinado que utilizaron incluía la realización de tres sesiones semanales con trabajo aeróbico en cinta o cicloergómetro (60-70%VO<sub>2</sub>max) y con trabajo de fuerza en circuitos de 7 ejercicios, realizando 2/3 series con una carga que le permitiera realizar de 7 a 9 repeticiones.

Misra y col. (2008) corroboran también la idea de que el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia puede resultar más efectivo en la mejora del control metabólico que el entrenamiento por separado. Esto se fundamenta en el hecho de que el entrenamiento de fuerza produce un aumento de la masa libre de grasa, contribuyendo a una mayor eliminación de glucosa, mientras que, el entrenamiento aeróbico mejora la eliminación de glucosa independientemente de los cambios de la masa libre de grasa, la masa magra o la capacidad aeróbica máxima, provocando cambios funcionales en el musculo. La congruencia entre estas dos respuestas fisiológicas acelera la mejoría del control metabólico.

Otro estudio que demuestra la eficacia del entrenamiento combinado es el realizado por Marcus y col. (2008) en el que se compara la influencia de este tipo de entrenamiento con la que tendría un programa exclusivo de resistencia en pacientes con DM2. Las sesiones a las que fueron sometidos los sujetos incluían trabajo aeróbico en cicloergómetros, cintas, elípticas o remoergómetros y trabajo de fuerza en 'step excéntrico' (Figura 4). El esfuerzo aeróbico se realizó al principio del programa al 60% de VO<sub>2</sub>max estimado de cada paciente para después subir hasta el 80-85%, mientras que, el trabajo excéntrico de fuerza empezó con una duración de 5 minutos y terminó llegando a los 20.



*Figura 4. Ejercicio de step excéntrico (Marcus y col., 2008)*

*Copyright © 2008, American Physical Therapy Association*

Además, los autores de este estudio afirman que el hecho de que el trabajo de fuerza se haya limitado a un trabajo excéntrico de bajo coste energético ha influido para aumentar la adherencia al programa de los pacientes diabéticos. Esto es muy importante teniendo en cuenta que los pacientes diabéticos, y sobre todo aquellos que además son obesos, suelen mostrar muchas reticencias a la hora de iniciar programas de entrenamiento.

Pero, aunque el entrenamiento combinado parezca ser el que mejores efectos tiene en el tratamiento de la enfermedad, otros estudios han comprobado mejoría también aplicando entrenamientos por separado. Por ejemplo Tresieras y Balady (2009), quienes hacen una importante revisión sobre el ejercicio físico en pacientes diabéticos, afirman que el entrenamiento de fuerza mejora la tolerancia a la glucosa y la sensibilidad a la insulina en una amplia gama de estudios, aunque advierten de la necesidad de la realización de más ensayos clínicos en los que se trabaje solo con este régimen de entrenamiento (u otros en exclusivo) para poder extrapolar conclusiones e, incluso, establecer programas de entrenamiento estandarizados. Advierten que, aparte del ejercicio físico realizado, los cambios fisiológicos dependerán de variables como edad, sexo, etnia o antecedentes cardiovasculares. Las diferencias entre etnias también fueron comprobadas por Winnick, Gaillard y Schuster (2008) en un estudio en el que comparaban los efectos de distintos entrenamientos en diabéticos americanos de etnia caucásica y afroamericana. En el estudio, ya referenciado anteriormente, de Misra y col. (2008) se sugiere que un programa de entrenamiento de fuerza puede

ser más efectivo en indios asiáticos que en la población caucásica debido al exceso de adiposidad general.

En este último estudio, se aplica un protocolo de entrenamiento de fuerza en pacientes diabéticos consistente en la realización de una serie de ejercicios para los principales grupos musculares. Para ajustar la carga de cada sujeto se calculó indirectamente su RM y se fijó una carga que supusiera una intensidad moderada de trabajo. Debían realizar tres sesiones semanales de 2 series por 10 repeticiones en cada grupo muscular. Si el sujeto cumplía con éxito este trabajo se aumentaba el peso en 0,5kg por semana en cada ejercicio. El protocolo se extendió durante 12 semanas.

El estudio concluye una mejora significativa en la sensibilidad a insulina y una disminución en los valores lipídicos o el ICC, entre otras mejoras de los factores de riesgo, después de la realización del protocolo de actividad física.

En la misma línea se expresan Gordon, Benson, Bird y Fraser (2009), afirmando que el entrenamiento de fuerza tiene efectos beneficiosos en el control metabólico pero, alertando de la necesidad de una mayor investigación para determinar cuáles serían las condiciones de entrenamiento ideales (intensidad, duración, frecuencia). Estas condiciones podrían variar en cada paciente por lo que habría que tener en cuenta la severidad de la enfermedad o el nivel de condición física previo para optimizar la respuesta de adaptación.

Por último, destacar la importancia del entrenamiento de amplitud de movimiento como complemento o como puente para el inicio de programas de ejercicio físico más exigentes.

Nelson, Kokkonen y Arnall (2011) llevan a cabo un estudio en el que aplican a un grupo de diabéticos y pre-diabéticos un protocolo de ejercicios de estiramientos con ayuda. Este se compone de 10 ejercicios bien definidos que se realizan en periodos de 30 segundos haciendo 4 repeticiones de cada uno. Entre cada repetición habrá 15 segundos y entre un ejercicio y otro 30 segundos. Los investigadores concluyeron que este estudio muestra que el estiramiento estático es una actividad viable adicional que puede ayudar a regular la glucosa en la sangre. Ya que requiere poco esfuerzo por parte del individuo, que parece ser un tratamiento ventajoso para aquellos con capacidades físicas.

Esta conclusión cobra mayor importancia teniendo en cuenta que los sujetos sobre los que trata esta revisión suelen ser sedentarios, por lo que la realización de ejercicios de movilización y activación de las articulaciones puede ser más accesibles para ellos al principio y ayuda a preparar el organismo para posteriores entrenamientos de resistencia o fuerza, así como, disminuir el riesgo de lesión.

### ***Conclusiones***

Se comprueba la influencia del ejercicio físico en la prevención y mejora de la DM2 lo que pone sobre la mesa la importancia de la prescripción de programas de ejercicio físico por parte de instructores cualificados con el fin de mejorar el control de la glucemia, los factores de riesgo cardiovasculares y la aptitud física (Umpierre y col., 2011) y (Balducci y col., 2010).

La actividad física en todas sus modalidades, desde las acciones más cotidianas como subir la escalera hasta el ejercicio de intensidad vigorosa pasando por los ejercicios de flexibilidad; ha demostrado que puede influir positivamente en el control metabólico.

El régimen de entrenamiento que parece más adecuado para la mejora del control metabólico y de los factores de riesgo de la diabetes mellitus es el entrenamiento combinado de fuerza y capacidad aeróbica.

Antes de la aplicación de un programa de entrenamiento se deberá realizar un análisis médico. A partir de ahí será el profesional de la actividad física quien diseñe el protocolo de ejercicios.

El programa de ejercicios deberá comenzar con intensidades bajas o moderadas (45-65% 1RM o entre 40 y 60% VO<sub>2</sub>max) y progresivamente ir aumentando de acuerdo al rendimiento de los sujetos.

Tabla 5. Resumen de estudios de ejercicio físico y diabetes.

EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE DISTINTOS REGÍMENES DE ENTRENAMIENTO EN PACIENTES DIABÉTICOS		
Estudio	Método	Resultados
Misra y col. (2008)	Ej. Fuerza (EF)= Flex brazos, flex hombros, flex cadera, extensión rodilla elevación tobillos, 2 series/10 rep. 3 a la semana durante 12sem	Mejora sensibilidad a insulina. De 1.22+-0.732 a 2.13+-0.751 A1C desciende de 7,72 a 7,18+- 0,33% (-0,54%) FBG desciende significativamente de 10.07 +- 2.0 a 7.4 +- 1.2 mmol/l (-2,7mmol/l) Desciende colesterol total, VLDL colesterol y triglicéridos No cambio significativo en IMC pero si en perímetros corporales y pliegues cutáneos periféricos.
Winnick y col. (2008)	Ej. Aeróbico (EA)= 4sem. 30/40min cinta 3d/s (<600kcal/s) 4sem 30/40 min cinta 5 d/s (<1000kcal/s) EF= hipertrofia progresiva en 8 máquinas adaptando según rendimiento	Afroamericanos responden mejor a entrenamiento de fuerza. No hay diferencias significativas en efecto entrenamiento aeróbico entre grupos. Insulino resistencia desciende 19,15% en afroamericanos vs 13,12% en blancos
Marcus y col. (2009)	EA= Ciclo, cinta, remo entre 60 y 85% VO2max EF= Repeticiones step excéntrico. Entre 5/20 minutos	A1C desciende: Grupo Fuerza/Aer -0,59%. Grupo solo Aeróbico -0,31% Grupo F/Aer. gana tejido magro y GA disminuye Disminución del IMC mayor en grupo F/Aer. (-2,1kg/m2 con respecto a Grupo Aer.)
Ariza y col. (2010)	EA= 3 o 4 sesiones semana de 60 minutos. Calentamiento, estiramiento, caminar, bici y resistencia muscular. ED=charlas grupales	Mayor Disminución HbA1c en sujetos con actividad física en su intervención que en solo educación grupal. Mejoras en perfil lipídico más significativas en pacientes de grupo de ejercicios.
García y col. (2011)	EA= Caminatas, bailes o juegos. 1 vez semana EF= Circuito trabajando GGM entre 75/95%. 40seg	El valor de HbA1c desciende de 6,35 a 6 en el grupo intervención. La glucemia basal también mejoró, pasando de 151,18 (36,68) mg/dl en visita inicial a 137,63 (25,81) a los 6 meses. Reducción significativa de peso, perímetro cintura y IMC de grupo intervención respecto a grupo control.
Nelson y col. (2011)	Flex= 10 ejercicios 4 rep 30 seg 15seg entre rep y 30 seg entre ejer.	Grupo 20 min reduce glucemia 1,57mmol/L Grupo 40 min reduce glucemia en 1,35mmol/L

### 3.1.2 *Hipertensión arterial*

Son numerosos los estudios publicados en los últimos años en relación a la influencia del ejercicio físico en el tratamiento de la hipertensión. En ellos se comparan los efectos de distintos tipos de entrenamiento: aeróbicos, interválicos, de alta/moderada/baja intensidad, etc. en determinadas variables relacionadas con la hipertensión arterial.

