

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**TESIS DOCTORAL**

**Componentes del Síndrome Metabólico en población  
infanto-juvenil española**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTORA

PRESENTADA POR

**María Sánchez Álvarez**

DIRECTORAS

**María Dolores Marrodán Serrano**  
**Consuelo Prado Martínez**

Madrid

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**



**TESIS DOCTORAL**

Componentes del Síndrome Metabólico en población infanto-juvenil española

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

María Sánchez Álvarez

DIRECTOR

Maria Dolores Marrodán Serrano  
Consuelo Prado Martínez

**TESIS DOCTORAL 2020**



---

**COMPONENTES DEL SINDROME METABOLICO  
EN POBLACION INFANTO-JUVENIL ESPAÑOLA**

---



María Sánchez Álvarez  
Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad Complutense de Madrid  
Dirigida por:  
María Dolores Marrodán Serrano y  
Consuelo Prado Martínez

LA DRA. MARÍA DOLORES MARRODÁN SERRANO  
PROFESORA TITULAR DEL DEPARTAMENTO DE  
BIODIVERSIDAD, ECOLOGÍA Y EVOLUCIÓN DE LA  
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNIVERSIDAD  
COMPLUTENSE DE MADRID Y LA DRA. CONSUELO PRADO  
MARTINEZ PROFESORA TITULAR DEL DEPARTAMENTO DE  
BIOLOGÍA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID.

CERTIFICAN QUE:

La memoria titulada “**Componentes del Síndrome Metabólico en población infanto-juvenil española**” que presenta Dña. **María Sánchez Álvarez** para optar al Título de Doctora en Biología, ha sido realizada en el Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución de la Universidad Complutense de Madrid bajo nuestra dirección. Autorizamos su presentación a la Comisión de Doctorado al considerar que constituye un trabajo de Tesis y reúne todas las condiciones necesarias para su defensa.

Para que así conste, firmamos este certificado en Madrid a 18 de septiembre de 2020.



María Dolores Marrodán Serrano



Consuelo Prado Martínez

---

Este estudio se ha realizado en el Grupo de Investigación EPINUT-UCM (ref. 920325) y ha contado con financiación de este para el desarrollo del trabajo y la formación investigadora.

*Los iconos empleados en la cubierta y contenido de este documento proceden de la página [www.flaticon.es](http://www.flaticon.es).*

---



*A Inés, Benito y Ana.*

*A los de casa.*

***“Every generation of children, in fact, offers mankind the possibility of rebuilding his ruin of a world”***

***“Cada generación de niños ofrece a la humanidad la posibilidad de reconstruir el mundo de su ruina”***

*Eglantine Gebb, fundadora de Save the Children.*



# AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría dar las gracias a todos los miembros del Grupo de Investigación Epinut-UCM, que han sido una familia académica en cuyo seno he ido formándome para ser investigadora: a la Dra. Noemí López Ejeda, por su amistad sincera y por ser un referente académico siempre dispuesta a ayudar a los que venimos detrás, gracias a ti estamos realizando el Proyecto Aprendizaje-Servicio Mejorando la Alimentación y la Condición Física en San Cristóbal, eres Lola 2; a Jesús Román, a la SEDCA y Fundación Alimentación Saludable por permitirme participar en tantas actividades de formación; a Marisa González-Montero de Espinosa que confió en mi para escribir juntas mi primer artículo en Antropo, a Juan Francisco Romero Collazos por ayudarme más allá de lo académico. Gracias a los miembros de la U.D. de Antropología Física de la Universidad Complutense de Madrid, profesores, alumnos y a Susi.

Gracias a todos los compañeros de doctorado. A las personas de Biología: A Ana Alaminos Torres, por la aventura compartida de diseñar el estudio de Identificación del Perfil socio-ecológico ligado a la nutrición y salud del barrio de San Cristóbal de los Ángeles del Proyecto Vives Emplea-Despega San Cristóbal de Acción Contra el Hambre España, “*¡pa’habernos matao!*”, y por los cafés. A Roberto Pedrero Tomé por ser el mejor compañero que podía tener en los proyectos de cooperación internacional en investigación. Gracias a las directoras de estos proyectos internacionales, a la Dra. Cristina Herrero Jáuregui y a la Dra. Belén Acosta Gallo, por su amabilidad al contar conmigo para participar de esta colaboración UCM-Universidad de El Salvador-Asociación para la Cooperación y el Desarrollo Comunidad de El Salvador (CORDES)-Fundación del Valle-Alcaldía de Tecoluca. También gracias a cada una de estas entidades. A nuestra enfermera aventurera Patricia Rodríguez Camacho, por ser una gran compañera y por su labor admirable en Mizan-Teferi, Etiopía. A la compañera nutricionista Andrea Calderón García, por su energía contagiosa.

En segundo lugar quiero agradecer la posibilidad de realizar esta tesis a mi familia: a mis padres, a Inés Álvarez y a Benito Sánchez. Un equipazo de educadores de Solana de Ávila y Zapardiel de la Cañada respectivamente. Gracias por ser mis modelos de trabajo duro, buen humor, paciencia, y compromiso. No hay mejor suerte que venir a nacer en una casa en la que apoyan y alientan tus sueños. Gracias a mi hermana Ana por recordarme regularmente que sólo hace falta enfocarse y perseverar para ir cumpliendo

retos, también gracias por ayudarme a encontrar empleos que me han permitido continuar con la carrera investigadora, y por ser (*¡yo lo que Ani!*) varios de mis modelos: concretamente es la modelo de antropometría de esta tesis. Y donde hay una gran modelo, hay un gran fotógrafo, así que gracias al más salado que he podido tener, a Daniel Castro Estefanía, su chico y genial padre de India. Gracias también a Indi por tanto cariño. No me guardes rencor por estar en El Salvador cuando naciste. Os quiero un montón.

En tercer lugar quiero dar las gracias por su apoyo incondicional a mis compañeros y amigos: a mis compañeras del Máster de Antropología Física, especialmente a Susana Fernández-Cerezo, Lénika de Simone, y a Nieves Candelas González por realizar el seguimiento de esta aventura que comenzó en 2015. A mis colegas argentinas Maria José Bustamante y a Hanna Fritz-Heck, ¡ya os queda menos! A mis colegas de Save the Children de campamentos externos y Centro de Recursos para la Infancia y Adolescencia de Puerto Rubio, Vallecas, que trabajan para hacer una realidad mejor para infancia, estoy muy orgullosa de vosotras. A Gonzalo Soberón por ayudarme con el *abstract*. A los *chat@s*: a Celia Largo (siempre dispuesta a escuchar a su *Chu* aunque ahora viva un poquito más lejos), a Alberto Ochoa (que sabría resumir esta tesis perfectamente en cinco folios apaisados), a María Miranda (la mejor coordinadora de quedadas desde tiempos inmemoriales), a Javier Molpeceres, a Sara Rabadán (atenta permanentemente a cómo estamos) y a Sara López-Pesquera (el dinamismo y buen humor hecho enfermera). A Paloma Otero, a Jorge Chicaiza, y *amig@s* no nombrados. A Mayte y a los compañeros de cuarentena, especialmente a Cipri, mi espeleo-informático favorito.

Para ir finalizando quiero expresar mi agradecimiento a la Dra. Consuelo Prado Martínez. Gracias por los datos de niños y adolescentes, por la amplia bibliografía que he podido consultar gracias a ti, por los ánimos y por los sabios consejos sobre aspectos formales. Es una suerte que una persona con ese currículum te acepte como doctoranda.

Por último gracias a la Dra. María Dolores Marrodán Serrano. Yo llegué al despacho al final de mi licenciatura para ofrecer mi colaboración sin tener ni idea de que me enamoraría de la Antropología ni de la gran suerte que iba a tener con mi tutora: un regalo de conocimiento, apoyo, confianza, guía y afecto. Una amiga a la que podía explicar sin miedo las dificultades y alegrías que me iba ocurriendo durante estos años. Gracias Lola por posibilitar mi formación académica y por ayudarme más allá de esta tesis: por ver siempre el lado bueno de las cosas, por sonreír ante la adversidad como buena scout y por proteger a los “menores” que nos acercamos. De mayor quiero ser tú.

# ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	12
<b>ABSTRACT</b>	19
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS</b>	30
1.1.- Diagnóstico del Síndrome Metabólico en la infancia y adolescencia	31
1.2.- Prevalencia del Síndrome Metabólico infanto-juvenil	41
1.3.- Etiología del SMet y justificación del presente estudio	53
1.4.- Objetivos	57
<b>CAPÍTULO 2: MATERIAL Y MÉTODOS</b>	
2.1.- Descripción de la muestra	63
2.2.- Variables antropométricas	72
2.2.1.- Variables antropométricas directas	72
2.2.2.- Variables antropométricas derivadas para el análisis de tamaño, forma y composición corporal	77
2.3.- Metodología para el análisis de variables fisiológicas y metabólicas	95
2.4.- Metodología para el análisis de hábitos de vida	100
2.4.1.- Análisis del comportamiento alimentario	100
2.4.2.- Análisis de la actividad física y el sueño	102
2.5.- Metodología estadística	103
<b>CAPÍTULO 3: RESULTADOS</b>	
3.1.- Evolución de las medidas antropométricas por sexo y edad	109
3.2.- Evolución de las variables fisiometabólicas por sexo y edad	115
3.3.- Condición nutricional por sexo y edad	117

3.3.1-	Condición nutricional evaluada mediante el IMC	117
3.3.2-	Condición nutricional evaluada mediante el %GC	118
3.3.3-	Condición nutricional evaluada mediante el ICT	119
3.4-	Edad de Menarquia	120
3.5-	Adherencia a la dieta mediterránea	123
3.6-	Perfil nutricional de la ingesta	127
3.7-	Actividad física	134
3.8-	Horas de sueño	135
3.9-	Prevalencia de alteraciones fisiometabólicas	137
3.10	Asociación entre variables fisiometabólicas y condición nutricional	141
3.10.1-	Variables fisiometabólicas e IMC	141
3.10.2-	Variables Fisiometabólicas y adiposidad corporal relativa	145
3.10.3-	Variables fisiometabólicas y obesidad abdominal	149
3.11.-	Asociación entre la calidad de dieta y SMet	153
3.12-	Asociación entre perfil antropométrico y hábitos de vida con el SMet	155
3.13-	Predicción de componentes de SMet a partir de antropometría	157
3.13.1.-	Predicción de la presión arterial elevada	157
3.13.2.-	Predicción de la hiperglucemia e hipercolesterolemia	166
3.13.3.-	Predicción de la concurrencia de componentes de SMet	173

## **CAPÍTULO 4:DISCUSIÓN**

4.1.-	Estado nutricional de los participantes	180
4.2.-	Estado de las variables fisiológicas de los participantes	205
4.3.-	Edad de menarquia	207
4.4.-	Comportamiento alimentario	213
4.5.-	Factores asociados a la presencia de componentes de SMet	222

## **CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES**

5.1- Conclusiones 236

5.2- Consideraciones 240

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS** 245

**LISTADO DE ABREVIATURAS** 289



# RESUMEN





Este es un estudio transversal sobre 465 niños y 549 niñas de 9 a 16 años escolarizados en centros públicos y concertados de Pozuelo de Alarcón, Tres Cantos, distrito de Chamartín y barrio de Santa Eugenia de Madrid durante los cursos 2013-2014 y 2014-2015. El nivel de renta de los padres era medio-alto, su nivel educativo era medio, y su ocupación laboral mayoritaria la de obrero no cualificado.

La información paterna/materna se obtuvo mediante encuestas que se hicieron llegar a las familias junto con el consentimiento informado de participación de los menores. Para realizar la investigación se contó con la aprobación del comité de bioética de la Universidad Autónoma de Madrid y se siguieron las directrices de la normativa de Helsinki y de la Ley Orgánica de Protección de Datos española.

**El objetivo general de la presente investigación ha sido analizar la prevalencia de alteraciones fisiometabólicas que componen el SMet en edad escolar, identificar hábitos de vida potencialmente responsables de su desarrollo y examinar su asociación con indicadores antropométricos que puedan servir para su identificación y diagnóstico precoz.**

Siguiendo la técnica antropométrica del Programa Internacional de Biología, se midieron peso (kg), estatura (cm), perímetros (cm) de cintura umbilical, cadera y mesobraquial, así como pliegues adiposos subcutáneos del bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco. A partir de estas dimensiones se calcularon índices de tamaño y forma: Índice de Masa Corporal (IMC), Índice de Masa Triponderal (IMT), Índice Ponderal de Rohrer (IPR), Índice de Cintura Cadera (ICC), Índice Cintura-Talla (ICT), Índice de Conicidad (IC), Índice de Forma Corporal (IFC), Índice de Redondez Corporal (IRC), Índice de Masa Grasa Abdominal (IMA o BMAI), e Índice de Distribución de la Grasa (IDGC). Se estimó el porcentaje de grasa corporal (%GC) previo cálculo de la Densidad (D) aplicando fórmulas apropiadas al sexo y edad a partir del sumatorio de

pliegues. Así mismo se analizó la composición corporal a nivel mesobraquial estimando las áreas total (ATB), magra (AMB) y grasa (AGB) y el correspondiente Índice Adiposo Braquial (IAB). En la serie femenina se recabó información sobre la aparición de la menarquia y la edad a la que ocurrió para establecer edad media poblacional tanto por el método probítico como por el retrospectivo. Paralelamente se analizaron variables fisiológicas como la presión arterial (PA, mmHg) con un tensiómetro digital y la capacidad vital (cm<sup>3</sup>) con un espirómetro portátil. Se determinaron los niveles séricos de glucosa (mg/dl) y colesterol (mg/dl) en ayunas a partir de sangre periférica tomada con punción digital y autoanalizador de tiras reactivas.

Por lo que respecta a los hábitos de vida, se analizó el perfil de la ingesta a partir de un cuestionario recordatorio 24 horas y la calidad de la dieta utilizando el índice Kidmed; se preguntó por las horas diarias de sueño y las dedicadas a la actividad física y el deporte extraescolar.

Se efectuaron pruebas paramétricas y no paramétricas para el contraste de medias y proporciones a nivel univariante y multivariante y modelos de regresión probítica y logística para analizar la asociación entre variables. Se aplicaron curvas ROC para valorar eficacia de los indicadores antropométricos en la identificación de componentes del SMet.

Los **resultados sobre variables fisiometabólicas** mostraron que la PA aumentó con la edad, así como la capacidad vital, que mostró promedios superiores en varones. La glucosa sanguínea se mantuvo estable con aumentos ligados al desarrollo puberal, y los niveles de colesterol permanecieron entre 132 mg/dl-159 mg/dl en la serie masculina y 139 mg/dl-157 mg/dl en la femenina. La prevalencia de hipertensión arterial con criterio de percentil 90 (P90) fue del 5,3% para la sistólica y del 6,3% para la diastólica. La hiperglucemia afectó al 14,4% tomando como límite 100 mg/dl. La prevalencia de hipercolesterolemia fue del 13,7% tomando el P75 de la referencia RICARDIN. La edad

de menarquia estimada por el método probítico resultó de 11,94 años y por el retrospectivo  $12,23 \pm 1,10$ , cifras inferiores a las reportadas para población urbana madrileña en las últimas décadas sugiriendo un descenso secular.

Respecto a los **hábitos** alimentarios, el valor promedio de la puntuación Kidmed fue  $4,28 \pm 1,94$ , correspondiente a nivel medio de adherencia a la Dieta Mediterránea: el 10% de los escolares mostraron dieta de calidad óptima y el 60% dieta aceptable. La ingesta diaria promedio entre los 9 y 12 años fue  $2024,48 \pm 405,76$  kcal en niños y  $2004 \pm 439,48$  kcal en niñas y entre los 13 y los 16 años  $2075,15 \pm 455,39$  kcal y  $1808,07 \pm 546,84$  kcal diarias respectivamente. Esta cifra cubre el 82% y el 79,09% de las necesidades masculinas y el 87,15% y 72,32% de las femeninas según intervalos de edad. Los escolares con dieta de baja calidad registraron mayor prevalencia de hipertensión que los de calidad de dieta media, no detectándose hipertensos entre los sujetos con dietas de alta calidad.

Los varones dedicaron al deporte extraescolar  $5,03 \pm 3,67$  horas a la semana y las mujeres  $2,39 \pm 2,56$ . Las recomendaciones de la OMS de una hora de actividad física diaria fueron cumplidas por el 55,1% de los niños y el 16% de las niñas. La actividad física funciona como factor protector ya que los escolares que practicaban deporte extraescolar o que realizaban al menos una hora de actividad física diaria disminuyeron el riesgo de padecer al menos dos componentes de Smet en torno a un 20% (OR: 0,79 y OR: 0,78 respectivamente).

Las horas de sueño se redujeron con la edad pasando de  $9,35 \pm 0,89$  a  $8,25 \pm 0,79$  en los varones y de  $9,30 \pm 1,01$  a  $8,10 \pm 0,77$  en las niñas. El 14,1% de los niños y el 19,7% de las niñas no llegaba a dormir 8-10 horas diarias. La privación de sueño estuvo negativamente asociada al Smet (OR: 1,59).

En el **examen de los indicadores antropométricos** se encontró que los niveles de colesterol y glucosa se incrementaron con el exceso ponderal evaluado por IMC, %GC, y con la obesidad abdominal valorada por el ICT. La capacidad vital aumentó desde la categoría de insuficiencia ponderal hasta la de sobrepeso, pero disminuyó en los sujetos obesos. Se observó que la condición de sobrepeso clasificada por IMC incrementó el riesgo de padecer al menos dos componentes fisiometabólicos de SMet en 2,13 veces mientras un IMC de obesidad aumentaba dicho riesgo 3,16 veces. Al mismo tiempo, tener un %GC por encima del P90 de la referencia, multiplica el riesgo por 1,69 y la presencia de obesidad abdominal lo duplica (OR: 2,6). El análisis de curvas ROC puso en evidencia la elevada eficacia de IMT, ICT, suma de pliegues e IMA para identificar estado hipertensivo y presencia simultánea de al menos de 2 componentes de SMet. Se ofrecen puntos de corte útiles para diagnóstico precoz de componentes del SMet en población pediátrica y adolescente española.



# ABSTRACT





This is a cross-sectional study on a sample of 465 boys and 549 girls from 9 to 16 attending public and subsidized schools in Pozuelo de Alarcón, Tres Cantos, Chamartín district and Santa Eugenia district of Madrid during the 2013-2014 and 2014-2015 academic years. The income level of parents was medium-high, the educational level of them was medium, and the majority job occupation was unskilled worker.

Parental information were obtained through questionnaires given to the families join to informed consent documents explaining what tests were to be carried out on their children. To carry out this study, the approval of the bioethics committee of the Autonomous University of Madrid was received, and the guidelines of the Helsinki as well as the Spanish Organic Law of Protection of Personal Data were respected.

**The general objective of this research has been to analyse the prevalence of physiometabolic alterations that constitute the MetS in school age, to identify life habits potentially responsible for its development and examine its association with anthropometric indicators that can serve for its identification and early diagnosis.**

Following the anthropometric technique of the International Biology Program (IBP), weight (kg), height (cm), umbilical waist, hip and mesobrachial perimeters (cm) were measured, as well as subcutaneous adipose folds of the biceps, triceps, subscapular and suprailiac. From these dimensions, informative size and shape indexes were calculated: Body Mass Index (BMI), Tri-ponderal mass index (TMI), Rohrer Ponderal Index (RPI), Waist-Height Ratio or Waist-to-Stature Ratio (WHtR or WSR), Waist-hip Ratio (WHR), Conicity Index (CI), Body Shape Index (ABSI), Body Roundness Index (BRI), Body Mass Adiposity Index (BMAI) and Body Fat Distribution Index (BFDI). The percentage of body fat (%BF) was estimated after calculating the Density (D) applying formulas appropriate to sex and age to the sum of folds. Likewise,

the body composition was analyzed at the mesobrachial level, estimating the total area of the arm section (TAA), the muscle area of the arm (MAA), the fat area of the arm (FAA), and the percentage of Arm Fat (%AF). In the female series, information was collected on the appearance of menarche and the age at which it occurred, in order to establish the average population age by both the probitic and retrospective methods. In parallel, physiological variables such as arterial pressure (BP, mmHg), measured with a digital blood pressure monitor, and vital capacity (cm<sup>3</sup>) measured with a portable spirometer were analyzed. Fasting serum glucose (mg/dl) and cholesterol (mg/dl) levels were determined from peripheral blood taken by fingerstick and determined with a test strip autoanalyzer.

With regard to lifestyle habits, the intake profile was analyzed using a 24-hour reminder questionnaire and the quality of the diet through Kidmed index. Questions were raised about the daily hours of sleep as well as those dedicated to physical activity and extracurricular sports.

