



**Universidad de Valladolid**

---

UTILIDAD DE INDICADORES NUTRICIONALES  
SENCILLOS PARA LA VALORACIÓN DEL ESTADO  
NUTRICIONAL DE LA POBLACIÓN GENERAL

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO DE NUTRICIÓN HUMANA Y DIETÉTICA

CURSO ACADÉMICO 2021/2022

Alumna: Verónica Pérez Caballero

Tutora: Beatriz de Mateo Silleras



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
1.1. OBESIDAD METABÓLICAMENTE SALUDABLE FRENTE A NO SALUDABLE .....	8
1.2. HERRAMIENTAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA OBESIDAD .....	9
1.2.1. <i>Índice de masa corporal (IMC)</i> .....	9
1.2.2. <i>Porcentaje de masa grasa (%MG)</i> .....	10
1.2.3. <i>Circunferencia de la cintura (CCi)</i> .....	10
1.3. TÉCNICAS Y MÉTODOS DE VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL: ADIPOSIDAD...11	
1.3.1. <i>Antropometría:</i> .....	11
1.3.2. <i>Bioimpedancia (BIA):</i> .....	12
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	12
<b>2.OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
2.1. Objetivo principal .....	13
2.2. Objetivos específicos.....	13
<b>3.MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
3.1. Diseño del estudio .....	14
3.2. Sujetos.....	14
3.3. Metodología .....	14
3.3.1. <i>Determinaciones antropométricas</i> .....	14
3.3.2. <i>Índices antropométricos derivados</i> .....	15
3.3.3. <i>Análisis de impedancia bioeléctrica (BIA)</i> .....	15
3.4. Análisis estadístico .....	17
<b>4. RESULTADOS</b> .....	<b>18</b>
4.1. Descripción de la muestra .....	18
4.2. Composición corporal .....	18
4.2.1. <i>Valoración de la composición corporal en función de la catalogación del IMC</i> .....	18
4.2.2. <i>Valoración de la composición corporal en función de la catalogación del perímetro de la cintura</i> .....	21
4.2.3. <i>Valoración de la composición corporal en función de la adiposidad</i> .....	22
4.3. Estudio de los sujetos con clasificaciones no concordantes según los distintos indicadores .....	23
4.3.1. Sujetos con normopeso según el IMC .....	23
4.3.2. Sujetos con sobrepeso según el IMC.....	24
<b>5.DISCUSIÓN</b> .....	<b>27</b>
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	<b>30</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>31</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.</b> PUNTOS DE CORTE DEL %MG EN FUNCIÓN DEL SEXO (FORBES, 2012) .....	10
<b>TABLA 2.</b> CATALOGACIÓN DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL .....	15
<b>TABLA 3.</b> CATALOGACIÓN DE LA MUESTRA EN BASE AL IMC .....	18
<b>TABLA 4.</b> COMPOSICIÓN CORPORAL DE LA MUESTRA TOTAL (% Z-SCORE) Y EN FUNCIÓN DEL SEXO (%) .....	18
<b>TABLA 5.</b> COMPOSICIÓN CORPORAL DE LOS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO EN FUNCIÓN DE SU CATALOGACIÓN EN BASE AL IMC .....	19
<b>TABLA 6.</b> COMPOSICIÓN CORPORAL DE LOS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO EN FUNCIÓN DE SU RIESGO CARDIOMETABÓLICO .....	21
<b>TABLA 7.</b> COMPOSICIÓN CORPORAL DE LOS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO EN FUNCIÓN DE SU ADIPOSIDAD. ....	22
<b>TABLA 8.</b> SUJETOS CON CATALOGACIÓN NORMAL SEGÚN IMC Y RIESGO DE COMPLICACIONES METABÓLICAS .....	24
<b>TABLA 9.</b> SUJETOS CON CATALOGACIÓN NORMAL SEGÚN IMC Y UN PORCENTAJE DE MASA GRASA ELEVADO.....	24
<b>TABLA 10.</b> SUJETOS CON SOBREPESO SEGÚN IMC Y SIN RIESGO DE COMPLICACIONES METABÓLICAS.....	25
<b>TABLA 11.</b> SUJETOS CON SOBREPESO SEGÚN IMC Y UN %MG NORMAL.....	26

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> PRINCIPALES CAUSAS DE MORTALIDAD EN LA POBLACIÓN ESPAÑOLA EN 2020 POR GRUPOS DE EDAD (INE, 2020).....	7
<b>FIGURA 2.</b> NIVELES DE COMPOSICIÓN CORPORAL (TOMADA DE GONZÁLEZ-JIMÉNEZ, 2013) .....	11
<b>FIGURA 3.</b> VALORES NORMALIZADOS DE LA MASA GRASA EN FUNCIÓN DE LA CATALOGACIÓN DEL IMC.....	19
<b>FIGURA 4.</b> VALORES NORMALIZADOS DE LA MASA LIBRE GRASA EN FUNCIÓN DE LA CATALOGACIÓN DEL IMC.....	19
<b>FIGURA 5.</b> VALORES NORMALIZADOS DE LA MASA MUSCULAR ESQUELÉTICA EN FUNCIÓN DE LA CATALOGACIÓN DEL IMC.....	20
<b>FIGURA 6.</b> VALORES DE Z-MLG Y Z-MG EN FUNCIÓN DE LA CATALOGACIÓN DEL IMC. ....	20
<b>FIGURA 7.</b> VALORES DE Z-MLG Y Z-MG EN FUNCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUJETOS SEGÚN SU RIESGO CARDIOMETABÓLICO. ....	21
<b>FIGURA 8.</b> MME DE LOS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO EN FUNCIÓN DE SU CLASIFICACIÓN SEGÚN SU RIESGO CARDIOMETABÓLICO. ....	22
<b>FIGURA 9.</b> VALORES DE Z-MLG Y Z-MG EN FUNCIÓN DE LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUJETOS SEGÚN SU ADIPOSIDAD. ....	22
<b>FIGURA 10.</b> MME DE LOS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO EN FUNCIÓN DE SU PORCENTAJE DE MASA GRASA. ....	23

## GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- Υ ABSI (*A Body Shape Index*): índice de forma corporal
- Υ ATPIII-NCEP
- Υ BIA: análisis de impedancia bioeléctrica
- Υ CC: composición corporal
- Υ CCi: circunferencia de la cintura
- Υ CM: cardiometabólico
- Υ DE: desviación estándar
- Υ DXA: absorciometría con Rayos X de doble energía
- Υ ECNT: enfermedades crónicas no transmisibles
- Υ ECV: enfermedades cardiovasculares
- Υ HTA: hipertensión arterial
- Υ ICO: índice de conicidad
- Υ IMC: índice de masa corporal
- Υ IMG: índice de masa grasa
- Υ IMLG: índice de masa libre de grasa
- Υ MHNO: obesos metabólicamente no sanos
- Υ MHO: obesos metabólicamente sanos
- Υ MG: masa grasa
- Υ MLG: masa libre de grasa
- Υ MME: masa muscular esquelética
- Υ NHANES: *National Health and Nutrition Examination Survey*
- Υ OMS: Organización Mundial de la Salud
- Υ RMN: resonancia magnética nuclear
- Υ SM: síndrome metabólico
- Υ TC: tomografía computarizada

## RESUMEN

Introducción. La obesidad se ha convertido en la epidemia del siglo XXI, y las comorbilidades asociadas, entre las que se encuentran las enfermedades cardiovasculares (ECV), representan una de las principales causas de mortalidad actualmente. Algunos sujetos presentan un fenotipo de "obesos con normopeso", por lo que, ante la evidencia científica de que un exceso de adiposidad representa un riesgo para el desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), surge la necesidad de realizar una adecuada evaluación del estado nutricional empleando herramientas sencillas.

Objetivo. Estudiar la utilidad de distintos indicadores nutricionales en la práctica habitual de una consulta dietético-nutricional para evaluar el estado nutricional en un grupo de estudiantes universitarios sanos.

Metodología. Estudio observacional transversal realizado en una muestra de 223 estudiantes del Grado de Nutrición Humana y Dietética de la Universidad de Valladolid. Se midieron el peso, la talla y el perímetro de la cintura y se calculó el índice de masa corporal (IMC). Se estimó la composición corporal mediante análisis de impedancia bioeléctrica (BIA): masa grasa (MG), masa libre de grasa (MLG) y masa muscular esquelética (MME), y se calcularon las puntuaciones normalizadas (Z-score) de estos parámetros. Para comparar las variables cuantitativas en función de una variable dicotómica se empleó la prueba t-Student. Las variables categóricas se compararon con la prueba  $\chi^2$  de Pearson. La significación estadística se alcanzó con  $p < 0,05$ .

Resultados. La catalogación nutricional en base al IMC evidenció que la mayoría de los individuos presentaban normopeso; sin embargo, de acuerdo con el %MG, el 13,9% de los participantes presentó adiposidad. Se observó que, como promedio, los estudiantes tenían menos MLG y mayor cantidad de MG y MME respecto a su población de referencia. Además, se puso de manifiesto que el IMC no siempre clasifica adecuadamente a los sujetos, encontrándose individuos con normopeso y sobrepeso con %MG superiores a los esperados.

Conclusiones. Los resultados corroboran que el IMC es un indicador con poca precisión para la catalogación nutricional, puesto que no discrimina los distintos compartimentos corporales. La circunferencia de la cintura es un buen indicador de adiposidad. La presencia de obesidad difiere según el indicador que se utilice para su diagnóstico. Esto hace que sea importante disponer de herramientas con las que realizar una detección precoz de los sujetos con los distintos fenotipos de obesidad, a fin de detectar su riesgo cardiometabólico y poder prevenir el desarrollo de las distintas complicaciones asociadas.

Palabras clave. IMC, perímetro de la cintura, composición corporal, obesidad, riesgo cardiometabólico.

## ABSTRACT

Introduction. Obesity has become the epidemic of the 21st century, and associated comorbidities, including cardiovascular diseases (CVD), represent one of the main causes of mortality today. Some subjects present an "obese with normal weight" phenotype, therefore, given the scientific evidence that excess adiposity represents a risk for the development of chronic non-communicable diseases (CNCDs), the need arises to carry out an adequate evaluation of the nutritional status using simple tools.

Objective. To study the usefulness of different nutritional indicators in the usual practice of a dietetic-nutritional consultation to assess the nutritional status in a group of healthy university students.

Methods. Cross-sectional observational study carried out in a sample of 223 students of the Degree in Human Nutrition and Dietetics at the University of Valladolid. Weight, height, and waist circumference were measured, and body mass index (BMI) was calculated. Body composition was estimated by bioelectrical impedance analysis (BIA): fat mass (FM), fat-free mass (FLM) and skeletal muscle mass (MME), and normalized scores (Z-score) for these parameters were calculated. To compare the quantitative variables based on a dichotomous variable, the t-Student test was used. Categorical variables were compared with Pearson's  $\chi^2$  test. Statistical significance was reached with  $p < 0.05$ .

Results. Nutritional classification based on BMI showed that most of the individuals had normal weight; however, according to the %FM, 13.9% of the participants presented adiposity. It was observed that, on average, the students had less FGM, and a greater number of MG and MME compared to their reference population. In addition, it was revealed that the BMI does not always adequately classify the subjects, finding individuals with normal weight and overweight with %FM higher than expected.

Conclusions. The results corroborate that the BMI is an indicator with little precision for nutritional classification since it does not discriminate between the different body compartments. Waist circumference is a good indicator of adiposity. The presence of obesity differs depending on the indicator used for its diagnosis. This makes it important to have tools with which to carry out an early detection of subjects with the different obesity phenotypes, in order to detect their cardiometabolic risk and be able to prevent the development of the different associated complications.

