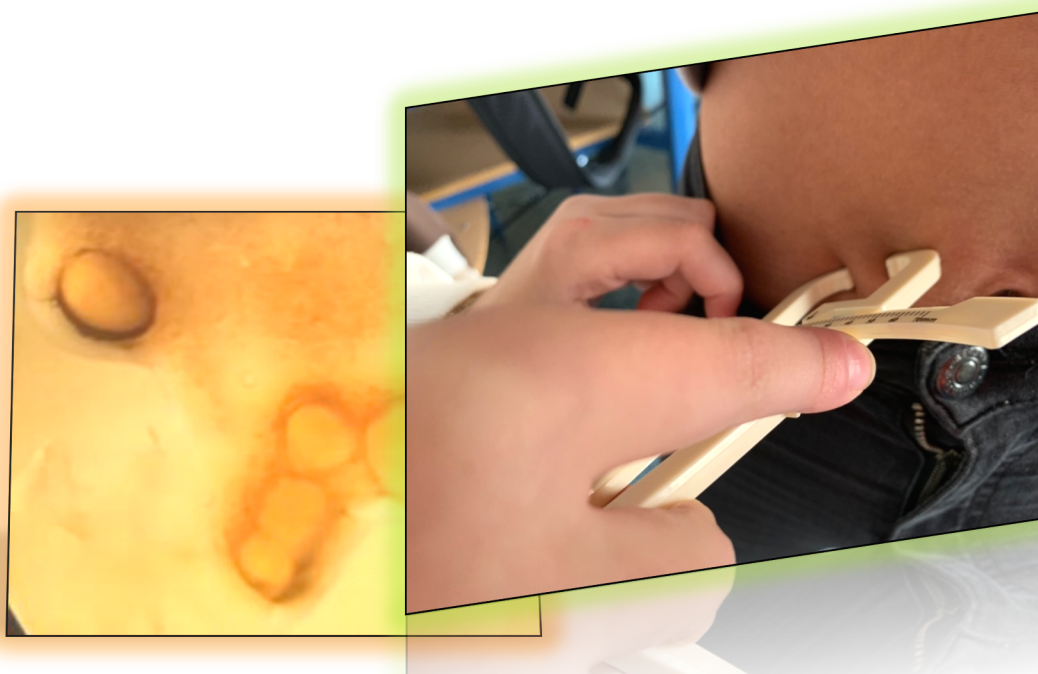


# ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL PARA DIAGNÓSTICO DEL RIESGO ASOCIADO A LA OBESIDAD EN LA POBLACIÓN ADOLESCENTE

Curso 2021/2022



Autores:

Jessica Puerto Nieto (IES "Fidiana, Córdoba)  
Noelia Alcaide Puerto (IES "Fidiana, Córdoba)  
Paula Olmo Agudo (IES "Fidiana, Córdoba)

Profesora coordinadora: Dra Elena León Rodríguez.

Lugar: I.E.S. Fidiana.

Fecha: 15 de mayo de 2022

**FID+ciencia**

**A**  
Junta de Andalucía

**IES FIDIANA**

## ÍNDICE

### ABSTRACT

<b>1.-INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>2.-OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>3.-FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1.-Obesidad y riesgos asociados</b> .....	<b>3</b>
<b>3.2.-Componentes del tejido adiposo</b> .....	<b>4</b>
<b>3.3.-Métodos para medir la composición corporal</b> .....	<b>5</b>
<b>4.-MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>6</b>
<b>4.1.-Asignación de variables.</b> .....	<b>6</b>
<b>4.2.-Material experimental.</b> .....	<b>7</b>
<b>4.3.-Diseño experimental</b> .....	<b>7</b>
<b>4.4 Tratamiento estadístico de los datos</b> .....	<b>8</b>
<b>5.-RESULTADOS</b> .....	<b>8</b>
<b>5.1.-Perfil antropométrico de los estudiantes del IES Fidiana</b> .....	<b>8</b>
<b>5.3.- Análisis de la masa muscular</b> .....	<b>11</b>
<b>5.4.- Análisis de la masa ósea</b> .....	<b>12</b>
<b>5.5.- Análisis de la masa grasa</b> .....	<b>14</b>
<b>5.6.- Análisis de la masa residual</b> .....	<b>15</b>
<b>6.-DISCUSIÓN</b> .....	<b>16</b>
<b>7.-CONCLUSIONES.</b> .....	<b>17</b>
<b>8.-AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>18</b>
<b>9.-BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>18</b>

# ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL PARA DIAGNÓSTICO DEL RIESGO ASOCIADO A LA OBESIDAD EN LA POBLACIÓN ADOLESCENTE

J.Puerto-Nieto<sup>1</sup>, N.Alcaide-Puerto<sup>1</sup>, P.Olmo-Agudo<sup>1</sup> y E.León-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Alumnado del IES Fidiana.

<sup>2</sup> Profesorado IES Fidiana

## RESUMEN

La obesidad es el incremento de tejido adiposo corporal y un problema de salud creciente en los adolescentes españoles. Nuestro cuerpo está constituido de músculos, huesos, grasa y tejidos de relleno que son los cuatro componentes que estudia la Antropometría. Por otro lado, la OMS y SEEDO establecen un IMC asociado a los estándares de crecimiento, según peso o altura; pero este no determina la proporción de estos cuatro componentes, por lo que adolescentes con pesos razonables para su estatura pueden presentar exceso de grasa. Se ha realizado un estudio antropométrico en la población del I.E.S. Fidiana para determinar su predisposición a la obesidad y evaluar medidas complementarias y/o preventivas ajustadas a la realidad existente en el IES. Además, se estudió el efecto de los factores edad, sexo y actividad física. En todos los niveles, el I.M.C presentó valores normales. Sin embargo, a raíz del estudio antropométrico, se observó una masa grasa muy superior al valor de referencia 14,3 %. Por otro lado, la masa muscular fue superior al valor esperado y la masa residual se encontró por debajo del valor teórico. Los chicos presentaron más masa ósea y muscular que las chicas y estas diferencias se acentúan conforme se incrementa la edad. No se encontró ningún efecto respecto a la actividad física. En 1º y 2º ESO se encontró un bajo peso medio y la distribución más irregular en los componentes antropométricos, destacando un incremento patente de masa grasa preocupante y un incremento ligero de masa ósea y muscular.

Palabras clave: obesidad, antropometría, I.M.C, masa ósea, masa residual, masa muscular, masa grasa.

## ANTHROPOMETRIC STUDY OF BODY COMPOSITION TO DIAGNOSE THE RISK ASSOCIATED WITH OBESITY IN THE ADOLESCENT POPULATION.

J.Puerto-Nieto<sup>1</sup>, N.Alcaide-Puerto<sup>1</sup>, P.Olmo-Agudo<sup>1</sup> y E.León-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Students of IES Fidiana.

<sup>2</sup> Teaching staff of IES Fidiana.

## ABSTRACT

Obesity is the increase of body adipose tissue and a growing health problem in Spanish adolescents. Our body is made up of muscles, bones, fat and filler tissues, which are the four components studied by anthropometry. On the other hand, the WHO and SEEDO establish a BMI associated with growth standards, according to weight or height; but this does not determine the proportion of these four components, so that adolescents with reasonable weights for their height may have excess fat. An anthropometric study was carried out in the population of the I.E.S. Fidiana to determine their predisposition to obesity and to evaluate complementary and/or preventive measures adjusted to the existing reality in the IES. In addition, the effect of the factors age, sex and physical activity was studied. At all levels, the I.M.C. presented normal values. However, as a result of the anthropometric study, a fat mass much higher than the reference value of 14.3% was observed. On the other hand, muscle mass was higher than the expected value and residual mass was below the theoretical value. Boys had more bone and muscle mass than girls and these differences became more pronounced with increasing age. No effect was found with respect to physical activity. In 1st and 2nd ESO we found a low average weight and the most irregular distribution in the anthropometric components, highlighting a worrying patent increase in fat mass and a slight increase in bone and muscle mass.