Parametric and non-parametric tests were carried out for the contrast of averages and proportions at the univariant and multivariate level and probitic and logistic regression models to analyze the association between variables. They were applied as ROC curves to assess the effectiveness of the anthropometric indicators in the identification of the components of the MetS.

**Results of prevalence of physiometabolic alterations** show that BP increased with age, as well as vital capacity, which showed higher averages in men. Blood glucose remained stable during the ages studied with increases linked to pubertal development, and cholesterol levels remained in a range between 132 mg/dl-159 mg/dl in the male series and 139 mg/dl-157 mg/dl in the women. The prevalence of arterial hypertension

with percentile 90 (P90) criteria was 5.3% for systolic and 6.3% for diastolic. Hyperglycemia affected 14.4%, taking 100 mg/dl as a limit. The prevalence of hypercholesterolemia was 13.7% taking the P75 of the RICARDIN reference. The menarche age estimated by the probitic method was 11.94 years and by the retrospective method  $12.23 \pm 1.10$ , lower figures than those reported for the urban population of Madrid in the last decades, which suggests a secular decline in this characteristic.

Related to food intake **habits**, the average value of the Kidmed score was  $4.28 \pm 1.94$ , showing a medium level of adherence to the Mediterranean diet: 10% of the schoolchildren were classified with an optimal diet and 60% with an acceptable diet. The average daily intake between 9 and 12 years was  $2024.48 \pm 405.76$  kcal in boys and  $2004 \pm 439.48$  kcal in girls, and between 13 and 16 years  $2075.15 \pm 455.39$  kcal and  $1808.07 \pm 546.84$  kcal per day respectively. This figure covers 82% and 79.09% of the needs in boys and 87.15% and 72.32% in girls series according to age ranges. Schoolchildren who followed a low-quality diet recorded a higher prevalence of hypertension than those with a medium-quality diet, and no hypertensive was detected among subjects with high-quality diets.

Males devoted  $5.03 \pm 3.67$  hours a week to extracurricular sports and women  $2.39 \pm 2.56$ . The WHO recommendations for one hour of daily physical activity were met by 55.1% of the boys and 16% of the girls in this study. Physical activity works as a protective factor since schoolchildren who practiced extracurricular sports or who did at least one hour of daily physical activity decreased the risk by around 20% (OR: 0.79 and OR: 0,78 respectively).

The hours of sleep decreased with age in both sexes, going from  $9.35 \pm 0.89$  to  $8.25 \pm 0.79$  in men and from  $9.30 \pm 1.01$  to  $8.10 \pm 0.77$  in girls. 14.01% of the male series

and 19.7% of the female series did not sleep 8-10 hours a day. Not sleeping the necessary hours was also negatively associated with MetS (OR: 1.59).

**Focussing on anthropometric indicators** it was found that cholesterol and glucose levels increased with weight excess assessed by BMI, % BF, and with abdominal obesity assessed by WSR. Vital capacity increased from underweight to overweight category but decreased in obese subjects. The condition of overweight classified by BMI increased the risk of suffering from at least two components of MetS by 2.13 times while a BMI of obesity increased said risk 3.16 times. At the same time, having a %BF above the P90 of the reference multiplies the risk by 1.69 and the presence of abdominal obesity doubles it (OR: 2.6). ROC analyses demonstrated the efficacy of TMI, WSR, sum of folds and BMAI to identify hypertensive status and the simultaneous presence of at least 2 components of MetS. Cut-off points are offered that can be used for the early diagnosis of the components of MetS in the Spanish pediatric and adolescent population.



CAPÍTULO 1:  
**INTRODUCCIÓN Y  
OBJETIVOS**





A finales del siglo XX, el endocrinólogo Gerald M. Reaven propuso la teoría de que la obesidad, la diabetes y la hipertensión arterial podrían tener causa común en la resistencia a la insulina (RI) y en la intolerancia a la glucosa. Dicho autor designó la concomitancia de estos síntomas como “Síndrome X” (Reaven, 1988) que es lo que hoy se conoce, entre otros nombres, como Síndrome de Insulino-resistencia o Síndrome Metabólico (SMet). En adultos se ha definido el SMet como una agrupación de alteraciones metabólicas –obesidad central, dislipidemia, RI y /o intolerancia a la glucosa, y presión arterial elevada (Grundy, 2005) que, si bien no para todos los profesionales de la salud tienen entidad diagnóstica propia, juntas predisponen fuertemente para la enfermedad cardiovascular (Fall e Ingelson, 2014). El SMet aumenta la morbilidad de las poblaciones tanto en los países desarrollados como en los de economía emergente y es un problema de salud que, a nivel mundial y según los datos ofrecidos por organismos internacionales, afecta aproximadamente al 25% de los adultos (Moreira et al., 2014). A nivel global, en 2016 las patologías cardiovasculares fueron causa de 17,6 millones de muertes y se estima que esta cifra pueda alcanzar los 25 millones para final de la presente década, representando casi la mitad de los fallecimientos por enfermedades no transmisibles (GBD, 2016). Teniendo en cuenta el gran impacto del SMet sobre la salud pública, diferentes organismos y asociaciones científicas se ha ocupado de elaborar propuestas que sirvan para su diagnóstico.

Diversos organismos internacionales han formulado criterios para el diagnóstico del SMet en población adulta, que se resumen en la tabla II, y que se desarrollaron con mayor alcance en los trabajos de Sanchez-Álvarez (2014) y Rincón-Mancheño (2017). Algunos trabajos han demostrado que el grado de acuerdo cuando se aplica una u otra propuesta, arroja resultados que pueden variar ostensiblemente (Fernández-Bergés *et al.*, 2011; Forero *et al.*, 2013; Bolívar Mejía *et al.*, 2019).

## 1.1. Diagnóstico del síndrome metabólico en la infancia y adolescencia

En la primera década del siglo XXI, y con el incremento de la obesidad infantil a nivel mundial, surge el interés por diagnosticar en los menores la presencia de otros componentes fisiometabólicos relacionados con el SMet, con la idea de establecer mejores estrategias de carácter preventivo. La mayor parte de las definiciones de dicho síndrome en niños y jóvenes son adaptaciones de los criterios establecidos para la población adulta (Hernández y Mericq, 2011) y se han ido desarrollando a partir de estudios epidemiológicos efectuados a partir de muestras más o menos consistentes. La tabla I2 resume las principales propuestas publicadas por diversos autores que se han ocupado del tema.

Continuando con el diagnóstico de SMet en población infantil y adolescente hay una falta de consenso sobre los criterios que deben aplicarse. Por el momento no existe una definición armonizada para esta patología, caracterizada por la agregación de componentes fisiometabólicos que generalmente acompañan a la sobrecarga ponderal. Como señala García-García (2015), el SMet infantil preocupa cada vez más a los pediatras y a otros profesionales de la salud dado el incremento experimentado a lo largo de los últimos años en paralelo al aumento de la obesidad en edades tempranas. Se trata de una complicación relacionada con alteraciones metabólicas que actúan como factores de riesgo, predisponiendo a la enfermedad cardiovascular y la diabetes tipo 2 (DM2).

**Cook et al.**, (2003) elaboraron una propuesta a partir de un estudio transversal sobre 2430 sujetos entre 12 y 19 años con datos procedentes de la Tercera Encuesta Nacional de Salud y Nutrición sobre población civil de los Estados Unidos de América (*Third National Health and Nutrition Examination Survey*, NHANES III) llevado a cabo entre 1988 y 1994. Dichos autores modificaron los criterios para adultos, adaptando los parámetros de diagnosis en función de las recomendaciones dadas por el Panel de

Expertos en Niveles de Colesterol en Niños y Adolescentes perteneciente al Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol (*National Cholesterol Education Program*, NCEP 1991) así como de las referencias pediátricas publicadas por la Asociación Americana de la Diabetes (*American Diabetes Association*, ADA) en 2000. Por lo que se refiere a los puntos de corte para la hipertensión, se recurre a los valores por edad, sexo y talla dados por el Programa Educativo Nacional sobre Presión Arterial Elevada, o NHBPEP por sus siglas en inglés, *National High Blood Pressure Education Program*, desarrollado en 1994.

**Goodman et al.**, (2004) aplicaron los criterios establecidos para población adulta en adolescentes estadounidenses comprobando que la prevalencia de SMet variaba ostensiblemente según se utilizara la normativa dictada en 2001 por el Panel III de Tratamiento de Adultos del Programa Nacional para la Educación sobre el Colesterol de los Estados Unidos (*National Cholesterol Education Programme Adult Treatment Panel III*, NCEP-ATP III) o la de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1998 (Alberti y Zimmet, 1998). En dicho trabajo, se modificó únicamente, en la segunda de las normas, el punto de corte para el Índice de Masa Corporal (IMC), sustituyendo el valor de IMC igual o mayor de 30 kg/m<sup>2</sup> por un IMC igual o mayor que el correspondiente al percentil P95 de acuerdo con sexo y edad. Sobre una muestra de 1513 estudiantes entre 12 y 19 años de distinto origen étnico (“blancos”, “negros” e “hispanos” según la categorización de los autores) la proporción de SMet definida por el NCEP-ATP III resultó del 4,2% frente al 8,4% cuando se aplicaron las directrices de la OMS.

**Tabla II.** Criterios para diagnóstico de SMet en adultos según diversos organismos y sociedades científicas. Tomado de Rincón Mancheño, 2017.

<b>Criterio</b>	<b>OMS (1998)</b>	<b>EGIR (1999)</b>	<b>ATP III (2001)</b>	<b>AACE (2003)</b>	<b>FID (2005)</b>	<b>AHA/NHLBI (2005)</b>
<b>Glucemia en ayunas</b>	≥ 110 mg/dl.	≥ 110 mg/dl.	≥ 110 mg/dl.	Glicemia elevada. No DM2.	≥ 110 mg/dl incluyendo DM2.	≥ 110 mg/dl.
<b>Resistencia a la insulina</b>	SI	SI	NO	NO	NO	NO
<b>Obesidad</b>	Cintura/cadera > 0,9 en hombres o > 0,85 en mujeres y/o IMC > 30 kg/m <sup>2</sup> .	Perímetro cintura ≥ 94 cm en hombres y ≥ a 80 cm en mujeres.	Perímetro cintura ≥ 100 cm en hombres y ≥ a 88 cm en mujeres.	Perímetro cintura > 102 cm en hombres y > a 88 cm en mujeres y/o IMC ≥ 25.	Perímetro cintura ≥ 94 cm en hombres y > 80 cm en mujeres.	Perímetro cintura ≥ 102 cm en hombres y ≥ a 88 cm en mujeres.
<b>Triglicéridos</b>	≥ 150 mg/dl.	> ≥ 150 g/dl.	≥ 150 mg/dl.	≥ 150 mg/dl.	≥ 150 mg/dl.	≥ 150 mg/dl.
<b>Colesterol HDL</b>	< 35 mg/dl en hombres y <39 mg/dl en mujeres.	< 35 mg/dl.	≤ 40 mg/dl en hombres y ≤ 50 mg/dl en mujeres.	≤ 40 mg/dl en hombres y ≤ 50 mg/dl en mujeres.	≤ 40 mg/dl en hombres y ≤ 50 mg/dl en mujeres.	≤ 40 mg/dl en hombres y ≤ 50 mg/dl en mujeres.
<b>Presión arterial</b>	≥ a 140/90 mmHg	≥ a 140/90 mmHg	≥ 130-85 mmHg	≥ 130-85 mmHg	> 130 mmHg o diastólica > 85 mmHg	≥ 130-85 mmHg
<b>Microalbúmina</b>	SI. Excreción urinaria de albúmina ≥ 20 µg/min.	NO	NO	NO	NO	NO

**Tabla I2.** Resumen de criterios para diagnóstico de SMet en edad pediátrica según diversos organismos y sociedades científicas.

<b>Criterio</b>	<b>Cook et al., 2003</b>	<b>de Ferranti et al., 2004</b>	<b>Cruz y Goran., 2004</b>	<b>Weiss et al., 2004</b>	<b>Ford et al., 2005</b>	<b>Alberti et al., 2007 (FID)</b>	<b>Agirbasli et al., 2016 (BHS)</b>
<b>Premisa</b>	Reunir 3 síntomas o más.	Reunir 3 síntomas o más.	Reunir 3 síntomas o más.	Reunir 3 síntomas o más.	Reunir 3 síntomas o más.	Reunir obesidad abdominal + 2 síntomas.	Reunir obesidad + 3 síntomas.
<b>Obesidad</b>	PC $\geq$ Percentil 90 (NHANES III)	PC $\geq$ Percentil 75	PC $\geq$ Percentil 90 (NHANES III)	IMC $\geq$ 2 DE de la referencia	PC $\geq$ Percentil 90 (NHANES III)	PC $\geq$ Percentil 90	PC $>$ 90. ICT $>$ 0,5. IMC $>$ Percentil 75.
<b>Presión arterial</b>	$\geq$ Percentil 90 (NHBPEP).	$>$ Percentil 90.	$>$ Percentil 90 (NHBPEP).	$>$ Percentil 95 (NHBPEP).	$\geq$ Percentil 90 (NHBPEP)	$\geq$ 130/85 mmHg.	$>$ Percentil 75. $\geq$ 115/75 mmHg.
<b>Glucemia en ayunas</b>	$\geq$ 110 mg/dl (NCEP)	$\geq$ 110 mg/dl	140-200 mg/dl (ADA)	140-200 mg/dl (ADA)	$\geq$ 110 mg/dl (análisis adicional con $\geq$ 100 mg/dl).	$\geq$ 100 mg/dl o diabetes tipo II diagnosticada.	$\geq$ 100 mg/dl $>$ Percentil 75.
<b>Triglicéridos</b>	$\geq$ 110 mg/dl (NCEP).	$\geq$ 100 mg/dl.	$\geq$ Percentil 90 (NHANES III).	$>$ Percentil 95 (NGHS*).	$\geq$ 110 mg/dl (NCEP).	$\geq$ 150 mg/dl.	$\geq$ 100 mg/dl.
<b>Colesterol HDL</b>	$\leq$ 40 mg/dl (NCEP)	$\leq$ 45 mg/dl (Varones de 15 a 19). $\leq$ 50 mg/dl (Mujeres y varones de otras edades).	$\leq$ Percentil 10 (NHANES III).	$\leq$ Percentil 5 (NGHS*).	$\leq$ 40 mg/dl (NCEP).	$<$ 40 mg/dl.	$<$ Percentil 25.

\* Estudio Nacional estadounidense de Crecimiento y Salud, *National Growth and Health Study* del *National Heart, Lung and blood institute*.

**De Ferranti et al.**, (2004) trabajaron igualmente con los datos de adolescentes entre 12 y 19 años procedentes del estudio NHANES III. Los autores, indican que extrapolan los criterios de adultos tomando como puntos de corte para el colesterol y triglicéridos valores equivalentes a los publicados por el *Lipid Research Clinics Programme Epidemiology Committee* en 1979. Usan el perímetro de la cintura (PC) como medida de obesidad central, considerando el percentil 75 de las referencias publicadas por Daniels *et al.*, (2000). Para evaluar la hipertensión recomiendan los patrones publicados por el Grupo de Trabajo en Control de la Hipertensión en niños y adolescentes del Programa Nacional de Educación sobre Presión Arterial Elevada, el *National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents* (1996).

En el mismo año **Cruz y Goran**, (2004), a partir de una muestra de niños y niñas estadounidenses de origen hispano con sobrepeso y de edades comprendidas entre los 8 y 13 años, desarrollan una definición pediátrica de SMet tomando como modelo las consideraciones del ATP III en adultos. Proponen puntos de corte para las variables séricas y antropométricas que son una combinación de recomendaciones publicadas en guías clínicas y estudios poblacionales de carácter nacional. En concreto, proponen para la definición de SMet en niños y adolescentes la agregación de tres o más de los síntomas que se recopilan en la citada tabla I2. Entre ellos, intolerancia a la glucosa según los puntos de corte sugeridos por la ADA, un PC y nivel de triglicéridos igual o superior al percentil 90, para sexo y edad según las referencias del NHANES III, colesterol HDL inferior o igual al percentil 10 del mismo patrón y presión arterial por encima del percentil 90 para edad, sexo y talla, de acuerdo con los lineamientos del **NHBPEP (2004)**. Cabe señalar que estos autores, a partir de las comparaciones con los resultados obtenidos por otros investigadores en escolares estadounidenses (Chen *et al.*, 1999) reflexionan sobre

la conveniencia de establecer diferentes puntos de corte para los parámetros séricos en función del origen poblacional. Cruz y Goran, (2004) reportan que, a pesar de que la obesidad es mayor entre los niños y jóvenes afroamericanos, estos presentan niveles inferiores de triglicéridos y superiores de colesterol HDL respecto a los menores de origen caucasoide. Así mismo, se cuestionan la conveniencia de incluir el IMC como medida de la obesidad en lugar del PC, a pesar de que finalmente en su estudio se decantan por este último indicador.

**Weiss *et al.***, (2004) analizan una muestra de 439 niños y niñas de Norteamérica entre 4 y 20 años, aparentemente sanos y de diferente origen étnico (40,8% caucasoide, 30,8% afrodescendientes, 27,5% “hispanos” y 0,8% de otros orígenes). Fueron elegidos por tener un IMC superior al percentil 97 del estándar del *National Center for Health Statistics* (NCHS) (Kuzmarsky *et al.*, 2000). Para identificar un niño o niña con SMet, los autores reportan la necesidad de modificar los criterios para persona adulta propuestos por el ATP-III y la OMS. En su opinión, aunque el PC es un buen indicador de obesidad central en adultos, sufre modificaciones durante el crecimiento y en función del grado de desarrollo puberal. Esta circunstancia, unida a la variabilidad de la forma corporal asociada al origen étnico-poblacional, hace que el índice cintura/cadera (ICC) pierda utilidad en el caso de sujetos menores de 20 años. Proponen, por tanto, utilizar como medida de la obesidad el IMC, basándose también en la elevada correlación de este índice con la grasa visceral, las dislipemias y la presión arterial. En concreto sugieren utilizar un IMC igual o superior a 2 desviaciones estándar (DE) de la referencia. Por lo que respecta a la intolerancia a la glucosa se respetan los criterios de la ADA, los niveles de triglicéridos se consideran elevados si superan el percentil 95 específico para sexo edad y etnia según marca el Estudio Nacional de Crecimiento y Salud (NGHS por sus siglas en inglés) publicado en 1998. El punto de corte para los niveles de colesterol HDL se

corresponde también con la recomendación del NGHS (valores inferiores al percentil 5) y, por lo que respecta a la presión arterial, consideran hipertensos a los menores con valores de este parámetro superiores al percentil 95 del criterio NHBPEP.

**Ford et al.**, 2005 utilizan una muestra de 1366 participantes británicos entre 12 y 16 años para evaluar la presencia de SMet. Utilizan como criterio una modificación del ATPIII y eligen el PC medido a nivel de la cresta ilíaca como medida de obesidad abdominal. Este estudio revisa las concentraciones de proteína C reactiva o PCR (CPR en la bibliografía por sus siglas en inglés: *C-reactive protein*), observando que la concentración elevada de PCR (>3.0 mg/l) se encuentra cuatro veces más presente en niños con SMet y que la obesidad abdominal es el componente que más contribuye a las diferencias en la concentración de PCR. Por lo demás, los autores consideran como puntos de corte para las variables séricas y la presión arterial los valores propuestos por Cook *et al.* (2003), añadiendo una segunda valoración de la glucosa bajando el punto de corte a 100mg/dl igual que sugiere Grundy *et al.*, (2005) en adultos.

**Zimmet et al.**, (2007) publican un documento de consenso elaborado por la Federación Internacional de la Diabetes (FID). En esta propuesta, asumiendo los cambios asociados al crecimiento y desarrollo, se establecen el estudio del SMet en rangos separados para niños y niñas de 6 hasta 10 años, entre 10 y 16 años y de 16 en adelante. En los tres grupos de edad se considera que la obesidad central es un factor de riesgo si el PC supera el percentil 90 para sexo y edad (se tomarán los puntos de corte para adultos si el valor del P90 los supera). En los menores de 10 años se considera que no es posible identificar el SMet, aunque este indicador, sobre todo unido a antecedentes familiares de obesidad o cardiometabolopatías, debe considerarse como señal de alarma para hacer un seguimiento y recomendar la pérdida de peso. Entre 10 y 16 años, sí señalan posible identificar el SMet si, además de obesidad central, se detecta la presencia de triglicéridos

y colesterol HDL incrementados, valores elevados de glucosa y presión arterial de acuerdo con los umbrales que se describen en la tabla I2. Por último, de los 16 años en adelante, se recomienda utilizar la misma norma que el FID propuso para los adultos (Alberti *et al.*, 2006).