Keywords. BMI, waist circumference, body composition, obesity, cardiometabolic risk.

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas se ha incrementado de forma alarmante la población que padece sobrepeso y/u obesidad, así como las comorbilidades asociadas o derivadas de dichas enfermedades. Además, los cambios que se han producido en el estilo de vida y el patrón alimentario, la baja renta económica y la disminución de la práctica deportiva han derivado en un aumento de la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), que actualmente representan el 71% de las muertes a nivel mundial. (WHO, 2021).

La Figura 1 refleja la tasa de mortalidad atribuida a las enfermedades cardiovasculares (ECV), el cáncer, la diabetes y las enfermedades respiratorias crónicas en España para ambos sexos en 2020 por grupos de edad (INE, 2020). Las ECV se sitúan entre las 2 primeras causas de mortalidad, junto con el cáncer, siendo la principal causa de muerte a partir de los 80 años. Es importante recordar que uno de los principales factores de riesgo de las ECV es el aumento de la adiposidad corporal.

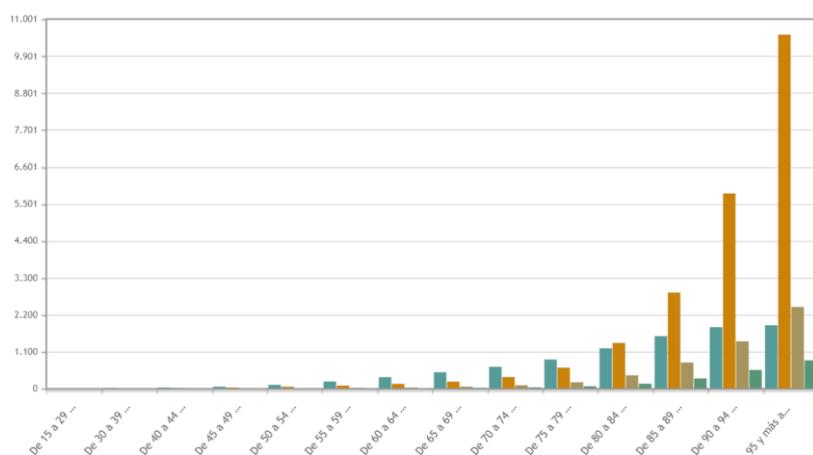
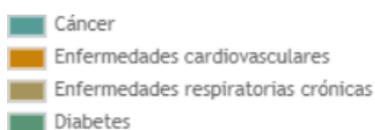


Figura 1. Principales causas de mortalidad en la población española en 2020 por grupos de edad (INE, 2020).



La obesidad es una enfermedad multifactorial compleja (Ghaus et al., 2021) que ha sido definida por la OMS en términos fisiopatológicos como “una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud” (WHO, 2021). Se considera un problema de salud pública, porque conduce al desarrollo de otras complicaciones y/o patologías (cáncer, diabetes mellitus tipo 2, dislipemias, síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS), síndrome metabólico, etc.) (Curry, 2018; Ghaus et al., 2021) que disminuyen la esperanza y la calidad de vida.

Las últimas cifras proporcionadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) indican que hay más de 650 millones de sujetos adultos con obesidad (WHO, 2021; WHO, 2022), y sitúan a España como el tercer país con mayor índice de obesidad infanto-juvenil de Europa, con una prevalencia del 14,2%. Estas cifras, lejos de disminuir, siguen progresando, convirtiendo al sobrepeso y la obesidad en la epidemia del siglo XXI, por ser una de las principales causas de morbimortalidad a nivel europeo (1,2 millones de muertes al año) (WHO, 2022).

Hasta la fecha, desde el punto de vista epidemiológico, para la detección del sobrepeso y la obesidad es frecuente el uso del índice de masa corporal (IMC), un indicador simple, seguro, económico y no invasivo, pero insuficiente para una correcta valoración del estado nutricional, pues tiene el defecto de no discriminar los distintos compartimentos corporales (masa grasa y masa magra) (Bramhankar et al., 2021; Rosales Ricardo, 2012). En algunas ocasiones también se emplean otras medidas antropométricas, como la circunferencia de la cintura (CCi)—que mide la adiposidad a nivel central— o el cociente entre el perímetro de la cintura y el perímetro de la cadera, para la evaluación del riesgo cardiometabólico; o los pliegues cutáneos para valorar la adiposidad. Y se está trabajando en la determinación de puntos de corte específicos por edad, sexo y etnia para la detección temprana de estas patologías.

### 1.1. OBESIDAD METABÓLICAMENTE SALUDABLE FRENTE A NO SALUDABLE

En el año 2001 el *Adult Treatment Panel III* del *National Cholesterol Education Program* (ATPIII-NCEP) propuso los criterios diagnósticos del síndrome metabólico (SM) a partir de la presencia de 3 factores de riesgo cardiometabólico (Expert Panel ATPIII-NCEP, 2001):

- Y Obesidad abdominal: perímetro de la cintura >102 cm en varones y 88 cm en mujeres.
- Y Trigliceridemia >150 mg/dl.
- Y HDL-colesterol <40 mg/dl en varones y <50 mg/dl en mujeres.
- Y Tensión arterial > 130/85 mm Hg.
- Y Glucemia en ayunas >110 mg/dl.

Empleando estos criterios se han descrito diferentes fenotipos de obesidad: **“obesos metabólicamente sanos” (fenotipo MHO)** y **“obesos metabólicamente no sanos” (fenotipo MHNO)**. Estos términos se emplean para definir a aquellos individuos que, aun teniendo un diagnóstico de obesidad en base a los criterios de la OMS, presentan, respectivamente,  $\leq 2$  o  $> 2$  de los factores de riesgo cardiometabólico establecidos por el ATPIII-NCEP, a excepción del del perímetro de la cintura (Barrea et al., 2021; Camhi and Katzmarzyk, 2013). Los estudios realizados hasta la fecha han documentado prevalencias similares entre los MHO y los MHNO (Blanco Anesto et al., 2019).

Sin embargo, existe cierta controversia con el uso de estos términos. Algunos autores sugieren que se debería evitar hablar de obesos metabólicamente sanos, ya que, aunque estos sujetos presentan inicialmente menor riesgo para el desarrollo de ECNT, esta no es una condición estática y puede evolucionar hacia el fenotipo MHNO con el paso del tiempo, lo que supondría un mayor riesgo de desarrollar ECNT con el paso de los años (Zhou et al., 2021; Loje López et al., 2021).

También se ha descrito un fenotipo de **“obesos con normopeso”**, que son sujetos con un  $IMC < 25$   $kg/m^2$ , pero que presentan un elevado componente adiposo y/o un perfil lipídico e inflamatorio desfavorable (Torres-Zapata et al., 2018; Kim et al., 2015). Estos sujetos, igual que los MHNO, presentan mayor riesgo de desarrollar SM, enfermedades cardiometabólicas y tienen mayor riesgo de mortalidad.

Diversos estudios han demostrado una correlación positiva entre obesidad abdominal (OA) y el desarrollo de distintas ECNT (*ECV, diabetes, hipertensión arterial (HTA), cáncer, enfermedad renal y enfermedad del hígado graso no alcohólico*) (Camhi and Katzmarzyk, 2013), incluso en sujetos que son catalogados con un IMC de normopeso.

La elevada prevalencia observada de esta obesidad con peso normal (Torres-Zapata et al., 2018) evidencia la necesidad de realizar una detección temprana de este fenotipo, puesto que son pacientes en los que no se aprecia el riesgo de patologías metabólicas (Kapoor, 2021).

## **1.2. HERRAMIENTAS PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA OBESIDAD**

Es fundamental realizar en consulta una adecuada evaluación del estado nutricional que ayude a prevenir el desarrollo de las ECNT. De cara a realizar dicho diagnóstico, es necesario disponer de distintas herramientas de fácil manejo para detectar de forma temprana el riesgo. Actualmente se emplean principalmente 3 indicadores: IMC; porcentaje de masa grasa (%MG) y perímetro o circunferencia de la cintura (CCi).

### ***1.2.1. Índice de masa corporal (IMC)***

En la actualidad el IMC, aun no siendo una medida directa de la masa grasa, se considera, especialmente a nivel epidemiológico, como la mejor estimación antropométrica de un peso corporal saludable (Bhurosy and Jeewon, 2013; Deurenberg et al., 1991). Su uso como herramienta para la detección y el diagnóstico del sobrepeso y la obesidad está ampliamente extendido a nivel clínico y epidemiológico (Suárez-Carmona y Sánchez-Oliver, 2018).

Además de ser un indicador sencillo y fácil de obtener, su principal ventaja es que es un indicador antropométrico que se correlaciona positivamente con la MG y otras variables como la CCi y el índice cintura-cadera (Suárez-Carmona y Sánchez-Oliver, 2018). A pesar de ello, algunos autores han criticado su confiabilidad o poca precisión como predictor de obesidad, dadas las diferencias que existen en función del género, la edad, la etnia, etc. que inducen a clasificaciones erróneas de la adiposidad de los sujetos (Bhurosy and Jeewon, 2013; Suárez-Carmona y Sánchez-Oliver, 2018).

La OMS establece como puntos de corte para el sobrepeso y la obesidad valores de IMC  $\geq 25$  y  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>, respectivamente (WHO, 2010; WHO, 2022). Sin embargo, parece que para el diagnóstico de estas dos condiciones un punto de corte universal de IMC no es suficiente, ya que diversos estudios han demostrado que las diferencias étnicas hacen necesario el uso de puntos de corte específicos para identificar con mayor precisión a individuos que presenten sobrepeso/obesidad (Zhou, 2002; Wollner et al., 2017). Por ejemplo, para la población asiática, el punto de corte para definir el sobrepeso es un IMC de 23 kg/m<sup>2</sup>, y para la obesidad, IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> (Kapoor, 2021).

Una de las limitaciones más importantes de este indicador es que no informa sobre la distribución del tejido adiposo, lo que es fundamental para evaluar el riesgo CM, ya que la localización central del exceso de MG es la que genera un mayor riesgo de complicaciones cardiometabólicas (Zierle-Ghosh, 2018; Franco-Monsreal et al., 2021).

A pesar de sus limitaciones, varios estudios han puesto de manifiesto su capacidad predictiva para la detección del síndrome metabólico por su correlación positiva con distintos parámetros bioquímicos (triglicéridos, colesterol total, HDL-colesterol y LDL-colesterol) (González Sandoval et al., 2014).

Sin embargo, existen otras técnicas alternativas al IMC para determinar la presencia de obesidad atendiendo a la composición corporal y/o la distribución del tejido adiposo, como la absorciometría dual de rayos X (DXA), resonancia magnética nuclear (RMN), tomografía computarizada (TC), análisis de impedancia bioeléctrica (BIA), etc. (Zhang et al., 2013).

### 1.2.2. Porcentaje de masa grasa (%MG)

En las últimas décadas el tejido adiposo ha cobrado especial relevancia dado su papel en la génesis de diversas enfermedades (Vega-Robledo y Rico-Rosillo, 2019). Por eso se han desarrollado en los últimos años múltiples técnicas para estimar la MG corporal, como ya se ha comentado.