Recientemente, Pitsavos y col. (2011), llevaron a cabo un estudio para comprobar los efectos del ejercicio físico moderado de carácter aeróbico en pacientes pre-hipertensos o con hipertensión leve. Se observan las variables de tolerancia al esfuerzo, presión arterial durante el ejercicio y efecto sobre la masa ventricular izquierda.

El grupo de intervención se sometió a un programa de entrenamiento de 16 semanas. Se realizaron 3 sesiones por semanas, consistentes en:

- Calentamiento: 5 minutos de pedaleo lento y estiramientos
- Trabajo en cicloergómetro al 60/80% de VO<sub>2</sub>max durante 44±9min.
- Vuelta a la calma.

La presión arterial estaba controlada periódicamente (3 mediciones cada 20 minutos) en cada entrenamiento para garantizar valores de seguridad: sistólica < 220mmHG y diastólica < 110mmHg.

Tras las 16 semanas de intervención, la presión arterial y la frecuencia cardiaca fueron significativamente inferiores en el grupo de ejercicio en comparación con el grupo control. La presión arterial sistólica pasa de 131.50 ± 13.48mmHg a 119.45 ± 6.87mmHG (-12.05 ± 8.17) en posición supina y de 133.00 ± 10.80mmHg a 121.25 ± 7.23mmHg en posición de pie (-11.75 ± 8.32). La presión arterial diastólica, por su parte, disminuye de 83.00 ± 4.97 a 76.55 ± 4.88mmHg (-6.45 ± 4.92) en supino y de 84.50 ± 5.35 a 77.35 ± 4.49mmHg de pie (-7.15 ± 4.30)

Además el índice de masa ventricular izquierda también disminuyó de manera clara en el grupo intervención ( $118.80 \pm 3.89$  a  $96.10 \pm 8.95$  kg/m). Esta modificación de la masa ventricular izquierda se comprueba también en otros estudios en hipertensos pero, en algunos de ellos, no se aprecia tal cambio o este no es significativo (Libonati, 2011; Palatino, 2009) En este último estudio citado, se afirma que los sujetos que realizan actividad física regular tenían un riesgo menor de desarrollar hipertrofia ventricular izquierda que los sujetos sedentarios. Se trata de un estudio de cohorte de 8 años de seguimiento, tras los cuales la masa ventricular izquierda se mantuvo prácticamente sin cambios en los participantes que realizaban actividades deportivas o de ocio, mientras que aumentó significativamente entre los sedentarios.

Otro estudio destacable de los últimos años y que comprueba también el efecto de un programa de entrenamiento en hipertensos, es el realizado por Cocco y Pandolfi (2011) en la cual se trabajó durante seis meses con pacientes con hipertensión arterial primaria y bien controlada farmacológicamente. En este caso, el programa de entrenamiento exigía dos sesiones diarias, cinco días a la semana. Estas sesiones constaban de:

- Calentamiento de 5 minutos
- Trabajo en cicloergómetro durante 15 minutos al 80% FCmax
- Vuelta a la calma de 5 minutos.

Además, este grupo de intervención siguió una dieta cardiosaludable hipocalórica de 1.500kcal/día.

Los valores de presión arterial descendieron considerablemente tras la finalización del programa de entrenamiento. La presión sistólica se redujo de  $152 \pm 5$ mmHG a  $145 \pm 5$ mmHG, mientras que, la diastólica pasó de  $88 \pm 6$ mmHG a  $85 \pm 5$ mmHG.

Los entrenamientos de fuerza también han sido aplicados en pacientes hipertensos. La fuerza muscular ha demostrado tener un efecto protector de muchas enfermedades, entre ellas la hipertensión. También se asocia inversamente con el peso y el aumento de la adiposidad, así como, con el riesgo



de hipertensión y la prevalencia e incidencia del síndrome metabólico (Artero, E. y col., 2012).

Una de las publicaciones recientes más interesantes sobre el entrenamiento de fuerza en la hipertensión es, el trabajo de Rossi, Moullec, Lavoie, Gour-Provençal y Bacon (2013). Estos autores hacen un meta-análisis sobre este tipo de entrenamiento y sus efectos en la presión arterial.

Las intervenciones analizadas duraron entre 6 y 24 semanas, con 3 sesiones semanales. La intensidad del ejercicio varió entre el 30% y el 80% de 1RM de los participantes. La mayoría de los programas de fuerza consistían en circuitos que incluían ejercicios de musculatura estabilizadora del tronco, ejercicios de tren superior (ej.: curl de bíceps) y ejercicios de tren inferior (ej.: sentadillas). Ni los detalles específicos de los programas ni la duración total de cada sesión se definían claramente en los estudios.

Tras el análisis de los resultados, se concluye que el entrenamiento de fuerza reduce significativamente la presión arterial diastólica en pacientes normotensos, sin embargo, en pacientes hipertensos no es significativa la modificación de presión arterial, tanto sistólica como diastólica. Se sugiere que la participación de sujetos hipertensos en programas de entrenamiento de fuerza no es perjudicial y no aumenta la presión arterial pero, se advierte de la necesidad de más evidencia antes de prescribir este tipo de entrenamiento como terapia antihipertensiva específica. Esta afirmación va en consonancia con la expuesta por Cornelissen, Fagard, Coeckelberghs y Vanhees (2011), quienes concluyen en su estudio la escasez de datos en relación al efecto del entrenamiento de fuerza en hipertensos y, hacen hincapié en la necesidad de llevar a cabo grandes ensayos controlados que puedan aclarar esta temática. También se apoya esta idea en Mota y col. (2009), donde comparan los efectos de una sesión de entrenamiento de fuerza y otra de exigencia aeróbica en pacientes hipertensos.

Algunos autores como Moraes y col. (2011), sin embargo, defienden la efectividad del entrenamiento de fuerza en el tratamiento de la hipertensión arterial. Esta defensa se basa en las conclusiones extraídas en su estudio, en el cual, aplicaron un entrenamiento de fuerza a sujetos hipertensos durante 12 semanas. Se hacían 3 sesiones a la semana de 1h de duración y en días no

consecutivos. Además se pidió a los sujetos que se abstuvieran de realizar otras actividades físicas que pudieran influir en las variables de análisis.

En las sesiones, se realizaban 3 series de 12 repeticiones al 60% de 1RM de los siguientes ejercicios: prensa de piernas, curl femoral, press banca, polea al pecho, prensa de hombros, curl de bíceps y extensión de tríceps. La carga de los mismos se incrementaba en 5kg cuando se observaba facilidad en la realización de la serie.

Los descansos fueron de 2 minutos entre series y 1 minuto entre ejercicios. Este diseño se hizo acorde a las indicaciones del American College of Sports Medicine Guidelines (2009).

Los investigadores concluyen que las 12 semanas de entrenamiento de fuerza tienen un efecto significativo en la presión arterial inicial. Los valores de presión arterial media en reposo disminuyen de  $150 \pm 3$  a  $134 \pm 3$  mmHg en la presión sistólica y, de  $93 \pm 2$  a  $81 \pm 1$  mm de Hg en la diastólica.

Otros autores, como Guimarães o Molmen-Hansen y sus respectivos colaboradores han querido comparar los efectos que producen distintos tipos de entrenamiento en el paciente hipertenso. Guimarães (2010) realiza un estudio en el que aplica dos programas de entrenamiento distintos a dos grupos de pacientes hipertensos con características similares.

Por un lado, un grupo se somete a un entrenamiento aeróbico continuo en tapiz rodante, llevando a cabo sesiones de 40 minutos al 60% de la FC reserva. Por el otro, el grupo de actividad aeróbica interválica realiza también ejercicio con la misma duración en tapiz rodante pero alternando 2 minutos al 50% y 1 minuto al 80% de la FC reserva. Estas frecuencias se obtienen tras el test de esfuerzo inicial, el cual consistió en la aplicación el protocolo de Bruce, al igual que hicieron Pitsavos y col. (2011).

Ambos grupos llevan a cabo siempre en sus sesiones un calentamiento previo, un trabajo de fuerza submáxima durante 10 minutos y ejercicios de estiramiento. Tres sesiones a la semana durante 16.

En las evaluaciones post-estudio, observan que no existen diferencias significativas en los valores de presión arterial en ninguno de los tres grupos. En la tabla 6 se pueden observar y comparar los resultados de presión arterial antes y después del entrenamiento, tanto en el grupo continuo, el grupo interválico y el control. La abreviatura SBP se corresponde con la presión arterial sistólica, mientras que DBP con la presión diastólica.