Key words: obesity, anthropometry, I.M.C, bone mass, residual mass, muscle mass, fat mass.

# 1.-INTRODUCCIÓN

Los principales componentes estructurales del cuerpo humano son los músculos, los huesos y la grasa, pero también existen otros tejidos llamados masa residual. Así pues, para conocer en detalle la composición del cuerpo humano necesitamos saber la proporción que ocupa cada uno de estos componentes sobre el total de nuestro cuerpo. Las tablas de peso, altura e índice de masa corporal (IMC), no nos determinan la fracción de cada componente, así que, una persona con exceso de peso puede deberse a una gran masa muscular desarrollada en actividades deportivas, o bien, a un exceso de tejido adiposo a causa de malos hábitos alimenticios.

La acumulación excesiva de la grasa (tejido adiposo), respecto al resto de componentes, determina la obesidad, la cual está en continuo crecimiento y constituye uno de los principales problemas de salud pública a nivel mundial (Seger *et al.*, 2014). La obesidad en la adolescencia tiene además un impacto negativo y determina importantes problemas de salud, concretamente en el grupo de edad de 8 a 17 años en España, en 2012, la prevalencia de obesidad era del 26% y la de sobrepeso de un 12,6 % (Sánchez-Cruz *et al.*, 2013). Por ello, se hace necesario evaluar el riesgo asociado a la obesidad de la población adolescente escolarizada, comprendida en el rango de edad de 12 a 18 años.

En este sentido, la antropometría es una disciplina de gran utilidad, ya que nos permite estimar y evaluar el tamaño de la grasa corporal. Este estudio antropométrico es muy importante para comprender el efecto de diferentes variables como la edad, el sexo y la realización de actividad física, respecto a cada uno de los cuatro factores antropométricos analizados; masa ósea, masa muscular, masa grasa y masa residual.

Es evidente que tener conocimiento del estado tanto nutricional como corporal en la población del IES Fidiana nos permitirá establecer las estrategias adecuadas y tomar decisiones, a modo individual y/o a nivel de centro. El fin último es prevenir la obesidad y llevar a cabo programas de prevención, favorecedores de hábitos saludables ajustados a la realidad existente en el IES Fidiana.

## 2.-OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

- 1.- Caracterizar las variables antropométricas de la población joven del IES Fidiana.
- 2.- Determinar la correlación entre índice de masa corporal (IMC), edad, sexo, y actividad deportiva sobre los factores antropométricos: masa ósea, masa muscular, masa grasa y masa residual en adolescentes de 12 a 18 años.
- 3.- Evaluar el riesgo asociado a la obesidad en los estudiantes del IES Fidiana.

## 3.-FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 3.1.-Obesidad y riesgos asociados

La obesidad consiste en una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede resultar perjudicial para la salud y no es solo un problema estético. Es una enfermedad compleja que aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes, presión arterial alta y determinados tipos de cáncer. Por lo general, la obesidad es el resultado de factores hereditarios, fisiológicos y del entorno combinados con una dieta inadecuada y la falta de actividad física. Además, este fenómeno está incrementado en niños (Daniels *et al.*, 2009). Esta es especialmente grave y preocupante en la etapa

infantil, ya que en este periodo el crecimiento conlleva que se creen muy rápidamente nuevas células adiposas, pudiéndose hasta triplicar el número adipocitos en niños sanos.

Por otro lado, varios estudios afirman que hay una relación entre la obesidad y la depresión, ya que las personas con sobrepeso tienen un 50% más de probabilidad de sufrir depresión o, por lo contrario, las personas que padecen depresión pueden llegar a tener sobrepeso u otro tipo de enfermedades alimenticias. Los jóvenes con obesidad severa muestran más problemas psicológicos que los jóvenes con sobrepeso-obesidad leve-moderada, un 12% presentan ansiedad y un 11% depresión (Calderón *et al.*, 2010).

### 3.2.-Componentes del tejido adiposo

Los tejidos conectivos son un conjunto de tejidos que forman el relleno y soporte del organismo. Reúnen, dan apoyo, nutren, almacenan sustancias de reserva, protegen a otros tejidos y órganos del cuerpo. La clasificación de estos tejidos puede variar según los autores, pero generalmente se incluyen el tejido conjuntivo, adiposo, cartilaginoso, óseo y sanguíneo.

Todos estos tejidos son muy heterogéneos, pero comparten su origen mesenquimático (mesodermo embrionario), además de una abundante matriz extracelular, la cual es de gran importancia y la responsable de su función. Dentro de esta matriz se localizan las células propias de cada tejido.

El tejido conectivo adiposo está presente en todos los mamíferos y es un tejido muy vascularizado. Su función principal es almacenar lípidos en forma de triglicéridos (grasas), actuando, por tanto, como reserva de energía. Además, forma una capa gruesa subcutánea, denominada pániculo adiposo y que funciona como aislante térmico permitiendo mantener la temperatura del organismo estable. Otra de las funciones asociadas al tejido adiposo es servir como amortiguador protegiendo a las estructuras internas y algunas externas, siendo una barrera de defensa ante daños físicos.

Hoy día también se conoce la participación del tejido adiposo en el control del metabolismo corporal mediante la liberación de hormonas, citocinas, proteínas, lípidos específicos, y micro ARNs (Mejías *et al.*, 2020).



Figura 1: Adipocitos de grasa blanca obtenida a partir de tuétano y teñidos con sudan III. Observación al microscopio óptico a 400 aumentos.

Su matriz extracelular está compuesta de fluidos corporales, de fibras de colágeno y elásticas, pero esta es bastante escasa, algo atípico para un tejido conectivo. Su capacidad de almacén de energía depende de sus células, los adipocitos. Estas células, contienen en su citoplasma grandes gotas de grasa, molécula que contiene el doble de energía que los azúcares, las cuales proporcionan energía para otros tejidos, o bien generan calor.

Existen dos tipos de tejido adiposo: unilocular o blanco y multilocular o pardo. Ambos presentan características diferenciales que se resumen en el siguiente cuadro:

**Tabla 1: Principales diferencias entre la grasa blanca y la grasa parda**

	Adiposo blanco	Adiposo pardo
Localización	Zona subcutánea mayormente, en región abdominal y glúteos.	Zonas como en cuello y alrededor de las vértebras.
Color de la grasa en fresco	Color blanco, amarillento o marfil.	Marrón, rojo variable a rosa.
Vascularización	Vascularizado	Muy vascularizado
Adipocitos	Adipocitos redondos muy grandes con una gran gota de grasa en su citoplasma. Núcleo aplanado y excéntrico	Adipocitos poligonales que contienen numerosas gotas de lípidos en su citoplasma. Núcleo redondeado a ovalado. Presencia de una multitud de mitocondrias
Función principal	Reserva de energía en forma de lípidos y tienen una función aislante. Se encuentra sobre todo en mamíferos	Tiene una función más específica, la termogénesis (generación de calor).
Distribución en el organismo	En personas que no tienen sobrepeso, hay un 20% en hombres y un 25% en mujeres.	Mayor proporción en recién nacidos (5%) y en pequeñas cantidades en humanos adultos.

### 3.3.-Métodos para medir la composición corporal

Actualmente el estudio de la composición corporal se puede abordar a partir de técnicas bioquímicas, que nos determinan lípidos, proteínas, minerales y agua, como son: Hidrodensitometría, Agua Corporal Total, Potasio Corporal Total y Absorciometría Fotónica por Rayos-X. Existen otros métodos validados como por ejemplo la Bioimpedancia Eléctrica, la Interactancia Infrarroja, la Antropometría y la Pletismografía. Mediante estos métodos se estiman dos componentes del organismo humano: la grasa corporal y la masa libre de grasa.

En este trabajo se ha optado por la técnica antropométrica al estar más a nuestro alcance a nivel técnico, debido a la infraestructura disponible en el laboratorio del IES Fidiana.