Sin embargo, en la actualidad no hay un consenso para clasificar la obesidad de acuerdo con el porcentaje de grasa corporal (Aranceta-Bartrina et al., 2014; Torres-Zapata et al., 2018), y se han publicado distintos criterios, entre los que destacan los siguientes:

- ✓ La Sociedad Estadounidense de Endocrinología estableció para el diagnóstico de obesidad un punto de %MG >25% para varones y >35% para mujeres (Grundy, 2004).
- ✓ La Tabla 1 recoge los distintos puntos de corte del %MG en función del sexo establecidos por Forbes (Forbes, 2012):

CATEGORÍA	HOMBRES	MUJERES
<i>Delgado</i>	< 8%	< 15 %
<i>Óptimo</i>	8,1-15,9 %	15,1-20,9 %
<i>Ligero exceso de grasa</i>	16-20,9 %	21-25,9 %
<i>Exceso de grasa</i>	21-24,9 %	26-31,9 %
<i>Obeso</i>	≥ 25	≥ 32

Tabla 1. Puntos de corte del %MG en función del sexo (Forbes, 2012).

- ✓ Por su parte, la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO), en su Consenso del año 2000, acordó que un %MG ≥25 en hombres y ≥33 en mujeres era criterio de obesidad (SEEDO, 2000).

### 1.2.3. Circunferencia de la cintura (CCI)

Como se ha comentado anteriormente, no sólo es importante tener en cuenta el exceso de peso y de grasa corporal, sino también la zona corporal en la que se acumule de dicha grasa, pues es lo que se comporta como factor de riesgo para la aparición de distintas enfermedades (Franco-Monsreal et al., 2021).

El perímetro de la cintura es una medida antropométrica práctica y sencilla que permite evaluar la grasa localizada a nivel central o abdominal, prediciendo además de forma indirecta el contenido de grasa visceral (Schweitzer et al., 2014; Ortega et al., 2021).

Sin embargo, hay que tener en cuenta que su valor depende del lugar en el que se tome la medida (cintura mínima, cintura al nivel de las crestas ilíacas, cintura al nivel de la cicatriz umbilical o punto medio entre la última costilla y la cresta ilíaca), y que existen distintos puntos de corte establecidos

para la catalogación de la obesidad central en función de la población de estudio (Willis et al., 2007; Amirabdollahian and Haghghatdoost, 2018; Ortega et al., 2021).

### 1.3. TÉCNICAS Y MÉTODOS DE VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL: ADIPOSIDAD

Para el estudio de la composición corporal (CC) de un sujeto, como parte de la valoración de su estado nutricional, se dispone de diversos métodos que se basan en la determinación o estimación de distintos niveles de composición corporal (atómico, molecular, celular, histológico y corporal) (Rodríguez Martínez et al., 1998) (Figura 2).

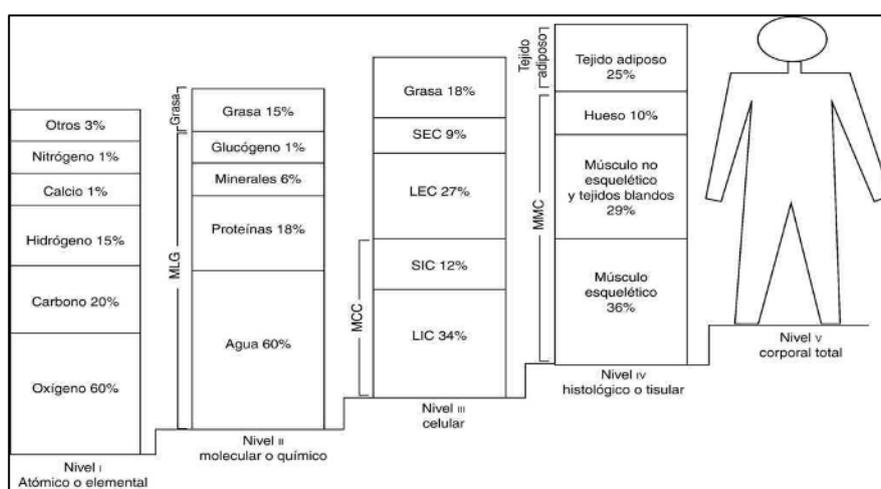


Figura 2. Niveles de composición corporal (tomada de González-Jiménez, 2013).

En la práctica clínica habitual, la CC se determina generalmente a nivel molecular empleando un modelo bicompartimental, de forma que se estima indirectamente la CC en términos de masa grasa (MG) y la masa libre de grasa (MLG). Para ello se utilizan técnicas sencillas, inocuas, no invasivas, económicas, y coste-eficientes como:

- Y **Antropometría:** se determinan el peso, la talla, longitudes de los segmentos corporales, perímetros corporales y pliegues cutáneos.
- Y **Análisis de impedancia bioeléctrica (BIA).**

#### **1.3.1. Antropometría:**

Se basa en la determinación de distintas medidas corporales, tales como el peso, la talla, los pliegues cutáneos, los perímetros o circunferencias corporales y las longitudes. Estas medidas se comparan directamente o a través del cálculo de índices derivados con los de la población de referencia. La medida de los pliegues cutáneos se emplea también para estimar la densidad corporal y, a partir de este valor, el porcentaje de masa grasa, aplicando distintos modelos matemáticos, en función del número de pliegues que se incluyan y los puntos anatómicos en los que se hayan medido (Holmes y Racette, 2021).

La antropometría es una técnica con baja precisión, aunque se puede aumentar significativamente con la cualificación de la persona que realice la medición. Por tanto, su reproducibilidad es muy variable, y se necesita personal entrenado para que las medidas que se obtengan sean lo más

fiables posibles. Además, su utilidad es cuestionable en personas de edad avanzada y en sujetos con exceso de adiposidad (Moreira et al., 2015). Pero en la práctica clínica este método presenta importantes ventajas, como su accesibilidad, la ausencia de radiación y su sencillez (Moreira et al., 2015).

### *1.3.2. Bioimpedancia (BIA):*

La impedancia bioeléctrica o bioimpedancia es un método de análisis de la composición corporal de carácter no invasivo, accesible a nivel económico y rápido, que se emplea con asiduidad en entornos epidemiológicos y/o clínicos (Marra et al., 2019; Holmes y Racette, 2021).

La bioimpedancia mide la oposición de un conductor (el cuerpo humano) al paso de la corriente eléctrica alterna que se le aplica: la resistencia. El método parte del supuesto de que el cuerpo humano puede ser concebido como un cilindro isotrópico con un área de sección transversal homogénea (Foster y Lukaski, 1996; Marra et al., 2019). A partir de los datos eléctricos brutos que proporciona el impedanciómetro (resistencia y reactancia), se emplean modelos predictivos específicos para edad, sexo, etnia y situación fisiológica que estiman la masa libre de grasa y el agua corporal (Kyle et al., 2004). Se basa, por tanto, en un modelo bicompartimental de composición corporal.

Para garantizar la exactitud del método es muy importante emplear las ecuaciones predictivas adecuadas a la población de estudio y el protocolo de determinación que se utilizó en la obtención de las mismas (Kyle et al., 2004; Marra et al., 2019; Holmes y Racette, 2021). Aunque se trata de una técnica muy precisa, se ha observado que su precisión y confiabilidad varía en función del instrumento de BIA empleado. Además, algunos equipos devuelven directamente los valores de composición corporal (en lugar de los datos eléctricos brutos), sin especificar la ecuación empleada en la estimación, lo que reduce la utilidad de estas medidas.

Sin embargo, si se aplican los protocolos y modelos predictivos adecuados, es una técnica muy precisa, con una exactitud adecuada, rápida, económica, inocua y portátil, por lo que es uno de los métodos más empleados en la práctica clínica habitual en el momento actual.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN**

Para una correcta valoración y catalogación nutricional es muy importante conocer no sólo el peso, sino también la composición de ese peso, ya que hay suficiente nivel de evidencia científica que demuestra que un exceso de adiposidad respecto a la masa corporal total es un factor de riesgo importante para el desarrollo de ECNT.

La identificación de sujetos con un exceso de adiposidad favorecerá una intervención precoz cuyo objetivo será optimizar la distribución de los compartimentos corporales, lo que permitirá una reducción del riesgo, la promoción de la salud y la prevención de la enfermedad.

A modo de ejemplo, 2 personas con el mismo peso y talla y, por tanto, mismo IMC, van a catalogarse de la misma manera. Pero si una de ellas tiene un 40 % de MG y la otra un 25%, su riesgo cardiometabólico y de otras ECNT va a ser muy diferente.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo principal

Estudiar la utilidad de distintos indicadores nutricionales en la práctica habitual de una consulta dietético-nutricional para evaluar el estado nutricional en un grupo de estudiantes universitarios sanos.

### 2.2. Objetivos específicos

- Υ Evaluar los distintos compartimentos corporales (MG, MLG y MME) en función de la catalogación del IMC.
- Υ Analizar la composición corporal en función del riesgo cardiometabólico (catalogación perímetro de la cintura).
- Υ Evaluar la composición corporal en función de la adiposidad.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Diseño del estudio

Se ha realizado un estudio observacional transversal.

#### 3.2. Sujetos

La muestra estuvo formada por los estudiantes del 2º curso del Grado de Nutrición Humana y Dietética de la Universidad de Valladolid de los cursos 2016-17 a 2021-2022 (excepto los del curso 2020-2021, año en que no se tomaron medidas antropométricas ni se realizó análisis de bioimpedancia por las medidas excepcionales a las que obligó la pandemia de Covid-19).

Las determinaciones se realizaron en el mes de noviembre de cada curso, durante las prácticas de antropometría y valoración de la composición corporal de la asignatura Equilibrio Energético y Valoración del Estado Nutricional.

Todos los estudiantes firmaron el consentimiento para la utilización de sus datos anonimizados con fines científicos. El estudio fue aprobado por el Comité Ético CEIm del Área de Salud Valladolid Este (PI 22-2632).

#### 3.3. Metodología

##### *3.3.1. Determinaciones antropométricas*

Las mediciones se efectuaron haciendo uso de material homologado y de acuerdo con los protocolos de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (ISAK: *International Society for the Advancement of Kinanthrometry*) (ISAK, 2001), del NHANES (NHANES, 2007) y de la OMS (WHO, 1995). Se midieron las siguientes variables antropométricas:

- Υ **Peso corporal** (kg): se determinó con una báscula SECA (Hamburgo, Alemania), con una precisión de 100 g. Los sujetos se colocaron de pie, en ropa ligera y descalzos, en el centro de la plataforma de la báscula, en posición estándar erecta, con las manos en los laterales del cuerpo, la mirada al frente y de espaldas al registro de medida, de manera que se distribuyese el peso por igual en ambas piernas. La lectura se realizó en el momento en el que el aparato mostraba un valor estable.
- Υ **Talla** (cm): se utilizó un tallímetro SECA (Hamburgo, Alemania), con una precisión de 0.1 cm. Se midió la distancia entre el vértex y las plantas de los pies con el paciente de pie, descalzo, en posición anatómica. La medida se tomó después de una inspiración profunda, manteniendo la cabeza en el plano de Frankfort.
- Υ **Circunferencias o perímetros corporales** (cm): se empleó una cinta antropométrica metálica inextensible Cescorf de 1 mm de precisión. Los sujetos se colocaron en posición anatómica; el antropometrista se colocó en el lado derecho del sujeto; y la cinta métrica se colocó perpendicular al eje longitudinal del segmento a medir.

- o Circunferencia de la cintura (CCi): medida en la línea horizontal del punto equidistante entre la última costilla y la cresta ilíaca. El riesgo metabólico se estableció empleando los puntos de corte de la International Diabetes Federation (IDF) (Alberti et al., 2006):
  - Varones: riesgo si CCi  $\geq 94$  cm.
  - Mujeres: riesgo si CCi  $\geq 80$  cm.