Entre las últimas propuestas cabe citar la publicada por Agirbasli *et al.* (2016) que participaron en el Bogalusa Hearth Study (BHS) y que, basándose en dicha experiencia, consideran como un factor a tener en cuenta la historia familiar. Estos autores proponen incluir, junto a los indicadores clásicos como el IMC o el PC, el índice de cintura talla para la valoración del riesgo.

**Chen y Berenson** (2007) hacen una reflexión acerca de los métodos aplicados en trabajos precedentes para diagnosticar el SMet en población infantil y adolescente, reportando discrepancias en las prevalencias observadas por diversos autores en función del criterio aplicado. Así mismo, señalan que “aunque la obesidad es un destacado determinante del SMet, está lejos de ser un necesario y suficiente factor etiológico del síndrome”. Esta idea, sugiere por qué los estudios encaminados a conocer la prevalencia de SMet a nivel poblacional no deben focalizarse únicamente en menores con sobrecarga ponderal. Por otra parte, subrayan el hecho de que ciertos autores como Cook *et al.* (2003) utilizan el IMC para categorizar el grado de obesidad mientras que utilizan el PC aumentado como uno de los componentes del SMet, lo que podría sobreestimar la prevalencia de la patología en los individuos obesos.

**Agudelo y Arias** (2008), para evaluar el SMet en población colombiana, utilizan un criterio idéntico al de Ford *et al* (2005) modificando únicamente el punto de corte para el PC, que pasa del percentil 90 al percentil 95 como umbral de riesgo.

**Ford y Li** (2008) llevan a cabo un metaanálisis en el que se incluyen 27 publicaciones relativas al SMet en edad pediátrica y adolescente. Los autores ponen de manifiesto que, si bien la mayoría de las definiciones de SMet incluyen medidas antropométricas, concentración de metabolitos séricos y presión arterial, el número de componentes se encuentra en un rango entre 5 y 19. Si bien señalan que el criterio mayoritariamente utilizado es el de Cook *et al.* (2003), existe una gran discrepancia en las definiciones de SMet y, sobre todo, en los umbrales considerados como de riesgo para cada uno de los componentes. De hecho, los autores señalan que, en algunos trabajos de carácter comparativo, la prevalencia de SMet oscila entre el 0,8% y 10% (Vickran *et al.*, 2006) o entre el 0 y 59% (Golley *et al.*, 2006) dependiendo de la definición utilizada. Esta situación pondría de manifiesto la dificultad de establecer comparaciones en estudios de carácter epidemiológico, así como la necesidad de establecer un consenso para el diagnóstico.

**Bel-Comós y Murillo-Valles**, en 2011, comentan que “la escasa información de que se dispone no permite conocer bien hasta qué punto el SMet pediátrico predice la enfermedad adulta” y señalan la RI como factor clave para su desarrollo. De cara a la actuación en la práctica clínica, estos autores prefieren expresar la patología en términos de factores de riesgo cardiometabólico por separado. Además, subrayan la importancia de considerar el desarrollo de grasa visceral y de hígado graso en la infancia y adolescencia como condición predispone al desarrollo del SMet. Pero, al mismo tiempo, comentan que no es fácil encontrar valores normativos para el PC en edad pediátrica que recojan la variabilidad étnica existente. También que, dado que el hígado graso por lo general es asintomático en la infancia, la única manera de evaluarlo es a partir de pruebas ecográficas. Por todo ello, recomiendan a los expertos en pediatría, que más allá de categorizar “dicotómicamente” el estado metabólico de los menores adviertan que lo

importante es aplicar terapia específica para cada factor de riesgo cuando aparezca y aconsejar la reducción del peso y el incremento de la actividad física.

**García-García** (2015) elabora un documento para la formación de los médicos de atención primaria en pediatría, en el que repasa la etiopatogenia del SMet, indicando que la RI es la primera responsable del SMet en la infancia, ya que se involucra en la hipertensión arterial (aumenta la absorción renal de sodio y la actividad adrenérgica) y en la dislipemia, aumentando los triglicéridos y disminuyendo el colesterol HDL. Sin embargo, pone de relieve la dificultad de medir la RI en menores ya que no se han consensuado valores normales en edades pediátricas. Según el mismo autor, la prueba “*gold standard*” sería el llamado *clamp glucémico*, consistente en administrar por vía venosa una determinada cantidad de insulina y de glucosa, pero es una prueba invasiva y compleja para realizar en un entorno asistencial.

De forma menos exacta, se puede usar la insulinemia y el índice HOMA (*Homeostatic Model Assessment*) que utiliza dos simples parámetros de laboratorio, la glucosa y la insulina en ayunas. Este índice valora si existe un "bloqueo o resistencia" periférica a la acción de la insulina y evalúa indirectamente la función de las células beta del páncreas (Matthews *et al.*, 1985) aunque, en este último caso, se han publicado diferentes puntos de corte para menores de 18 años que oscilan entre 3 y 4,87 y que presentan variación respecto del estadio de desarrollo puberal (Barja *et al.*, 2011). Cabe subrayar que, en el documento de García-García (2015), se añaden otras manifestaciones o entidades clínicas que suelen asociarse al SMet en niños y jóvenes, como la presencia de “*acantosis nigricans*”, hiperandrogenismo e hígado graso no alcohólico y se recomienda analizar variables bioquímicas “ocultas” como el aumento de PCR, la reducción de adiponectina o el aumento de ácido úrico.

Por último, se exponen diversos factores endógenos y exógenos que están implicados en el desarrollo del SMet infantil; entre los primeros, los factores perinatales o de “programación fetal” ligados a la posible malnutrición durante la gestación y la predisposición genética que se expresa también en la variabilidad étnica o de origen poblacional. Entre los segundos, además de la actividad física y la dieta, el estrés psicosocial, la falta de sueño y depresión entre otras alteraciones que pueden afectar al eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal. En resumen, todos estos factores deben tomarse en consideración para entender, diagnosticar y tratar las alteraciones asociadas al SMet en niños y adolescentes.

## 1.2. Prevalencia y distribución del Síndrome Metabólico infanto-juvenil

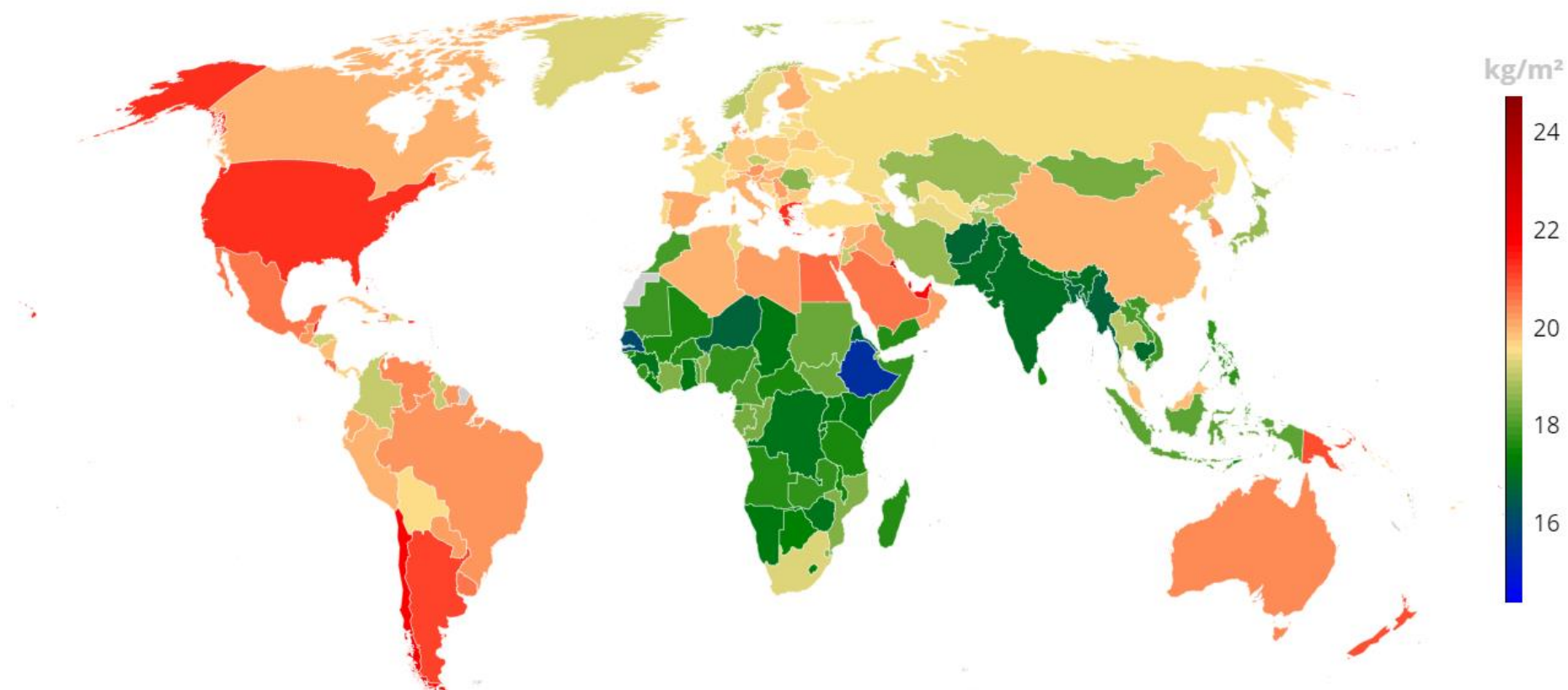
El SMet está estrechamente asociado a la condición nutricional y ha experimentado un avance en paralelo al aumento de la obesidad entre los niños y jóvenes. Wu *et al.*, (2016) y Al-Hamad (2017) señalan que la prevalencia de SMet en la infancia está en aumento en todos los continentes el mundo debido a la epidemia de sobrepeso y obesidad. El informe más reciente de *NCD Risk Factor Collaboration* (NCD-RisC) muestra que en 2016 el IMC promedio en varones y mujeres de edades comprendidas entre los 5 y los 19 años (figuras I1 e I2) presenta una notable variabilidad poblacional. Es evidente que en ciertos lugares dicho promedio se aproxima a valores que se encuentran en un rango de delgadez, mientras que en otros supera el exceso ponderal. En las figuras I3 e I4, se muestran las prevalencias de exceso ponderal, tomado como un IMC superior a una DE respecto a las curvas de crecimiento de la OMS (2007) y en las figuras I5 e I6 se refleja la proporción de niños y jóvenes con obesidad, identificada esta por un valor de IMC superior a 2 DE respecto a la citada referencia de la OMS (WHO, 2007). Este panorama no deja de ser una simplificación de la cuestión, dado que no refleja la variabilidad intrapoblacional dentro de un mismo país, donde es relativamente frecuente

la presencia de la llamada “doble carga de malnutrición”, es decir la coexistencia de sobrecarga ponderal y desnutrición, en un mismo sector poblacional o incluso dentro de una misma familia como se reporta en el reciente informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO *et al.*, 2019). No obstante, sirve para ilustrar la posición de España en un marco global en el que, para edades de 5 a 19 años: en nuestro país el sobrepeso se ubicaría en un rango del 27,7 al 46,3% en varones (36,7% en promedio) y en un rango entre el 23,4% y el 38,5% en mujeres (30,7% en promedio). Según la misma fuente, la obesidad afectaría al 12,9% de los niños (rango entre 6,5% y 20,9%) y al 8,2% de las niñas (rango entre 3,7% y 14,4%).

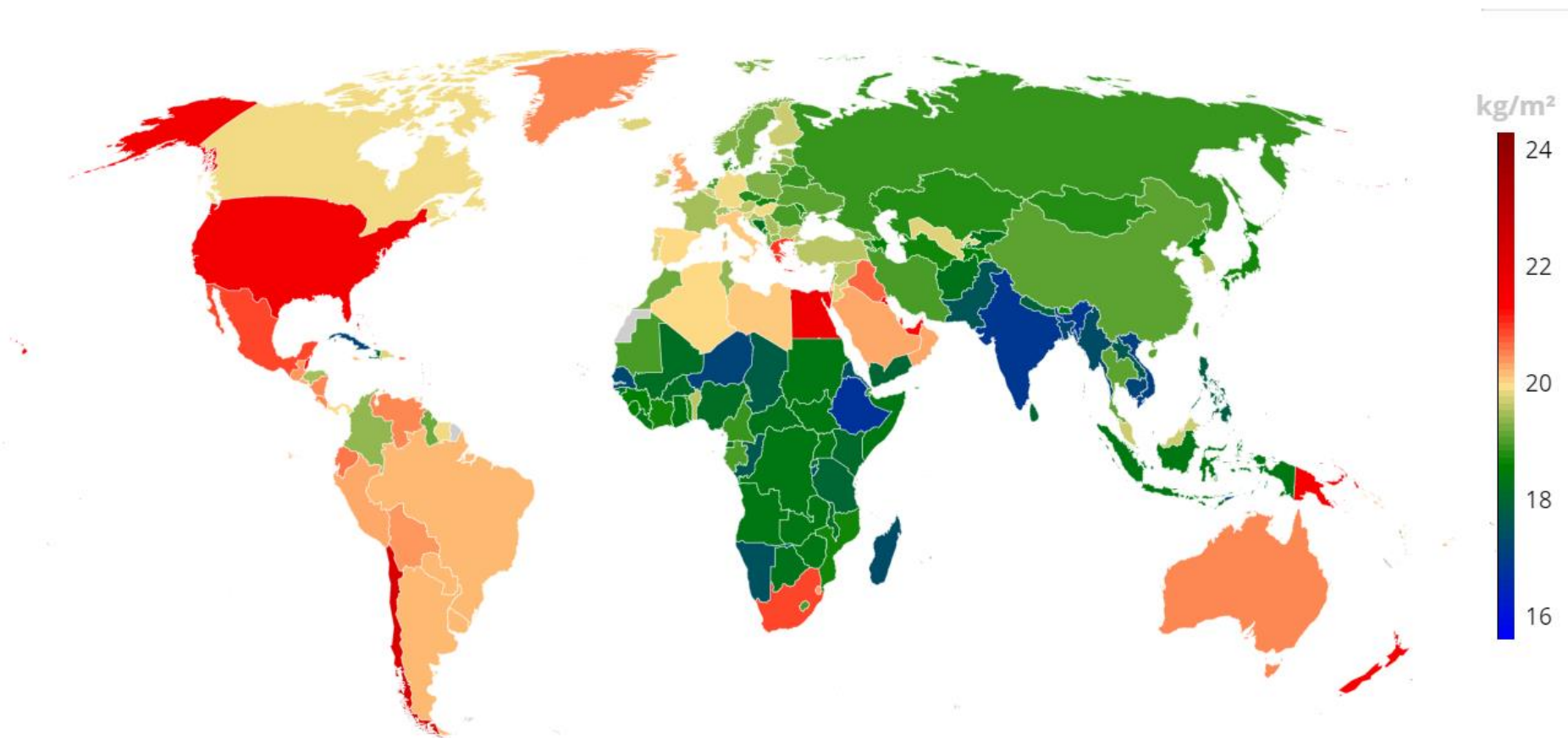
Resulta difícil precisar las cifras de sobrecarga ponderal, porque como bien señalaron Martínez-Álvarez *et al.*, 2013, las prevalencias reportadas en los diferentes estudios defieren notablemente en función del criterio empleado. Entre los más recientes cabe citar el estudio de Aranceta-Bartrina *et al.*, (2019) en el que se muestran resultados del estudio ENPE (Estudio Nutricional y de Hábitos alimentarios de la Población Española) realizado con una muestra de 1601 sujetos entre 3 y 24 años. En el mismo, con independencia del método o punto de corte empleado para el diagnóstico (criterios de Cole *et al.*, 2000; referencias OMS (WHO, 2007) y patrones nacionales de la Fundación Orbegozo, (Sobradillo *et al.*, 2004), se reporta un sobrepeso que es del 34,1% para la muestra en su conjunto y la obesidad se sitúa en una horquilla entre el 8,6% y el 10,3 %. Tales valores son más elevados que los dados para nuestro país en un metaanálisis (Garrido-Miguel *et al.*, 2019) que reúne 103 estudios de 28 países europeos. En dicho estudio, se da un valor del 32,1% para la prevalencia del exceso de peso (sobrepeso más obesidad) en un intervalo de edad entre 7 y 13 años, cifra algo más baja que la obtenida para otros países mediterráneos como Grecia (36,8%), Italia (35,2%), Malta (34,5%) y Chipre (34,3%). Por otra parte, como indican Santos y Marrodán (2020), la obesidad

abdominal, aun mas relacionada con el eventual desarrollo del SMet, también se ha incrementado en los últimos años afectando hoy a uno de cada 4 niños en edad escolar. Según las mismas autoras, las causas que han generado esta preocupante situación son concomitantes: el sedentarismo asociado al proceso de urbanización es un factor de peso junto a la transición nutricional experimentada desde la década de los 60 del pasado que básicamente ha supuesto un aumento de la ingesta energética y paulatino abandono del modelo de Dieta Mediterránea (DM).

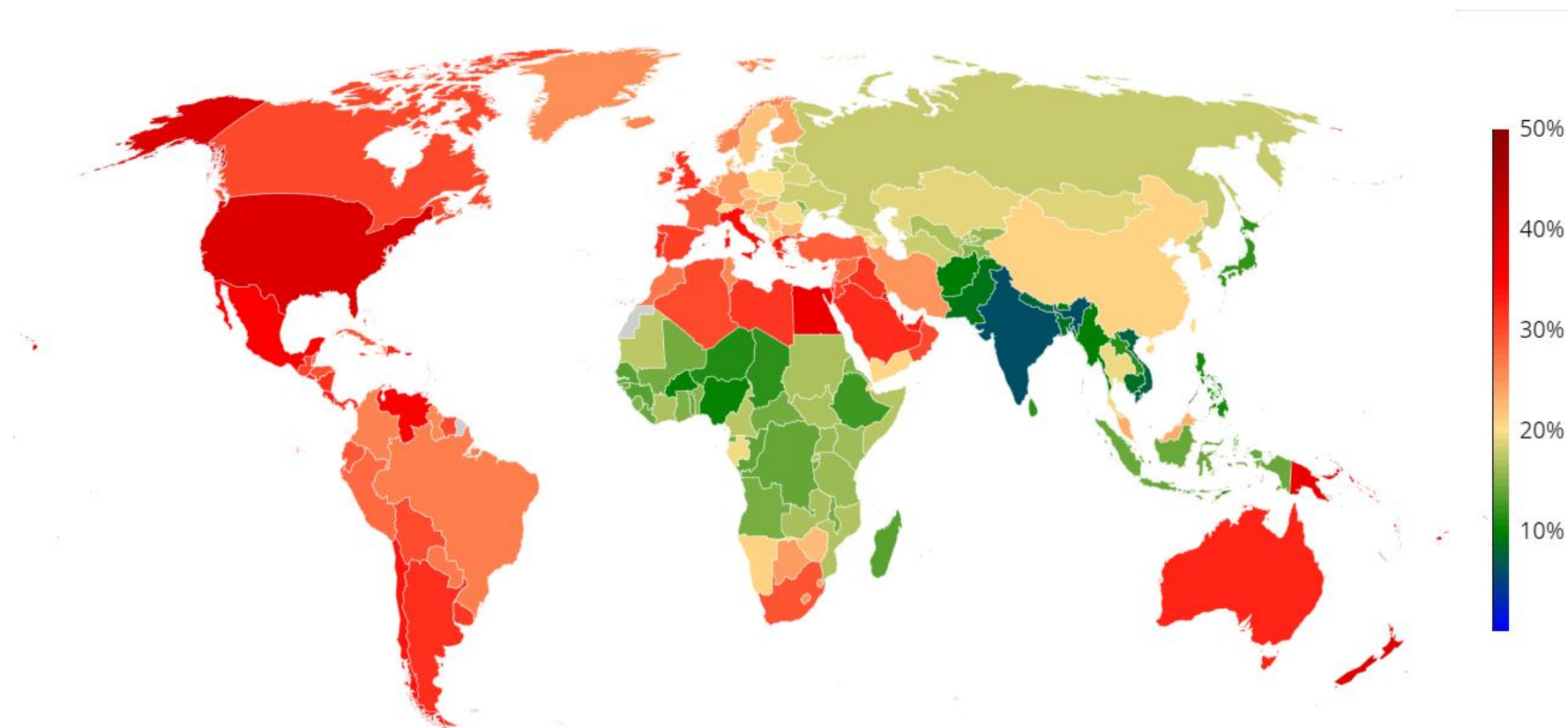
**Figura II.** Índice de masa corporal medio estimado para varones entre 5 y 19 años, de acuerdo al criterio de las referencias OMS (NCDRisC, 2016).