Tabla 6. Resultados Guimaraes, (2010)

	<i>Continuous</i>		<i>Interval</i>		<i>Control</i>	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
<i>24 h</i>						
SBP	124±8	124±9	125±8	123±9	128±8	127±9
DBP	80±9	79±9	80±5	78±6	83±8	82±8
<i>Daytime</i>						
SBP	129±10	128±9	128±9	126±9	131±9	131±9
DBP	84±9	82±9	84±6	81±6	86±9	86±9
<i>Nighttime</i>						
SBP	113±7	112±9	116±9	115±8	119±10	116±10
DBP	71±7	70±8	72±6	71±5	74±8	73±8

Los autores afirman que no existe influencia de la intensidad del ejercicio en la disminución de la presión arterial, chocando con lo expuesto por Molmen-Hansen y col. (2011) que indican que la reducción de presión arterial inducida por el ejercicio es dependiente de la intensidad.

En este estudio se analizó también la rigidez arterial, y se concluye que el trabajo aeróbico interválico parece ser el más beneficioso para su mejora. La mejora de la rigidez arterial también se ha demostrado con la aplicación de entrenamiento vigoroso en pacientes hipertensos mayores (Madden, Lockhart, Cuff, Potter y Meneilly, 2009).

Además de la rigidez arterial, el entrenamiento interválico obtiene mayores valores de mejora que el entrenamiento continuo en función cardiaca, capacidad aeróbica y reducción de FC (Molmen-Hansen y col., 2011)

Otro aspecto importante que se concluye en este estudio es que, los valores de presión arterial descienden de manera más pronunciada en sujetos con valores de tensión altos. Esta afirmación concuerda con lo ya expuesto por los mismos autores y colaboradores en anteriores trabajos (Ciolac y col., 2008) (Carvalho, Ciolac, Guimarães y Bocchi 2009).

En la búsqueda del método de entrenamiento más eficaz para la mejora de la hipertensión, Barcellos y col. (2013), llevan a cabo un estudio en el que aplican un programa de entrenamiento muscular inspiratorio en pacientes con valores altos de tensión.

Este programa se extendió durante 8 semanas, en las cuales se realizaban sesiones de 30 minutos todos los días. Los sujetos fueron instruidos para mantener la respiración diafragmática a una velocidad de 15 a 20 respiraciones por minuto. La carga inspiratoria se ajustaba semanalmente para mantenerse en el 30% de la presión inspiratoria estática máxima.

La reducción de la presión arterial fue de  $133,2 \pm 9,9$  a  $25,2 \pm 13,0$  mmHg en la sistólica y, de  $80,7 \pm 12,3$  a  $75,2 \pm 1,0$  mmHg en la diastólica. Esta reducción de presión arterial a través de ejercicios respiratorio también se comprueba en Mourya, Mahajan, Singh y Jain (2009) o Modesti y col. (2010), donde sin embargo, se realizan ejercicios sin carga y siendo menores los cambios en los valores de presión. Esto sugiere que el ejercicio inspiratorio con carga promueve más efectos beneficiosos en el control de la presión arterial en hipertensos.

También concluyen que este entrenamiento mejora el control cardiovascular, reduciendo sus factores de riesgo.

Por lo tanto, parece lógico afirmar que el tratamiento con ejercicios inspiratorios de fuerza puede ser una posible opción de tratamiento no farmacológico en pacientes hipertensos. Además de las adaptaciones fisiológicas beneficiosas, tiene a su favor el bajo coste y el leve requisito de esfuerzo que supone.

Otra aportación destacada es la de Libonati (2013), quien concluye en su revisión que el ejercicio de alta intensidad en pacientes hipertensos puede ser perjudicial, ya que aumenta la apoptosis y la disfunción cardíaca. Por ello afirma que el ejercicio más adecuado para pacientes pre-hipertensos e hipertensos es

aquel que se realiza a baja intensidad. Esta recomendación de ejercicio físico de intensidad baja se hace también en el trabajo de Kokkinos, Giannelou, Manolis y Pittaras (2009), quien revisando publicaciones anteriores concluye la idoneidad del trabajo de intensidad baja o moderada. Para estos autores, la realización diaria de ejercicios a estas intensidades sería lo más adecuado para la prevención de la hipertensión. Por ejemplo, sugiere la realización de caminatas diarias de 30 a 40 minutos de duración para reducir la presión arterial y prevenir el desarrollo de hipertrofia de la masa ventricular.

Por último, y para comprobar la variedad de aplicaciones de ejercicio físico que pueden llevarse a cabo en el tratamiento del hipertenso, se cita el estudio de Yeh, Wang, Wayne y Phillips (2008), quienes hacen una revisión sistemática sobre los beneficios del Taichí en la enfermedad. Concluyen que esta modalidad puede reducir la presión arterial y servir como práctica no farmacológica eficaz en el manejo de la hipertensión.

### **Conclusiones**

La actividad física, en general, parece tener efectos positivos en la reducción de los valores de hipertensión arterial.

El entrenamiento aeróbico ayuda a la disminución de la presión arterial, mejora la frecuencia cardiaca y controla el índice de masa ventricular. Dentro de este entrenamiento aeróbico, el interválico, es el que mejores resultados y más importantes mejoras obtiene en pacientes hipertensos.

El entrenamiento de fuerza también parece tener efectos beneficiosos en el sujeto hipertenso pero, no hay evidencia suficiente para poder ser prescrito como terapia anti hipertensiva.

La presión arterial desciende de manera más pronunciada cuando se aplican programas de entrenamiento en sujetos con tensión más alta.

La intensidad del trabajo puede variar desde el trabajo leve al vigoroso, pudiéndose obtener positivos resultados. La aplicación de uno o de otro dependerá de la preparación de los sujetos.

Tabla 7. Resumen estudios ejercicio e hipertensión.

EFECTOS DE LA APLICACIÓN DE DISTINTOS REGÍMENES DE ENTRENAMIENTO EN PACIENTES DIABÉTICOS		
Estudio	Método	Resultados
Barcellos y col. (2013)	8 semanas con enteramiento muscular inspiratorio. Sesiones de 30min con respiración diafragmática a velocidad de 15 a 20 respiraciones/min. Carga del 30% de la presión inspiratoria estática máxima.	PAS de $133,2 \pm 9,9$ a $25,2 \pm 13,0$ mmHg PAD de $80,7 \pm 12,3$ a $75,2 \pm 1,0$ mmHg
Pitsavos y col. (2011)	3 sesiones/semanas, 16 semanas. Pedaleo en cicloergómetro al 60/80% VO <sub>2</sub> max durante 44±9min	PAS de $131.50 \pm 13.48$ mmHg a $119.45 \pm 6.87$ mmHG (-12.05 ± 8.17) PAD de $83.00 \pm 4.97$ a $76.55 \pm 4.88$ mmHg (-6.45 ± 4.92) Descenso de índice masa ventricular de $118.80 \pm 3.89$ a $96.10 \pm 8.95$ kg/m. Descenso de FC
Cocco y Pandolfi (2011)	2 sesiones/día. 5 días a la semana durante 6 meses. Pedaleo en cicloergómetro durante 15 min al 80% FCmax. Acompañado de dieta cardiosaludable	PAS $152 \pm 5$ mmHg a $145 \pm 5$ mmHg PAD $88 \pm 6$ mmHg a $85 \pm 5$ mmHg.
Moraes y col. (2011)	3 ses(1h)/sem durante 12. 3ser/12rep al 60% 1RM Prensa piernas, curl femoral, press banca, polea pecho, prensa hombros, curl bíceps, extensión tríceps.	Presión arterial media en reposo disminuye de: $150 \pm 3$ a $134 \pm 3$ mmHg en la presión sistólica y, $93 \pm 2$ a $81 \pm 1$ mm de Hg en la diastólica
Molmen-Hansen y col. (2011)	3ses/sem durante 12sem. G. Continuo: 47 min en tapiz rodante al 60%VO <sub>2</sub> max G. Intervalo: En tapiz rodante, 10min al 60%FCmax. 4series de 4 min al 85/90%VO <sub>2</sub> max. Descanso activo de 3min entre series. 3min vuelta a la calma.	PAS se reduce en 12mmHg en Intervalo y en 4.5mmHg en G.contino. PAD se reduce en 8 mmHg en G. Intervalo y en 3.5 mmHg en G.Continuo.
Guimarães y col. (2010)	3 sesiones/sem. 16 semanas. G.Continuo: 40 min al 60% FCreserva en tapiz rodante G.Intervalo: 40 min en tapiz rodante alternando 2 min al 50% y 1 al 80% FC reserva.	G. Continuo: PAS de $124 \pm 8$ a $124 \pm 9$ PAD de $80 \pm 9$ a $79 \pm 9$ G. Intervalo: PAS de $125 \pm 8$ a $123 \pm 9$ PAD de $80 \pm 5$ a $78 \pm 6$ Mejora de rigidez arterial en ejercicio interválico.

### 3.2 Ejercicio físico en el hospital Virgen del Rocío de Sevilla.

Tras la revisión de la influencia de la actividad física en la prevención y el tratamiento de la diabetes mellitus, se ha querido comprobar como es la situación real y si, de verdad, este tipo de tratamiento se aplica en pacientes con dicha enfermedad. Para ello se acude a la unidad especializada en su tratamiento en el hospital Virgen del Rocío de Sevilla.

#### *Diabetes mellitus*

Se acude a la Unidad Diabetológica del Hospital Virgen del Rocío de Sevilla. Esta unidad se encarga del tratamiento y seguimiento de los pacientes diabéticos, procurando la estabilización y mejora de la enfermedad.

Esta Unidad tiene a su disposición varias guías temáticas sobre el tratamiento del paciente diabético. En ellas se dedica siempre un apartado a las recomendaciones de realización de ejercicio físico. A continuación se presentan las recomendaciones hechas por cada una de estas guías:

- *Kit de “supervivencia” para el paciente con diabetes (Servicio Andaluz de Salud. Consejería de Salud y Bienestar Social). Palomares (2013).*

El objetivo de esta guía es ayudar al paciente en el cuidado de la diabetes y mejorar su calidad de vida. Advierte que una diabetes mal controlada puede aumentar el riesgo de sufrir complicaciones y anima a los pacientes a seguir las indicaciones de los profesionales médicos y enfermeros para el cuidado de su enfermedad.