La antropometría es una técnica de fraccionamiento para la estimación de la composición corporal, que particionan el cuerpo en tejidos anatómicamente direccionables: adiposo, muscular, esquelético y residual. Los elementos centrales de la antropometría son la altura, el peso, las circunferencias corporales y el grosor del pliegue de la piel. Conociendo estos elementos podemos hacer una división del cuerpo en 4 componentes:

- **Masa muscular** o conjunto total de tejido muscular del cuerpo humano
- **Masa grasa** o totalidad de grasas o lípidos presentes en el cuerpo.
- **Masa ósea** o proporción de tejido óseo del cuerpo humano
- **Masa residual** que engloba el resto de los tejidos de nuestra composición corporal

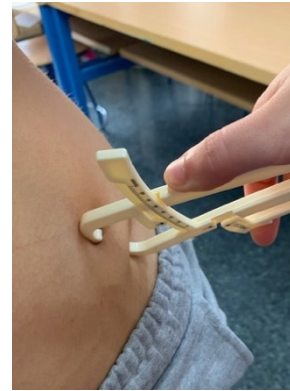
La estimación de las diferentes masas se hace en base a la determinación de los siguientes pliegues y diámetros:



**Pliegue del tríceps**, se toma en la parte dorsal del brazo, a la mitad de este y en vertical.



**Pliegue subescapular**, se toma en la espalda siguiendo la dirección del borde interno del omóplato, en el borde más saliente y con 45° de inclinación.



**Pliegue suprailíaco**, Se toma siguiendo la dirección de la cresta ilíaca superior y con 45° de inclinación



**Pliegue abdominal**, Se toma al lado del ombligo y en sentido vertical.



**Diámetro biepicondilar del fémur**, es la distancia entre el cóndilo y epicóndilo salientes en el fémur a la altura de la rodilla



**Diámetro biestiloideo de las muñecas**, se mide entre los estiloides del cúbito y radio, en la parte más ancha de la muñeca.

## 4.-MATERIALES Y MÉTODOS.

La duración de este estudio fue de 3 meses (de febrero a abril de 2022)

### 4.1.-Asignación de variables.

En este proyecto se han analizado las siguientes variables:

- Variables dependientes: masa muscular, masa ósea, masa residual, masa grasa, IMC, peso, altura
- Variables independientes: sexo, nivel educativo-edad, horas de actividad física.



#### 4.2.-Material experimental.



**Calibre** para medir la masa ósea a partir del diámetro biepicondilar del fémur y del diámetro biestiloideo de las muñecas



**Plicómetro** para la estimación de la grasa acumulada en los pliegues de la piel. Se midieron los pliegues del tríceps o tricipital, el subescapular, el suprailíaco y el abdominal.



**Báscula** para determinar el peso de los individuos participantes



**Cinta métrica** para determinar la altura de los individuos participantes

#### 4.3.-Diseño experimental.

Con objeto de obtener una población representativa de toda la comunidad estudiantil del IES Fidiana, fue necesario realizar un análisis previo del número de alumnos/as necesario para el ensayo. Nuestro IES tiene 700 alumnos/as por lo que se seleccionó un tamaño de muestra de 180 alumnos para tener un margen de error del 5 % y un margen de confianza del 95%.

Para la toma de datos se seleccionaron al azar 5 chicos y 5 chicas de cada uno de los distintos cursos de nuestro centro, a los cuales se les realizó un cuestionario sobre horas semanales dedicadas a la actividad física y si presentaban alguna enfermedad grave o crónica.

A esta selección de estudiantes, se les tomó medida de su peso, se midió su estatura y se midieron los pliegues del tríceps, subescapular, abdominal y suprailíaco. Igualmente se tomó nota del diámetro biepicondilar del fémur y biestiloideo en la muñeca.

Todos los datos tomados se introdujeron en una base de datos Excel a partir de los cuales se calcularon las variables en estudio:



**Índice de masa corporal (IMC).** Se determinó mediante la siguiente fórmula

○  $IMC = \text{Masa (Kg)} / \text{Altura}^2 (\text{m}^2)$

**Masa grasa.** Para calcular su valor se utiliza la siguiente fórmula de masa grasa (MG):

- $\% MG = (\sum 4 \text{ pliegues (mm)} \times 0,153) + 5,783$
- Aparte se anotó el peso corporal, medido en la báscula en kg. Por tanto:
- **Peso Graso (kg)** =  $\% MG \times \text{peso de la persona (kg)} / 100$

**Masa ósea.** Se calculó en base al diámetro biepicondilar del fémur, el diámetro biestiloideo de las muñecas y la altura. Este valor se calcula con la siguiente fórmula:

○ **Peso óseo** =  $3,02 \times [400 \times \text{talla (m}^2) \times \text{Ø biepicondilar (m)} \times \text{Ø biestiloideo (m)}]^{0,712}$

**Masa residual.** Se utilizaron las siguientes fórmulas:

- Peso corporal total en Kilos (kg)
- **Peso Residual** =  $0,209 \times \text{peso (kg)}$  (Chicas)
- **Peso Residual** =  $0,241 \times \text{peso (kg)}$  (Chicos)

**Masa muscular:** Una vez conocidos los valores anteriores (todos ellos en kg),

○ **Peso Muscular (Kg)** =  $\text{Peso total} - (\text{Peso Graso} + \text{Peso Óseo} + \text{Peso Residual})$

#### 4.4 Tratamiento estadístico de los datos

Estos datos se introdujeron en una matriz de datos y fueron analizados mediante el Software R, Versión 3.6.1., con la interfaz Rstudio Version 1.4.1717. La evolución del IMC, masa grasa, masa ósea, masa muscular y masa residual en función, del nivel educativo, sexo y actividad física realizada, se han representado con la función ggplot. La función ggboxplot se utilizó para los gráficos de cajas y bigotes (boxplots). El análisis de la varianza y la comparación de medias se realizó mediante el estadístico Tukey. Previo al análisis de la varianza se comprobó que los datos seguían una distribución normal y no había diferencias entre las varianzas de los diferentes grupos.

## 5.-RESULTADOS

### 5.1.-Perfil antropométrico de los estudiantes del IES Fidiana.

*Tabla 2: Porcentaje de peso óseo, peso grasa y peso residual por niveles de enseñanza del centro*

Niveles	Peso (Kg)	% Masa ósea	% Masa grasa	% Masa muscular	% Masa Residual
1º ESO	49,87	<b>16,8</b>	<b>27,2</b>	47,4	<b>22,0</b>
2º ESO	58,84	<b>17,1</b>	<b>24,5</b>	46,0	<b>22,0</b>
3º ESO	66,53	15,4	<b>21,9</b>	46,9	<b>22,6</b>
4º ESO	66,17	15,1	<b>20,5</b>	48,8	<b>22,4</b>
1º Bachillerato	63,47	15,9	<b>22,1</b>	47,3	<b>22,3</b>
2º Bachillerato	65,17	15,3	<b>22,2</b>	47,7	<b>22,3</b>