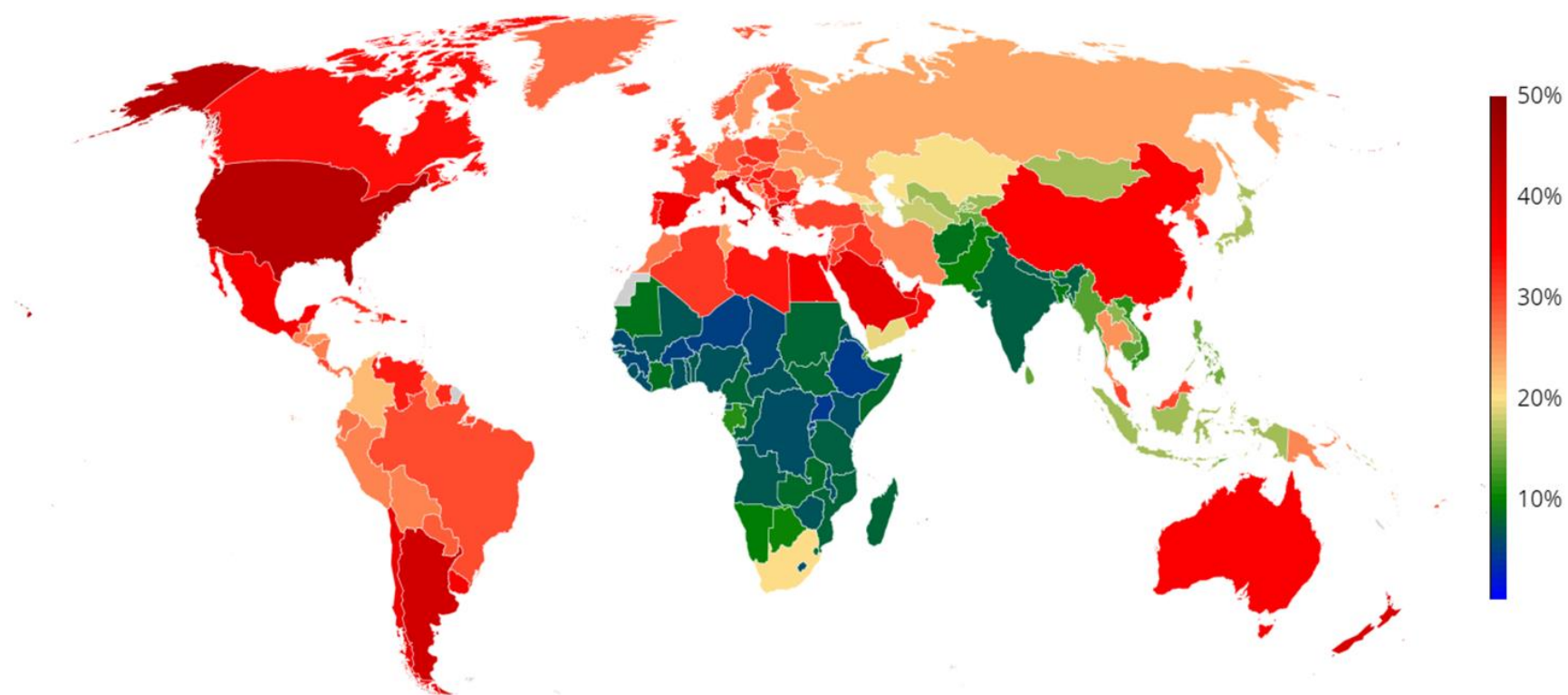
**Figura I2.** Índice de masa corporal medio estimado para mujeres entre 5 y 19 años, de acuerdo al criterio de las referencias OMS. (NCDRisC, 2016).



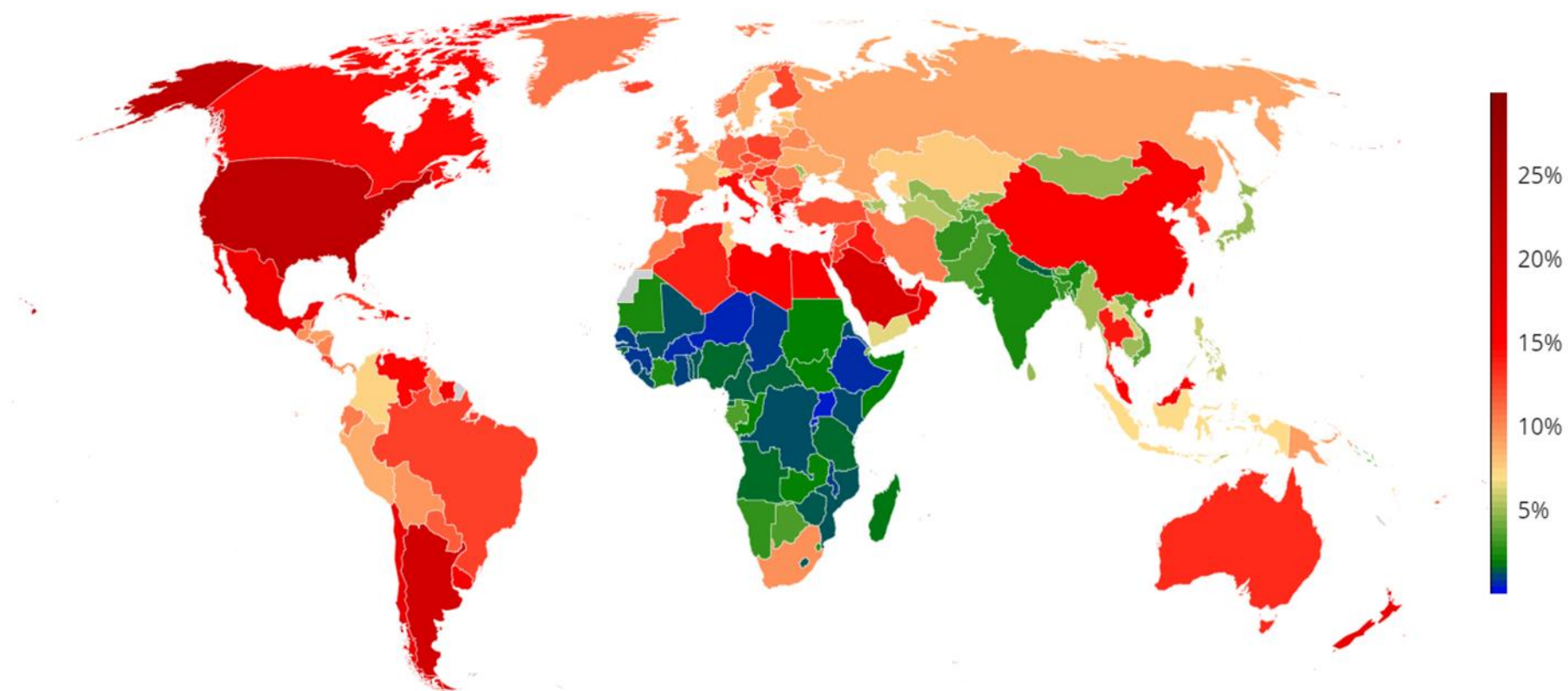
**Figura I3.** Prevalencia del exceso ponderal ( $IMC > IDE$ ) respecto a las referencias OMS, para varones entre 5 a 19 años. (NCDRisC, 2016).



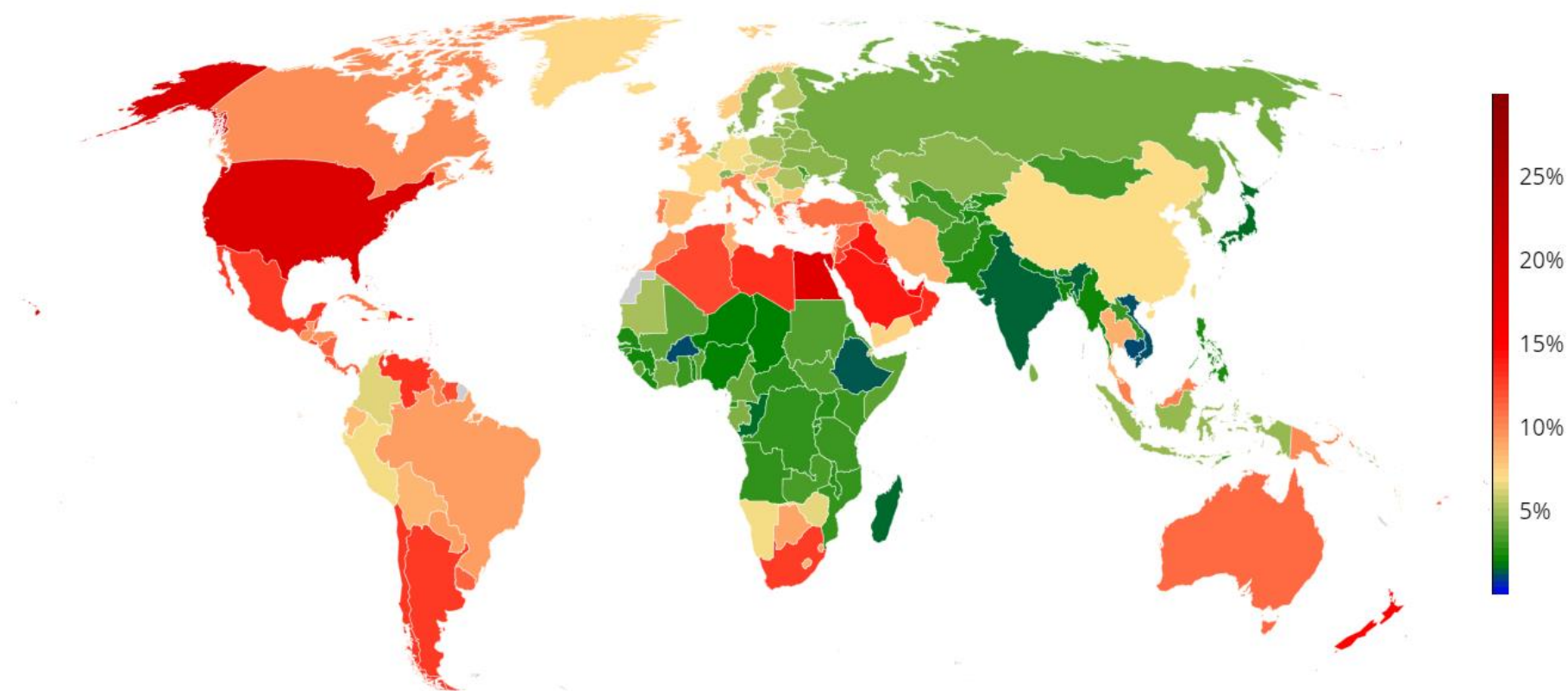
**Figura I4.** Prevalencia del exceso ponderal ( $IMC > IDE$ ) respecto a las referencias OMS, para mujeres entre 5 a 19 años. (NCDRisC, 2016).



**Figura I5.** Prevalencia de obesidad (IMC > 2DE) respecto a las referencias e la OMS para varones entre 5 y 19 años. (NCDRisC, 2016).



**Figura I6.** Prevalencia de obesidad ( $IMC > 2DE$ ) respecto a las referencias e la OMS para mujeres entre 5 y 19 años (NCDRisC, 2016).



En concordancia con el aumento de la obesidad, la prevalencia del SMet en niños y adolescentes está creciendo tanto a nivel global (Miller *et al.*, 2014) como en nuestro país (Wang *et al.*, 2019). En Europa, Castro-Piñero *et al.* (2019) reportaron una prevalencia del 3,1% trabajando con datos procedentes del estudio HELENA (*Healthy Lifestyle by Nutrition in Adolescence*); González-Giménez *et al.* (2015), aplicando criterios FID Zimmet *et al.*, (2007) observaron una prevalencia del 5,4% en niños y del 3,4 % en niñas a partir de una muestra de 976 adolescentes españoles de Granada y Almería con edades comprendidas entre 10 y 15 años.

A una mayor escala, Friend *et al.*, (2013) señalaron la dificultad de comparar la prevalencia de SMet entre poblaciones precisamente por las diferencias en las definiciones que se aplican en la bibliografía. Estos autores llevaron a cabo una revisión sistemática de las bases de datos OVID, EMBASE, y CINAHL en busca de detalles sobre prevalencia de SMet en la infancia en diferentes áreas geográficas. Encontraron 85 artículos desarrollados a partir de muestras recopiladas en los cinco continentes, cifrando la prevalencia de SMet a nivel mundial en el 3,3% con independencia del estado nutricional valorado mediante el IMC (niños normnutridos, con sobrepeso y obesos).

En esta revisión sistemática, cuyos principales resultados se muestran en la tabla I3, se pone de relieve que las cifras varían según el criterio diagnóstico empleado (ATP/OMS y FID). Además, refleja la importancia del estado nutricional ya que, en todos los continentes las series con sobrepeso u obesidad presentan mayor proporción de SMet que el conjunto de la población. Por otra parte, de la mencionada revisión se deduce cierta diferencia por sexos (5,1 % en el sexo masculino frente al 3% en el femenino) y una limitada evidencia de asociación entre la prevalencia de SMet, la geografía y la etnicidad.

**Tabla I3.** Prevalencia de SMet en infancia en diferentes áreas geográficas reportadas por diversos estudios usando las clasificaciones del National Cholesterol Education Program's Adult Treatment Panel III (ATP III), Organización Mundial de la Salud (OMS) y Federación Internacional de la Diabetes (FID). Tomado de Friend *et al.*, (2013). SB: sobrepeso; OB: obesidad.

	ATP		OMS		FID	
	Población general (%)	Población con SB y OB (%)	Población general (%)	Población con SB y OB (%)	Población general (%)	Población con SB y OB (%)
Europa	2,1 (0,3-13,9)	35,3 (16,9-45,5)	6 y 18 (-)	23,2 (23,3-39)	2,2 (0,3-5)	21 (8,9-50)
Medio Este	6,5 (0,4-10,1)	25,5 (9,1-57,9)	-	6,6; 27,2 y 38,8	6,8 (2,3-14,8)	34,2 y 37
Lejano Oriente	3,3 (0,15-7,3)	21,8 (10-38,1)	-	42,3	3,1 (1,8-5,5)	32 y 24,3
Américas	4,8 (1-10)	25,8 (13,8-66)	0,4-1,9	5,2; 38,7; 38,9	2,6 (1,6-9,6)	9,6 y 21
Australia	14	-	-	33	-	-

El estudio de Cornejo *et al.* (2013), tiene una orientación similar, en la que también se contrastan las prevalencias de SMet en distintas poblaciones y con distintas normativas para el diagnóstico. Como se aprecia en la tabla I4, el factor nutricional parece clave, ya que la proporción de SMet entre los niños con sobrepeso es mucho más elevada que en la población general, particularmente entre los turcos y los bolivianos.

**Tabla I4.** Prevalencia de SMet en diferentes poblaciones según diversos criterios. Tomado de  
*Cornejo et al 2013*

	Prevalencia (%)	Año	Criterios	Población
Estados Unidos	4,2	1988-1992	ATPIII modificados	NHANESIII
Estados Unidos	6,4	1999-2000	ATPIII modificados	NHANESIV
Canadá	14	1999	NCEP-ATPIII	Encuesta Nacional
Corea	6,1	2001	NECP-ATPIII modificado	Encuesta
	5,3		Cruz y Goran Ferranti	Nacional
	14			
Turquía	24	2002-2004	NCEP-OMS	Niños y adolescentes con sobrepeso
	38,8			
España	18	2006	OMS	Niños con sobrepeso
Brasil	3,6	2005	NECP-ATPIII	Encuesta escolar
Chile	4	2007	NECP-ATPIII	Niños con
	30		Ferranti	sobrepeso
Bolivia	36,07	2006-2007	NCEP-ATPIII	Escolares hispanos con sobrepeso

Entre las publicaciones más recientes, Baranowski *et al.* (2019) reportan que el SMet afecta a entre el 1 y el 10 % de todos los niños y niñas de Reino Unido, con variaciones en función de la definición utilizada. Más recientemente Das *et al.* (2020) encuentran que en los países en desarrollo hay escasez de datos sobre infancia con SMet, aunque recalcan que sí hay muchos informes sobre obesidad y aportan un estudio sobre 1930 escolares de entre 6 y 16 años de la ciudad de Bhubaneswar (India) que aplica el criterio diagnóstico de SMet de la FID y encuentra una prevalencia de 30,6% en menores de 11 a 16 años. Por otro lado, Davidsson *et al.* (2020) describen una prevalencia del 14,4 % de SMet en una muestra muy pequeña (97 adolescentes árabes obesos). Por lo que respecta al sexo, como se ha indicado en párrafos anteriores, algunos estudios han observado diferencias en la aparición de componentes del SMet entre niños y niñas (Friend *et al.*, 2013) particularmente en los que presentan obesidad (Huang *et al.* 2012), sin embargo, los estudios más recientes, entre los que puede citarse el elaborado por Calcaterra *et al.* (2020) con una muestra de 1079 sujetos italianos entre 2 y 18 años, se constata que la prevalencia de la hipertensión, la hipercolesterolemia, la hiperglucemia o los triglicéridos elevados se asocian claramente a la obesidad y al estadio de desarrollo puberal (Marshall y Tanner 1969 a y b) pero no al sexo, siendo más frecuentes en los sujetos con una puntuación de Tanner más elevada para la misma edad.

### 1.3. Etiología del SMet y justificación del presente estudio

Hasta hace relativamente poco el SMet se consideraba una patología que afectaba únicamente a los adultos, pero, tal y como hemos relatado en apartados previos, cada vez es más frecuente observar niños y jóvenes que presentan al menos alguno de los componentes fisiometabólicos que lo caracterizan, particularmente cuando se asocian a la obesidad. Algunos estudios de carácter longitudinal se han ocupado de analizar la evolución ontogénica de estas alteraciones, demostrando que la presencia de hipertensión,

glucosa elevada o hiperlipemias en la niñez y adolescencia se asocia con el riesgo cardiovascular y con la DM2 en la edad adulta. Entre las primeras investigaciones de este tipo hay que hablar de las derivadas del “Estudio Bogalusa” en Estados Unidos en el que se siguió a una amplia muestra de 1200 niños y adolescentes a lo largo de 16 años, analizando distintas variables implicadas en el SMet y en que se evidenció que el perfil metabólico empeoraba significativamente con la edad particularmente en los sujetos que eran obesos a edad temprana (Srinivasan *et al.* 1996; 2002).

También en este marco, uno de los estudios más relevantes ha sido el denominado “*The Princeton Lipid Research Clinics Follow-up Study*” publicado por Morrison *et al.* (2007) que sigue, durante 25 años, una cohorte de 771 niños y adolescentes de 6 a 19 años reclutados en 10 comunidades de Estados Unidos y Canadá entre 1973 y 1978. Los autores se centraron en el comportamiento del colesterol y los triglicéridos, aunque se fue incorporando el análisis de la glucosa y la hipertensión, junto a la medida de la talla y el peso. Entre los años 2000 y 2004, se evaluó la salud cardiovascular de los participantes (con una edad promedio de 38,5 años) observando que la única variable predictora del SMet adulto era el haber padecido obesidad (IMC >P90 de la referencia del CDC) o algún componente del SMet en edad pediátrica (OR: 6,1), mientras que factores como la etnicidad (el 73% eran caucásicos y el 27% afrodescendientes) o el sexo (52% varones, 48% mujeres) no tenían una relación tan clara con el riesgo de SMet una vez desvinculadas de la sobrecarga ponderal. Además, la asociación del SMet infantil con enfermedad cardiovascular en el adulto resultó aún más estrecha (OR: 14,2).

Entre los estudios de tipo longitudinal, merece destacarse el realizado por Lópes-Fonseca *et al.*, (2010) en población brasileña, como parte de una línea de investigación sobre presión arterial y otros factores de riesgo cardiovascular en escolares y sus familias, que comenzó en la Universidad del Estado del Rio de Janeiro en los años 80. La muestra,

de 115 niños entre 6 y 15 años fue evaluada en tres ocasiones entre 1987 y 2008 (a los  $12,1 \pm 1,48$  años, a los  $21,90 \pm 1,71$  y a los  $30,65 \pm 2,00$  años en promedio) analizando, además de la presión arterial, los niveles de glucosa, colesterol y triglicéridos. También se realizó la medida de talla, peso, perímetros de la cintura, cadera y medidas de los pliegues adiposos para estimar composición corporal por antropometría. Se comprobó que el riesgo relativo para la ocurrencia de los componentes de SMet en la fase de adulto joven se asociaba a la presión arterial aumentada y al sobrepeso u obesidad en la fase inicial del estudio, con independencia del sexo.