Dentro del apartado de “Tratamiento de la diabetes” incluye un subapartado de “Ejercicio Físico”.

Afirma que es un elemento básico en el tratamiento de la diabetes ya que reduce los niveles de glucosa en sangre, favorece la pérdida de peso, disminuye el riesgo de tener enfermedades cardiovasculares y aumenta su bienestar y calidad de vida.

Las indicaciones que da para la realización de ejercicio físico son:

- Planificar el tipo de ejercicio, la intensidad y los horarios en común acuerdo con su equipo sanitario, dependiendo de su edad, preferencias y preparación física.
- Practicar ejercicio regularmente, a ser posible a la misma hora y mejor en compañía
- Es preferible el aeróbico y de intensidad moderada como caminar media hora al día, montar en bicicleta o nadar.

Afirma que el ejercicio físico intenso puede provocar hipoglucemias o empeorar el control de la diabetes durante y después de la actividad.

Además advierte de la necesidad de hacerse controles de glucosa, antes y después de la actividad, si esta actividad está fuera de lo habitual. También recomienda tomar suplementos de hidratos de carbono para evitar hipoglucemias, así como, llevar siempre azúcar por si aparecieran.

Por último, habla de las limitaciones de la actividad física en pacientes diabéticos en algunas situaciones como: niveles de glucosa altos en sangre (sobre todo con acetona en orina), enfermedades cardiacas, lesiones en el sistema nervioso, retinopatía severa, lesiones en los pies o si no reconoce las hipoglucemias.

En estos casos el paciente deberá contar con la autorización de su equipo sanitario para la práctica de actividad física.

- *Guía práctica de actividad física y diabetes (A. Menarini diagnostics). Franch y Lloveras (2013).*

Sin duda la guía más específica y práctica sobre ejercicio físico en el paciente diabético. En ella habla de la importancia de esta actividad física en el paciente diabético, abarcando desde aspectos fisiológicos implicados, beneficios, limitaciones, hasta qué ejercicios son los más o menos recomendables o qué medidas hay que tomar ante determinadas actividades.



A continuación se adjunta una tabla donde se resumen los diferentes apartados tratados en la guía:

Tabla 8. Guía práctica de actividad física. A.Menarini

Importancia de la actividad física	<p>Uno de los pilares básicos en tratamiento de DM</p> <p>Debe realizarse de manera controlada</p> <p>Prevenir riesgos</p> <p>Adaptar factores que intervienen en glucemia (dieta y medicación) al deporte practicado</p>
¿Qué ocurre mientras un diabético realiza ejercicio?	<p>Aumenta el consumo de energía por parte del musculo</p> <p>En los primeros 30'el musculo utiliza la glucosa de sus propios depósitos, pero cuando se agotan consume glucosa de la sangre.</p> <p>Consecuentemente se establece suministro continuo desde el hígado hasta la sangre y de esta al musculo.</p>
Beneficios	<p>Ayuda a mejorar el control metabólico</p> <p>Favorece la pérdida de peso</p> <p>Mejora la elasticidad muscular</p> <p>Reduce la incidencia de enfermedades cardiovasculares</p> <p>Proporciona una reducción de la dosis de insulina.</p> <p>Beneficios psíquicos</p>
Ejercicios recomendados	<p>Al 60/70% de la FC máxima.</p> <p>Caminar o correr de forma suave, 30/40 minutos al menos 3 días por semana es el ejercicio más recomendable para la mayoría de diabéticos.</p> <p>Los deportes que precisan de un esfuerzo mantenido utilizan preferentemente el metabolismo aeróbico y por tanto son los más adecuados, al no requerir consumo brusco de energía (glucosa).</p> <p>Propone: atletismo, ciclismo, natación, futbol, tenis, golf o montañismo.</p> <p>Determinados deportes están desaconsejados en el hipertenso, ya que la probabilidad de hipoglucemia o lesión vascular es alta. Por ejemplo: Pesca submarina, deportes de motor, paracaidismo, boxeo, culturismo, pruebas de velocidad o artes marciales.</p>
Principales limitaciones	<p>-Enfermedades cardiovasculares</p> <p>-Lesiones en el sistema nervioso</p> <p>-Lesión en los riñones</p> <p>-Diabetes descontrolada</p> <p>-Tener en cuenta la adaptación de los hidratos de carbono y la reducción de insulina según ejercicio</p>
Estrategias para evitar hipoglucemias o cetosis	<p>Realizar autocontrol de glucemia antes de la práctica deportiva</p> <p>Realizar autocontrol de cuerpos cetónicos si la glucosa es mayor de 250mg/dL</p> <p>Disminuir la dosis de insulina antes del ejercicio físico, si es necesario</p>

	<p>Administrar la insulina en un lugar distinto al que se vaya a ejercitar.</p> <p>Evitar el ejercicio físico en el momento del pico máximo de acción de la insulina (por ejemplo: si glucemia es normal y se inyecta insulina rápida, evitar que el pico máximo de intensidad de ejercicio sea a las 1 o 2 horas)</p> <p>Tomar un suplemento de hidratos de carbono durante el ejercicio si este es prolongado (cada 30-45 minutos)</p> <p>Esencial una buena hidratación</p> <p>Aumentar la ingesta de alimentos hasta las 24h después de la actividad, dependiendo de la duración e intensidad, para evitar la hipoglucemia tardía inducida por el ejercicio.</p> <p>Aprender a reconocer las sensaciones del propio cuerpo ante las variaciones de la glucemia ocasionadas por el ejercicio.</p>
<p>Medidas a tomar en determinados ejercicios</p>	<p>Para evitar hipoglucemias e hiperglucemias secundarias con la práctica de ejercicio físico, se recomienda:</p> <p>-Ejercicios de larga duración</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disminuir la insulina lenta</li> <li>2. Disminuir la insulina rápida</li> </ol> <p>3. Disminuir la dosis de insulina lenta antes de ir a dormir, después del ejercicio.</p> <p>4. Ingerir suplementos de hidratos de carbono durante el ejercicio (deben contener aprox. De 10 a 20g de hidratos y consumirse cada 20-40 min)</p> <p>-Ejercicios de media duración (partido de baloncesto, fútbol o tenis por ejemplo):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Control de glucemia antes, durante y después del ejercicio.</li> <li>2. Ingerir suplemento de 15-20g de hidratos si la glucemia es baja.</li> <li>3. No es necesario modificar previamente la dosis de la insulina para realizar este tipo de ejercicios.</li> </ol> <p>-Ejercicios de corta duración y alta intensidad (carreras o culturismo):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No hace falta ninguna medida en especial, aparte de los controles de glucemia pre y post ejercicio. Es probable que la glucemia aumente al terminar la actividad.</li> </ol> <p>-Ejercicios con sesiones de larga duración pero con actividad irregular o intermitente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disminuir la dosis matinal de insulina lenta</li> <li>2. Disminuir la insulina rápida antes de desayunar</li> <li>3. No inyectar más insulina hasta finalizar la actividad</li> <li>4. Ingerir pequeño suplementos cada dos horas mejor que una comida copiosa</li> <li>5. Realizar autocontrol de glucemia cada dos horas para prevenir hipoglucemia y tomar medidas correctoras si fuera necesario.</li> </ol>

- *“Tengo diabetes”...aprender, corregir, mejorar... (Bayer Health Care. Diabetes Service). Lecuona y Madrigal (Fecha Publicación desconocida)*

Bayer, en su programa para diabéticos, elabora esta guía gráfica con el fin de proporcionar a los pacientes una herramienta útil y sencilla para el cuidado y la prevención de la diabetes mellitus.

Afirma de la importancia de aceptar la diabetes, mantener buenos niveles de glucemia, evitar el sobrepeso y controlar la tensión arterial. También aconseja cuidar la alimentación, controlar el colesterol, evitar el tabaco y el alcohol y realizar ejercicio físico.

Las indicaciones concretas que da para la práctica de ejercicio físico del paciente diabético son:

- Realizar ejercicio durante al menos 30 minutos diarios.
- Realizar ejercicios aeróbicos que muevan grandes músculos y el corazón.
- Propone: bailar, cuidar el jardín, trabajar la huerta, nadar, caminar, ir en bici, subir escaleras.
- Evitar las horas temperaturas extremas o condiciones climatológicas desfavorables.
- Mejor en compañía.

- *Planificación del Ejercicio físico (Educatext)*

Se tratan de unas recomendaciones impresas en papel, de las que se desconoce su procedencia y autor pero, que aportan nuevas consideraciones no expuestas anteriormente en las otras guías. Por ello se detallan a continuación:

- a) Frecuencia y duración:

Es recomendable hacer ejercicio un mínimo de 3 veces a la semana y durante una hora, pero el inicio ha de ser progresivo.

Nunca llegar al agotamiento físico.

Es recomendable realizar el ejercicio después de las comidas, cuando los valores de glucemia están más altos.

b) Control:

Llevar siempre encima azúcar, zumo o fruta por si se produjera Hipoglucemia.

Llevar el carné de diabético.

Es posible que horas después del ejercicio se produzca una hipoglucemia por lo que habrá que tomar precauciones.

c) Lugar:

No realizar ejercicios en lugares cerrados y con temperaturas elevadas.

Es recomendable realizar el ejercicio en compañía.

d) Calzado:

Utilizar calzado correcto según actividad y calcetines de hilo o algodón.

Realizar una correcta higiene de los pies y una revisión diaria.