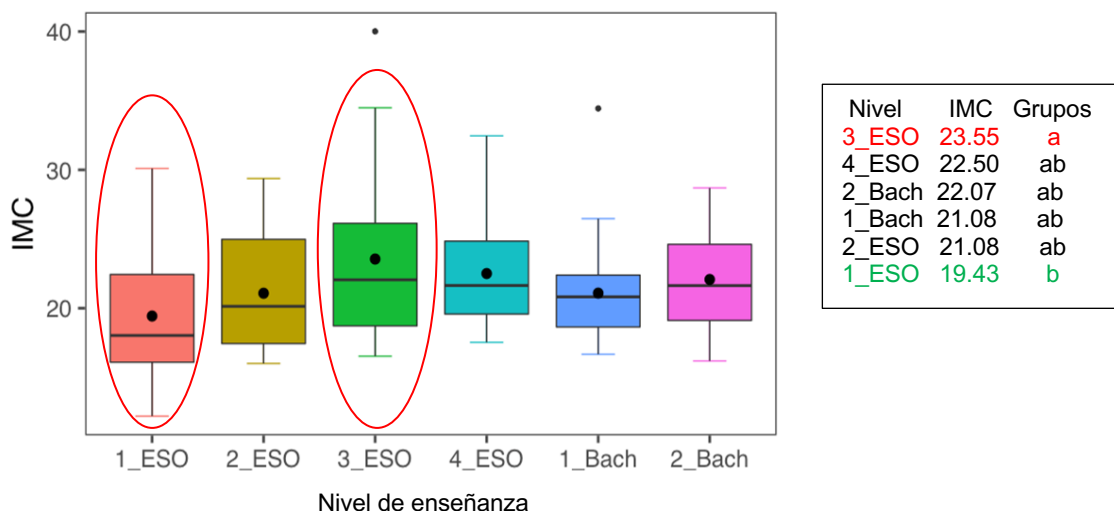
Los modelos teóricos de perfil antropométrico estiman que la distribución de estos componentes en un adolescente con peso medio de 70 Kg sería: 10 kg de tejido adiposo (14,3 % masa grasa), 31 Kg de músculo (44,3% de masa muscular), 10,5 g de hueso (15% masa ósea) y 18,5 Kg de otros tejidos (26,4 % masa residual). Tomando estos valores de referencia se puede deducir en la Tabla 2, que los porcentajes de masa grasa en todos los niveles de enseñanza se incluyen en el rango del 22 al 27 %, estando todos por encima del 14,3 % de referencia y, por tanto, indicativo de la tendencia a la acumulación de tejido adiposo por encima de la deseada en la población de adolescentes estudiada. Es destacable el hecho de que en los cursos más inferiores (1º ESO y 2º ESO) este incremento es mayor respecto al bachillerato, presentando los valores máximos de un 27,2 % y 24,5 % respectivamente, lo que indicaría un mayor riesgo de obesidad en el alumnado de menor edad.

En el análisis de la masa ósea (Tabla 2) todos los niveles el porcentaje correspondiente a la masa ósea se encuentran ligeramente por encima del nivel de referencia del 14,3 %, no obstante, de nuevo los niveles de 1º ESO y 2º ESO destacan con valores de 16,8% y 17,1% superiores al del resto de niveles.

Igualmente, a partir de la Tabla 2, se puede deducir que la masa muscular del alumnado del IES Fidiana, independientemente del nivel de enseñanza, también se encuentra por encima del 44,3 % de referencia.

Por último, el sesgo presentado en los porcentajes de masa ósea, masa muscular y masa grasa, en todas las franjas de edad analizadas, concuerda con un porcentaje de masa residual inferior al 26,4 % esperado (Tabla 2).

## 5.2.- Análisis del IMC

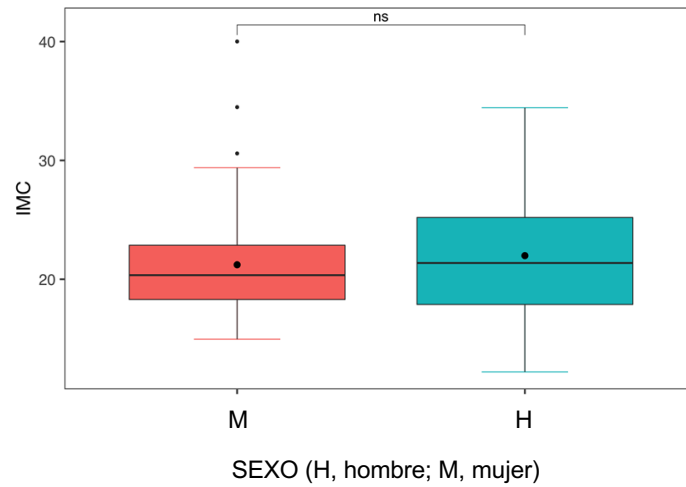


Gráfica 1: Izquierda, Boxplot con valores medios de IMC en función del nivel de enseñanza. Derecha, Análisis de la varianza y comparación de medias por nivel de enseñanza.

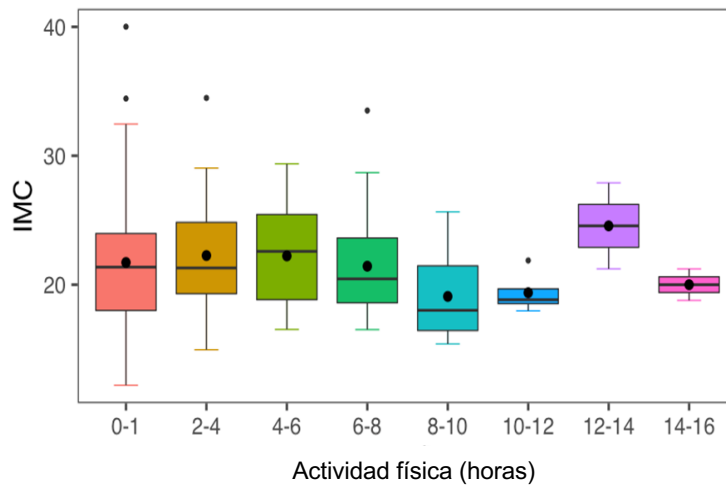
El análisis del IMC nos revela que este se incrementa con la edad hasta 3º ESO, nivel a partir del cual disminuye ligeramente. Los niveles de 3º ESO y 1º ESO (Gráfica 1) presenta un IMC significativamente diferente respecto al resto de niveles. No obstante, en todos los niveles del centro el IMC medio se encuentra dentro de los valores de normopeso de 18,6 a 24,9 Kg/m<sup>2</sup> siguiendo la normativa establecida por la OMS en 2004 (WHO Expert Consultation, 2004) y la SEEDO en 2007 (Rubio *et al.*, 2007). Atendiendo al valor de IMC considerado normal, se observa que en 1º ESO se

encuentra por debajo de este valor, mientras en 3º ESO se encuentra por encima de valor de referencia. Estos datos nos indican que en 1º ESO pudiera existir una distribución irregular de los cuatro componentes antropométricos.

Asimismo, según los datos de referencia de la OMS y SEEDO, en la población del centro se encontró una prevalencia de sobrepeso grado I del 17 % y de Obesidad Tipo 1 del 4 %.