### 3.3.2. Índices antropométricos derivados

#### 3.3.2.1. Índice de masa corporal (MC) (kg/m<sup>2</sup>)

Se calculó a partir de la fórmula de Quetelet:

$$IMC \text{ (kg/m}^2\text{)} = \text{Peso (kg)} / [(\text{Talla})^2 \text{ (m}^2\text{)}]$$

Para la posterior clasificación de los individuos de acuerdo con los resultados obtenidos se empleó la catalogación del IMC propuesta por la OMS en 2006 (WHO, 2010) (Tabla 2):

CLASIFICACIÓN	IMC (kg/m <sup>2</sup> )
Desnutrición	< 18,50
Normalidad nutricional	18,50 – 24,99
Sobrepeso	25,00 – 29,99
Obesidad grado I	30,00 – 34,99
Obesidad grado II	35,00 – 39,99
Obesidad grado III	$\geq 40,00$

Tabla 2. Catalogación del índice de masa corporal.

### 3.3.3. Análisis de impedancia bioeléctrica (BIA)

Se realizó un BIA de cuerpo entero con una configuración de electrodos tetrapolar en modo monofrecuencia a 50 kHz, siguiendo el protocolo estándar de Lukaski (Lukaski, 1991). El set de electrodos señal (por los que se introduce la corriente) se colocó en la muñeca, en la línea media entre los procesos estiloides, y en el tobillo, en la línea media entre los maléolos, del hemicuerpo derecho. El segundo set de electrodos (detectores, los que recogen el voltaje) se colocó a 5 cm de los electrodos señal en las líneas metacarpofalángica y metatarsofalángica, respectivamente.

Las determinaciones se realizaron en situación de post-ingesta (al menos 2 horas después de desayunar) y después de haber vaciado la vejiga. Durante la prueba los voluntarios permanecieron tumbados en posición de decúbito supino sobre una camilla de material no conductor, con los brazos ligeramente separados del cuerpo (formando aproximadamente un ángulo de 30°), con las piernas separadas de forma que los tobillos distaban al menos 20 cm y sin contacto entre los muslos. Todos los sujetos estaban vestidos con ropa ligera, a excepción de zapatos y calcetines, y fueron despojados de cualquier objeto metálico de gran volumen.

### 3.3.3.1. Cálculo de la composición corporal por bioimpedancia (BIA)

A partir de los parámetros bioeléctricos (resistencia y reactancia) se realizó el análisis de composición corporal aplicando modelos de predicción específicos por edad y sexo.

- **Masa libre de grasa (MLG)** (kg): calculada mediante la ecuación de Kyle (Kyle et al., 2001 A):  
$$MLG = (-4,104) + [0,518 (T^2/R)] + (0,231 P) + (0,130 Xc) + (4,229 S)$$
  
donde: MLG: masa libre de grasa (kg); T: talla (cm); R: resistencia (ohm); P: peso (kg); Xc: reactancia (ohm); S: sexo (1=varón; 0=mujer).
- **Masa grasa (MG)** (kg): se estimó, teniendo en cuenta el modelo bicompartimental de composición corporal empleado, mediante la fórmula:  
$$MG = P - MLG$$
  
donde: MG: masa grasa; MLG: masa libre de grasa (kg); P: peso (kg).
- **Masa muscular esquelética (MME)** (kg): se calculó mediante la ecuación de Janssen (Janssen et al., 2000):  
$$MME = [(T^2/R 0,401) + (S 3,825) + (E (-0,071))] + 5,102$$
  
donde: MME: masa muscular esquelética (kg); T: talla (cm); R: resistencia (ohm); S: sexo (1=varón; 0=mujer); E: edad (años).

Se calcularon los porcentajes de los distintos compartimentos corporales del modo:

$$\%MLG = MLG * 100 / \text{Peso}$$

$$\%MG = MG * 100 / \text{Peso}$$

La adiposidad se catalogó atendiendo a los puntos de corte establecidos por Grundy para el %MG (Grundy, 2004):

- Varones: adiposidad si %MG > 25%.
- Mujeres: adiposidad si %MG > 35%.

También se calcularon las puntuaciones normalizadas (Z-score) de la MG, la MLG y la MME. La puntuación Z indica la distancia (desviación estándar) de un valor individual con respecto a la media de una población de referencia. Se calcula restando el valor observado en un individuo del valor medio de la población de referencia y dividiendo el resultado por la desviación estándar de dicha población. Se obtiene un valor absoluto que permite su seguimiento objetivo y la comparación a distintas edades y sexos. La mayor ventaja de este sistema radica en que pueden aplicarse procedimientos estadísticos, como la media y la desviación estándar. La población de referencia empleada para calcular las Z-score de la MLG y la MG fue una población caucásica europea de 5225 sujetos sanos en la que se estimó la composición corporal empleando la misma técnica que en el presente trabajo (Kyle et al., 2001 B). Los valores de referencia para el cálculo de la Z-MME fueron los de la población española (Masanes et al., 2012).

### **3.4. Análisis estadístico**

Los datos se recogieron mediante la creación de una matriz de datos y su posterior exportación al paquete estadístico SPSS para Windows.

Las variables paramétricas se describen como media (DE); las variables categóricas se describieron como frecuencia absoluta y relativa (n y %, respectivamente).

Para comparar las variables cuantitativas en función de una variable dicotómica se empleó la prueba t-Student. Las variables categóricas se compararon con la prueba  $\chi^2$  de Pearson. La significación se alcanzó con  $p < 0,05$ .

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Descripción de la muestra

La muestra estuvo formada por un total de 223 sujetos, 63 varones (28,3%) y 160 mujeres (71,7%), con una edad media de 20,98 (3,3) años.

El IMC medio de la muestra fue de 22,19 kg/m<sup>2</sup> (2,96), siendo significativamente menor en las mujeres (21,8 kg/m<sup>2</sup>) que en los varones (23,3 kg/m<sup>2</sup>) ( $p < 0,001$ ). La catalogación de los sujetos en función del IMC se muestra en la Tabla 3:

Categoría IMC	N (%)
Bajo peso	20 (9,0)
Normopeso	174 (78)
Sobrepeso	25 (11,2)
Obesidad	4 (1,8)

Tabla 3. Catalogación de la muestra en base al IMC.

Por otra parte, los valores obtenidos para el perímetro de la cintura fueron 79,69 cm (5,92) en los varones y 69,90 cm (6,33) en las mujeres. 15 voluntarios presentaron riesgo cardiometabólico (6,7%).

### 4.2. Composición corporal

Los datos de la composición corporal estimada en la muestra se reflejan en la Tabla 4. Como promedio, los estudiantes presentaron menos MLG y más cantidad de MG y MME que su población de referencia. El 13,9% de los participantes en el estudio (31 sujetos) presentaron adiposidad, en base al %MG.

VARIABLES	Muestra total	Varones	Mujeres
	Z	% o kg* Media (DE)	
MLG	-0,31 (0,99)	19,1 (4,5)	29,5 (5,4)
MG	0,57 (1,21)	80,9 (4,5)	70,5 (5,4)
MME	0,38 (1,35)	33,8 (3,4)*	20,6 (1,9)*

MLG: masa libre de grasa; MG: masa grasa; MME: masa muscular esquelética.

Tabla 4. Composición corporal de la muestra total (% Z-score) y en función del sexo (%)

#### 4.2.1. Valoración de la composición corporal en función de la catalogación del IMC

La Tabla 5 recoge los valores de las puntuaciones normalizadas de las MLG, MG y MME de los sujetos en función de su clasificación de acuerdo con el IMC.

Del mismo modo, las figuras 3 a 5 reflejan los valores de las Z-score de los distintos compartimentos corporales en la muestra total. En las figuras se ha dibujado una línea continua en el valor de  $Z=0$  (valor de la población de referencia) y 2 líneas discontinuas en  $Z=-2$  y  $Z=+2$ , valores que marcan el rango estadístico de la normalidad. Los sujetos con un peso insuficiente presentan valores bastante reducidos de MLG, y ligeramente bajos de MG. La MG de los estudiantes con normopeso roza la normalidad (aunque es ligeramente elevada); sin embargo, estos voluntarios presentan menor

MLG que su población de referencia, aunque su MME es normal. Los sujetos con sobrepeso muestran una clara adiposidad, y también tienen elevada la MLG y la MME, aunque su exceso de peso se debe a una mayor MG fundamentalmente. Esto mismo ocurre con los sujetos obesos, en mucha mayor medida.

IMC	COMPOSICIÓN CORPORAL		
	Media (DE)		
	Z-MG	Z-MLG	Z-MME
BAJO PESO	-0,66 (0,66)	-1,04 (0,93)	-0,35 (1,30)
NORMOPESO	0,40 (0,81)	-0,38 (0,90)	0,33 (1,31)
SOBREPESO	2,07 (1,03)	0,55 (0,83)	1,16 (1,28)
OBESIDAD	5,00 (1,61)	1,38 (1,11)	1,21 (1,44)

Tabla 5. Composición corporal de los participantes en el estudio en función de su catalogación en base al IMC.

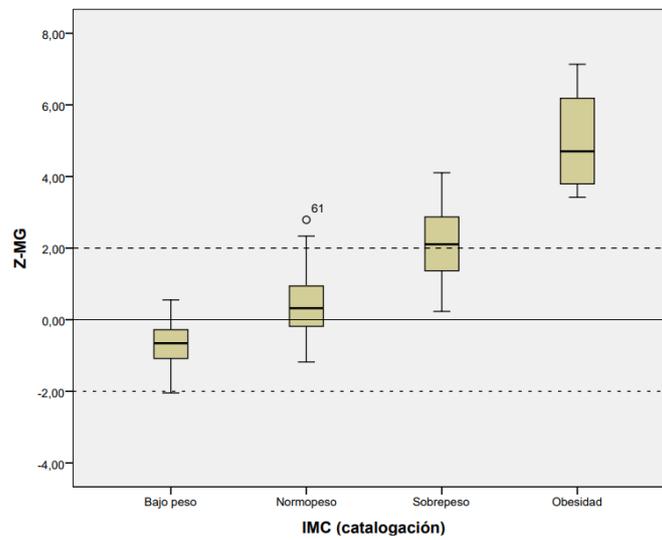


Figura 3. Valores normalizados de la masa grasa en función de la catalogación del IMC.

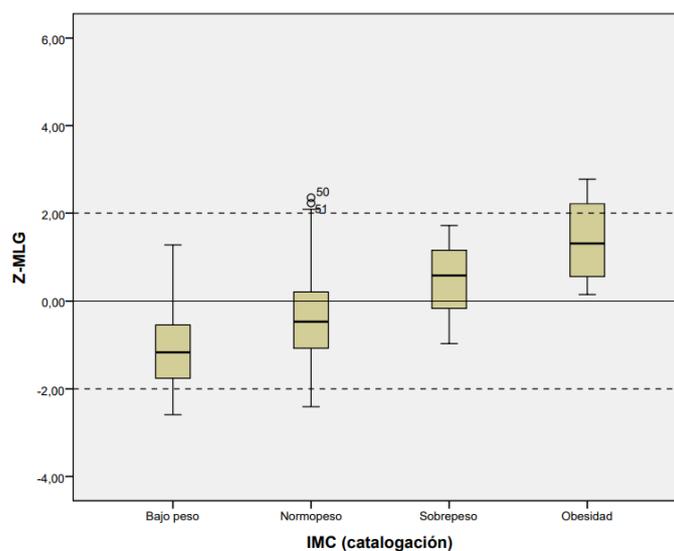


Figura 4. Valores normalizados de la masa libre grasa en función de la catalogación del IMC.