*Tabla 9. Recomendaciones de ejercicio en diabéticos. Educatext*

Tipo de ejercicio	Ligero		Moderado		Intenso	
	Insulina rápida	Insulina lenta	Insulina rápida	Insulina lenta	Insulina rápida	Insulina lenta
30 min	NO	NO	NO	NO	30%	NO
45 min	NO	NO	30%	NO	50%	NO
60 min	30%	NO	50%	NO	50%	20%
120 min	30%	NO	50%	20%	70%	40%
240 min	30%	20%	70%	20%	70%	40%

### **3.3 Revisión de ejercicio y tratamiento quirúrgico de la obesidad.**

Mazure y col. (2007), valoraron en su estudio el papel del entrenador para el paciente de cirugía bariátrica. Dicho entrenador tendrá la responsabilidad de monitorizar exhaustivamente al paciente, motivarlo, obligarlo, hacerle consciente de sus posibilidades, tratar de evitar lesiones y obviar el impacto del inicio del programa en un ambiente extraño.

Fijan el momento óptimo para el comienzo de la intervención a través de actividad física antes de la cirugía, más concretamente, en el mismo momento en el que se confirma la indicación quirúrgica, para continuar lo antes posible en el postoperatorio. El hecho de fijar este inicio de intervención antes de la cirugía se basa en diversos motivos. El primero, conseguir habituar al paciente a su nuevo estilo de vida más saludable, evitando así que todos los cambios se produzcan después la operación; el segundo, reducir las posibles dificultades técnicas, riesgos anestésicos, e incidencia de complicaciones en la intervención gracias a los beneficios demostrados de la pérdida ponderal preoperatoria. Esta pérdida cobra vital importancia en pacientes con grados de obesidad muy altos. Por último, gracias a este inicio temprano del “tratamiento global” se puede estimar el grado de motivación del paciente y, si fuera preciso, reforzar el tratamiento psicológico previo a la intervención.

Esta importancia de la intervención para la pérdida de peso preoperatoria está avalada también en el trabajo de Martínez-Ramos, Salvador-Sanchís y Escrig-Sos (2011) en el que se exponen exhaustivamente los beneficios que esta pérdida podría conllevar. Las más importantes son la reducción del volumen hepático y el de grasa abdominal y la mejora de las condiciones biológicas y de las comorbilidades del paciente de cara a la cirugía.

“Esta pérdida de peso, deberá suponer al menos, un 10% de pérdida respecto al peso absoluto del paciente, garantizando así una reducción de la grasa visceral, central o abdominal. Además, este porcentaje aseguraría una mejora de los factores de riesgo cardiovasculares y tromboembólicos, una reducción del estado proinflamatorio crónico asociado a la obesidad y una mejoría en la mecánica respiratoria del paciente” (Casinello y Ortega,2010; citando a Tarnoff, Kaplan y Shikora,2008)

Afirman Mazure y col. (2007), que el entrenamiento ideal para esta pérdida de peso supone la combinación de ejercicio aeróbico y anaeróbico en la misma sesión o en distintos días, siempre precedidos de calentamiento y flexibilidad, y terminando con flexibilidad. Expone también que, con ejercicios de baja intensidad de entre 30/40 minutos un mínimo de 5 días a la semana se producirán beneficios pero que, la mejora de la capacidad aeróbica y sobre todo la quema de grasas requerirán 40 minutos de ejercicio a intensidad moderada.

Asegura además, citando el estudio de Balducci, Leonetti, Di Mario y Falluca (2004), que la adherencia por parte de pacientes obesos a programas de larga duración que combinan ejercicios aeróbicos y anaeróbicos es buena, situando el porcentaje de abandono en el 12,7% al año, por lo que su idoneidad parece demostrada.

En cuanto a la importancia de la actividad física y el postoperatorio, podemos citar el estudio de Metcalf, Metcalf, Rabkin y Rabkin (2005) en el que se analiza la composición corporal y los efectos subyacentes del ejercicio en el paciente operado de cirugía bariátrica. Incluye los casos de 100 pacientes intervenidos mediante cruce duodenal a los que clasifica en sedentarios o activos usando para ello una entrevista. Concluye un 28% más de pérdida de masa grasa y un 8% más de ganancia de masa magra en pacientes activos.

En el estudio de Cané (2011) también se comprueban los beneficios de la actividad física tras intervención quirúrgica. En este caso, se estudiaron 60 pacientes operados mediante la técnica de by-pass gástrico con el objetivo de reducir su peso corporal y tejido adiposo. La mitad de los sujetos no se sometieron a ningún plan de entrenamiento post cirugía, mientras que, los treinta restantes si llevaron a cabo un programa de actividad física de componente predominantemente aeróbico de bajo impacto, durante un periodo continuo superior a tres meses y con, al menos, tres estímulos semanales con una duración de sesión de treinta minutos como mínimo.

Se concluye que, los pacientes que realizaron el programa de acondicionamiento físico postoperatorio tienen un IMC diferencial mayor que aquellos que no realizaron ninguna actividad, lo que confirma la importancia del

ejercicio físico como complemento para garantizar la efectividad de la intervención quirúrgica.

Otro trabajo que confirma la importancia del ejercicio físico tras cirugía, es el publicado por Mesa y Muñoz (2006), en el que se fija el plan de cuidados estandarizados en cirugía bariátrica. El momento de actuación del que se habla en este trabajo, quizás, se escape a la intervención del profesional de la actividad física pero, es interesante recalcarlo para comprender la importancia del ejercicio. Así, Mesa (2006) propone tres estrategias de intervención con sus correspondientes actividades. Serían las siguientes:

- Enseñanza de la actividad-ejercicio prescrita. Preparar al paciente para que logre el nivel de actividad prescrito (Advertir de los peligros de sobreestimar sus posibilidades, explicar la importancia de la deambulacion precoz para prevenir tromboembolismos, etc.)

- Terapia de ejercicios: deambulacion. Estímulo y asistencia en la deambulacion (Animar a la deambulacion en el momento en que su situacion fisica lo aconseje, proporcionar la ayuda fisica o mecanica necesaria para caminar, programar paseos segun estado fisico, etc.)



*Figura 5. Ejercicios de deambulacion y equilibrio postcirugia.*

- Prevención de caídas. Establecer precauciones especiales en pacientes con alto riesgo de lesión por caídas (Identificar déficit en el paciente que puedan aumentar la posibilidad de caídas, controlar la marcha, el equilibrio y el cansancio en la deambulación, etc.)

La Asociación Española de Diplomados en Enfermería y Nutrición (2006), advierte también de la importancia del ejercicio físico después de la cirugía bariátrica, fijando el interés en el inicio de la deambulación y la previsión de caídas. Advierte que el ejercicio deberá ser moderado, sin esfuerzos importantes ni cargas, con el fin de prevenir posibles hernias.

### **Conclusiones**

Queda por tanto demostrada la importancia del ejercicio dentro del tratamiento quirúrgico, tanto antes como después del mismo.

Destacar, por último, que aunque el tratamiento quirúrgico goce de alta efectividad hay que tener en cuenta que en algunas personas no se producen los efectos deseados o, son ellas mismas las que se niegan a ser intervenidas por el riesgo implícito que conlleva. En estos casos, volveríamos a encontrarnos con que la actividad física es uno de los métodos más adecuados y accesible de terapia.



## 4 DISCUSIÓN

Esta investigación comprueba la eficacia de la actividad física en la mejora de la diabetes y la hipertensión, a través del análisis de numerosos estudios donde se aplican programas de ejercicio físico en pacientes con estas enfermedades. Se han estudiado estas dos patologías por estar asociadas frecuentemente a la obesidad (Cabrerizo y col. 2008; Ramírez-Vélez, Da Silva-Grigoletto y Fernández, 2011) y, por lo tanto, serán condicionantes a la hora de prescribir un programa de entrenamiento en el paciente obeso.

Igualmente, la obesidad condicionará la práctica deportiva en el paciente hipertenso o diabético, por lo que habrá que comprobar y, si es necesario, adaptar los programas de entrenamiento a las exigencias de cada caso.

Se ha concluido que, para los diabéticos el entrenamiento más adecuado es aquel que combina el trabajo de fuerza con el de capacidad aeróbica (Balducci y col. 2012; Marcus y col., 2009), mientras que, en la hipertensión, el trabajo que parece tener mayores efectos beneficiosos es el aeróbico interválico (Moraes y col., 2011; Molmen-Hansen y col., 2011). Las intensidades para la mejora en los parámetros de estas enfermedades son variables pero, la mayoría de los autores optan por el trabajo moderado (55/75%).

En cuanto al tipo de entrenamiento, estas indicaciones parecen ir en consonancia con las expuestas por Stacy (2012) y publicadas por el American College of Sports Medicine, en las que aconsejan sobre la práctica de ejercicio en pacientes obesos. Se recomienda que el programa de ejercicio se base en la actividad aeróbica y confirman la eficacia de la realización de trabajo de fuerza para la mejora de la salud general.

En lo que se refiere a la intensidad, duración o frecuencia del entrenamiento, si existen diferencias entre los estudios analizados y las recomendaciones de la ACSM para el tratamiento de la obesidad. Esta institución, recomienda el trabajo a intensidades bajas y frecuencias de entrenamiento de entre 4 y 5 días a la semana. En los estudios con diabéticos e hipertensos estudiados, las intensidades a las que se ha trabajado han sido moderadas (Pitsavos y col., 2011; Moraes y col., 2011; Molmen-Hansen y col., 2011; Ariza

y col., 2010) o incluso altas (Cocco y Pandolfi, 2011; Molmen-Hansen y col., 2011 Marcus y col. 2009;) y la frecuencia solía ser de 3 días semanales (Molmen-Hansen y col., 2011; Moraes y col. 2011; Guimarães y col. 2011; Pitsavos y col. 2011; Misra y col. 2008).