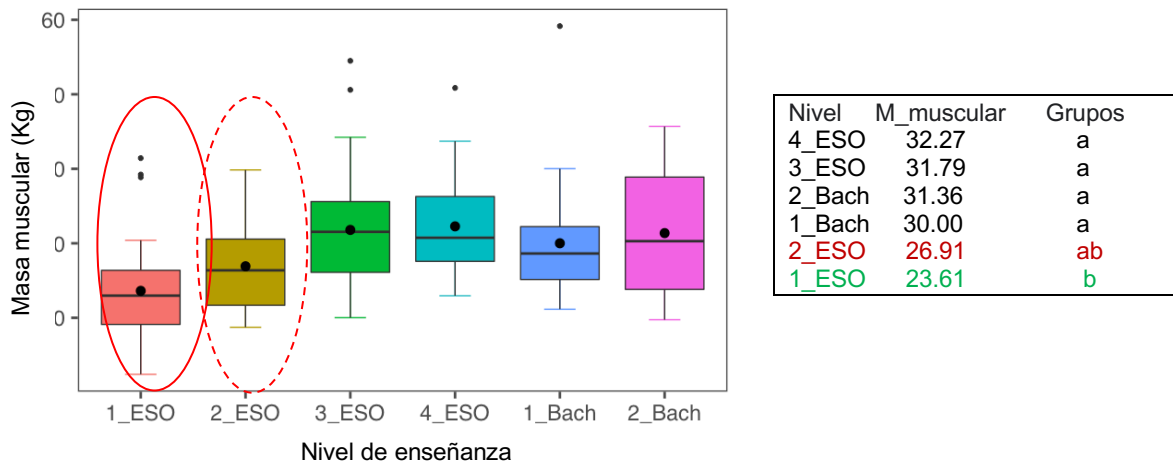
Gráfica 2: IMC en función del sexo



Gráfica 3: IMC en función de la actividad física realizada

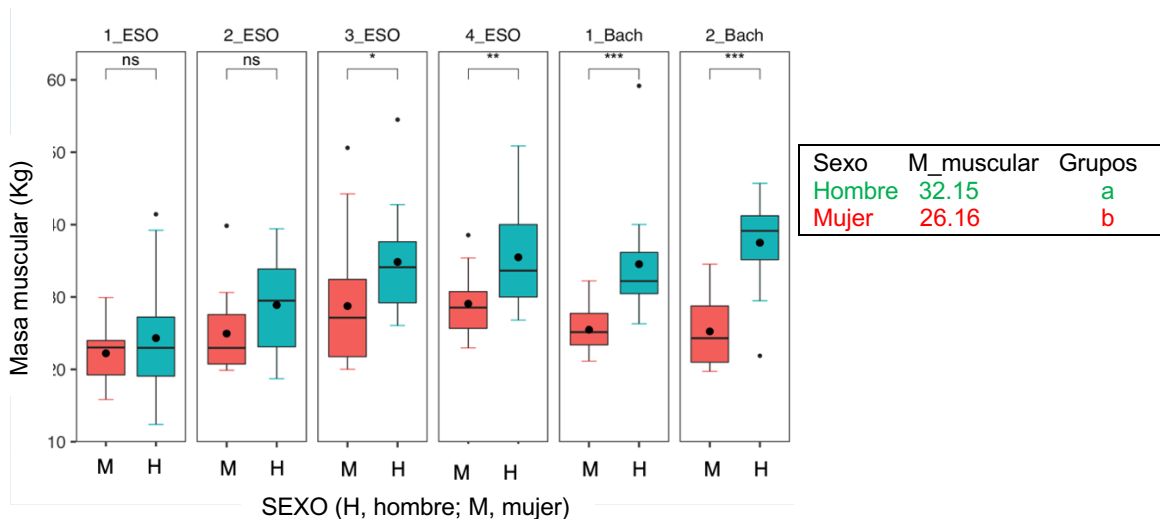
Como se observa en las Gráficas 2 y 3, ni las diferencias entre sexo masculino y femenino, ni las horas que el alumnado del centro emplea en realizar actividad física parecen influir en el IMC (Gráfica 3), ya que no se observaron diferencias significativas en el análisis estadístico.

### 5.3.- Análisis de la masa muscular

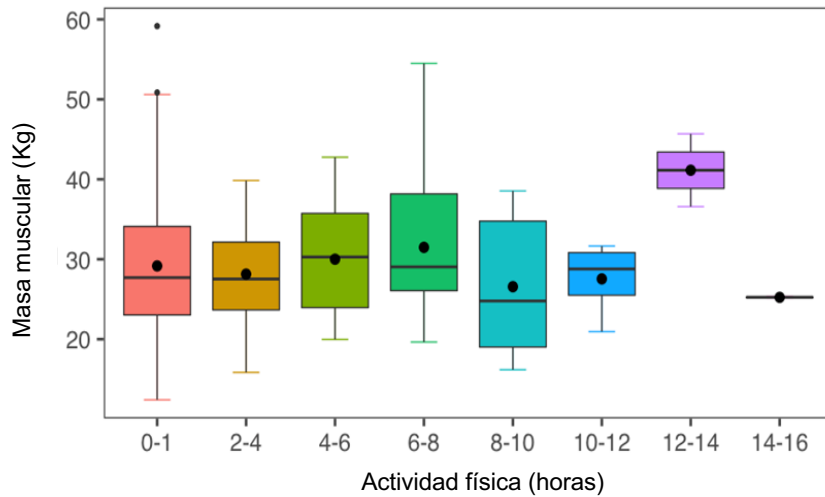


Gráfica 4: Izquierda, Boxplot con valores medios de masa muscular en función del nivel de enseñanza. Derecha, Análisis de la varianza y comparación de medias.

En todos los niveles el valor de la masa muscular se encuentra muy próximo al valor considerado normal (31 g). Sin embargo, el alumnado de 1º ESO (Gráfica 4) presenta una masa muscular inferior y significativamente diferente al resto de niveles. La misma tendencia se observa en el alumnado de 2º ESO. Por otro lado (Tabla 1), es destacable el hecho de que en 3º ESO, 4º ESO, 1º Bachillerato y 2º Bachillerato, los porcentajes de masa muscular respecto al peso medio en Kg de las personas del nivel correspondiente, está por encima del valor de referencia estimado de un 44,3%, lo que nos indica que estos niveles presentan un desarrollo de masa muscular por encima de lo esperado en relación al resto de componentes antropométricos y una distribución irregular de los cuatro componente antropométricos.



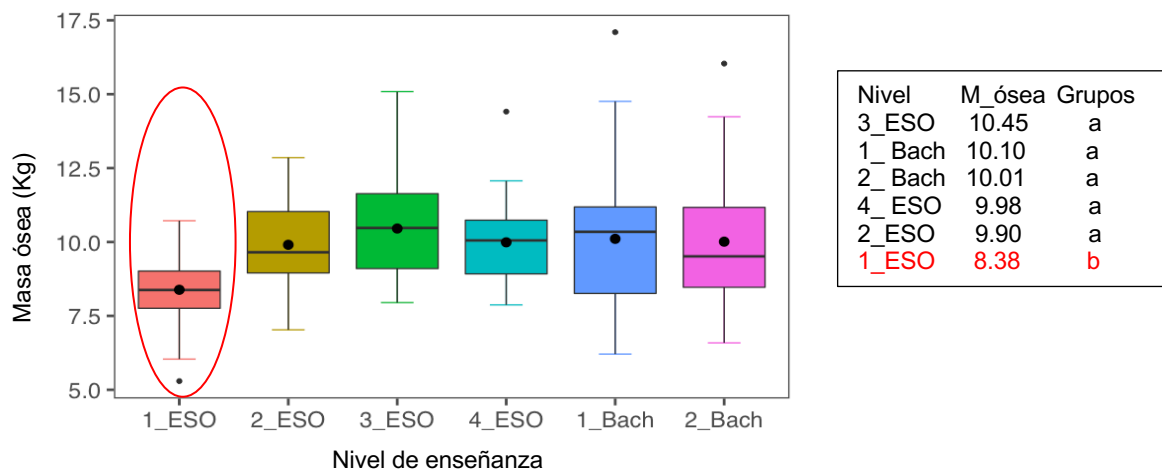
Gráfica 5: Izquierda, Boxplot con valores medios de masa muscular en función del sexo. Derecha, Análisis de la varianza y comparación de medias.