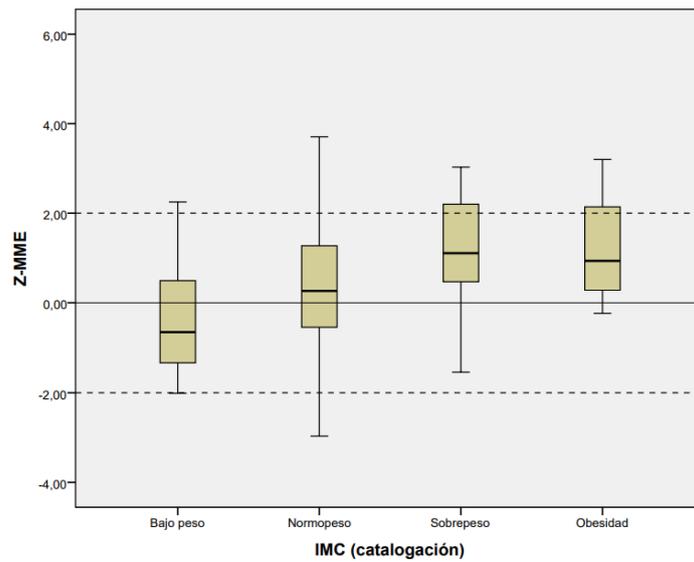


Figura 5. Valores normalizados de la masa muscular esquelética en función de la catalogación del IMC.

La figura 6 refleja conjuntamente los valores de Z-MLG y Z-MG en cada categoría de IMC. En ella se puede apreciar claramente que el aumento de peso se produce fundamentalmente a expensas de la MG, aunque también se va incrementando la MLG. Sin embargo, esta última siempre se mantiene dentro de la normalidad, lo que no ocurre con la MG.

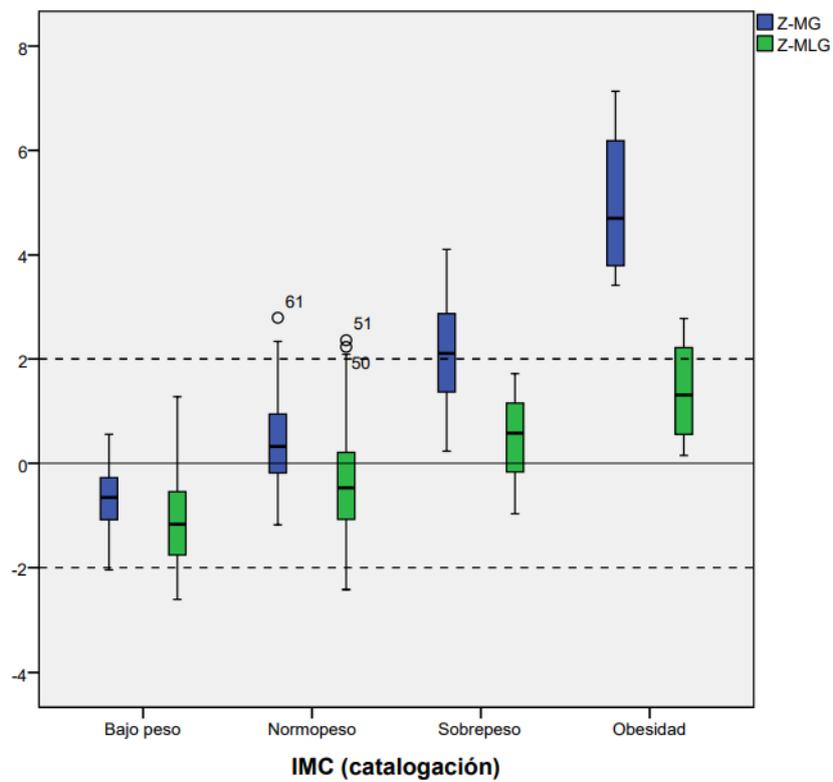


Figura 6. Valores de Z-MLG y Z-MG en función de la catalogación del IMC.

#### 4.2.2. Valoración de la composición corporal en función de la catalogación del perímetro de la cintura

Se realizó un análisis similar en función de la clasificación del riesgo cardiometabólico atendiendo al perímetro de la cintura. Los datos se recogen en la Tabla 6 y Figura 7.

RIESGO CARDIOMETABÓLICO (CM)	COMPOSICIÓN CORPORAL		
CATALOGACIÓN	Media (DE)		
	Z-MG	Z-MLG	Z-MME
SIN RIESGO CM	0,40 (0,96)	-0,38 (0,96)	0,35 (1,35)
CON RIESGO CM	3,07 (1,57)	0,68 (0,98)	0,83 (1,36)

Tabla 6. Composición corporal de los participantes en el estudio en función de su riesgo cardiometabólico.

Como se esperaba, los sujetos con mayor riesgo presentan un exceso de adiposidad, pero también tienen mayores valores de MLG y MME que la población de referencia. Sin embargo, los sujetos exentos de riesgo CM muestran una adiposidad por encima de los valores que cabría esperar comparándolos con su población de referencia, al tiempo que un componente de MLG ligeramente disminuido. Por otra parte, no se observan diferencias significativas en la MME de ambos grupos (Figura 8).

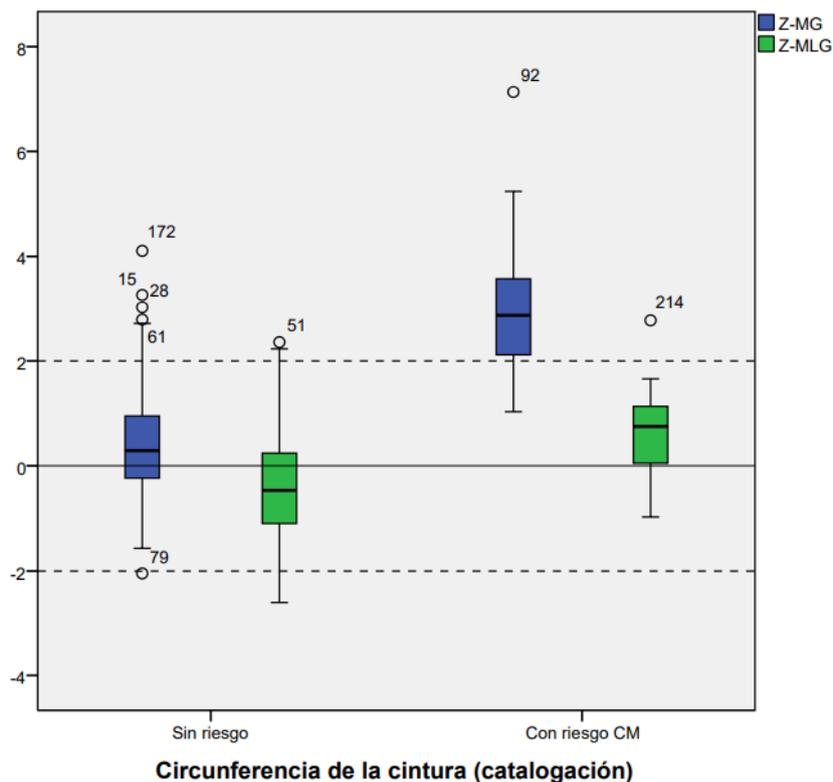


Figura 7. Valores de Z-MLG y Z-MG en función de la clasificación de los sujetos según su riesgo cardiometabólico.

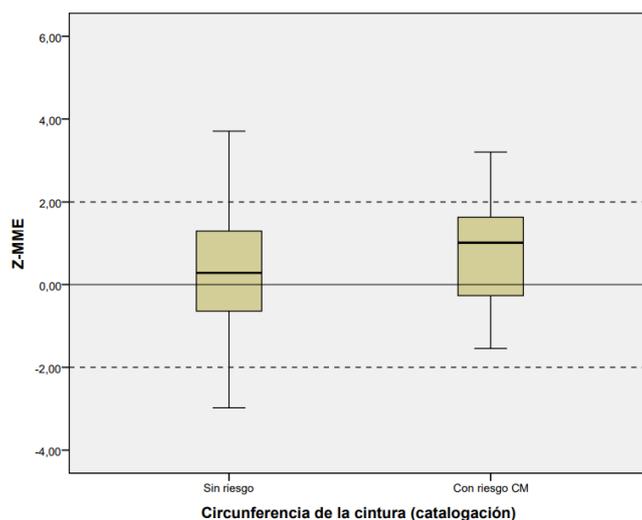


Figura 8. MME de los participantes en el estudio en función de su clasificación según su riesgo cardiometabólico.

#### 4.2.3. Valoración de la composición corporal en función de la adiposidad

Por último, se analizó la composición corporal de los estudiantes atendiendo a su clasificación de acuerdo con el %MG; es decir, atendiendo a su adiposidad (Tabla 7 y Figuras 9 y 10).

%MG	COMPOSICIÓN CORPORAL		
	Media (DE)		
CATALOGACIÓN	Z-MG	Z-MLG	Z-MME
NORMAL	0,23 (,78)	-0,41 (0,96)	0,34 (1,37)
ADIPOSIDAD	2,7 (1,23)	0,32 (0,94)	0,65 (1,20)

Tabla 7. Composición corporal de los participantes en el estudio en función de su adiposidad.

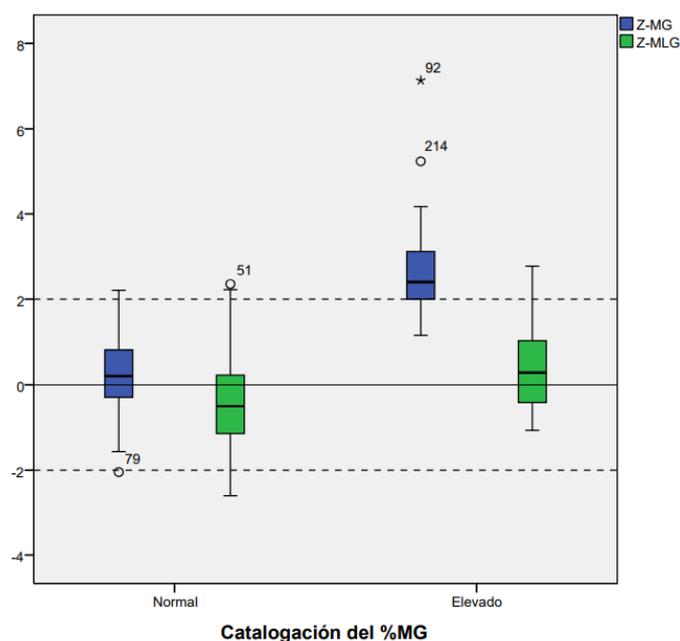


Figura 9. Valores de Z-MLG y Z-MG en función de la clasificación de los sujetos según su adiposidad.

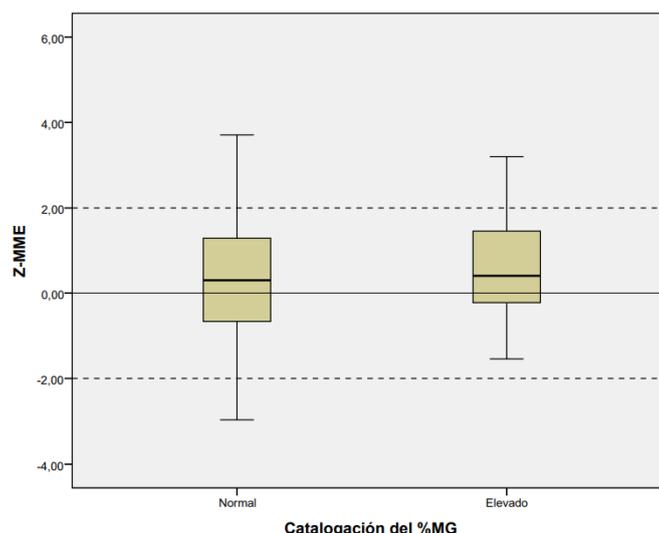


Figura 10. MME de los participantes en el estudio en función de su porcentaje de masa grasa.