Por lo tanto, habría que tener en cuenta las indicaciones y recomendaciones, basadas en la evidencia para las distintas patologías, antes de comenzar un programa de entrenamiento. Una correcta adaptación de estas será necesaria para la eficacia y seguridad de la práctica deportiva.

Existen algunos estudios que procuran esta adaptación, y aplican diversos programas de entrenamiento en pacientes con obesidad y diabetes, con obesidad e hipertensión o con las tres condicionantes (Hansen y col. 2009; Paulo y col. 2010; Balducci y col, 2012; Ho y col. 2012; Trussardi, Lopes, Fernandes, Reischack-Oliveira y Friedman 2012)

Una muestra de la necesidad de adaptación del entrenamiento a estas patologías y sus posibles combinaciones se encuentra en el estudio de Lucotti y col. (2011), en el cual, se advierte que si la duración y frecuencia del entrenamiento combinado en pacientes diabéticos obesos no es la adecuada, los efectos beneficiosos del mismo pueden verse limitados.

Las mejoras en el control diabético están causadas principalmente por las ganancias de sensibilidad a la insulina en los tejidos periféricos y, por lo tanto es probable que se requiera una duración mayor del entrenamiento en sujetos obesos, para mejorar la sensibilidad a la insulina hepática (Winnick y col. 2008).

Tras comprobar la influencia positiva del ejercicio en estas enfermedades, se quiso conocer la situación real y se acudió a un centro especializado en el tratamiento de la diabetes. Allí se valoró la información disponible sobre la temática, así como, el uso que se hace de ella y la prescripción real de actividad física dada por profesionales médicos y de enfermería.

Se encontró que, la unidad especializada diabetológica, tiene a su disposición una serie de “guías” que contienen recomendaciones para la prescripción del ejercicio físico en diabéticos. En estas, la premisa habitual es la realización de trabajo preferentemente aeróbico. Sin embargo, los profesionales

clínicos afirmaron no hacer uso de ellas y, no dotar de demasiada importancia a la actividad física en la terapia de la enfermedad.

Este hecho, invita a pensar en la necesidad de fomentar el ejercicio físico como terapia en la diabetes y concienciar de su importancia a las distintas partes implicadas. Para esta tarea la participación de un profesional de la actividad física y el deporte que asesore y diseñe el programa de entrenamiento resultará fundamental. Por lo tanto se aboga por la inclusión de licenciados o graduados de la actividad física y el deporte en el sistema sanitario (Cané, 2010). También parece lógico promover la colaboración de este sistema sanitario con organizaciones deportivas para facilitar la práctica de actividad física (Martínez del Castillo, 2011).

Por último, en este estudio se hace una revisión sobre la importancia del ejercicio físico en el paciente obeso que va a someterse a intervención quirúrgica. Se comprueba la importancia de la pérdida de peso antes de la misma para aumentar la seguridad (Cassinello y Ortega 2010) y para mejorar la eficacia de la pérdida de peso postcirugía (Mazure y col. 2007; Martínez-Ramos, 2011; Kadeli y col. 2012).

## 5 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, se concluye que:

- La adaptación del entrenamiento a las características del paciente obeso, habrá de tener en cuenta también, las posibles patologías asociadas de este, tales como: diabetes o hipertensión.
- Un posible entrenamiento adecuado para el paciente obeso con diabetes sería:

*Tabla 10. Propuesta de entrenamiento para obesos con diabetes*

Propuesta de entrenamiento para obesos con diabetes			
Tipo	Frecuencia	Intensidad	Modelo sesión
Combinado de capacidad aeróbica y trabajo de fuerza	4/5 días a la semana	Entre 40/60% de VO2max Entre 40/50% de 1RM	30/40 min en cicloergómetro, tapiz rodante o similares 9/15 ejercicios trabajando todos los grupos musculares. Al principio, una serie de cada ejercicio con 10 repeticiones

- Un posible entrenamiento adecuado para el paciente obeso con hipertensión sería:

*Tabla 11. Propuesta de entrenamiento para obesos con hipertensión*

Propuesta de entrenamiento para obesos con hipertensión			
Tipo	Frecuencia	Intensidad	Modelo sesión
Aeróbico interválico + Trabajo de fuerza	4/5 días a la semana	Entre el 40/70% VO2max Entre 40/60 % de 1RM	40min en tapiz rodante (5min calentamiento, 4min al 70% x 4min al 40%VO2max, 4min enfriamiento)  En días alternos: Ejercicios de fuerza trabajando todos los grupos musculares.

- Tras justificar la importancia del ejercicio físico como terapia y, comprobar en un contexto real el poco conocimiento y/o interés en el uso del mismo, la

introducción del licenciado/graduado de la actividad física y el deporte en el equipo multidisciplinar sanitario parece fundamental en la promoción y garantía de la salud.

- La pérdida de peso antes de la intervención de cirugía bariátrica será fundamental para dotar de mayor seguridad a la misma y, obtener mejores resultados posteriores a la operación.

## **6 PERSPECTIVAS FUTURAS.**

Tras este estudio, surgen nuevas inquietudes de cara a próximas investigaciones o actuaciones. Se propone:

- Realizar otro estudio, constituyéndose como una segunda parte de este, en el que se aborde el ejercicio físico en otros problemas asociados a la obesidad. Por ejemplo, sería de interés tratar el ejercicio físico en pacientes obesos con artrosis o la influencia psicosocial de la actividad física en el obeso. De esta manera se completaría un estudio global de las variables más importantes a tener en cuenta por el entrenador personal para el tratamiento de estos pacientes.
- Realizar ensayos clínicos con sujetos obesos y diabéticos y/o hipertensos, a los que se les aplique un programa de entrenamiento concreto.
- Unificar criterios en la prescripción de ejercicio físico para obesos con patologías asociadas.
- Fomentar el uso de ejercicio físico como terapia en centros hospitalarios. Para ello, será el profesional de la actividad física y el deporte quien asesore y dote de las herramientas necesarias al resto de profesionales.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

Alegría, E., Castellano, J.M. y Alegría, A. (2008). Obesidad, síndrome metabólico y diabetes: implicaciones cardiovasculares y actuación terapéutica. *Rev Esp Cardiol.* 61:752-764

American College of Sports Medicine. (2009) American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc;* 41: 687–708.

American Diabetes Association. (2013). Standards of Medical Care in Diabetes. *Diabetes Care;* 36: Supplement 1: 24-25

American Gastroenterological Association Clinical Practice Committee (2002). AGA technical review on obesity. *Gastroenterology;* 123: 882-932.

Ansari, R. (2009). Effect of Physical Activity and Obesity on Type 2 Diabetes in a Middle-Aged Population. *Journal of Environmental and Public Health;* Volume 2009, Article ID 195285, 5 pages.

Ariza Copado, C., Gavara, V., Muñoz Ureña, A., Agüera, F., Soto Martínez, M. y Lorca, J.R. (2011). Mejora en el control de los diabéticos tipo 2 tras una intervención conjunta: educación diabetológica y ejercicio físico. *Atención Primaria.;* 43(8): 398-406

Artero, E., Lee, D., Lavie, C., España-Romero, V., Sui, X., Church, T. y Blair, S. (2012). Effects of Muscular Strength on Cardiovascular Risk Factors and Prognosis. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention;* Vol. 32, N°. 6. págs. 351-358

Balducci, S., Leonetti, F., Di Mario, U. y Fallucca, F. (2004) Is long-term aerobic plus resistance training program feasible for and effective on metabolic profiles in type 2 diabetic patients? *Dia Care;* 27: 841-842.

Balducci S, Zanuso S, and Nicolucci A, y col. (2010) .Effect of an intensive exercise intervention strategy on modifiable cardiovascular risk factors

in subjects with type 2 diabetes mellitus: a randomized controlled trial: the Italian Diabetes and Exercise Study (IDES). *Arch Intern Med*; 170:1794e803.

Balducci, S., Zanuso, S., Cardelli, P., Salerno., Falluca, S., Nicolucci, A. y Pugliese, G. (2012). Supervised Exercise Training Counterbalances the Adverse Effects of Insulin Therapy in Overweight/Obese Subjects with Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 35:39–41.

Barcellos, J., Della Méa, R., Stein, C., Rabello, K., Arena, R. y Dal Lago (2013) P. Inspiratory muscle training reduces blood pressure and sympathetic activity in hypertensive patients: A randomized controlled trial. *International Journal of Cardiology* 166 :61–67

Brown, G.L., Lean, M.E. y Hankey, C.R. (2012). Reproducibility of 24-h post-exercise changes in energy intake in overweight and obese women using current methodology. *Br J Nutr. Jul*; 108(2):191-4.

Cabrerizo, L., Rubio, M.A., Ballesteros, M.D. y Moreno, C. (2008). Complicaciones asociadas a la obesidad. *Rev Esp Nutr Comunitaria*; 14(3):156-162.

Calza S, Decarli A, Ferraroni M. (2008). Obesity and prevalence of chronic diseases in the 1999-2000 Italian National Health Survey. *BMC Public Health*.; 8:140.

Cané, Mariano (2011). Actividad física en obesos sometidos a cirugía de by-pass gástrico. *Revista electrónica de ciencias aplicadas al deporte*; vol. 4, n° 12

Cano-De la Cuerda, R., Aguilar-Maturana, A. y Miangolarra-Page, J.C. (2009). Efectividad de los programas de ejercicio físico en los pacientes con diabetes mellitus. *Medicina Clínica*; 132(5):188–194

Carta Europea Contra la Obesidad. *Conferencia Ministerial Europea de la Organización Mundial de la Salud contra la Obesidad*. Estambul (Turquía), 15–17 de noviembre de 2006. Disponible en: <http://www.euro.who.int/obesity>



Carvalho VO, Ciolac EG, Guimarães GV, Bocchi EA. (2009) Effect of exercise training on 24-hour ambulatory blood pressure monitoring in heart failure patients. *Congest Heart Fail* ;15: 176–180.