Gráfica 6: Masa muscular en función de la actividad física

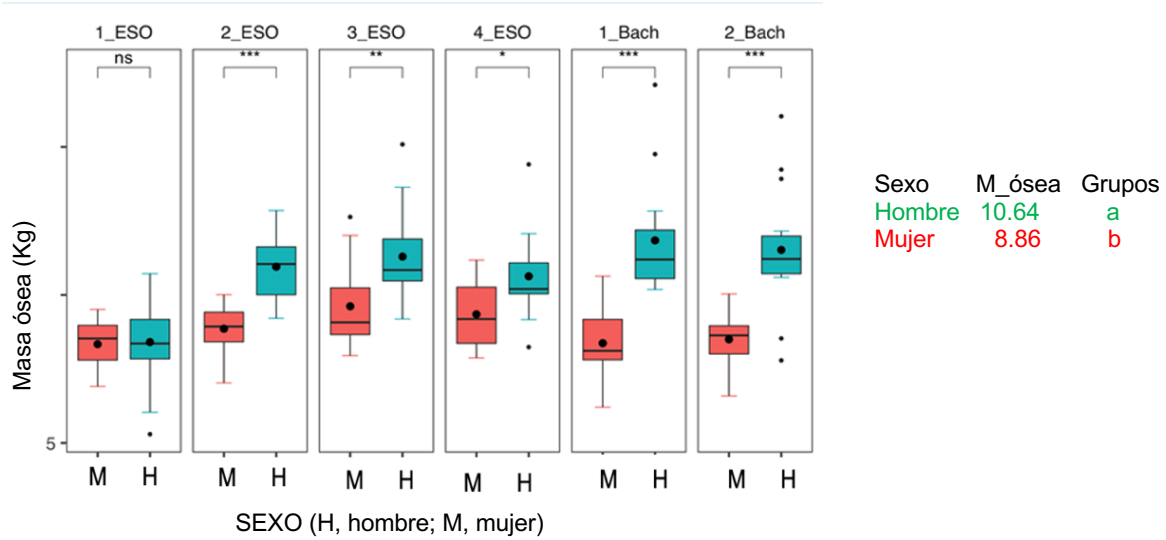
En el estudio del parámetro masa muscular por sexos (Gráfica 5) se aprecia un incremento progresivo y significativo en las diferencias entre chicos y chicas conforme ascendemos de nivel. Los chicos de 2º bachillerato tienen mucha más masa muscular que las chicas. Las horas dedicadas a hacer deporte no muestran un efecto significativo en la masa muscular (Gráfica 6). Esto podría ser debido a la escasa realización de actividad física por parte de los estudiantes del IES Fidiana, ya que solo el 58% del total de la población estudiada realizan actividad física extracurricular y estos dedican una media de 2,5 horas a la semana a practicar algún deporte de su interés.

#### 5.4.- Análisis de la masa ósea.

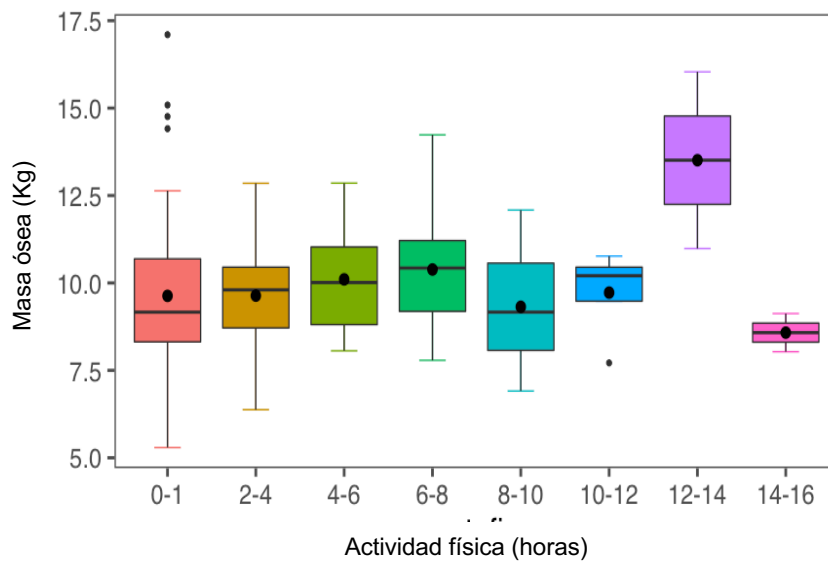


Gráfica 7: Izquierda, Boxplot con valores medios de masa ósea en función del nivel de enseñanza. Derecha, Análisis de la varianza y comparación de medias.

El alumnado de primero de la ESO (Gráfica 7) muestra una masa ósea significativamente inferior al resto de niveles, lo que concuerda con el hecho del bajo peso medio de este nivel 49,87 kg (Tabla 1) y que el porcentaje de peso óseo de este nivel (16,8 %) sea superior al valor medio de referencia del 14,3 % establecido en los modelos antropométricos. En 2º ESO el % de masa ósea es similar al de primero de la ESO, sin embargo, el peso del alumnado de esta edad es mayor, 58,84kg (Tabla 1), lo que podría explicar que este parámetro no sea significativamente diferente respecto al resto de niveles.



Gráfica 8: Izquierda, Boxplot con valores medios de masa ósea en función del sexo. Derecha, Análisis de la varianza y comparación de medias

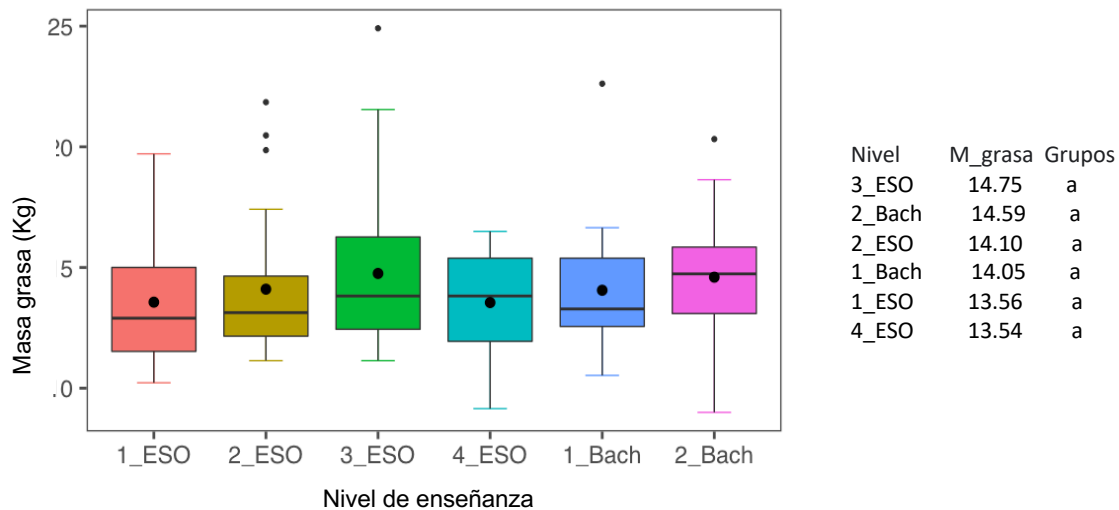


Gráfica 9: Masa ósea en función de la actividad física

Es destacable que, conforme ascendemos de nivel, se incrementa la diferencia significativa entre chicos y chicas (Gráfica 8). Esta diferencia alcanza su máximo en los niveles de bachillerato, donde la media de masa ósea de los chicos es muy superior a las de las chicas. Por último, al igual que el resto de los componentes antropométricos, la actividad física no tiene efecto sobre la masa ósea. (Gráfica 9).

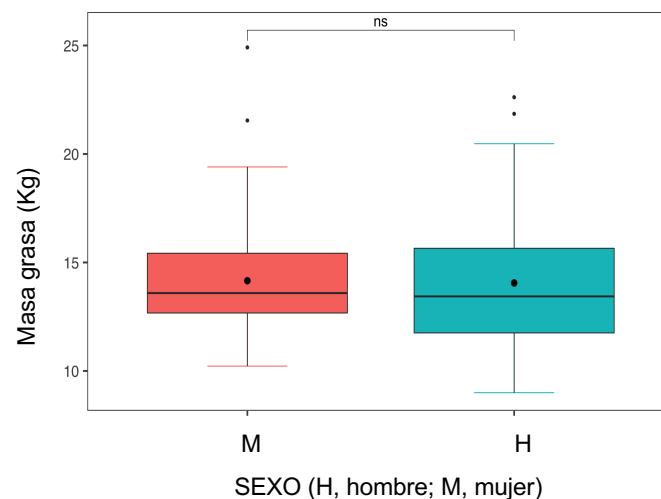


### 5.5.- Análisis de la masa grasa.

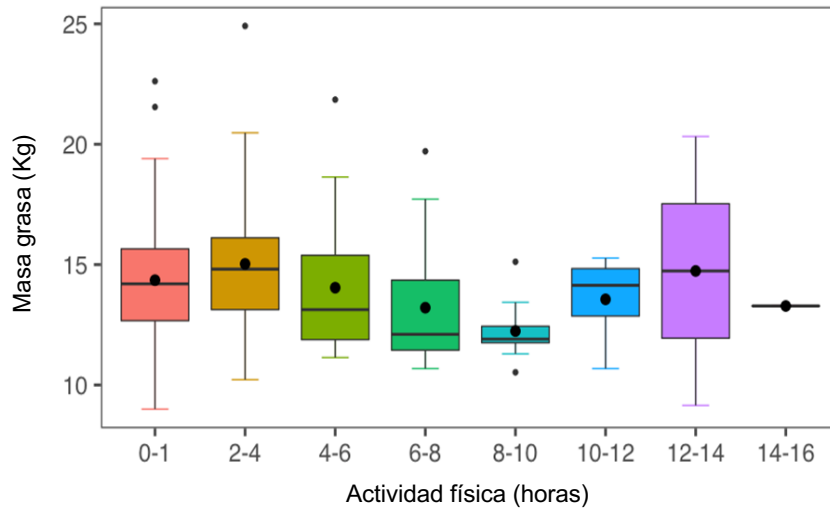


Gráfica 10: Izquierda, Boxplot con valores medios de masa grasa en función del nivel de enseñanza. Derecha, Análisis de la varianza y comparación de medias