Aunque los estudios de tipo longitudinal prueban que existe una clara asociación entre la condición morfofisiológica de los sujetos en edades tempranas y el desarrollo del SMet en edad adulta, cabría preguntarse si únicamente son las causas ambientales las que modulan esta progresión. En el estudio PREMA (Predicción del síndrome metabólico en la adolescencia) elaborado por Efstathiou *et al.*, (2012) se llegó a la conclusión de que ciertos factores parentales o epigenéticos, como el IMC de sobrepeso u obesidad los progenitores, un perímetro cefálico pequeño (<P10), o un bajo peso al nacimiento (<2500 g) eran factores predisponentes para un mayor riesgo de SMet en edad escolar. Cabe destacar aquí la tesis doctoral de Mora-Urda (2017) en la que se analizan las condiciones fetales, crecimiento postnatal y hábitos de lactancia, sobre indicadores de riesgo cardiovascular en escolares. En dicho trabajo, se observó una asociación significativa e inversa entre la duración de la lactancia materna exclusiva, la obesidad abdominal medida a través del PC y con la presión arterial diastólica.

Por otra parte, es conocido que ciertos factores genéticos predisponen la obesidad y al resto de las alteraciones metabólicas ligadas al SMet. De hecho, la hipótesis del “genotipo ahorrador” propuesta por Neel en 1962 se fundamenta en la selección de variantes genéticas que permitieron a nuestra especie afrontar épocas de escasez

alimentaria pero que se convirtieron en un lastre (que desemboca en obesidad y SMet) cuando la alimentación es abundante y el ejercicio disminuye drásticamente. Chacín *et al.*, (2012) y más recientemente Garduño-Espinosa *et al.*, (2019) hicieron una detallada reflexión sobre el tema argumentado las implicaciones de dicho genotipo ahorrador sobre la prevalencia y diversidad poblacional de la obesidad, la DM2 y el SMet. La tesis de González-Sánchez (2004) analizó diversos polimorfismos en genes candidatos de componentes del SMet en población general española, identificando alelos asociados a la intolerancia a la glucosa, la sensibilidad a la insulina, o la hiperlipemia temprana.

Así mismo, los estudios GWAS (*Genome-Wide Association Study*) o de asociación de genoma completo, han puesto de relieve la asociación de numerosos polimorfismos de un solo nucleótido (*Single Nucleotide Polymorphism* o SNP) con la obesidad común (Marrodan *et al.*, 2012a; López-Ejeda., 2017) y también con los componentes fisiometabólicos del SMet. Por ejemplo, de Flores-Alfaro *et al.* (2015) encontraron asociaciones entre la apoproteína E (APOE) con niveles elevados de lipoproteínas de baja densidad (LDL) y triglicéridos, del SNP *rs1501299* con el índice aterogénico de plasma y de los genotipos *AA/rs708272*, *AA/rs854560* y *GG/rs1884051*, con los niveles altos de LDL. La APOE desempeña un papel importante en el transporte del colesterol y otros lípidos sanguíneos y, al igual que otros polimorfismos de los genes *HSD11β1*, *PLIN4*, y *ADIPOQ*, han sido analizados en población infantil y adolescente, encontrado asociación significativa entre ciertas variantes alélicas, perfil lipídico y obesidad (Gasparín *et al.*, 2018).

No obstante, ciertas investigaciones han resaltado la importancia de los hábitos de vida, particularmente el tipo de alimentación o el ejercicio, que pueden contribuir a moderar la expresión de del fenotipo obeso en los niños incluso cuando su perfil genético es de predisposición (Ruiz *et al.*, 2010; Richardson *et al.*, 2014; Reddon *et al.*, 2016;

López-Ejeda *et al.*, 2020). Otras investigaciones, como la de Ferreira-Pinto *et al.*, (2018) han demostrado que los hábitos de vida están estrechamente asociados a los componentes del SMet en los niños y estudios a gran escala como el de Tikkanen *et al.*, (2018), con una muestra superior a los 500.000 individuos, han demostrado que un estilo de vida adecuado es factor primordial para el desarrollo del SMet tanto en personas sanas como particularmente en las que muestran un condicionamiento genético. Esto nos lleva a pensar que la predisposición genética no es determinista y que, por tanto, hay que poner el foco en la prevención e identificación precoz de esta patología. Este hecho justifica la temática que se aborda en la presente investigación, que se centra en el análisis de características potencialmente asociadas al desarrollo del SMet en edad escolar y en su diagnóstico antropométrico.

## 1.4. Objetivos

Como se acaba de expresar en líneas precedentes, el objetivo general de la presente investigación ha sido analizar la prevalencia de alteraciones fisiometabólicas que componen el SMet y su asociación con indicadores antropométricos que puedan servir para su identificación y diagnóstico precoz, en escolares españoles.

Este objetivo general se subdivide en una serie de objetivos específicos que se relacionan a continuación:

1. Analizar el perfil antropométrico de los participantes, poniendo especial énfasis en el estudio de los indicadores de composición corporal informativos de la cantidad de grasa y su distribución.
2. Evaluar la condición nutricional de los escolares estableciendo la prevalencia de sobrepeso y obesidad general y abdominal.

3. Analizar la evolución ontogénica de parámetros fisiometabólicos como la capacidad vital, la presión arterial y los niveles séricos de colesterol y glucosa.
4. Determinar la variabilidad y la edad media de menarquia
5. Estudiar el comportamiento alimentario a través del análisis del perfil de la ingesta y del grado de adhesión a la dieta mediterránea.
6. Conocer los hábitos de actividad física y sueño.
7. Evaluar la prevalencia de alteraciones fisiometabólicas que se reconocen como componentes del SMet (hipertensión, hiperglucemia, hipercolesterolemia) y su asociación con el exceso ponderal y la obesidad general y abdominal.
8. Analizar la asociación entre la calidad de la dieta y la presencia de componentes del SMet.
9. Analizar la asociación entre la composición corporal y los hábitos de vida (dieta, actividad física y sueño) con el riesgo de aparición de componentes fisiometabólicos de SMet.
10. Establecer puntos de corte para la identificación de los componentes del SMet y su concurrencia a partir de indicadores antropométricos.



## CAPÍTULO 2: **MATERIAL Y MÉTODOS**





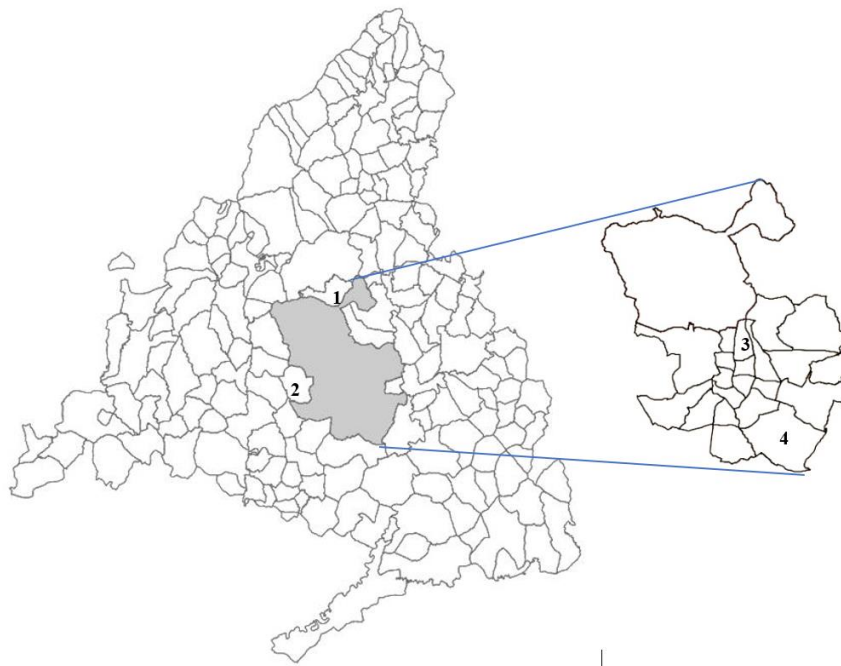
En este capítulo se detalla la metodología empleada en la recogida y procesamiento de los datos de la presente investigación, que se desglosa en cinco apartados, siendo el **primero** el relativo a la descripción de la muestra. El **segundo**, se refiere a los métodos seguidos para las mediciones antropométricas directas e indirectas y a los cálculos derivados para el análisis del tamaño, forma y composición corporal, así como a las referencias utilizadas para la clasificación de variables. El **tercer** epígrafe describe los procedimientos empleados para el estudio de las variables fisiológicas y metabólicas (presión arterial, colesterol, glucosa sanguínea, capacidad vital y edad de menarquia). El **cuarto** apartado explica el desarrollo de los cuestionarios utilizados para el análisis de los hábitos alimentarios, la actividad física y el descanso nocturno. Por último, en el quinto apartado se describe la metodología estadística empleada para obtener los resultados descriptivos, comparativos y asociativos de las distintas variables analizadas.

Para la realización del estudio, se contó con la aprobación del Comité de Bioética de la Universidad Autónoma de Madrid. El estudio se llevó a cabo siguiendo en todo momento las directrices de la normativa de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2013) que detalla los principios éticos que hay que respetar en las investigaciones médicas con seres humanos. Respecto al almacenamiento y procesado de la información generada, se ha acatado la Ley Orgánica de Protección de datos personales vigente en España: Ley Orgánica 15/1999 de 13 de diciembre con texto consolidado el 4 de marzo de 2011 (BOE, 2011) y posteriormente según Ley Orgánica 3/2018, con texto consolidado de 5 de diciembre de 2018 (BOE, 2018).

De manera previa al estudio se desarrollaron los documentos de consentimiento informado que fueron entregados a los padres y madres para explicarles las preguntas y mediciones a que se iban a someter sus hijos y, paralelamente, se les entregó una encuesta con el fin de obtener datos relativos al nivel de estudios de ambos progenitores, así como a su ocupación laboral.

## 2.1. Descripción de la muestra

Este trabajo recoge la información relativa a 467 niños y 549 niñas entre 9 y 16 años que estudiaban en centros escolares públicos y concertados en las localidades madrileñas de Pozuelo de Alarcón y Tres Cantos, así como en el distrito de Chamartín y en el barrio de Santa Eugenia, ubicados en la capital (figura M1), durante los cursos 2013-2014 y 2014-2015.



**Figura M1.** *Ubicación de los centros escolares en los que se tomó la muestra, en el mapa de la Comunidad de Madrid. (1) Pozuelo de Alarcón (2) Tres Cantos (3) Distrito de Chamartín y (4) Barrio de Santa Eugenia.*

*Modificado a partir de Mapa mudo de la Comunidad de Madrid por municipios (Gifex, 2020) y Mapa de los distritos de Madrid (Crates, 2007). Licencia Wikimedia Commons.*

El municipio de Pozuelo de Alarcón (figura M2) es un municipio residencial y comercial al noroeste de la ciudad de Madrid. Con 86172 habitantes en 2017, es el primero en renta bruta media entre los municipios mayores de 1000 habitantes en España, con 72.899 euros (Agencia Tributaria del Gobierno de España, 2017).



**Figura M2.** Vista aérea de la Avenida de Europa de Pozuelo. (F de Halley, 2007) GNU Free Documentation License.

Tres Cantos (figura M3) es una ciudad que formaba parte de Colmenar Viejo hasta 1991 y que actualmente funciona como ciudad dormitorio de la capital, pero también como núcleo económico y de telecomunicaciones. Se encuentra mayoritariamente enclavado en el Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares. Con 46750 habitantes y una renta bruta media de 41.423€, este municipio ocupaba en 2017 la posición 10 en renta bruta media entre los municipios mayores de 1000 habitantes en España a nivel autonómico y 30 a nivel nacional (Agencia Tributaria del Gobierno de España, 2017).



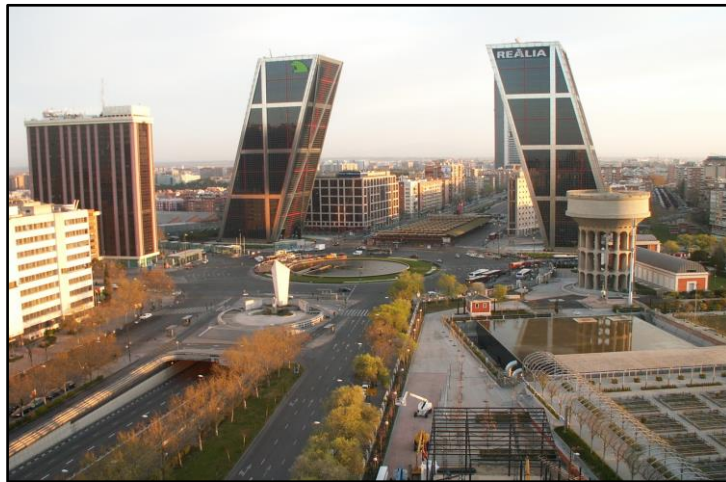
**Figura 3.** *Avenida de los Encuartes. Pozuelo de Alarcón. Bass\_at\_home/ Licencia Wikimedia Commons.*

El Municipio de Madrid, que agrupa en sus distritos y barrios 3.223.334 habitantes tiene una renta bruta media de 38.224 €, ocupa la posición 14 a nivel autonómico y 40 a nivel nacional según la estadística de los declarantes de IRPF por municipios mayores de 1000 habitantes publicada por la Agencia Tributaria del Gobierno de España (2017) en su página web, y las diferencias entre distritos son notables.

El distrito de Chamartín se sitúa en el norte de la ciudad, es el distrito número 5, según el Padrón Municipal (Ayuntamiento de Madrid, 2017) cuenta con 143424 habitantes, y agrupa los barrios 51-55: El Viso (51), Prosperidad (52), Ciudad Jardín (53), Hispanoamérica (54), Nueva España (55), y Castilla (56). La renta bruta media en este distrito según el Atlas de distribución de renta de los hogares que publica el Ayuntamiento de Madrid (2016) es de 65.260 €, casi duplicando la media de la ciudad que anteriormente se ha mencionado. Chamartín, que originariamente fue un pueblo próximo a Madrid llamado Chamartín de la Rosa y se anexionó a la ciudad en 1948, tiene gran relevancia

política y económica por acoger numerosos bancos, embajadas, instituciones europeas y ministerios, y por incluir la estación del mismo nombre y la estación de cercanías de Nuevos Ministerios, así como por el acceso a la línea de metro que conecta con el aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

Actualmente el distrito de Chamartín abarca población con un nivel adquisitivo de medio-bajo a medio-alto y muy alto y los precios de la vivienda nueva allí se encuentran entre los tres más caros de la Ciudad de Madrid siendo sólo superado por los precios de los distritos de Chamberí y Salamanca (Solla y Sanz, 2018).



**Figura M4.** Panorámica del Paseo de la Castellana, las torres Puerta de Europa y Plaza de Castilla. (Huertas, 2008) Licencia Wikimedia Commons.

Por último, el barrio de Santa Eugenia (figura M5), con 24.512 habitantes, forma junto con el barrio Casco Histórico de Villa de Vallecas (74.944 habitantes) el distrito de Villa de Vallecas, y alcanza los 36.865 € de renta media por hogar según informa el Servicio de Convivencia Intercultural en Barrios (2016), mientras que en el Casco Histórico de Villa de Vallecas el nivel medio de renta desciende a 30.861€. Esta diferencia se explica por el origen de Santa Eugenia, que surgió en 1970 como “Ciudad Residencial de Santa Eugenia”, una urbanización privada que fue construida

aprovechando la apertura de la autopista de Valencia para albergar a población de clase media (profesionales y personas de mayor poder adquisitivo que la media del distrito).

En cierto momento de su historia llegó a estar físicamente separada por una alambrada del conjunto urbano de Vallecas Villa y actualmente ocupa 40 hectáreas y es un núcleo conectado pero autosuficiente a todos los niveles: comercial, sanitario, cultural y escolar.



**Figura M5.** Barrios de Santa Eugenia (primer plano) y de Casco Histórico de Vallecas (al fondo). Asqueladd, Licencia Wikimedia Commons, CC-BY-SA 3.0.

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE) en su Indicador de Renta media por hogar, los hogares españoles obtuvieron unos ingresos medios anuales de en 2016 de 27558 (INE, 2017 a) por lo cual podemos afirmar que trabajamos con una muestra de población perteneciente a municipios que se encuentran por encima de la media de renta bruta nacional, aunque cercanos a ella, es decir a personas situadas en un rango económico medio-alto.

La muestra recopilada tiene una edad promedio de  $12,38 \pm 1,916$  años y su distribución por edades se refleja en la tabla M1.

**Tabla M1.** *Distribución de la muestra por edad (años cumplidos)*

Edad (años cumplidos)	Varones N	Mujeres N
9	36	52
10	52	68
11	55	76
12	72	98
13	76	93
14	93	98
15	59	57
16	24	7

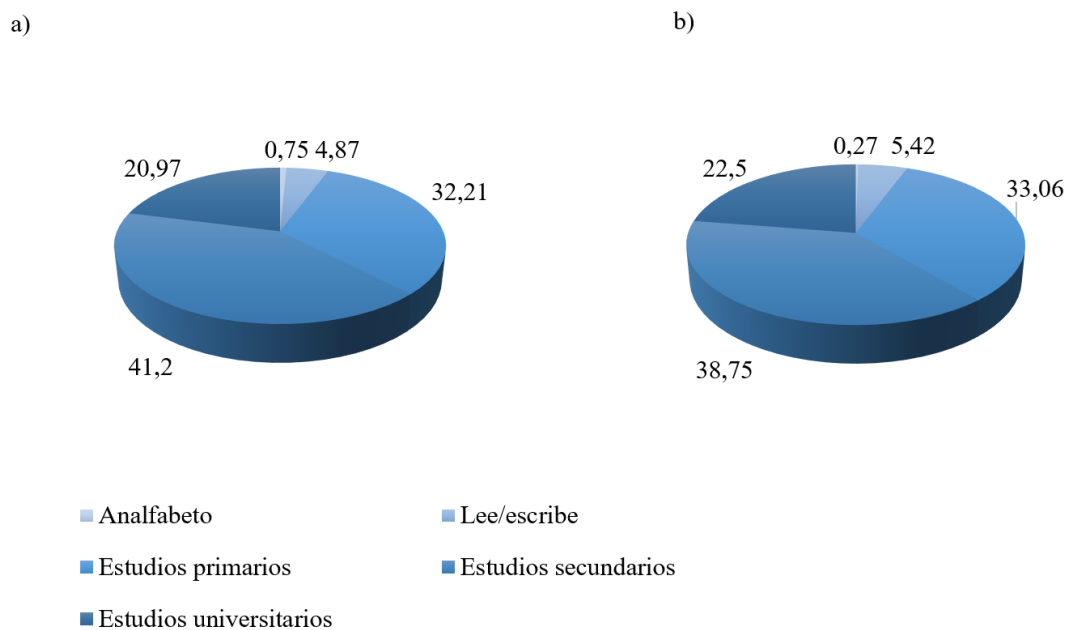
Según Gil-Flores (2013) parece existir consenso sobre la idea de que el estatus socioeconómico de las familias incluye tres aspectos básicos: ingresos económicos, nivel educativo y ocupación de los padres y madres. En la presente investigación se preguntó a los padres sólo acerca de las dos últimas cuestiones para maximizar el número de respuestas.

De cara a la interpretación del nivel educativo, se contó con que en 1970 se promulgó la Ley General de Educación que hacía la enseñanza obligatoria y gratuita hasta los 14 años (BOE, 1990) y con que, posteriormente, la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo de España (LOGSE) amplió la edad de obligatoriedad hasta los 16 años (BOE, 1990). De manera que, en la actualidad, podemos seleccionar especialmente la educación universitaria o superior como indicador del nivel socioeconómico familiar elevado.

Se ha considerado más adecuado segregar esta información por sexos ya que es frecuente en la bibliografía utilizar exclusivamente el nivel de estudios de la madre (Entwisle y Astone, 1994) dado que suele contar con mayor tasa de respuesta en las

encuestas y que está altamente correlacionado con el nivel educativo del padre (Kalmijn, 1991).

Según datos del Ministerio de Educación y Formación Profesional recogidos y comentados por Ruiz *et al.* (2018) el porcentaje de población adulta en edades comprendidas entre 25 y 64 años que alcanzó niveles de educación superior universitaria en España entre 2002 y 2017 aumentó desde el 24,9% hasta el 36,4%. En Madrid señalan que, para el año 2017, el 47% de la población contaba con estudios superiores universitarios. En nuestra muestra, el 20,97% de las madres y el 22,5 % de los padres habían cursado estudios universitarios, un valor inferior al dato general, y predominaron los padres (N=738) y madres (N=801) que habían completado estudios secundarios, tal y como puede verse en la figura M6.