Los estudiantes con un %MG considerado normal tienen un ligero exceso de MG comparados con su población de referencia por edad y sexo, pero también menor MLG. Los sujetos considerados obesos de acuerdo con el %MG presentan, lógicamente, mucha mayor cantidad de MG, mientras que la MLG y la MME son similares a los sujetos sin adiposidad (Figuras 9 y 10).

#### 4.3. Estudio de los sujetos con clasificaciones no concordantes según los distintos indicadores

Los resultados anteriormente descritos ponen de manifiesto que el indicador más empleado para la catalogación nutricional, el IMC, no siempre clasifica adecuadamente a los sujetos. Por eso se decidió evaluar individualmente a aquellos sujetos cuyas clasificaciones obtenidas mediante los 3 indicadores de estudio (IMC, perímetro de la cintura y %MG) no concordaban. Así, se observan sujetos catalogados como normopesos y sobrepesos que presentan un %MG superior al esperado; o individuos con bajo peso y un %MG superior al que les correspondería.

##### *4.3.1. Sujetos con normopeso según el IMC*

###### Con riesgo cardiometabólico

La Tabla 8 recoge 2 sujetos que, de acuerdo con los criterios del IMC, tienen un peso normal, pero riesgo cardiometabólico según el perímetro de la cintura. Aunque la primera mujer tiene un exceso de MG, también presenta mayor MLG y MME que su población de referencia, y se puede considerar que la MG no se acumula centralmente (está en el límite del perímetro de la cintura). Sin embargo, la segunda tiene claramente un desequilibrio de su composición corporal, puesto que, además del aumento de la MG, tiene menor MLG y MME de lo que debería.

SEXO	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA (cm)	Z-MG	Z-MLG	Z-MME
Mujer 1	23,49	80,40	2,15	0,49	1,01
Mujer 2	24,74	85,60	1,47	-0,05	-0,30

Tabla 8. Sujetos con catalogación normal según IMC y riesgo de complicaciones metabólicas.

#### Con adiposidad (exceso de %MG)

Hay 12 estudiantes con un IMC normal clasificados como adiposos (Tabla 9). Este exceso de MG confiere mayor riesgo para la salud si se acompaña de una MLG y MME reducida, como ocurre en alguno de estos sujetos.

SEXO	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	% MG	Z-MG	Z-MLG	Z-MME
Mujer 1	24,88	38,60	2,34	-0,44	-0,48
Mujer 2	26,33	35,06	1,22	-1,08	-0,95
Varón 1	28,56	27,02	2,79	0,65	1,35
Varón 2	25,01	25,08	1,15	-0,67	-0,11
Mujer 3	25,92	35,90	1,92	-0,05	0,41
Mujer 4	28,43	35,70	1,59	-0,62	-0,54
Mujer 5	25,89	35,11	1,35	-0,85	-0,21
Mujer 6	25,37	37,48	2,19	-0,23	0,27
Mujer 7	25,93	35,39	1,74	0,29	1,50
Mujer 8	25,54	36,54	2,11	0,03	0,11
Mujer 9	26,48	35,05	1,81	0,13	0,35
Mujer 10	27,28	35,73	2,15	0,49	1,01

Tabla 9. Sujetos con catalogación normal según IMC y un porcentaje de masa grasa elevado.

#### *4.3.2. Sujetos con sobrepeso según el IMC*

##### Sin riesgo cardiometabólico

En este caso hay 16 estudiantes que, pese a tener un exceso de peso, no presentan riesgo cardiometabólico (Tabla 10).

Se puede apreciar que los varones 1, 2 y 8 han sido catalogados como sobrepeso debido a la gran cantidad de masa muscular que tienen, pero no son adiposos; el varón 9 también está muy musculado. En cambio, los varones 3, 5 y 6, y en mucha mayor medida, 4 y 7 son verdaderamente adiposos. Respecto a las mujeres, la 1, 6 y, especialmente, la 4 presentan un exceso de MG claramente; pero las mujeres 2 y 3 son personas grandes, con gran cantidad de masa; se puede considerar que las mujeres 5 y 7 tienen una composición corporal equilibrada.

SEXO	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	CIRCUNFERENCIA DE LA CINTURA (cm)	Z-MG	Z-MLG	Z-MME
Varón 1	25,98	79,40	0,41	1,45	2,93
Mujer 1	26,33	77,40	2,41	0,40	0,96
Mujer 2	28,56	78,50	3,26	1,61	2,51
Varón 2	25,01	82,50	0,82	1,72	2,76
Mujer 3	25,92	78,80	3,03	1,53	2,67
Varón 3	28,43	84	1,46	-0,40	0,48
Mujer 4	25,89	77,20	2,11	-0,39	-0,20
Mujer 5	25,37	70,10	1,61	0,58	1,30
Varón 4	25,93	81,50	2,34	-0,81	-0,45
Varón 5	25,54	84,35	1,51	-0,17	0,88
Varón 6	26,48	85,60	0,89	-0,7	1,11
Mujer 6	27,28	77,85	2,72	0,29	0,16
Varón 7	27,44	80,70	4,11	0,71	0,96
Mujer 7	25,14	75,20	1,37	0,57	0,92
Varón 8	25,70	80,25	0,23	1,50	3,03
Varón 9	27,78	85,25	1,15	0,99	2,20

Tabla 10. Sujetos con sobrepeso según IMC y sin riesgo de complicaciones metabólicas.

### Sin exceso de MG o adiposidad

Hay 10 sujetos clasificados como sobrepeso que no tienen un exceso de MG (Tabla 11). En la mayoría de los casos se aprecia que el exceso de peso se debe a un aumento en la MME, excepto en los varones 3 y 4, que presentan un desequilibrio en la composición corporal.

SEXO	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	% MG	Z-MG	Z-MLG	Z-MME
Varón 1	25,98	16,09	0,41	1,45	2,93
Varón 2	25,01	17,62	0,82	1,72	2,76
Varón 3	28,43	23,45	1,46	-0,40	0,48
Mujer 5	25,37	33,18	1,61	0,58	1,30
Varón 5	25,54	23,27	1,51	-0,17	0,88
Varón 6	26,48	22,78	0,89	-0,7	1,11
Mujer 8	26,98	33,41	1,03	0,56	0,92
Mujer 7	25,14	32,10	1,37	0,57	0,92
Varón 8	25,70	15,24	0,23	1,50	3,03
Varón 9	27,78	19,97	1,15	0,99	2,20

**Tabla 11.** Sujetos con sobrepeso según IMC y un %MG normal.

## 5. DISCUSIÓN

En este estudio se ha llevado a cabo la catalogación nutricional de un grupo de estudiantes universitarios empleando distintos indicadores nutricionales sencillos, como el IMC, la circunferencia de la cintura y el porcentaje de MG. Se trata de un grupo de sujetos sanos que, en su mayoría, presenta un peso normal para su talla (78%), aunque el 11% tenía sobrepeso, un 1,8% (4 voluntarios) obesidad y un 9%, peso bajo.

El IMC es el indicador antropométrico empleado con mayor frecuencia para evaluar el riesgo de sobrepeso y obesidad en la población. Un IMC elevado refleja un exceso de peso para la altura, lo que generalmente se suele asociar al aumento de la masa grasa, pero no siempre es así. Sin embargo, el IMC como se ha comentado con anterioridad, no discrimina entre los compartimentos corporales.

Por eso en este estudio se ha analizado también la composición corporal mediante BIA. Esta técnica evidenció que los sujetos con peso bajo tenían reducidos todos los compartimentos corporales. Sin embargo, los voluntarios catalogados como normopeso presentaron reducida MLG y un exceso de MG cuando se comparan con su población de referencia. El exceso de peso de los sujetos con sobrepeso y obesidad se debe, fundamentalmente, a la MG, aunque también tienen elevada la MLG, pero en menor medida (Figura 6). Otros trabajos también han documentado una infraestimación del exceso de MG al emplear el IMC, especialmente en las mujeres, y una sobreestimación de la obesidad con el IMC, debido al aumento de la masa muscular que presentan muchos varones (Zulet Fraile et al., 2019).

Respecto al riesgo cardiometabólico, la medición de la cintura abdominal se ha considerado el estándar antropométrico por su mayor correlación con la masa grasa abdominal, y su mejor capacidad predictiva en comparación con el uso del IMC. Así, como se puede observar en la muestra estudiada, aquellos sujetos que presentan riesgo cardiometabólico de acuerdo con la catalogación según el perímetro de la cintura presentan un importante exceso de adiposidad respecto a su población de referencia (Tabla 6). La prevalencia de obesidad abdominal en la muestra evaluada no fue especialmente elevada, pues solo 15 sujetos presentaron riesgo CM. Sin embargo, el riesgo CM fue considerablemente superior en las mujeres. Estos datos son similares a los encontrados en varios estudios en los que se ha documentado que la medición de la cintura es mejor marcador del riesgo asociado a la obesidad, especialmente en mujeres (Domínguez-Reyes et al., 2017; Deepa et al., 2009). Existe evidencia de que los sujetos con normopeso según el IMC y obesidad central presentan mayor mortalidad que los sujetos catalogados como obesos por el IMC en ausencia de obesidad localizada a nivel central (Haregu et al., 2020; Sahakyan et al., 2015).

Por otro lado, si se analiza la adiposidad de los sujetos estudiados, se observa que incluso los sujetos con un %MG dentro de la normalidad (n = 192) presentan un ligero exceso de adiposidad al compararlos con su población de referencia por edad y sexo, y una menor MLG (Tabla 7). Datos similares han sido publicados en otros trabajos (Gámez Rosales et al., 2015), en los que se ha visto que los sujetos con obesidad de acuerdo al porcentaje de masa grasa difieren en la clasificación de acuerdo al IMC. Por tanto, aunque el IMC sea el indicador antropométrico usado de forma habitual para la catalogación nutricional, resulta evidente que, para realizar una correcta evaluación de la composición corporal, se debe considerar también el % de MG.

En la muestra sujeta estudiada 12 voluntarios fueron catalogados como normopeso, de acuerdo con el IMC, pero presentaron un exceso de adiposidad y masa libre de grasa y masa muscular esquelética reducidas. Mientras que 10 sujetos catalogados como sobrepeso en base al IMC tenían un elevado porcentaje de masa libre de grasa y masa muscular esquelética, y un %MG normal; es decir, el sobrepeso, en estos casos, no reflejaba adiposidad.

Cuando se analiza el riesgo cardiovascular de los estudiantes (determinado mediante el perímetro de la cintura), también se observa en la muestra de estudio que no siempre el IMC lo valora adecuadamente. Así, 2 sujetos con normopeso de acuerdo al IMC presentan riesgo cardiometabólico. Mientras que hasta 16 sujetos con exceso de peso catalogados como sobrepeso según el IMC no presentaban riesgo cardiometabólico; esto se explica, en la mayoría de los casos, por la gran cantidad de masa muscular que tienen.

Estos resultados confirman que el IMC, a pesar de ser el indicador empleado por excelencia en la práctica clínica y en estudios epidemiológicos para evaluar la incidencia y la prevalencia del sobrepeso y obesidad, presenta muchas limitaciones:

- Y No es una medida directa de la grasa corporal y no siempre la refleja correctamente. (Torres-Collado L, 2018) (Zaslavsky et al., 2016).
- Y Tampoco hace referencia a la obesidad a nivel central, que es la que se asocia con el riesgo de desarrollar ECV. (Torres-Collado et al., 2018).
- Y Es un indicador con elevada especificidad, pero baja sensibilidad, algo que lo vuelve insuficiente para detectar la adiposidad de un sujeto. (López-Jiménez & Cortés-Bergoderi, 2011; Okorodudu et al., 2010).
- Y Para un mismo valor de IMC hay variaciones en cuanto a los porcentajes de MG, lo que corrobora que es un indicador antropométrico que no discrimina los compartimentos corporales (Prentice & Jebb, 2001).