Respecto a los diferentes niveles de enseñanza no se encontraron diferencias significativas entre ellos (Gráfica 10). Sin embargo, a partir de la Tabla 1 se puede deducir que en todos los niveles el porcentaje medio se encuentra en el rango de 20,5 - 27,4 %, y por tanto es muy superior al valor de referencia de un 14,3 % establecidos en los modelos antropométricos. Podemos deducir que existe un aumento preocupante de este componente y que puede llegar a ocasionar problemas de obesidad futuros. Si recordamos los valores de IMC analizados en la Gráfica 1 no se encontraron problemas de obesidad en la mayoría de los niveles educativos, solo nos sugería un valor bajo en 1º ESO, pero dentro de los valores de normopeso. Por otro lado, la prevalencia de sobrepeso estimada en el IES Fidiana es de 17% y de obesidad tipo I solo del 4%. Todos estos datos muestran que la antropometría nos proporciona información adicional en el diagnóstico del riesgo asociado a la obesidad. Es de gran importancia realizar este tipo de estudio en la población adolescente con el objetivo de prevenir la aparición de la obesidad, minimizar sus los riesgos y la vulnerabilidad de la población joven.



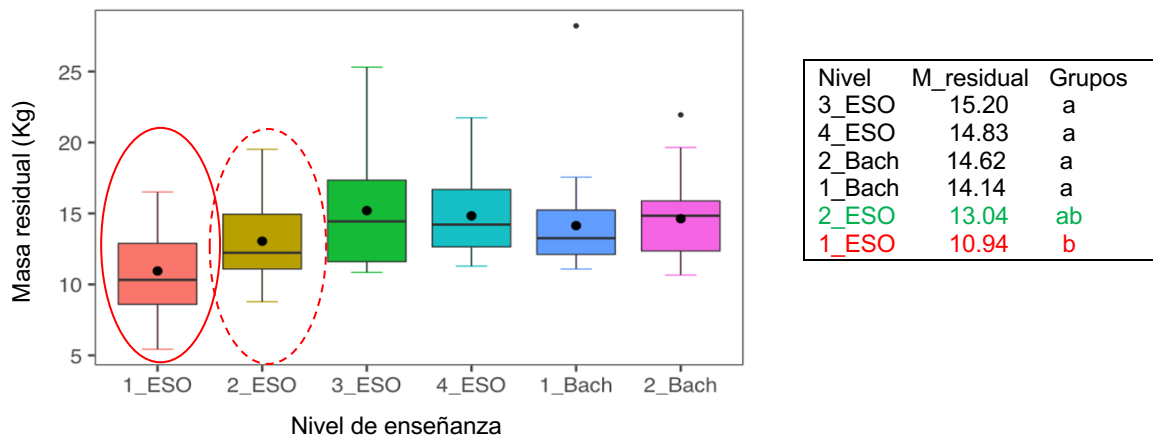
Gráfica 11: Masa grasa en función del sexo



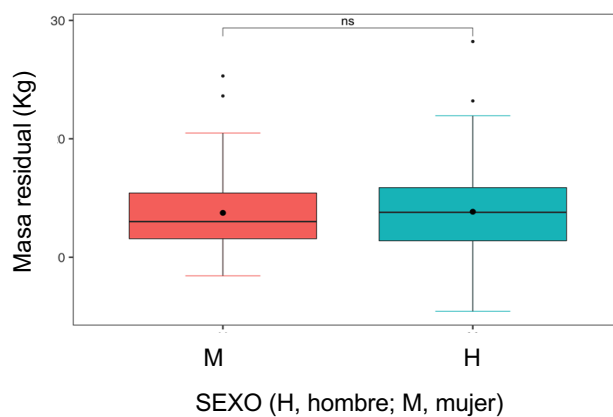
Gráfica 12: Masa grasa en función de la actividad física

La masa grasa no es diferente entre sexo masculino y femenino, ni tampoco se ve afectada por las horas que el alumnado del IES Fidiana dedica al ejercicio (Gráficas 11 y 12).

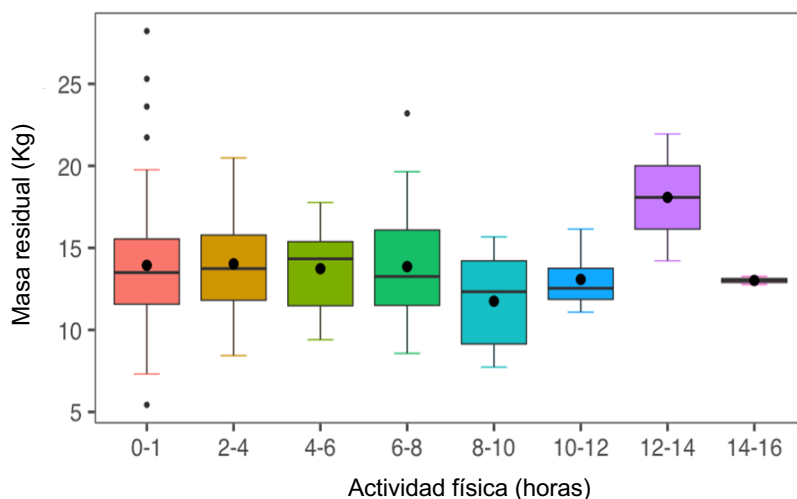
### 5.6.- Análisis de la masa residual



Gráfica 13: Izquierda, Boxplot con valores medios de masa residual en función del nivel de enseñanza. Derecha, Análisis de la varianza y comparación de medias



Gráfica 14: Masa residual en función sexo



Gráfica 15: Masa residual en función de la actividad física.

En las edades de 12 a 14 años, que corresponde a 1º y 2º de ESO, el peso residual es significativamente diferente al resto de niveles (Gráfica 13). No obstante, de la Tabla 1 deducimos que en todos los niveles se encuentra un porcentaje entorno al 22% y este es inferior al 26,4 % esperado, lo que puede asociarse a exceso de masa ósea, masa grasa y masa muscular encontrado también en todos los niveles. Siendo especialmente significativo el incremento del porcentaje medio de tejido grasa, observado en la Tabla 1, (rango de 20,5 a 27,2 %) a más del doble del esperado (14,3%).

Ni la actividad física ni el sexo influyen significativamente en la masa residual de los estudiantes del IES Fidiana (Gráficas 14 y 15).

## 6.-DISCUSIÓN

Un estudio realizado en la población española comprendida en el grupo de edad de 8 a 17 años, en 2012 indicó una prevalencia de sobrepeso del 26% y la de obesidad del 12,6%; lo que supone que 4 de cada 10 jóvenes sufren exceso de peso (Sánchez-Cruz *et al.*, 2012). En esta investigación se muestran valores inferiores, siendo el porcentaje de sobrepeso solo del 17 % y de obesidad tipo I del 4%. Sin embargo, en nuestra investigación se ha realizado con un método antropométrico que nos han permitido valorar el riesgo real asociado a la obesidad en nuestra muestra poblacional.