Cassinello, N. y Ortega Serrano, J. (2010) Preparación del paciente obeso mórbido para la cirugía: importancia de la pérdida de peso preoperatoria. *Act diet.* ; 14(3): 134-137

Ciolac EG, Guimaraes GV, D'Avila VM, Bortolotto LA, Doria EL, Bocchi EA. (2008) Acute aerobic exercise reduces 24-h ambulatory blood pressure levels in long-term-treated hypertensive patients. *Clinics* 63: 753–758.

Cocco, G. y Pandolfi, S. (2011). Physical Exercise with Weight Reduction Lowers Blood Pressure and Improves Abnormal Left Ventricular Relaxation in Pharmacologically Treated Hypertensive Patients. *The journal of clinical hypertension; vol. 13 (1), 23-29.*

Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, et al. (2010) Exercise and type 2 diabetes. The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care*; 33:2692–2696

Cornelissen, V., Fagard, R., Coeckelberghs, E. y Vanhees, L. (2011). Impact of Resistance Training on Blood Pressure and Other Cardiovascular Risk Factors a Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials. *Hypertension.* 58:950-958

Donnelly JE, Hill JO, Jacobsen DJ, et al. Effects of a 16-Month Randomized Controlled Exercise Trial on Body Weight and Composition in Young, Overweight Men and Women: The Midwest Exercise Trial. *Arch Intern Med.* 2003; 163(11):1343-1350.

Eston, R.G. (2002). Use of the body mass index (BMI) for individual counselling: the new section editor for kineanthropometry is 'grade 1 obese, overweight (BMI27.3), but dense and distinctly muscular' (*FFMI 23.1*) *J Sports Sci*:20 (7):515-8

Estudio prospectivo Delphi. *Costes sociales y económicos de la obesidad y sus patologías asociadas.* Madrid. Gabinete de estudios Bernard-Krief; 1999.

Fayh, A.P., Lopes, A.L., da Silva, A.M., Reischack-Oliveira, A. y Friedman, R. (2012). Effects of 5 % weight loss through diet or diet plus exercise on cardiovascular parameters of obese: a randomized clinical trial. *Eur J Nutr. Oct 7*

Fernández-Bergés, D., Cabrera de León, A. y col. (2012) Síndrome metabólico en España: prevalencia y riesgo coronario asociado a la definición armonizada y a la propuesta por la OMS. Estudio DARIOS. *Rev Esp Cardiol. 2012; 65(3):241–248*

Ferrer-García, J.C., Sánchez López, P., Pablos-Abellab, C., Albalat-Galera, R., Elvira-Macagno, L., Sánchez-Juana, C. y Pablos-Monzóc, A. (2011). Beneficios de un programa ambulatorio de ejercicio físico en sujetos mayores con diabetes mellitus tipo 2. *Endocrinología y Nutrición; 58(8): 387-394*

Franch, J. y Lloveras, A. (2013). *Guía práctica de actividad física y diabetes*. Barcelona. Activos de Comunicación Audiovisual.

Galindo, J. (2011). *Análisis ético del trato a las pacientes con obesidad de la asociación de jubilados del IMSS en la consulta de medicina familiar*. Tesis para obtener el grado de Maestría en Ciencias en Bioética, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Medicina. Mexico DF

Gill, J.M. y Cooper, A.R. (2008) Physical activity and prevention of type 2 diabetes mellitus. *Sports Med; 38(10):807-24*

Godínez, SA. (2001). Alteraciones musculoesqueléticas y obesidad. *Revista de Endocrinología y Nutrición Vol. 9, No. 2: pp 86-90*

Gomis, R., Artola, S., Conthe, P., Vidal, J., Casamor, R. y Font, B. (2013). Prevalencia en consultas de diabetes mellitus tipo 2 en pacientes con sobrepeso u obesidad en España. Estudio OBEDIA. *Med Clin (Barc)*.

Gordon, B.A., Benson, A.C., Bird, S.R. y Fraser, S.F. (2009). Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract*; 29(2): 67-75

Grundys S, Cleeman J, Daniels S, Donato K, Eckel R, Franklin B, et al. (2005) AHA/NHLBI Scientific statement. Diagnosis and management of the metabolic syndrome. *Circulation*. 112: 2735-52.

Guimarães GV, Ciolac EG, D'Avila VM, Bortolotto LA, Carvalho,V. Bocchi EA. (2010). Effects of continuous vs. interval exercise training on blood pressure and arterial stiffness in treated hypertension. *Hypertension Research*; 33, 627–632

Heredia, JR., Isidro, F., Chulvi, I., Roig, J., Moral, S. y Molins, A. (2008). *Sobrepeso/obesidad, ejercicio físico y salud: intervención mediante programas de fitness*. Editorial Wanceulen

Ho, S., Radavelli-Bagatini, S., Dhaliwal, S., Hilss, A. y Pal, S. (2012). Resistance, Aerobic, and Combination Training on Vascular Function in Overweight and Obese Adults. *The Journal of Clinical Hypertension Vol 14 | No 12*

Hopps,E. y Caimi, G. (2011). Exercise in obesity management. *J Sports Med Phys Fitness*; 51(2):275-82.

Howley E, FranksBD. (1995). *Manual del técnico en salud y fitness*. Barcelona. Paidotribo.

Instituto Nacional de Estadística (2013). *Encuesta Nacional de Salud 11-12*. Madrid. Ministerio de Sanidad y Consumo.

Kadeli. D.K., Sczepaniak, J.P., Kumar, K., Youssef, C., Mahdavi, A. y Owens, M. (2012). The Effect of Preoperative Weight Loss before Gastric Bypass:A Systematic Review. *Journal of Obesity; Volume 2012, Article ID 867540, 7 pages*.

Klein S, Allison DB, Heymsfield SB et al. (2007) Waist circumference and cardiometabolic risk: a consensus statement from shaping America's health: Association for weight management and obesity prevention; NAASO, the Obesity Society, the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. *Am J Clin Nutr*; 85:1197-1202.

Krishka, A.M., Hawkins, M. y Richardson, C.R. (2008). Physical activity and the prevention of type II diabetes. *Curr Sports Med Rep*; 7(4):182-4

Kokkinos, P., Giannelou, A., Manolis, A. y Pittaras, A. (2009). Physical Activity in the Prevention and Management of High Blood Pressure. *Hellenic J Cardiol*; 50: 52-59

Leucona,MJ. y Madrigal,N. “Tengo Diabetes”...aprender, corregir, mejorar... Bayer Health Care. Diabetes Service

Libonati, J. (2013). Cardiac Effects of Exercise Training in Hypertension. *Hindawi Publishing Corporation; Volume 2013, 9 pages.*

López-Pardo, M., de Torres, M.L. y Díaz Gómez, J. (2006). Cuidados en pacientes intervenidos de cirugía bariátrica. *Rev Med Univ Navarra/ Vol 50, n° 4; 15-22*

Lucotti, P., Monti, L., Setola, E., Gallucio, E., Gatti, R., Bosi, E. y Piatti, P. (2011). Aerobic and resistance training effects compared to aerobic training alone in obese type 2 diabetic patients on diet treatment. *Diabetes research and clinical practice*; 94: 395-403

Madden KM, Lockhart C, Cuff D, Potter TF, Meneilly GS. (2009). Short-term aerobic exercise reduces arterial stiffness in older adults with type 2 diabetes, hypertension, and hypercholesterolemia. *Diabetes Care*; 32: 1531–1535.

Marcus, R.L., Smith, S. Morrel, G. Addison, O., Dibble, L.E., Wahoff-Stice, D. y LaStayo, P. (2008). Comparison of Combined Aerobic and High-Force Eccentric Resistance Exercise with Aerobic Exercise Only for People with Type 2 Diabetes Mellitus. *Physical Therapy*; 88(11): 1345-1354

Martinez del Castillo, J., Jimenez-Beatty., Martin, M. y Rivero, A. (2011). La recomendación médica y el tipo de demanda de actividad física en las personas mayores de la provincia de Guadalajara. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, vol. VII, núm. 23, pp. 91-102.

Martínez-Ramos, D., Salvador-Sanchis, J.L. y Escrig-Sos, J. (2012). Pérdida de peso preoperatoria en pacientes candidatos a cirugía bariátrica. Recomendaciones basadas en la evidencia. *Cir Esp*; 90(3): 147-155

Mazure, R.A., Salgado, G., Valencia, A., Villareal, P., Cobo, S., Peran, S. y Culebras, J. (2007). Ejercicio físico y cirugía bariátrica. *Nutr Hosp*; 22(4):387-401

Mesa García, C. y Muñoz del Castillo, M.A. (2006). Plan de cuidados estandarizados en cirugía bariátrica. *Nure Investigation*. N°20, Ene-Feb

Metcalf, B., Rabkin, R.A., Rabkin, J.M., Metcalf, L.J. y cols. (2005) Weight loss composition: the effects of exercise following obesity surgery as measured by bioelectrical impedance analysis. *Obes Surg*; 15:183-186.