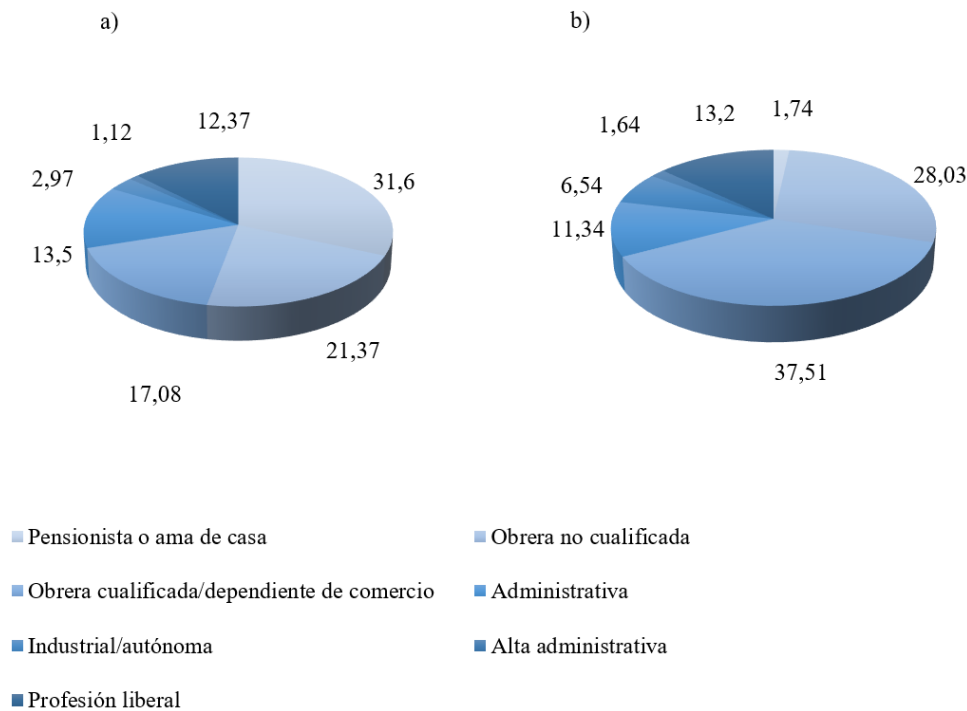
**Figura M6.** Nivel de estudios de a) padres y b) madres (%)

Para medir los recursos económicos disponibles en el hogar se acudió también a la información sobre la dedicación o empleo de los padres y madres; esta variable resulta caracterizadora de la población y resulta más fácil de medir y menos variable en el tiempo

que el nivel de ingresos familiar (Hauser, 1994). Hay que tener en cuenta que el desempleo afecta con mayor intensidad a las personas con niveles más bajos de formación (Rocha y Aragón, 2012) y que una gran proporción de la muestra de este estudio (fig. M6), el 62,71% de las madres y el 61,25% de los padres consiguieron graduarse en Educación Secundaria o estudios universitarios, pero una proporción nada despreciable, el 37,83% de las madres y 38,75% de los padres, no superaron la etapa de Educación Primaria.

Entre las mujeres (N=978) el 52,97% se dedicaban a actividades profesionales que no requerían cualificación y, como puede observarse en la figura M7, el 31,60%, respondieron que su dedicación era de pensionista o ama de casa y por tanto no participaban en actividad laboral reconocida. El 21,37% reportaron ser obreras no cualificadas. Por otra parte, el 17,08% se clasificaron como obreras cualificadas o dependientas de comercio, 13,50% administrativas, 12,37% realizaban una profesión liberal, 2,97% tenían una ocupación industrial o autónoma y 1,12% eran altas administrativas.

Con respecto a los padres (N=917) fueron sólo el 29,77% los que desarrollaban actividades profesionales que no requerían cualificación, cifra bastante inferior a la mencionada para las mujeres y dentro de este grupo sólo el 1,74% de los varones se declaraba ama de casa o pensionista y por tanto no participaban en actividad laboral reconocida, valor radicalmente menor que el de sus pares femeninas. Tal y como puede verse en la figura M7, reportaron ejercer el 37,51% como obreros cualificados o dependientes de comercio, el 13,20% como profesionales liberales, y el 11,34% como administrativos. Entre los valores más bajos vemos un 6,54% de profesionales industriales o autónomos y un 1,64% de altos administrativos.



**Figura M7.** *Ocupación profesional de los progenitores (%)*

Es importante tener en mente que, desde el año 2008, España se encontraba en una situación de crisis o recesión económica, por lo que resulta muy relevante la información relativa a la situación profesional de los progenitores. En esta etapa el desempleo afectaba con mayor intensidad a las personas con niveles más bajos de formación (Rocha y Aragón, 2012), situación que es coincidente con lo comentado sobre la formación y la dedicación laboral en el grupo de madres de este estudio.

En 2015, España se situaba como el segundo país más afectado de la Unión Europea por la crisis sólo por debajo de Grecia (INE, 2015). Sin embargo, la situación en la que se encontraba la Comunidad de Madrid en esos años era algo mejor que la nacional, con un nivel de paro del 18,8% (López-Ejeda, 2017). Por otra parte, según recientes datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, 2019), la tasa de desempleo nacional en hombres en el periodo 2011 a 2018 decreció del 21% al 13,7% en hombres y en mujeres

del 21,8 al 17%, aunque para la Comunidad de Madrid reporta en los dos últimos años tasas inferiores, del 13,3% (2017) y 12,2 % (2018). El porcentaje de mujeres y hombres en la categoría de pensionista o ama de casa observado en el presente estudio es de 16,67%, cifra que se puede asimilar a la de desempleados reportada por el INE y que muestra valores algo inferiores a los descritos para la Comunidad de Madrid en el período analizado.

## 2.2. Variables antropométricas

### 2.2.1. Variables antropométricas directas

La técnica antropométrica que se usó fue la que marca el Programa Internacional de Biología, IBP, por sus siglas en inglés *International Biological Programme* (Weiner y Lourie, 1981) que describe en su manual la metodología adecuada para la realización de estudios en Adaptabilidad/Biología Humana en siete áreas temáticas: crecimiento y físico, constitución genética, capacidad de trabajo y función pulmonar, tolerancia climática, nutrición, estudios médicos y metabólicos, demografía y factores socioculturales relacionados y finalmente descripción ambiental. De acuerdo con la normativa IBP las medidas bilaterales se tomaron en el lado izquierdo del cuerpo que sería en menos afectado por la actividad física diaria o el gesto deportivo en la población humana que es diestra en su mayor parte.

Cabe reseñar que la mayor parte de las técnicas de medición son muy similares a las establecidas por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría, ISAK por sus siglas en inglés *International Society for Advancement of Kineantropometry* (Cabañas y Esparza, 2009), si bien dicho protocolo recomienda medir el lado derecho (o los dos para establecer comparaciones), precisamente para evaluar la influencia del deporte sobre la morfología corporal. En cualquier caso, algunos autores

coinciden en que, para población general, no existen diferencias significativas si se mide uno u otro lado del cuerpo en edad prepuberal (Moreno et al 2002).

Las medidas antropométricas fueron tomadas por personal cualificado, utilizando material antropométrico homologado y debidamente calibrado. El lugar de medición fueron espacios cedidos por los centros escolares participantes, que gozaban de buenas condiciones climáticas y que respetaban la intimidad de los menores, los cuales fueron medidos en ropa interior o con ropa deportiva muy ligera.

Previo a la medición, según lo recomendado por (Cabañas y Esparza, 2009) se indicó a los sujetos que debían permanecer descalzos y en posición antropométrica (Fig. M8) con los talones juntos y los dedos ligeramente separados (formando un ángulo de más o menos 45°). Se les colocó por tanto con el cuerpo relajado y perpendicular al plano de sustentación, la mirada dirigida al horizonte y la cabeza situada en el plano de Frankfort (es decir, con alineamiento del margen inferior de la órbita ocular o punto infraorbitario y el punto trago de la oreja). Así mismo, se procuró que tuvieran las extremidades superiores suspendidas a lo largo del cuerpo con las manos extendidas, dedos dirigidos hacia abajo, pulgares alejados del cuerpo y palmas hacia los muslos.



**Figura M8.**  
*Posición antropométrica*

El **peso corporal** (kg) se midió con una balanza de marca *SECA* con precisión de 10 g, colocando al menor en posición centrada y evitando el contacto de su cuerpo con cualquier otro objeto. La **estatura** (cm) se tomó en posición supina con un antropómetro de la marca *GPM* con precisión de 1mm y efectuando una leve tracción ascendente con los pulpejos de los dedos índice y medio de la mano sobre el maxilar inferior, tomando la medida al final de una inspiración profunda y desplazando la rama móvil del tallímetro firmemente sobre el punto más elevado de la cabeza o vertex.

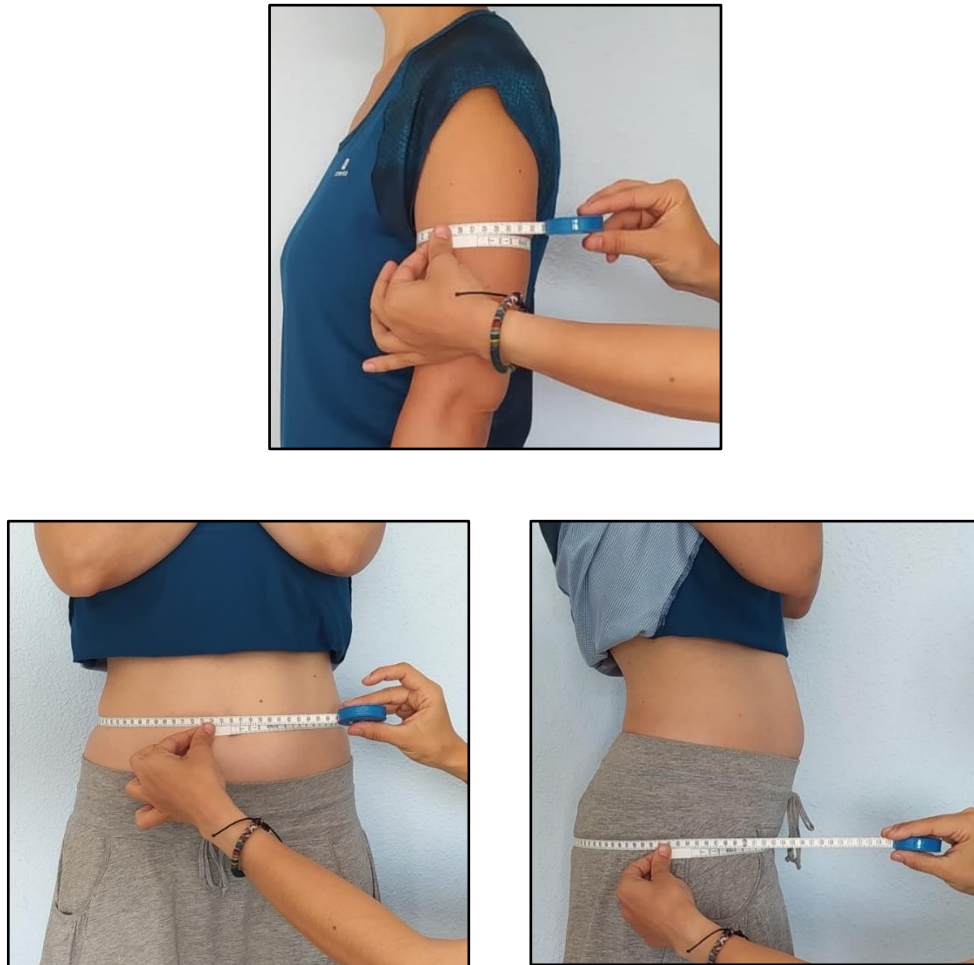


**Figura M9.** Balanza *SECA*



**Figura M10.** Antropómetro *GPM*

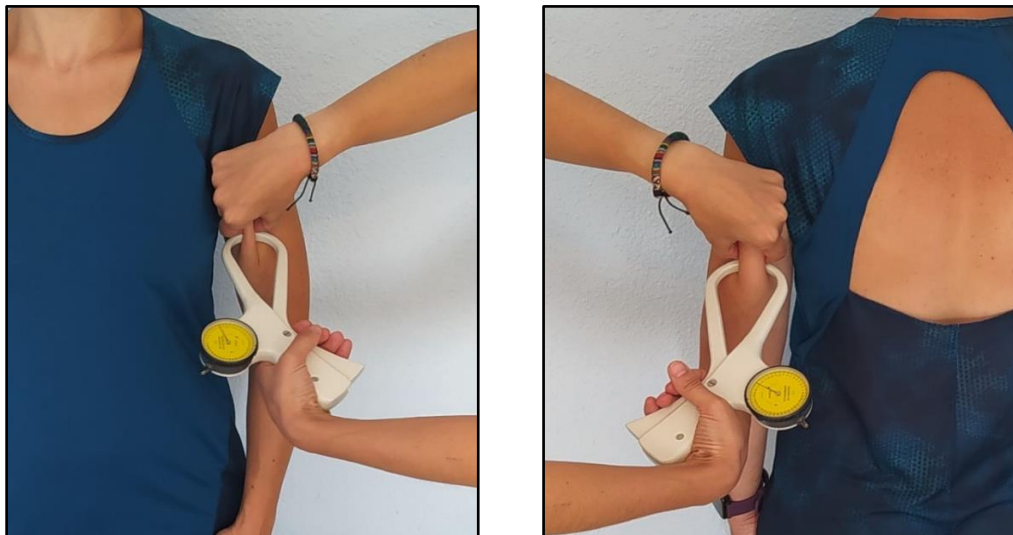
Para la medida de **perímetros o circunferencias corporales** se utilizó una cinta antropométrica no elástica *Holtain* con precisión de 1 mm (FIG. M11). En todos los casos, se intentó tomar la medida con la mayor precisión, vigilando que la cinta estuviera en posición horizontal paralela al suelo y procurando no presionar sobre los tejidos corporales.



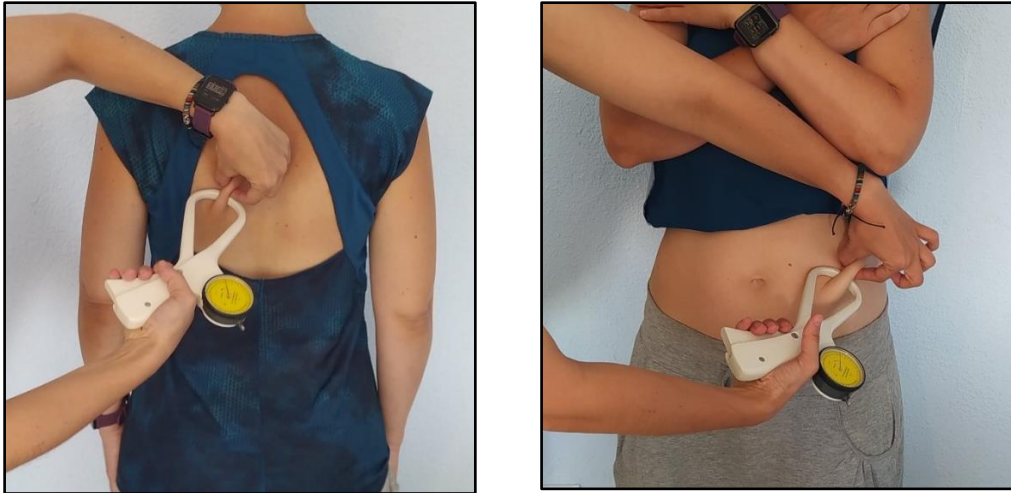
**Figura M11.** Medida de PB (arriba), PC (izquierda) y PCad (derecha).

Se recogieron el **perímetro del brazo relajado, PB** (cm) a nivel mesobraquial, localizándose la distancia media entre los puntos antropométricos acromial del hombro y radial del codo, la **circunferencia de la cintura o perímetro de la cintura umbilical, PC** (cm) colocando el límite inferior de la cinta métrica sobre el límite superior del ombligo, y el **perímetro o circunferencia de la cadera, PCad** (cm) situando la cinta en la zona que suele coincidir con el contorno mayor de los glúteos relajados y que se corresponde con la altura del trocánter mayor de los fémures.

Los **pliegues adiposos** subcutáneos se midieron con un adipómetro de la marca *Holtain* con precisión de 0,2 mm. El pliegue **tricipital, Tri** (mm), se tomó en el punto medio del brazo, justo encima del tríceps, procurando no incluir tejido muscular y anotando la medida antes de que la aguja comience a descender por efecto de la compresión mantenida. El pliegue **bicipital, Bi** (mm), se toma también a nivel mesobraquial, con la misma técnica en la parte posterior del brazo, justo encima del bíceps de forma que el pliegue queda paralelo al eje longitudinal de la extremidad. Además de los pliegues del brazo, se tomaron dos pliegues troncales. En el tren superior, el **pliegue subescapular, Sub** (mm), se tomó dos centímetros debajo del borde inferior de la escápula en dirección oblicua hacia abajo, formando un ángulo de 45° respecto a la columna vertebral. En el tren inferior del tronco, el **pliegue suprailíaco, Sup**, o supraespinal (mm) se midió en la intersección que forman dos líneas imaginarias, una horizontal paralela al plano de sustentación a la altura del borde superior del fileón y la otra vertical oblicua desde la espina ilíaca anterosuperior y el borde axilar anterior.



**M 12.** Medida de los pliegues adiposos *Bi*(izquierda) y *Tri* (derecha).



**M 12.** Medida de los pliegues adiposos Sub (izquierda) y Sup (derecha).

### 2.2.2. Variables antropométricas derivadas para el análisis de tamaño, forma y composición corporal

A partir de las dimensiones antropométricas directas se calcularon una serie de expresiones informativas del tamaño, forma y composición corporal. En primer lugar, se calculó el **Índice de Masa Corporal (IMC)** formulado en 1835 por el antropólogo belga Adolph Quetelet y que relaciona la estatura y el peso de los sujetos. Este índice fue denominado posteriormente por Keys *et al.* (1972) como IMC y es el más utilizado para la valoración del estado nutricional, aunque presenta la limitación de no cuantificar directamente el tejido adiposo y de que no existe consenso en la comunidad científica sobre las referencias adecuadas para determinar a través de él la insuficiencia ponderal, el normopeso, el sobrepeso o la obesidad. La expresión matemática para su cálculo es:

$$IMC = peso (kg)/estatura (m^2)$$

La categorización del estado nutricional a partir del IMC va a depender de los valores de referencia utilizados y de hecho, las diferencias entre la elección de unos patrones u otros va a influir notablemente sobre el resultado como han puesto de relieve distintos estudios tanto en población española como en grupos humanos de distintos países (Martínez-Álvarez *et al.* 2013; Bergel *et al.* 2014; Pedrero-Tomé 2018). Como ya recogió López-Ejeda (2017) en su tesis doctoral, para la edad escolar podemos recurrir a múltiples referencias internacionales, aunque las más empleadas en estudios poblacionales son tres. En primer lugar, las curvas de crecimiento para mayores de 5 años desarrolladas por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007) y en segundo término las publicadas por el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades de Estados Unidos conocido como CDC por sus siglas en inglés *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2000). Por último, hay que citar las referencias con puntos de corte para IMC entre 2 y 18 años, que aparecen en dos publicaciones consecutivas, primero para la sobrecarga ponderal (Cole *et al.* 2000) y años más tarde para el diagnóstico de la delgadez (Cole *et al.* 2007). Estas referencias fueron avaladas en su momento por el *International Obesity Task Force* (IOTF), organización que en la actualidad tiene la denominación de *World Obesity Federation* (WOF) y que integran profesionales de más de cincuenta asociaciones científicas que trabajan en el tema (<https://www.worldobesity.org>).

Las referencias de Cole *et al.* (2000; 2007) se construyeron a partir de seis grandes estudios de crecimiento de carácter transversal y representativas a nivel nacional efectuados en Brasil, Gran Bretaña, Hong Kong, los Países Bajos, Singapur y los Estados Unidos y que fueron efectuados en las décadas de los 80 y 90 del siglo XX. La muestra total incluyó 97.876 hombres y 94.851 mujeres desde el nacimiento hasta los 25 años y el método estadístico empleado consistió en trazar las curvas percentilares ajustando estas

para que a los 18 años pasaran por los puntos de corte que establecen el diagnóstico en los adultos (25 y 30 kg/m<sup>2</sup> para la obesidad y 16,17 y 18,5 kg/m<sup>2</sup> para la delgadez severa, leve y moderada). Las curvas resultantes se promediaron para obtener los puntos de corte específicos de la edad y el sexo de 2 a 18 años.

Por otra parte, según recogen González-Montero de Espinosa y Marrodán (2018) en una reciente publicación, existen diversas referencias realizadas a partir de amplias muestras de población española entre las que se cuentan las patrocinadas por la Fundación Faustino Orbegozo (Hernández *et al.* 1988; Sobradillo *et al.* 2004; Fernández *et al.* 2011) pasando por otras elaboradas por González-Montero de Espinosa *et al.* (2003); Carrascosa *et al.* (2008) o Sánchez-González *et al.* (2011) a partir de estudios de crecimiento efectuados en diversas regiones españolas. En este trabajo, se han aplicado las referencias de Cole *et al.* (2000, 2007) por su carácter internacional y porque facilitan la comparación con otros estudios realizados en poblaciones de diverso origen y etnicidad. Los puntos de corte que definen la categoría nutricional en función del IMC, el sexo y la edad según este patrón se recogen en la tabla M2.