Por ello, teniendo en cuenta los datos actuales de prevalencia de estas patologías (sobrepeso y obesidad), el uso de índices pondero-estaturales como el IMC son insuficientes para una correcta predicción y clasificación de la obesidad. Esto hace que sea importante encontrar otros indicadores antropométricos y de composición corporal que ayuden a identificar de forma precoz el exceso de adiposidad de la población, teniendo en cuenta, además de la composición, la distribución de la grasa corporal. Estos índices podrían emplearse de forma exclusiva o complementaria para proporcionar una valoración del estado nutricional del individuo más completa y exhaustiva. Esto ya se puso de manifiesto en el año 1997 en la consulta de expertos de la OMS, quienes recalcaron la necesidad de hacer uso de otros indicadores antropométricos, dada la importancia de conocer la grasa abdominal (López-Jiménez & Cortés-Bergoderi, 2011; WHO, 2000).

Estudios recientes han demostrado que la adiposidad central es la que presenta una mayor relación con el riesgo de desarrollar ECV, DM y cáncer entre otras patologías (Marra et al., 2019). La circunferencia de la cintura es uno de los indicadores más empleados para la identificación de este tipo de obesidad, ya que se correlaciona muy bien con la masa grasa total y es un marcador más específico de la distribución del componente adiposo (*US Preventive Services Task Force*, 2018). Sin embargo, presenta la limitación de no diferenciar si los depósitos de grasa abdominal son a nivel subcutáneo o visceral (Borga et al., 2018). A pesar de ello, la medición de la circunferencia de la

cintura clasifica mejor a los sujetos estudiados de acuerdo con su adiposidad y el riesgo cardiometabólico derivado de ésta.

Los 3 indicadores antropométricos analizados en el presente estudio (IMC, circunferencia de la cintura y %MG) son índices muy sencillos que se pueden determinar de forma rápida y económica para la detección precoz del sobrepeso y la obesidad, por lo que se debería concienciar más al personal sanitario sobre los posibles riesgos cardiometabólicos y cardiovasculares que pueden presentar algunos pacientes catalogados como normopeso, y que muestran un aumento significativo de la grasa abdominal.

Por ello sería de utilidad emplear en la práctica clínica de forma sistemática una combinación de estas mediciones como estrategia para la detección y la prevención del sobrepeso y la obesidad.

La literatura más reciente se centra en la búsqueda de indicadores antropométricos que sean prácticos para su uso en consulta, buscando que presenten una mejor capacidad predictiva y mayor grado de correlación con los depósitos grasos. Así, teniendo en cuenta las limitaciones ya expuestas del IMC, en el año 2012 algunos autores (Krakauer & Krakauer, 2012) propusieron el uso del ABSI (*A Body Shape Index*), un indicador antropométrico basado en la circunferencia de la cintura ajustada de acuerdo con la altura y el peso (Gómez-Marcos et al., 2018; Sardarina et al., 2017). Este indicador tiene capacidad para estimar la adiposidad total y la obesidad visceral, y ha mostrado una fuerte relación con la mortalidad por todas las causas y, especialmente, por causas cardiovasculares.

Además, varios estudios han demostrado que el ABSI se constituye como un marcador clínico útil por su asociación con la rigidez arterial y, por tanto, con capacidad para detectar a individuos con riesgo de presentar este tipo de anomalías a nivel vascular (Bouchi et al., 2016; Gomez-Marcos et al., 2018; Zhang et al., 2017).

A falta de mayor nivel de evidencia, diferentes investigadores analizan y proponen el uso del índice de conicidad o ICO como una herramienta para evaluar la distribución de la grasa corporal, por ser una herramienta útil y sencilla en la práctica clínica, con capacidad para detectar los posibles riesgos cardiometabólicos o cardiovasculares, especialmente en mujeres (Hernández Rodríguez et al., 2017; Valdez et al., 1993).

## 6. CONCLUSIONES

1. La mayor parte de los varones catalogados como sobrepeso u obesidad de acuerdo con el IMC eran sujetos sin exceso de MG o adiposidad y sin riesgo cardiometabólico, pero que presentaban un mayor porcentaje de masa libre de grasa y masa muscular esquelética.
2. Los sujetos clasificados como normopeso presentaron, como promedio, un exceso de MG y una disminución de MLG respecto a su población de referencia.
3. Los resultados corroboran que el índice de masa corporal (IMC) es un indicador con poca precisión para la catalogación nutricional, puesto que no discrimina los distintos compartimentos corporales.
4. La circunferencia de la cintura es un buen indicador de adiposidad.
5. La presencia de obesidad y, por tanto, el riesgo de desarrollar las comorbilidades asociadas a ella, difiere según el indicador que se utilice para su diagnóstico.
6. Es importante disponer de herramientas con las que realizar una detección precoz de los sujetos con los distintos fenotipos de obesidad, a fin de detectar su riesgo cardiometabólico y poder prevenir el desarrollo de las distintas complicaciones asociadas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Alberti, K. G., Zimmet, P., & Shaw, J. (2006). Metabolic syndrome: A new world-wide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabetic Medicine: Journal of the British Diabetic Association*, 23(5), 469-480.

Amirabdollahian, F., & Haghghatdoost, F. (2018). Anthropometric indicators of adiposity related to body weight and body shape as cardiometabolic risk predictors in British young adults: Superiority of waist-to-height ratio. *Journal of Obesity*, 2018, 8370304.

Aranceta-Bartrina, J., Pérez-Rodrigo, C., Alberdi-Aresti, G., Ramos-Carrera, N., & Lázaro-Masedo, S. (2016). Prevalencia de obesidad general y obesidad abdominal en la población adulta española (25–64 años) 2014–2015: estudio ENPE. *Revista Española de Cardiología*, 69(6), 579-587.

Arnold, T., Schweitzer, A., Hoffman, H., Onyewu, C., Hurtado, M., Hoffman, E., & Klein, C. (2014). Neck and waist circumference biomarkers of cardiovascular risk in a cohort of predominantly African-American college students: A preliminary study. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114 (1), 107-116.

Barrea, L., Muscogiuri, G., Pugliese, G., de Alteriis, G., Colao, A., & Savastano, S. (2021). Metabolically Healthy Obesity (MHO) vs. Metabolically Unhealthy Obesity (MUO) Phenotypes in PCOS: Association with Endocrine-Metabolic Profile, Adherence to the Mediterranean Diet, and Body Composition. *Nutrients*, 13(11), 3925.

Bhurosy, T., & Jeewon, R. (2013). Pitfalls of Using Body Mass Index (BMI) in Assessment of Obesity Risk. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 1(1), 71-76.

Blanco Anesto J, Bibiloni M, Tur Marí J. (2019). Prevalencia de salud metabólica en pacientes con obesidad en Mallorca. *Nutr Hosp* 2019;36(5):1087-1094

Borga, M., West, J., Bell, JD, Harvey, NC, Romu, T., Heymsfield, SB & Dahlgvist Leinhard, O. (2018). Advanced body composition assessment: from body mass index to body composition profiling. *Journal of Investigative Medicine*, 66(5), 1-9.

Bouchi, R., Asakawa, M., Ohara, N., Nakano, Y., Takeuchi, T., Murakami, M., Sasahara, Y., Numasawa, M., Minami, I., Izumiyama, H., Hashimoto, K., Yoshimoto, T., & Ogawa, Y. (2016). Indirect measure of visceral adiposity 'A Body Shape Index' (ABSI) is associated with arterial stiffness in patients with type 2 diabetes. *BMJ Open Diabetes Research & Care*, 4(1), e000188.

Bramhankar, M., Pandey, M., Rana, GS, Rai, B., Mishra, NL & Shukla, A. (2021). An assessment of anthropometric indices and its association with NCDs among the older adults of India: evidence from LASI Wave-1. *BMC Public Health*, 21 (1), 1357.

Camhi, S. M., & Katzmarzyk, P. T. (2014). Differences in body composition between metabolically healthy obese and metabolically abnormal obese adults. *International Journal of Obesity*, 38 (8), 1142-1145.

- Carrasco, F., Reyes, E., Rimler, O., & Rios, F. (2004). Predictive accuracy of body mass index in estimating body fatness measured by bioelectrical impedance. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(3), 280-286.
- Deurenberg, P., Weststrate, J. & Seidell, J. (1991). Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *British Journal of Nutrition*, 65 (2), 105-114.
- Deepa, M., Farooq, S., Deepa, R., Manjula, D., & Mohan, V. (2009). Prevalence and significance of generalized and central body obesity in an urban Asian Indian population in Chennai, India (CURES: 47). *European Journal of Clinical Nutrition*, 63 (2), 259-267.
- Dhawan, D. & Sharma, S. (2020). Abdominal Obesity, Adipokines and Non-communicable Diseases. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, 203, 105737.
- Domínguez-Reyes, T., Quiroz-Vargas, I., Salgado-Bernabé, A., Salgado-Goytia, L., Muñoz-Valle, J., & Parra Rojas, I. (2017). Las medidas antropométricas como indicadores predictivos de riesgo metabólico en una población mexicana. *Nutrición Hospitalaria*, 34(1), 96-101.
- Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (2001). Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 285(19), 2486–2497.
- Forbes, G. B. (2012). Human body composition: growth, aging, nutrition, and activity. New York: Springer-Verlag.
- Foster, K., & Lukaski, H. (1996). Whole-body impedance—what does it measure? *The American Journal of Clinical Nutrition*, 64(3), 388S-396S.
- Franco-Monsreal, J., Ku-Polanco, D. G., Sánchez-Uluac, M. S., & Jiménez-Balam, D.P. (2021). Comparative study of three tests used in the diagnosis of pathological nutritional situations. *Salud Quintana Roo*, 14(45), 5-8.
- Gámez Rosales, A., González González, L., & Martín del Campo Cervantes, J. (2015). Relación entre el índice de masa corporal, el porcentaje de grasa y la circunferencia de cintura en universitarios. *Investigación y Ciencia*, 23(65), 26-32.
- Gómez-Marcos, M., Gómez-Sánchez, L., Patino-Alonso, M., Recio-Rodríguez, J., Gómez-Sánchez, M., Rigo, F., Marti, R., Agudo-Conde, C., Ramos, R., Rodríguez-Sánchez, E., Maderuelo-Fernández, J., & García-Ortiz, L. (2018). A body shape index and vascular structure and function in Spanish adults (MARK study). *Medicine*, 97 (47), e13299.
- González-Jiménez E. (2013). Body composition: Assessment and clinical value. *Endocrinología y Nutrición*, 60(2), 69-75.