Los estudios antropométricos sobre la valoración del estado nutricional de una población de escolares de Granada, demostró un incremento de sobrepeso en jóvenes, con niveles de prevalencia de sobrepeso del 22.3 % y de obesidad del 9,12 % (González *et al.*; 2012). En contraposición a la situación detectada en el IES Fidiana, en principio, menos preocupante, ya que tan solo se ha encontrado una prevalencia de sobrepeso del 17 % y de Obesidad Tipo 1 del 4 %. Sin embargo, es destacable que en dicho estudio no se realizó un estudio antropométrico. Estos mismos autores no encontraron diferencias significativas del IMC en lo que se refiere a sexos, pero sí en las edades de la población infantil y juvenil granadina (González *et al.*; 2012). Existe discrepancias entre los datos obtenidos por González *et al.*, respecto al IMC y los de esta investigación, ya que en la población granadina se encontró un IMC no comprendido dentro de los valores normales de un 18,6 kg/m<sup>2</sup> a 24,9 kg/m<sup>2</sup> establecidos por la OMS, a diferencia del IMC de la población del IES Fidiana, que si se encontró dentro de la normalidad. No obstante, nuestros resultados sugieren una desviación de este parámetro en 1º ESO (ligeramente inferior) y 3º ESO (ligeramente superior).

Por otro lado, las características antropométricas de adolescentes de escuelas deportivas de taekwondo, raquetbol, esgrima, karate, atletismo, tenis y fútbol indicaron un IMC dentro de la normalidad y una distribución irregular en los componentes estudiados (Godoy *et al.*, 2015). Concretamente se obtuvo un 33,6% de masa adiposa y un 39,6 % de masa muscular, lo que indica una elevada masa adiposa incluso para parámetros normales y el entrenamiento deportivo realizado en las escuelas. En nuestro estudio, se ha encontrado también una masa adiposa excesiva para parámetros normales de IMC, lo que podría explicarse al ser los estudiantes del IES Fidiana, una población que realiza poca actividad física extracurricular (valor medio de 2,5 horas semanales). Sin embargo, los datos obtenidos por Godoy *et al.*, sugieren que se deberían tener en cuenta además otras variables como hábitos alimenticios, tipo de entrenamiento y/o disciplina deportiva practicada. Un aspecto coincidente en ambos estudios fue el incremento de masa grasa detectado en la composición corporal de los adolescentes que no fue detectada mediante la medición del IMC y que corroboran la necesidad de implementar estudio antropométrico para prevenir la obesidad juvenil.

## 7.-CONCLUSIONES.

1. El **I.M.C** medio del alumnado del I.E.S Fidiana se encuentra dentro de los valores normales de referencia establecidos por la OMS y SEEDO. Sin embargo, a raíz del estudio de los cuatro componentes antropométricos, se observa que la **masa grasa** en todo el rango de edad estudiado, de 12 a 18 años, se encontraba en exceso y muy superior al valor de referencia del 14,3% esperado. Este exceso de masa grasa en la población del IES es preocupante e indicativo de predisposición futura al sobrepeso. Este incremento en el tejido graso en la composición corporal sugiere que las nuevas generaciones adolescentes constituirán una sociedad con problemas de obesidad en el futuro.
2. El **análisis antropométrico** nos proporciona información adicional en el diagnóstico del riesgo asociado a la obesidad y nos permite establecer medidas tempranas para prevenir la aparición de dicha obesidad, minimizar sus riesgos y disminuir la vulnerabilidad de la población joven.
3. La **masa ósea** del alumnado de 1º y 2º de la E.S.O es superior al valor medio de referencia estimado, probablemente debido al bajo peso medio de estos niveles.
4. Los porcentajes medios de **masa muscular** son superiores a los esperados en la población de adolescentes del IES Fidiana.
5. La **masa residual** en todos los niveles está por debajo del valor teórico de referencia debido al sesgo observado en los porcentajes de masa ósea, masa muscular y masa grasa, en todas las franjas de edad analizadas.
6. Los niveles 1º y 2º de la E.S.O presentan la **distribución más irregular en los componentes antropométricos** de su composición corporal, destacando un incremento patente en la masa grasa y un incremento ligero en la masa ósea y la masa muscular.
7. **Los hombres y las mujeres** presentan diferencias significativas respecto a las variables masa ósea y masa muscular, teniendo los chicos más masa ósea y más masa muscular respecto a las chicas. Estas diferencias son mayores conforme se incrementa la edad del alumnado.
8. Las horas de **actividad física** realizadas por el alumnado del I.E.S. Fidiana no muestran efecto significativo sobre el I.M.C, masa muscular, masa ósea, masa grasa ni masa residual.

## 8.-AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer principalmente a nuestra profesora Elena León Rodríguez por ser una guía imprescindible en esta investigación. A toda la comunidad del IES Fidiana (profesorado, equipo directivo, personal de administración y servicios, etc.) por facilitar el desarrollo de este estudio y proporcionar un marco de trabajo muy satisfactorio, incluso cuando hemos interrumpido las clases o hemos generado alguna incomodidad. A los voluntarios que han participado en esta investigación para que podamos realizar nuestro proyecto, especialmente a nuestra compañera Lucía Pérez Rojas que nos ha ayudado en las mediciones realizadas durante la toma de datos de este estudio.

A la Junta de Andalucía y a la Consejería de Educación, por proporcionar un contexto favorable para el desarrollo de investigaciones I+D+i en Enseñanza Secundaria y Bachillerato al conceder el Proyecto de Innovación Educativa **FIDICIENCIA**.

## 9.-BIBLIOGRAFÍA

- Seger J.C, Horn D.B, Westman E.C, Lindquis, R, Scinta W, Richardson L.A, Primack C, Bryman D.A, McCarty W, Hendricks E, Sadowit, B.N, Schmidt S.L y Bays H.E. “Obesity Algorithm”. American Society of Bariatric Physicians website: American Society of Bariatric Physicians. 2013 ([Link](#))
- González Jiménez E., Aguilar Cordero M.<sup>a</sup> J., Álvarez Ferre J., Padilla López C. y Valenza M. C. “Estudio antropométrico y valoración del estado nutricional de una población de escolares de Granada; comparación con los estándares nacionales e internacionales de referencia”. *Nutrición Hospitalaria*. vol.27 no.4, pág 1106-1113, 2012. ([Link](#))
- Sánchez-Cruz, J.J., Jiménez -Moleón, J., Fernández-Quesada, F., Sánchez M.J. “Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012”. *Revista Española de Cardiología*. Volume 66, Issue 5, Pages 371-376, May 2013 ([Link](#))
- WHO Expert Consultation. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet* 2004 Jan 10; 363 (9403): 157-163. ([Link](#))
- Rubio M, Salas-Salvadó J, Barbany M, Moreno B, Aranceta J, Bellido D, *et al*. Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Rev Esp Obes* 2007; 5 (3): 135 175. 2007 ([Link](#))
- Moreno Martínez, M. A., Martínez Aguilar, M. L., Ávila Alpírez, H., Félix Alemán, A., Gutiérrez Sánchez, G., Duran Badillo, T. “Relación entre obesidad y depresión en adolescentes” *Cultura de los Cuidados*. 22(51): 154-159. 2018 ([Link](#))
- Daniels SR, Jacobson MS, McCrindle BW, Eckel RH, Sanner BM (2009). American Heart Association Childhood Obesity Research Summit Report. *Circulation*. Volume 119, capítulo 5, páginas 489-517. 2009 ([Link](#))
- Gesta S, Tseng Y, Kahn CR. 2007. Developmental origin of fat: tracking obesity to its source. *Cell*. Volumen 131: 242-256. 2007 ([Link](#))
- Megías, M., Molist, P., Pombal, M.A. “Tejidos animales. Adiposo”. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo (Versión: Marzo 2020) ([Link](#))