**Tabla M2.** Puntos de corte para IMC que definen la condición nutricional en niños y adolescentes. Criterio de la International Obesity Task Force (IOTF) (Cole *et al.* 2000; 2007)

	Edad (años)	Bajo peso	Sobrepeso	Obesidad
Varones	9	14,49	19,46	23,39
	10	15,16	20,20	24,57
	11	15,16	20,89	25,58
	12	15,58	21,56	26,43
	13	16,12	22,27	27,25
	14	16,69	22,96	27,98
	15	17,26	23,60	28,60
	16	17,80	24,19	29,14

**Tabla M2.** (Continuación) Puntos de corte para IMC que definen la condición nutricional en niños y adolescentes. Criterio de la International Obesity Task Force (IOTF) (Cole et al. 2000; 2007)

Mujeres	9	14,43	19,45	23,46
	10	14,81	20,29	24,77
	11	15,32	21,20	26,05
	12	15,93	22,14	26,05
	13	16,57	22,98	28,20
	14	17,18	23,66	28,87
	15	17,69	24,17	29,29
	16	18,09	24,54	29,56

El **Índice de Masa Triponderal (IMT)** es un índice bastante nuevo que de manera similar al IMC, relaciona la estatura y el peso. Su fórmula matemática es:

$$IMT = peso (kg)/estatura (m^3)$$

Se ha comenzado a utilizar recientemente y existe poca bibliografía al respecto. Un trabajo de Peterson *et al.*, 2017 realizado a partir de datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de los Estados Unidos de 1999 a 2006 concluye que este índice estima el sobrepeso y el exceso de adiposidad de manera más precisa que el IMC en una muestra de adolescentes blancos no hispanos de 8 a 17 años. Carrascosa *et al.* (2018) realizaron un estudio longitudinal de crecimiento entre los años 1995 y 2017 y con una muestra recogida en Barcelona de 1453 niños sanos sin malnutrición ni obesidad. A partir de dicho estudio, los citados autores presentaron valores normativos de IMC e IMT para la edad y señalaron tendencias seculares similares para la evolución de ambos índices.

De Lorenzo *et al.* (2019) en un trabajo de objetivo similar al de Peterson *et al.* 2017 señalan que el IMT es una herramienta de detección útil en la práctica clínica pediátrica y que supone una mejor clasificación de los niveles de adiposidad, que las referencias de IMC tanto de la IOTF como de la OMS.

El **Índice Ponderal de Rohrer o índice ponderal recíproco (IPR)** parte, como los dos índices anteriores, de las medidas directas de peso y estatura y se basa en el principio de que el peso de un individuo es proporcional a su volumen. Fue establecido por Rohrer en 1908 y su fórmula matemática es:

$$IPR = \text{estatura (cm)} / \sqrt[3]{\text{peso (kg)}}$$

Se utiliza para calcular la ectomorfia o tercer componente del somatotipo, una cuantificación de los componentes primarios que determinan la estructura corporal de un individuo tomando como referencia las tres capas embrionarias de desarrollo que dan origen a los tejidos y sistemas orgánicos (Carter, 1983) y que fueron refinadas posteriormente hasta definir la estrategia del somatotipo antropométrico de Carter y Health (1990) que es el más utilizado en la actualidad para el cálculo de somatotipo.

Puede ser usado en distintas personas, con independencia del grupo etario, sin embargo, tradicionalmente se emplea en la antropometría pediátrica para la valoración del estado nutricional en neonatos para clasificarlos como eutróficos (en buen estado de nutrición), desnutridos u obesos. Según el enfoque teórico de Fernández-López *et al.* (2005) permite la comparación en igualdad de condiciones en cuanto a proporcionalidad corporal con otros sujetos de poblaciones homogéneas. Se transforma a unidades de uso común a través de su multiplicación por 100. Arencibia *et al.* (2018) en su manual sobre indicadores antropométricos lamentan que este índice no tiene vigencia en la práctica clínica a pesar de que no tiene las restricciones del IMC en cuanto a la edad, etnicidad o sexo y señalan que en la mayoría de los estudios epidemiológicos se utiliza el IMC quedando el IPR limitado a las modificaciones del “volumen” peso respecto a talla.

El **Índice cintura/cadera (ICC)** es un indicador de distribución de la grasa corporal que relaciona la dimensión de la cintura con la de la cadera reflejando si el patrón

en el cuerpo tiende a ser androide, cuando la acumulación de grasa es en el abdomen, o ginoide, cuando el almacenamiento de la grasa predomina en la región glútea y femoral. (González-Montero de Espinosa y Marrodán, 2018).

$$ICC = \text{circunferencia de la cintura (cm)} / \text{circunferencia de la cadera (cm)}$$

Un estudio de González-Jiménez (2013) sobre 1001 adolescentes de entre 9 y 17 años de edad de las provincias de Granada y Almería reportó una asociación significativa entre el estado nutricional y los valores del índice cintura/cadera en estas edades y encontraron este índice adecuado para predecir riesgo cardiovascular en adolescentes con sobrepeso y obesidad en tanto que encontraron una asociación significativa entre los valores del índice de cintura/cadera y la presión arterial sistólica y diastólica. También Cabrera-Rode et al (2011) analizando 224 sujetos cubanos entre 4 y 19 años, familiares de personas con diabetes tipo 1, interpretaron el ICC como un indicador más adecuado para el diagnóstico del SMet que la medida directa del perímetro cintura.

Se ha demostrado que el ICC varía según se avanza en edad y presenta un notable dimorfismo sexual (Winkler *et al.* 2015). Además, muestra gran variabilidad poblacional durante la adolescencia, como se desprende del estudio FUPRECOL, Estudio de Asociación de la Fuerza Prensil con Manifestaciones Tempranas de Riesgo Cardiovascular en Niños y Adolescentes Colombianos, (Rodríguez-Bautista *et al.* 2015) donde se contrastó el ICC de sujetos colombianos con edades entre 9 y 18 años, con datos de otras poblaciones de niños y adolescentes procedentes de Europa, Suramérica, Asia y África.

El **Índice cintura/talla (ICT)** se empezó a utilizar habitualmente a mediados de los años noventa del pasado siglo (Hernández-Rodríguez *et al.*, 2015) y se ha usado para

identificar obesidad abdominal asociada al perfil de riesgo cardiovascular y metabólico.

Su expresión matemática es:

$$ICT = \text{circunferencia de la cintura (cm)} / \text{estatura (cm)}$$

Esta relación matemática está ampliamente estudiada en adultos, en los que el punto de corte límite para detectar el riesgo de obesidad y síndrome metabólico es de 0,50 en ambos sexos (Rodríguez-Pérez, 2010). En población infantil Browning *et al.* (2010) señalan lo adecuado de este punto de corte para población infantil tras revisar 13 trabajos sobre el tema. Con posterioridad, Marrodán *et al.* (2013c), en un análisis realizado sobre 2319 escolares de 6 a 14 años llegaron a la conclusión de que el ICT es un buen marcador de sobrepeso y obesidad en la edad pediátrica y señalaron puntos de corte para ICT que identifican el sobrepeso  $> 0,48$  en chicos y  $> 0,47$  en chicas españoles, y la obesidad infantil en valores de  $> 0,51$  para los varones y  $> 0,50$  en las niñas. En el presente trabajo se tomará como referencia de obesidad abdominal el valor  $\geq 0,5$ .

El **Índice de conicidad (IC)** es una relación entre la circunferencia de la cintura, el peso y la estatura, y no requiere la medida de la circunferencia de la cadera. Fue desarrollada por Valdez *et al.* (1993) y su aumento se ha relacionado con un incremento del riesgo cardiometabólico. La expresión matemática que lo representa es:

$$IC = \text{circunferencia de la cintura (m)} / 0,109 \sqrt{\text{peso (kg)} / \text{estatura (m)}}$$

Considera que el cuerpo humano se puede asimilar a un doble cono que está unido por sus bases cuando el IC es elevado y o por sus vértices cuando el IC es bajo. El valor del índice oscila entre 1 (forma de cilindro) y 1,73 (forma de doble cono). Estudios sobre adultos refieren que IC identifica adecuadamente a los varones con riesgo de infarto agudo y es recomendable para valorar la obesidad abdominal en todas las estrategias de

control y promoción de la salud coronaria (Cabañas, 2008 y 2017). Se ha utilizado para analizar la distribución adiposa en adolescentes y niños (Pérez, 2000 y 2009) pero sin embargo su empleo en población pediátrica permanece cuestionado (Hernández-Rodríguez *et al.* 2017). Estos últimos autores realizaron una revisión bibliográfica que recoge varios estudios sobre índice de conicidad en infancia y juventud y, si bien algunos de ellos demuestran relación entre dicho índice y distribución de adiposidad, colesterol sérico, otros autores no consideraron el IC un buen predictor de algunos componentes de SMet como la glucemia elevada en grupos poblacionales concretos como las mujeres mayores (Mantzoros *et al.*, 1996).

Rodríguez *et al.* (2012) analizaron el comportamiento del IC, con el objetivo de estudiar la distribución de la grasa corporal en niños entre 6 y 11 años, residentes en el barrio o reparto Fontanar, de La Habana. En este estudio se obtuvieron intervalos de tolerancia que permitieron establecer la distribución de este índice, de acuerdo con las categorías de bajo, medio y alto, por edad y sexo. El porcentaje de valores altos del índice se encuentra entre 9 y 12 % para varones y mujeres respectivamente, lo que hace pensar a los investigadores que este índice podría ser un método alternativo para evaluar la distribución de la adiposidad en los niños, sirviendo como herramienta de apoyo en el diagnóstico de aquellos síndromes genéticos que cursan con obesidad y un patrón de distribución de grasa característico, de lo cual se infiere que desde edades tempranas el IC puede ser un índice de utilidad.

No hay puntos de corte para el IC establecidos para los niños y/o adolescentes. Sin embargo, se han reportado valores menores en comparación con los establecidos para los adultos en una población venezolana dentro de un rango de edad de 11 a 16 años, 1,07 a 1,10 varones y 1,05 a 1,07 en mujeres, categorizándose dentro del rango promedio (Pérez *et al.*, 2000)

El **Índice de forma corporal, IFC, o ABSI** por sus siglas en inglés *A Body Shape Index* es una relación entre cintura, IMC y estatura propuesta por Krakauer y Krakauer (2012) que se desarrolló a partir de la muestra de participantes en las Encuestas de Salud estadounidenses (NHANES de 1999 a 2004). Su fórmula es:

$$IFC(ABSI) = \text{circunferencia de la cintura (m)} / (\text{IMC}^{\frac{2}{3}} \times \text{estatura (m)}^{\frac{1}{2}})$$

Cuanto mayor valor toma el IFC, mayor es el perímetro de la cintura que correspondería a una estatura y peso determinado, esto se interpreta como un exceso de grasa a nivel abdominal. Las aún escasas investigaciones que ha aplicado este indicador muestran que el IFC predice el riesgo de mortalidad prematura en la población, independientemente del IMC cuando ABSI supera la media para la población de referencia. Una reciente revisión que recopiló 38 investigaciones realizadas en 15 países ha puesto de relieve su utilidad en la predicción de la mortalidad, si bien no resultó más útil que el perímetro de la cintura o el IMC en la identificación de síndrome metabólico y otras enfermedades crónicas (Ji *et al.*, 2018).

En población infantil y pediátrica Mameli *et al.* (2018) realizaron un estudio transversal sobre 217 niños y adolescentes con sobrepeso y obesidad de entre 2 y 18 años en el que sí encontraron asociación significativa de ABSI con marcadores de riesgo cardiometabólico.

El *Body Roundness Index (BRI)* o **índice de redondez corporal (IRC)** también combina la estatura y la circunferencia de la cintura. Fue descrito recientemente por Thomas *et al.* (2013) como un buen indicador significativamente asociado con la grasa corporal total y visceral. Su fórmula es:

$$IRC = 364,2 - 365,5 \times \sqrt{1 - [(CC(m)/2\pi)^2 / (0,5 \times \text{estatura (m)})^2]}$$

Thomas et al. (2013) desarrollan el modelo teórico del índice partiendo de datos de dos grandes muestras de adultos norteamericanos y una gran muestra de adultos alemanes y señalan cómo este índice clasifica el cuerpo de manera diferente al IMC, pudiendo diferenciarse varios IRC para un mismo IMC de manera que el IRC puede convertirse en estimador adecuado de la grasa corporal. Este índice ha sido descrito como predictor del hígado graso no alcohólico (Motamed et al 2016), pero aún son escasos los trabajos que evalúan su validez en el diagnóstico de parámetros asociados a las patologías cardiometabólicas. Un reciente estudio transversal realizado sobre 981 adolescentes de edades comprendidas entre 12 y 14 reportan que IRC es un buen indicador de obesidad y de SMet dado que se eleva en los menores con estas características (Perona *et al.*, 2018). Otros autores no han encontrado relación entre valores de BRI y componentes concretos de SMet como la hipertensión arterial (Tonhajzerova *et al.*, 2019)

El **Índice de masa grasa abdominal (IMA)** o BMAI (*Body Mass Adiposity Index*) es también uno de los índices publicados más recientemente, fue descrito por Kumar (2009) y se expresa con la siguiente fórmula:

$$IMA (BMAI) = IMC \times CC$$

IMA es el producto del índice de masa corporal (IMC) por el perímetro o circunferencia de la cintura (PC). Es un índice simple de calcular que según ciertos autores podría ser de gran utilidad como indicador indirecto de la adiposidad en la población infantil que eventualmente sirviera para la predicción de componentes fisiometabólicos asociados al SMet (Das et al 2011).

Kryst *et al.* (2016) buscaron identificar un método barato adecuado para determinar obesidad abdominal en población infantil y para ello se realizaron tres estudios antropológicos transversales en 1983, 2000 y 2010 sobre un total de 14.819 niños y

adolescentes de entre 3 y 18 años residentes en Cracovia (Polonia). Al estudiar el IMA los autores refieren que su diseño lo hace sensible a un aumento en el IMC y en circunferencia de la cintura, por lo que su uso daría una idea general de la grasa corporal total. Por otra parte, en combinación con sus dos componentes por separado, resultaría de gran utilidad en la descripción de los eventuales cambios seculares.

El **Índice de distribución de la grasa corporal (IDGC)** es una poco conocida relación antropométrica que ha sido formulada por Chiquete et al. (2012) a partir de la estatura, la circunferencia de la cintura, el perímetro de la cadera y el ICC. Con este índice los autores buscaban diseñar un índice antropométrico que correlacionase mejor el IMC con el contenido y distribución de la grasa corporal. Su fórmula es:

$$IDGC = ([CC/estatura (m)] + [(1/estatura (m))]/ICC$$

El IDGC fue generado a partir de una población mestiza mejicana y muestra gran capacidad para valorar la distribución central de la masa corporal. Sus límites de normalidad estadística son 49,0 a 74,6 (o simplemente de 50 a 75), aunque son necesarias más evidencias ya que Chiquete *et al.* (2012) afirman que estos valores están extraídos de una muestra pequeña (516 adultos con 70% de mujeres y edad promedio de 37,6 años). Se desconoce también si fuera de este rango de normalidad se pueden padecer alteraciones metabólicas asociadas con la obesidad y se echa en falta bibliografía relativa a su utilidad sobre población pediátrica. En la tabla M3 se recopilan expresiones matemáticas que se utilizan para el cálculo de los índices de tamaño y forma corporal hasta aquí relacionados.

**Tabla M3.** Resumen de expresiones matemáticas de índices antropométricos

Indice de Masa Corporal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>IMC = \text{peso (kg)}/\text{estatura}^2(\text{m}^2)</math></li> </ul>
Indice de Masa Triponderal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>IMT = \text{peso (kg)}/\text{estatura}^3(\text{m}^3)</math></li> </ul>
Indice Ponderal de Rohrer o índice ponderal recíproco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>IPR = \text{estatura (cm)}/\sqrt[3]{\text{peso (kg)}}</math></li> </ul>
Indice cintura/cadera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>ICC = \text{circunferencia de la cintura (cm)}/\text{circunferencia de la cadera (cm)}</math></li> </ul>
Indice cintura/talla	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>ICT = \text{circunferencia de la cintura (cm)}/\text{estatura (cm)}</math></li> </ul>
Indice de conicidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>IC = \text{circunferencia de la cintura (m)}/0,109 \sqrt[2]{\text{peso (kg)}/\text{estatura (m)}}</math></li> </ul>
Indice de forma corporal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>IFC(ABSI) = \text{circunferencia de la cintura (m)}/(IMC^{\frac{2}{3}} \times \text{estatura (m)}^{\frac{1}{2}})</math></li> </ul>
Indice de redondez corporal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>IRC = 364,2 - 365,5 \times \sqrt{1 - [(CC(m)/2\pi)^2/(0,5 \times \text{estatura (m)})^2]}</math></li> </ul>
Indice de masa grasa abdominal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>IMA (BMAI) = IMC \times CC</math></li> </ul>
Indice de distribución de la grasa corporal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>IDGC = [(CC/\text{estatura (m)})] + [(1/\text{estatura (m)})]/ICC</math></li> </ul>

El estudio de la composición corporal es la evaluación de las diferentes fracciones corporales respecto al peso total (Marrodán *et al.*, 2003). Behnke *et al.*, en 1942, fueron los primeros en proponer un modelo bicompartimental que reconoce por un lado masa grasa y por otro lado masa libre de grasa (Cabañas y Esparza, 2009). Este modelo, a pesar de su sencillez, es muy adecuado para la valoración de la condición nutricional y puede estimarse mediante antropometría, calculando en primer lugar la densidad (D) a partir de los pliegues adiposos y en segundo término el porcentaje de grasa corporal (%GC). En la presente investigación se han utilizado expresiones matemáticas que incorporan la suma de cuatro pliegues adiposos subcutáneos y que han sido específicamente formuladas para población infantil y adolescente:

La **Suma de los pliegues adiposos ( $\Sigma$ pliegues)** se calculó según la fórmula:

$$\Sigma pliegues = biceps + triceps + subescapular + suprailiaco$$

La **Densidad corporal (D)** requirió del uso de cuatro ecuaciones diferentes en función del sexo y la edad de los sujetos analizados:

Para edad  $\leq 11$  años (Brook, 1971):

$$\text{Varones: } D = 1,1690 - 0,0788 \log (\Sigma pliegues)$$

$$\text{Mujeres: } D = 1,2063 - 0,0999 \log (\Sigma pliegues)$$

Para edad  $\geq 12$  años (Durnin y Rahaman, 1967):

$$\text{Varones: } D = 1,1533 - 0,0643 \log (\Sigma pliegues)$$

$$\text{Mujeres: } D = 1,369 - 0,0598 \log (\Sigma pliegues)$$

El **Porcentaje de grasa corporal (%GC)** se estimó a partir de la D empleando la fórmula de Siri (1961) que, pese a que fue desarrollada en adultos, es ampliamente utilizado en todas las edades y en ambos sexos.

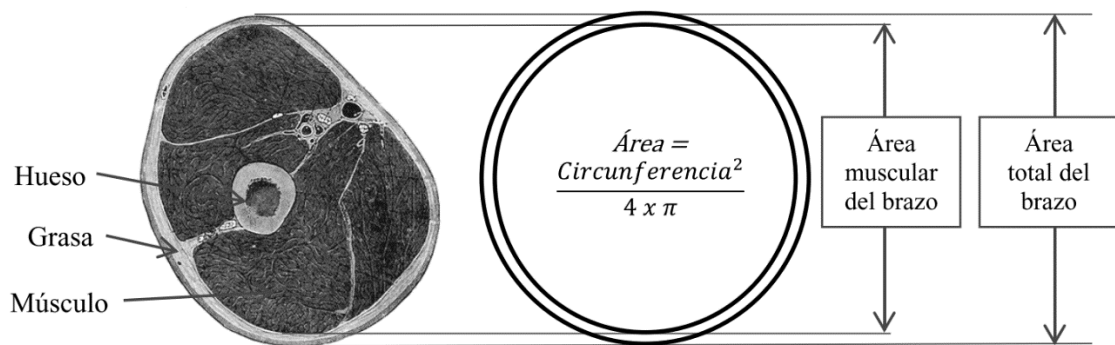
$$\%GC = [(4,95/D) - 4,50]100$$

El %GC, como el IMC, permite categorizar el estado nutricional de los niños y niñas. Se han empleado para su categorización las referencias propuestas por Marrodán *et al.* (2006) que fueron diseñadas con el mismo procedimiento y que recogen valores percentilares por sexo para las edades aquí estudiadas. Se ha considerado la presencia de sobrepeso adiposo cuando un sujeto se encuentra entre los percentiles 90 y 97 de dicha referencia española y obesidad cuando se supera este último percentil (tabla M4).