Misra, A., Alappan, N.K., Vikram, N.K., Goel, K., Gupta, N., Mittal, K., Bhatt, S. y Luthra, K. (2008). Effect of Supervised Progressive Resistance-Exercise Training Protocol on Insulin Sensitivity, Glycemia, Lipids, and Body Composition in Asian Indians With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*; 31(7): 1282-1287

Modesti PA, Ferrari A, Bazzini C, y col. (2010) Psychological predictors of the antihypertensive effects of music-guided slow breathing. *J Hypertens*; 28:1097–103

Molmen-Hansen, H., Stolen, T., Tjonna, A., Aamot, I., Ekeberg, I., Tyldum, G., Wisloff, U., Ingul, C. y Stoylen, A. (2011). Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients. *European Journal of Preventive Cardiology* 19(2) 151–160

Moraes, MR., Bacurau, RP., Simoes, HG., Campbell, CS., Pudo, MA., Wasinski, F., Pesquero, JB., Würtele, M. y Araujo, RC. (2012) Effect of 12 weeks of resistance exercise on post-exercise hypotension in stage 1 hypertensive individuals. *Journal of Human Hypertension* 26, 533–539

Mota, M., Pardono, E., Lima, L., Arsa, G., Bottaro, M., Campbell, c. y Simoes, H. (2009). Effects of treadmill running and resistance exercises on lowering blood pressure during the daily work of hypertensive subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*; 23(8)/2331–2338

Mourya M, Mahajan AS, Singh NP, Jain AK. (2009) Effect of slow- and fast-breathing exercises on autonomic functions in patients with essential hypertension. *J Altern Complement Med*; 15:711–7.

National Institutes of Health (1998). Clinical guidelines on the identification evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. The evidence report. *Obes Res*;6 Suppl 2:S51-209.

Nelson AG, Kokkonen J y Arnall, DA (2011). Twenty minutes of passive stretching lowers glucose levels in an at-risk population: an experimental study. *J Physiother* 57 (3): 173-8.

Nevitt, MC. (2002). Obesity outcomes in disease management: Clinical outcomes for osteoarthritis. *Obes Res*; 10:33-37

Organización Mundial de la Salud (2012). Obesidad y sobrepeso. *Nota descriptiva n°311. Mayo 2012.*

Palatino, P., Visentin, P., Dorigatti, F., Guarneri, C., Santonosastaso, M., Cozzio, S., Pegoraro, F., Bortolazzi, A., Vriz, O. y Mos, L. (2009). Regular physical activity prevents development of left ventricular hypertrophy in hypertension. *European Heart Journal*; 30, 225–232

Palomares, R. (2013). *Kit de “supervivencia” para el paciente con diabetes*. Sevilla. Servicio Andaluz de Salud. Consejería de Salud y Bienestar Social. Junta de Andalucía.

Pitsavos, C. Chrysohoou, C. y col. (2011). The Impact of Moderate Aerobic Physical Training on Left Ventricular Mass, Exercise Capacity and Blood Pressure Response During Treadmill Testing in Borderline and Mildly Hypertensive Males. *Hellenic J Cardiol*; 52: 6-14

Rámirez-Vélez, R., Da Silva-Grigoletto, M.E. y Fernández, J.M. (2011). Evidencia actual de intervenciones con ejercicio físico en factores de riesgo cardiovascular. *Rev Andal Med Deporte*; 4(4):141-151.

Ross, R. y Janssen, I. (2001). Physical activity, total and regional obesity: dose-response considerations. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Jun; 33(6 Suppl):S521-7; discussion S528-9.

Rossi, A., Moullec, G., Lavoie, K., Gour-Provençal, G. y Bacon, S. (2013). Systematic Review/Meta-analysis The Evolution of a Canadian Hypertension Education Program Recommendation: The Impact of Resistance Training on Resting Blood Pressure in Adults as an Example. *Canadian Journal of Cardiology*; 29: pags 622-627.

Rubio, M.A. et al. (2007) “Consenso SEEDO para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica”. *Rev Esp Obes* 7-48

Rubio, M., Martínez, C., Vidal, O., Larrad, A., Salas-Salvadó, J., Pujol, J. y col. (2004) Documento de consenso sobre cirugía bariátrica. *Rev Esp Obes*; 4:223-249

Salgado, A., Queiro, T. (2006) Efectividad y seguridad del balón intragástrico en pacientes obesos y con sobrepeso. Madrid. Ministerio de Sanidad y Consumo. *Avalia-t N° 2006/03*

Salvador, J., Caballero, E., Frühbeck, G. & Honorato, J. (2002). *Obesidad*. Clínica Universidad de Navarra. Editorial Everest.

Sanal, E., Ardic, F. y Kirac, S. (2013). Effects of aerobic or combined aerobic resistance exercise on body composition in overweight and obese adults: gender differences. A randomized intervention study. *Eur J Phys Rehabil Med*;49(1):1-11.

Shaw, KA, Gennat HC, O'Rourke P, Del Mar C. (2006) Exercise for overweight or obesity. *Cochrane Database of Systematic Reviews Issue 4. Art. pub3*.

Sigal, R.J. y col. (2007). Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Annals of Internal Medicine*; 147(6): 357-369

Snel, M., Gastaldelli, A., Ouwens, D.M., Hesselink, M.K., Schaart, G., Buzzigoli, E., Frölich, M., Romijn, J.A., Pijl, H., Meinders, A.E. y Jazet, I.M. (2012). Effects of adding exercise to a 16-week very low-calorie diet in obese, insulin-dependent type 2 diabetes mellitus patients. *J Clin Endocrinol Metab. Jul*;97(7):2512-20.

Sociedad Andaluza de Medicina Familiar y Comunitaria (2010). *Guía clínica para el tratamiento del diabético*. Disponible en: <http://www.grupodiabetessamfyc.cica.es/index.php/guia-clinica.html>

Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (2000). Consenso SEEDO para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Clin (Barc)*. 2000; 115: 587-597

Stacy, M. (2012). Obesity and exercise. *American College of Sports Medicine. Article*; Jan 19, 2012.

Steinbrook R (2004). Surgery for severe obesity. *N Engl J Med*; 350:1075-9.

Tarnoff M, Kaplan L, Shikora S. (2008) An evidence-based assessment of preoperative weight loss in bariatric surgery. *Obes Surg.*; 18:1059-61.

Tresierras, M. y Balady, G.J. (2009). Resistance training in the treatment of diabetes and obesity: MECHANISMS AND OUTCOMES. *Journal Cardiopulmonary Rehabilitation Prev*; 29(2): 67-75.

Trussardi, A.P., Lopes, A.L., Fernandes, P.R., Reischack-Oliveira, A. y Friedman, R. (2013). Impact of weight loss with or without exercise on abdominal fat and insulin resistance in obese individuals: a randomised clinical trial. *Br J Nutr*. 2013 Jan 10:1-7



Umpierre D, Ribeiro PA, Kramer CK, y col. (2011). Physical activity advice only or structured exercise training and association with HbA1c levels in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*; 305:1790e9.

Williams, P.T. (2008). Vigorous exercise, fitness and incident hypertension, high cholesterol and diabetes. *Med Sci Sports Exerc*; 40 (6):998-1006

Winnick, J.J., Gaillard, T. y Schuster, D. (2008). Resistance training differentially affects weight loss and glucose metabolism of white and African American patients with type 2 diabetes mellitus. *Ethnicity Dis*. 18 (2)152–156.

Winnick, J.J., Sherman, M., Habash, D., Stout, M., Failla, M.L., Belury, M.A. y Schuster, D.A. (2008). Short-Term Aerobic Exercise Training in Obese Humans with Type 2 Diabetes Mellitus Improves Whole-Body Insulin Sensitivity through Gains in Peripheral, not Hepatic Insulin Sensitivity. *J Clin Endocrinol Metab*, 93(3):771–778.

WHO. (2000) The problem of overweight and obesity. In: WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: WHO; P 5-37. *Technical Report Series 894*.

Yates, T., Davies, M., Gorely, T., Bull, F. y Khunti, K. (2009). Effectiveness of a Pragmatic Education Program Designed to Promote Walking Activity in Individuals with Impaired Glucose Tolerance. *Diabetes Care*; 32 (8): 1404-1410

Yeh, G. Wang, C. Wayne, P y Phillips, R. (2008) The Effect of Tai Chi Exercise on Blood Pressure: A Systematic Review *Prev Cardiol.* ; 11:82–89.



## **8 Anexos.**

### **8.1 Índice de Tablas.**

Tabla 1. Definiciones de obesidad .....	7
Tabla 2. Beneficios de la actividad física en la diabetes. Adaptada de Sociedad Andaluza de Medicina Familiar y Comunitaria (2010).....	15
Tabla 3. Riesgos de la actividad física en la diabetes. Adaptada de Sociedad Andaluza de Medicina Familiar y Comunitaria (2010).....	15
Tabla 4. Parámetros del síndrome metabólico (Grundy y col. 2005). .....	17
Tabla 5. Resumen de estudios de ejercicio físico y diabetes. ....	30
Tabla 6. Resultados Guimaraes, (2010).....	35
Tabla 7. Resumen estudios ejercicio e hipertensión. ....	38
Tabla 8. Guía práctica de actividad física. A.Menarini.....	41
Tabla 9. Recomendaciones de ejercicio en diabéticos. Educatext.....	44
Tabla 10. Propuesta de entrenamiento para obesos con diabetes .....	52
Tabla 11. Propuesta de entrenamiento para obesos con hipertensión .....	52

### **8.2 Índice de Figuras.**

Figura 1. Porcentajes de población según IMC (INE, 2013).....	9
Figura 2. Porcentajes de población sedentaria (INE, 2013) .....	10
Figura 3. Porcentajes de actividad física (INE, 2013).....	12
Figura 4. Ejercicio de step excéntrico (Marcus y col., 2008) .....	27
Figura 5. Ejercicios de deambulacion y equilibrio postcirugía. ....	47