- González Sandoval, C. E., Díaz Burke, Y., Mendizabal-Ruiz, A. P., Medina Díaz, E., & Morales, J. A. (2014). Prevalencia de obesidad y perfil lipídico alterado en jóvenes universitarios. *Nutrición Hospitalaria*, 29(2), 315-321.
- Grundy SM. (2004). Obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular disease. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 89(6), 2595–2600.
- Haregu, T., Nanayakkara, S., Carrington, M., & Kaye, D. (2020). Prevalence and correlates of normal body mass index central obesity among people with cardiovascular diseases in Australia. *Public Health*, 183, 126-131.
- Hernández Rodríguez, J., Mendoza Choqueticlla, J., & Duchi Jimbo, P. (2017). Índice de conicidad y su utilidad para la detección de riesgo cardiovascular y metabólico. *Revista Cubana de Endocrinología*, 28(1), 1-13.
- Holmes, C. J., & Racette, S. B. (2021). The utility of body composition assessment in nutrition and clinical practice: An overview of current methodology. *Nutrients*, 13 (8), 2493.
- INE: Instituto Nacional de Estadística. (2020). Tasa de mortalidad atribuida a las enfermedades cardiovasculares, el cáncer, la diabetes o las enfermedades respiratorias crónicas por comunidad autónoma, edad, sexo y periodo. Instituto Nacional de Estadística. Recuperado el 17 de junio de 2022 de: <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?tpx=46687>
- ISAK: International Society for the Avancement of Kinanthrometry (Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría). (2001). *Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica*. Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría.
- Janssen, I., Heymsfield, S.B., Baumgartner, R. N., & Ross, R. (2000). Estimation of skeletal muscle mass by bioelectrical impedance analysis. *Journal of Applied Physiology*, 89, 465–71.
- Kapoor, N. (2021). Thin Fat Obesity: The Tropical Phenotype of Obesity. In K. R. Feingold et. al., (Eds.). *Endotext*. MDText.com, Inc.
- Kelly, T., Yang, W., Chen, C.-S., Reynolds, K., & He, J. (2008). Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. *International Journal of Obesity*, 32(9), 1431-1437.
- Kim, S., Kyung, C., Park, J. S., Lee, S.-P., Kim, H. K., Ahn, C. W., Kim, K. R., & Kang, S. (2015). Normal-weight obesity is associated with increased risk of subclinical atherosclerosis. *Cardiovascular Diabetology*, 14(1), 58.
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., De Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Eliä, M., Gómez, J. M., et al.; The ESPEN Working Group. (2004). Bioelectrical impedance analysis, part II: utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition*, 23, 1430-1453.
- Kyle, U.G., Genton, L., Karsegard, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001-A). Single prediction equation for bioelectrical impedance analysis in adults aged 20-94 years. *Nutrition*, 17, 248-253.

- Kyle, U.G., Genton, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001-B). Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years. *Nutrition*, 17, 534-541.
- Krakauer, N., & Krakauer, J. (2012). A New Body Shape Index Predicts Mortality Hazard Independently of Body Mass Index. *PLoS ONE*, 7(7), e39504.
- Loje López, C. A., Gutiérrez-Zevallos, J, Gonzales-Rojas, A., & Huamán-Saavedra, J. (2021). Prevalencia de obesidad metabólicamente sana en estudiantes de Medicina de la Universidad Nacional de Trujillo. *Horizonte Médico (Lima)*, 21(4), e1378.
- López-Jiménez, F., & Cortés-Bergoderi, M. (2011). Obesidad y corazón. *Revista Española de Cardiología*, 64(2), 140-149.
- Lukaski, H.C. (1991). Assessment of body composition using tetrapolar impedance analysis. In: R.G. Whitehead, & A. Prentice (editors), *New techniques in nutritional research* (pp. 303-15). Academic Press.
- Marra, M., Sammarco, R., De Lorenzo, A., Iellamo, F., Siervo, M., Pietrobelli, A., Donini, L. M., Santarpia, L., Cataldi, M., Pasanisi, F., & Contaldo, F. (2019). Assessment of Body Composition in Health and Disease Using Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) and Dual Energy X-Ray Absorptiometry (DXA): A Critical Overview. *Contrast Media & Molecular Imaging*, 2019, 3548284.
- Masanés, F., Culla, A., Navarro-González, M., Navarro-López, M., Sacanella, E., Torres, B., & López-Soto, A. (2012). Prevalence of sarcopenia in healthy community-dwelling elderly in an urban area of Barcelona (Spain). *Journal of Nutrition, Health & Aging*, 16(2), 184-187.
- Moreira, O. C., Alonso-Aubin, D. A., Patrocinio De Oliveira, C. E., Candia-Luján, R., & De Paz, J. A. (2015). Métodos de evaluación de la composición corporal: una revisión actualizada de descripción, aplicación, ventajas y desventajas. *Archivos de Medicina del Deporte*, 32(6), 387-394.
- NHANES. CDC. (2007). *Anthropometry Procedures Manual*.
- Okorodudu, D., Jumean, M., Montori, V., Romero-Corral, A., Somers, V., Erwin, P., López Jiménez, F. (2010). Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Obesity*, 34(5), 791-799.
- Ortega Ibarra, E., Celaya Mijangos, M., Ibarra Valdovinos, I., & Ortega Ibarra, I. (2021). Valores de corte de perímetro de cintura para predecir enfermedades crónicas no transmisibles en adolescentes. *Educación y Salud*, 10(19), 271-277.
- Prentice, A., & Jebb, S. (2001). Beyond body mass index. *Obesity Reviews*, 2(3), 141-147.
- Rodríguez Martínez, G., Sarría Chueca, A., Fleta Zaragoza, J., Moreno Aznar, L. A., & Bueno Sánchez, M. (1998). Exploración del estado nutricional y composición corporal. *Anales Españoles de Pediatría*, 48, 111-115.
- Rosales Ricardo, Y. (2012). Antropometría en el diagnóstico de pacientes obesos: una revisión. *Nutrición Hospitalaria*, 27, 1803-1809.

- Sahakyan, K., Somers, V., Rodríguez-Escudero, J., Hodge, D., Carter, R., Sochor, O., Coutinho, T., Jensen, M., Roger, V., Singh, P., & López Jiménez, F. (2015). Normal-Weight Central Obesity: Implications for Total and Cardiovascular Mortality. *Annals of Internal Medicine*, 163 (11), 827-835.
- Sardarinia, M., Ansari, R., Azizi, F., Hadaegh, F., & Bozorgmanesh, M. (2017). Mortality prediction of a body shape index versus traditional anthropometric measures in an Iranian population: Tehran Lipid and Glucose Study. *Nutrition*, 33, 105-112.
- SEEDO: Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad. (2000). Consenso SEEDO'2000 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Medicina Clínica*, 115(15), 587-597.
- Suárez Carmona, W., & Sánchez-Oliver, A. (2018). Índice de masa corporal: ventajas y desventajas de su uso en la obesidad. Relación con la fuerza y la actividad física. *Nutrición Clínica en Medicina*, 13(3), 128-139.
- Torres-Collado, L., García de la Hera, M., Navarrete-Muñoz, E., González-Palacios, S., Oncina-Cánovas, A., & Vioque, J. (2018). Prevalencia de obesidad de acuerdo a tres índices antropométricos en una muestra representativa de la Comunidad Valenciana. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 22 (4), 272-278.
- Torres-Zapata, A. E., Zapata-Gerónimo, D., Rivera-Domínguez, J., & Acuña-Lara, J. P. (2018) El obeso de peso normal. *Revista de Salud Pública y Nutrición*, 17 (2), 24-31.
- Tronieri, J. S., Wadden, T. A., Chao, A. M., & Tsai, A. G. (2019). Primary care interventions for obesity: Review of the evidence. *Current Obesity Reports*, 8(2), 128–136.
- US Preventive Services Task Force, Curry, S. J., Krist, A. H., Owens, D. K., Barry, M. J., Caughey, A. B., Davidson, K. W., Doubeni, C. A., Epling, J. W., Jr, Grossman, D. C., Kemper, A. R., Kubik, M., Landefeld, C. S., Mangione, C. M., Phipps, M. G., Silverstein, M., Simon, M. A., Tseng, C.-W., & Wong, J. B. (2018). Behavioral weight loss interventions to prevent obesity-related morbidity and mortality in adults: US Preventive Services Task Force recommendation statement: US preventive services task force recommendation statement. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 320(11), 1163–1171.
- Valdez, R., Seidell, J., Ahn, Y., & Weiss, K. (1993). A new index of abdominal adiposity as an indicator of risk for cardiovascular disease. A cross-population study. *International journal of obesity and related metabolic disorders. Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 17 (2), 77-82.
- Vega-Robledo, G. B., & Rico-Rosillo, M. G. (2019). Tejido adiposo: función inmune y alteraciones inducidas por obesidad. *Revista Alergia México*, 66(3), 340-353.
- Willis, L. H., Slentz, C. A., Houmard, J. A., Johnson, J. L., Duscha, B. D., Aiken, L. B., & Kraus, W. E. (2007). Minimal versus umbilical waist circumference measures as indicators of cardiovascular disease risk. *Obesity*, 15(3), 753-759.

- Wollner, M., Paulo Roberto, B. B., Alysson Roncally, S. C., Jurandir, N., & Edil, L. S. (2017). Accuracy of the WHO's body mass index cut-off points to measure gender- and age-specific obesity in middle-aged adults living in the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Journal of Public Health Research*, 6(2), 904.
- WHO: World Health Organization. (1995). Physical status: The use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organization Technical Report Series*, 854, 1–452.
- WHO: World Health Organization. (2000). Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO Consultation. *World Health Organization Technical Report Series*, 894, 1–253.
- WHO: World Health Organization. (2010). (6 de mayo de 2010). A healthy lifestyle-WHO recommendations. Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 17 de junio de 2022 de: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>
- WHO: World Health Organization. (2021). (9 de junio de 2021). Obesidad y sobrepeso. Datos y cifras. Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 17 de junio de 2022 de: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- WHO: World Health Organization. (2022). WHO European Regional Obesity Report 2022. Copenhagen (Denmark): World Health Organization Regional Office for Europe.
- Zaslavsky, O., Rillamas-Sun, E., LaCroix, A., Woods, N., Tinker, L., Zisberg, A., Shadmi, E., Cochrane, B., Edward, B., Kritchevsky, S., Stefanick, M., Vitolins, M., Wactawski-Wende, J., & Zelber-Sagi, S. (2016). Association Between Anthropometric Measures and Long-Term Survival in Frail Older Women: Observations from the Women's Health Initiative Study. *Journal of the American Geriatrics Society*, 64(2), 277-284.
- Zierle-Ghosh, A., & Jan, A. (2022). Physiology, Body Mass Index. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing.
- Zhang, Z., Deng, J., He, L., Ling, W., Su, Y., & Chen, Y. (2013). Comparison of Various Anthropometric and Body Fat Indices in Identifying Cardiometabolic Disturbances in Chinese Men and Women. *PLoS One*, 8(8), e70893.
- Zhang, J., Fang, L., Qiu, L., Huang, L., Zhu, W., & Yu, Y. (2017). Comparison of the ability to identify arterial stiffness between two new anthropometric indices and classical obesity indices in Chinese adults. *Atherosclerosis*, 263, 263-271.
- Zhou, B.F., & Cooperative Meta-Analysis Group of the Working Group on Obesity in China. (2002). Predictive values of body mass index and waist circumference for risk factors of certain related diseases in Chinese adults--study on optimal cut-off points of body mass index and waist circumference in Chinese adults. *Biomedical and Environmental Sciences*, 15(1), 83-96.

Zhou, Z., Macpherson, J., Gray, S. R., Gill, J. M. R., Welsh, P., Celis-Morales, C., Sattar, N., Pell, J. P., & Ho, F. K. (2021). Are people with metabolically healthy obesity really healthy? A prospective cohort study of 381,363 UK Biobank participants. *Diabetologia*, 64(9), 1963–1972.

Zulet Fraile, P., Lizancos Castro, A., Andía Melero, V., González Antigüedad, C., Monereo Megías, S., & Calvo Revilla, S. (2019). Relación de la composición corporal medida por DXA con el estilo de vida y la satisfacción con la imagen corporal en estudiantes universitarios. *Nutrición Hospitalaria*, 36(4), 919-925.