**Tabla M4.** Estándares para el porcentaje de grasa calculado mediante el método Siri en varones y mujeres de edades comprendidas entre 9 y 16 años.*Modificado de Marrodán (2006).*

	Edad (años)	P3	P10	P25	P50	P75	P90	P97	Media	DE
Varones	9	5,15	7,22	8,54	10,54	14,56	19,05	21,02	11,86	4,85
	10	6,12	7,96	10,29	14,27	19,16	22,40	24,03	14,66	5,27
	11	6,43	8,43	10,34	15,04	18,50	22,00	26,42	15,05	6,30
	12	6,20	8,82	12,05	15,64	21,34	25,25	28,81	16,61	6,20
	13	6,42	9,57	12,65	17,65	22,89	26,75	30,64	17,98	6,42
	14	7,08	8,60	11,55	16,13	20,95	25,98	29,22	16,45	7,08
	15	6,67	8,60	13,22	16,69	20,95	25,86	29,96	16,91	6,67
	16	6,40	9,65	13,24	16,82	21,40	25,65	30,33	17,33	6,40
Mujeres	9	12,06	14,00	15,62	19,04	24,99	28,11	30,83	20,24	5,46
	10	13,18	16,16	17,97	20,39	25,55	28,63	31,32	21,59	4,74
	11	15,07	15,96	18,32	20,63	25,24	28,25	32,12	21,70	4,60
	12	16,11	17,08	19,68	23,53	26,61	30,86	34,99	23,58	5,21
	13	15,99	19,16	21,90	25,56	28,97	32,42	37,32	25,75	5,31
	14	14,75	19,69	21,90	25,80	30,43	33,84	37,81	25,84	6,65
	15	15,36	19,36	23,22	27,11	30,63	34,16	37,87	26,83	5,91
	16	16,99	19,14	23,22	26,09	29,82	33,18	37,19	26,43	5,22

De manera complementaria, se ha estimado la composición corporal a nivel mesobraquial, aplicando las expresiones derivadas del modelo de Gurney y Jelliffe (1973) que supone que el brazo tiene una configuración cilíndrica de modo que si se hiciera un corte transversal en la sección media de la extremidad, se encontrarían de fuera a dentro, un primer anillo que se correspondería con el componente adiposo, otro al componente muscular y el más interior al tejido óseo como se representa en la Figura M8.



**Figura M8.** Sección transversal de un brazo y representación del modelo de cilindros concéntricos de Gurney y Jelliffe (1973). Tomado de López Ejeda (2017)

De acuerdo con este modelo es posible estimar el área total (ATB) (cm<sup>2</sup>), magra (AMB) (cm<sup>2</sup>) y grasa del brazo (AGB) (cm<sup>2</sup>).

El **Área total del brazo (ATB)** responde a la fórmula:

$$ATB = [\text{perímetro del brazo relajado (cm)}]^2 / 4\pi$$

El **Área magra del brazo (AMB)** se calcula a través de la siguiente expresión:

$$AMB = [\text{perímetro del brazo relajado (cm)} - [\text{pliegue tricipital (cm)} \times \pi]]^2 / 4\pi$$

El **Área grasa del brazo (AGB)**, posteriormente, puede obtenerse de la resta de los dos indicadores anteriores:

$$AGB = ATB - AMB$$

Para finalizar se estimó el **Índice adiposo braquial (IAB)** o **Porcentaje de Grasa Mesobraquial (%GMB)** que expresa la adiposidad relativa a nivel mesobraquial y cuya expresión resulta de dividir AGB entre ATB y multiplicar el cociente por 100.

$$IAB(\%GMB) = [AGB/ATB] \times 100$$

En la tabla M5, se relacionan las expresiones matemáticas empleadas para la estima de la composición corporal total y mesobraquial.

**Tabla M5.** Expresiones matemáticas para la estima de la composición corporal

<p>Suma de los pliegues adiposos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\Sigma \text{pliegues} = \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subescapular} + \text{suprailiaco}</math></li> </ul>
<p>Densidad corporal</p> <p>Hasta los 11 años, Brook (1971)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varones: <math>D = 1,1690 - 0,0788 \log (\Sigma \text{pliegues})</math></li> <li>• Mujeres: <math>D = 1,2063 - 0,0999 \log (\Sigma \text{pliegues})</math></li> </ul> <p>Entre 12 y 16 años, Durmin y Rahaman (1967)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Varones: <math>D = 1,1533 - 0,0643 \log (\Sigma \text{pliegues})</math></li> <li>• Mujeres: <math>D = 1,369 - 0,0598 \log (\Sigma \text{pliegues})</math></li> </ul>
<p>Porcentaje de grasa corporal (Siri 61)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\%GC = [(4,95/D) - 4,50]</math></li> </ul>
<p>Area total del brazo (Gurney y Jelliffe, 1973)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>ATB = [\text{perímetro del brazo relajado (cm)}]^2 / 4\pi</math></li> </ul>
<p>Area magra del brazo (Gurney y Jelliffe, 1973)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>AMB = [\text{perímetro del brazo relajado (cm)} - [\text{pliegue tricipital (cm)} \times \pi]]^2 / 4\pi</math></li> </ul>
<p>Area grasa del brazo (Gurney y Jelliffe, 1973)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>AGB = ATB - AMB</math></li> </ul>
<p>Indice adiposo braquial (IAB)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>IAB(\%GMB) = [AGB/ATB] \times 100</math></li> </ul>

### 2.3. Metodología para el análisis de variables fisiológicas y metabólicas

La **presión arterial** (PA) (mmHg) se determinó después de al menos diez minutos de reposo, empleando un tensiómetro digital *OMROM* modelo *M6AC* con precisión de 0,1 mmHg y con manguito normal. Estando el sujeto sentado con la espalda apoyada, los pies en el suelo y el brazo derecho extendido y reposado, se registraron la presión arterial sistólica (PAS) y diastólica (PAD). Siguiendo las indicaciones de Marrodán *et al.* (2013b).

la medida se realizó en tres ocasiones sucesivas apuntando el valor más bajo de los obtenidos ya que la presión tiende a normalizarse cuando los niños se adaptan al método y se reduce la ansiedad. Para el diagnóstico de la presión elevada, se utilizaron los valores percentilares por sexo y edad derivados del estudio RICARDIN (Riesgo CARDiovascular en la Infancia) elaborado por el Grupo Cooperativo Español para el Estudio de los Factores de Riesgo Cardiovascular en la Infancia y Adolescencia (1995) y que se muestran en la tabla M6. Se tomaron como puntos de corte (P90) para presencia de prehipertensión y (P95 y P97) para hipertensión.

**Tabla M6.** Valores percentilares de presión arterial (mmHg) que constituyen los puntos de corte empleados para valorar la presencia de prehipertensión (P90) e hipertensión (P95 y P97) en los escolares según su sexo y edad. Valores de referencia extraídos del estudio RICARDIN (Grupo Cooperativo Español para el Estudio de los Factores de Riesgo Cardiovascular en la Infancia y Adolescencia, 1995)

	Edad (años)	Sistólica			Diastólica		
		P90	P95	P97	P90	P95	P97
Varones	9	121	124	125	74	78	80
	10	120,5	125	128	73	77	78
	11	123	129	131	74	79	80
	12	128	134	136	76	80	81
	13	131	139	141	75	78	80
	14	133	138	140	74	78	80
	15	140	145	151	77	81	83
	16	141	147	151	77	80	81
Mujeres	9	120	126	128	75	79	80
	10	125	130	134	73	78	80
	11	128	133	138	74	78	80
	12	129	133	136	77	80	81
	13	130,5	135	138	76	80	84
	14	129	133	137	76	80	82
	15	130	135	138	77	80	82
	16	130	134	138	78	81	84

Los parámetros séricos de **glucosa sanguínea** (mg/dl) y **colesterol sanguíneo** (mg/dl) se tomaron a través de punción digital en ayunas con un autoanalizador *ACCUTREND PLUS*, que utiliza métodos espectrofotométricos automáticos a partir de sangre periférica depositada sobre tiras reactivas específicas. Se utilizaron para la valoración de estos parámetros las referencias percentilares del estudio RICARDIN (Grupo Cooperativo Español para el Estudio de los Factores de Riesgo Cardiovascular en la Infancia y Adolescencia, 1995), que se detallan en la tabla M7, considerando como punto de corte de colesterol pre-elevado el P75 de la referencia por sexo y edad y como hipercolesterolemia o el P90. Los límites considerados para glucosa elevada fueron 100 y 110 mg/dl en concordancia con la ADA (ADA, 2000) y la Sociedad Española de Diabetes (Mata-Cases et al., 2015).

**Tabla M7.** *Valores percentilares de colesterol total (mg/dl) que constituyen los puntos de corte empleados para valorar la presencia de niveles alterados de colesterol (P75 y P90) en los escolares según su sexo y edad. Valores de referencia extraídos del estudio RICARDIN (Grupo Cooperativo Español para el Estudio de los Factores de Riesgo Cardiovascular en la Infancia y Adolescencia, 1995)*

		Colesterol total	
		Edad (años)	
		P75	P90
Varones	9	177	197
	10	178	200
	11	178	199
	12	180	204
	13	170	190
	14	164	188
	15	164	184
	16	166	192
Mujeres	9	180	197
	10	181	204
	11	179	203
	12	179	197
	13	172	191
	14	172	198
	15	181	207
	16	177	200

**La capacidad vital** se define como la cantidad de aire que un sujeto puede expirar tras realizar una expiración forzada y es un parámetro que se relaciona con la salud pulmonar. Para la toma de esta variable, se utilizó un espirómetro portátil *Spiropet* repitiendo la medida en tres ocasiones sucesivas y seleccionando entre ellas el valor más elevado. Algunos trabajos precedentes han constatado diferencias en la función pulmonar de los sujetos en crecimiento en función de factores climáticos como la hipoxia (Frisancho *et al.*, 1973; Borderías *et al.*, 1997) pero también en relación con otros factores que dependen sobre todo de la estatura y el peso y que a su vez pueden ser reflejo de la condición nutricional. La mayor parte de ellos, se han focalizado en desarrollar ecuaciones predictivas de los parámetros espirométricos a partir de la estatura y entre ellos se debe mencionar el estudio Gallinut (González Barcala *et al.* 2008) realizado en escolares gallegos y con edades entre 6 y 18 años. Los mencionados autores dan valores medios para la capacidad vital en función de la estatura. Sin embargo, no hemos encontrado en la literatura científica valores referenciales de la capacidad vital en función del sexo y la edad. En el presente trabajo nos ha parecido oportuno analizar la variabilidad de este parámetro teniendo en cuenta la edad, dado que el modelo de crecimiento longitudinal que afecta a la estatura no coincide con el patrón de crecimiento de la capacidad pulmonar (Sherril *et al.* 1989).

El estudio de la maduración sexual en las niñas a través de la **edad de menarquia** es clave en el desarrollo ontogénico dado que este evento biológico asegura la capacidad de reproducción, anuncia el final de la etapa de crecimiento y marca cambios físicos, fisiológicos y psicológicos en las mujeres. (Marshall y Tanner, 1986). Se trata de un fenómeno en el que concurren factores genéticos y ambientales (Muzzo, 2007, Euling *et al.* 2008) y en función de ellos ocurre antes o después en el tiempo. La edad de menarquia se relaciona estrechamente con la nutrición y las condiciones de vida de la población y es

un sensible indicador de la situación socioeconómica (Prado-Martínez *et al.* 1995; Aréchiga *et al.* 1999; Fernández-del Olmo *et al.* 2005). También se asocia al riesgo de desarrollar enfermedades como la obesidad, el cáncer de mama o las enfermedades cardiovasculares entre otras (Valdés-Gómez *et al.*, 2013) y se ha vinculado ampliamente con la composición corporal, más concretamente con la cantidad de grasa y su distribución corporal (Muñoz-Cachón *et al.*, 2006).

Por todo lo anterior se consideró de interés estudiar la edad de primera regla de las mujeres de la muestra. Existen tres métodos a través de los que es posible obtener esta información, uno de ellos es el método prospectivo longitudinal, que implica el seguir a niñas desde edades precoces (7-8 años) realizando controles cada 3-6 meses para evaluar los distintos estadios del desarrollo puberal preguntando en cada visita acerca de la primera menstruación. Un segundo método es el método de *status quo*, de carácter transversal, en el que se obtiene este dato preguntando a las niñas si ya han pasado o no por el evento de la primera regla. Este método requiere un tamaño muestral grande y un amplio margen de edad para asegurar que hay edades en las que ninguna niña ha tenido la primera menstruación y edades a las que todas las niñas de la muestra ya la han pasado. El tercero es el método retrospectivo, en el que la información se obtiene preguntando a las niñas o mujeres a qué edad menstruaron por primera vez (Cameron *et al.*, 2002). En el presente estudio, la edad de menarquia se analizó utilizando la segunda y tercera metodologías, es decir, preguntando mediante encuesta si las menores habían tenido su primera regla (*status quo*) y a qué edad había ocurrido dicho evento (*retrospectivo*).

El método de *status quo* genera la edad mediana de menarquia realizando un análisis de presencia o ausencia de menarquia para calcular la edad a la cual el 50 % de las mujeres presentan dicho evento biológico. A partir de las frecuencias de respuesta afirmativa en la aparición de menarquia se calcula la edad media de la menarquia por

regresión probítica (Finney, 1971). Mediante el procedimiento retrospectivo, a partir de las respuestas de edad concreta de menarquia que reportaron las menores se calculó la edad media de menarquia y su desviación estándar. En este último caso debe añadirse un factor de corrección de 0,5 (Tanner 1966; Prado 1982).

## 2.4. Metodología para el análisis de hábitos de vida

En este trabajo se recogió además información relativa a comportamiento alimentario, actividad física y hábitos de descanso, aspectos que sin duda pueden estar asociados con el desarrollo de los componentes del SMet en los niños y adolescentes.

### 2.4.1. Análisis del comportamiento alimentario

Se quiso valorar el comportamiento alimentario a través de dos métodos. Por un lado, se analizó la calidad de la dieta mediante un test de frecuencia de alimentos validado en niños y adolescentes y denominado Kidmed que usa como referencia el patrón de DM (Serra-Majem *et al.*, 2004). El cuestionario Kidmed consta de 16 afirmaciones de las cuales 12 representan hábitos saludables que de cumplirse puntuarían positivamente y 4 enunciados que implican costumbres incorrectas y puntuarían negativamente (Tabla M8). El resultado de la suma final refleja el grado de adhesión a la DM lo que se traduce en calidad de la misma, de modo que hasta 3 puntos se considera que la dieta es de muy baja calidad, entre 4 y 7 puntos como de calidad media y a partir 8 se interpreta como de calidad óptima.

Por otro lado, se llevaron a cabo cuestionarios recordatorio 24 horas. Para facilitar el paso de cantidades a gramos se utilizaron fotos de estimación de cantidades (Herberg *et al.* 1994). Los datos procedentes de estas encuestas fueron procesados mediante el programa Alimentación y Salud (Mañas-Almendro y Martínez de la Victoria, 2012). Este programa facilitó el análisis del perfil de la ingesta, estimando el consumo de energía, macro y

micronutrientes. Los consumos promedio se contrastaron con los valores de referencia proporcionados por la Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación (SEDCA, 2016) y de Moreiras et al. (2018).

Tabla M8. Test Kidmed y su puntuación (Serra Majem *et al.*, 2004).

<b><u>Pregunta Kidmed</u></b>	<b>Valor que aporta a Puntuación Kidmed</b>
1. Toma una fruta o zumo de fruta todos los días	+1
2. Toma una segunda fruta todos los días	+1
3. Toma verduras frescas o cocinadas una vez al día	+1
4. Toma verduras frescas o cocinadas más de una vez al día	+1
5. Toma pescado por lo menos 2 ó 3 veces a la semana	+1
6. Acude una vez o más a la semana a restaurantes a restaurante de comida rápida	-1
7. Consume legumbres más de 1 vez a la semana	+1
8. Toma pasta o arroz 5 o más veces por semana	+1
9. Desayuna un cereal o derivado (pan, tostadas, etc.)	+1
10. Toma frutos secos al menos 2 veces a la semana	+1
11. En su casa utilizan aceite de oliva para cocinar	+1
12. No desayuna todos los días	-1
13. Desayuna un lácteo (leche, yogur, etc.)	+1
14. Desayuna bollería industrial	-1
15. Toma 2 yogures y/o 40 g de queso al día	+1
16. Toma golosinas o dulces varias veces al día	-1

### 2.4.2. Análisis de actividad física y sueño

El reporte de la Comisión de la OMS para el fin de la obesidad infantil (WHO, 2017), sigue confirmando al bajo nivel de actividad física como uno de los principales factores que mantienen esta epidemia. Según su observatorio para la salud global, el 81% de los niños/as entre 11 y 17 años no cumple con el mínimo de 60 minutos diarios de actividad moderada o vigorosa entre la que estaría incluido el juego (WHO, 2010 y 2011). Tal y como recoge López Ejeda (2017) cabe reseñar que la disminución en los niveles de actividad física parece comenzar en el momento de la escolarización, según ha determinado la primera matriz global de actividad física elaborada mediante la réplica de un mismo estudio en 15 países de los 5 continentes (Tremblay *et al.*, 2014). El Estudio mundial Global Matrix 3.0 (Aubert *et al.* 2018) que fue elaborado sobre un conjunto de 59 países, dio a España una puntuación “D” para un rango entre A y F lo que supone nivel de actividad física relativamente bajo.

Para valorar la actividad física se registró si los escolares realizaban algún deporte extraescolar con horario fijo aparte de la educación física reglada. Siguiendo la recomendación de la OMS se categorizó como insuficiente si el tiempo dedicado era menor a 7 horas semanales, el equivalente a 60 minutos diarios (WHO, 2011).

El sueño es una parte importante del ciclo diario y vital siendo un elemento fundamental en la salud. Durante la fase no-REM se regula el metabolismo de la glucosa de modo que el tiempo y la calidad del sueño se relacionan en gran medida con el riesgo cardiovascular, con la obesidad y con el SMET como han puesto de manifiesto investigaciones recientes (Bellido-Cambrón, 2019). Se registraron las horas diarias dedicadas al sueño estableciendo categorías en consonancia con las recomendaciones de la OMS y la *National Sleep Foundation*, NSF (Hirshkowitz *et al.*, 2015).

## 2.5. Metodología estadística

En este apartado se reportan los distintos procedimientos empleados para el procesamiento estadístico que se efectuó mediante el software *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) de IBM en su versión 20.0. El trabajo se desarrolló en varias fases realizando en primer lugar un análisis de la variabilidad ontogénica y del dimorfismo sexual de todas las características directas y derivadas. Con esta finalidad se efectuó un análisis descriptivo por sexo y edad obteniendo estadísticos centrales como la media y la desviación estándar. Así mismo se obtuvieron las tasas o prevalencias de las diferentes variables categóricas, también en función del sexo y la edad, que para algunos análisis se agrupó en categorías etarias (de 9 a 12 años y de 13 a 16 años). Tras la obtención de los resultados de tipo descriptivo y comparativo por edad y sexo, se analizó la asociación entre variables, para llegar finalmente a establecer modelos predictivos para la identificación de los componentes del SMet y establecer puntos de corte para el riesgo.

Para comenzar, se comprobó la normalidad de las variables continuas aplicando el test de Kolmogórov-Smirnov y en función de ello se aplicaron test paramétricos o no paramétricos para la comparación de medias. En el primer caso se utilizaron la prueba T- de Student (para el caso de dos muestras) o un Análisis de Varianza (ANOVA, estadístico F) cuando se trataba de comparar tres o más grupos. En ausencia de normalidad, se aplicaron los test de contraste de U-Mann Whitney o de Kruskal Wallis para dos o más grupos respectivamente, que parten de la comparación de medianas.

Para analizar la asociación entre variables categóricas y establecer el contraste de proporciones o prevalencias se ha utilizado la prueba de Chi-cuadrado (estadístico  $\chi^2$ ) que se basa en la comparación de los porcentajes observados con sus valores teóricos esperados si la muestra se distribuyera de manera uniforme entre todas las categorías. Según esto, si el test de Chi-cuadrado da un valor  $p < 0,05$ , podemos concluir que las dos

variables categóricas contrastadas muestran una asociación significativa que hace que la muestra se distribuya de forma no homogénea.

Como se ha indicado en uno de los apartados precedentes destinado a la edad de menarquia, para la estimación de la mediana de dicha variable se aplicó un modelo de regresión probística. Se utilizó la regresión logística para la estimación del riesgo del SMET en función del perfil antropométrico (composición corporal y distribución adiposa) y de los hábitos de vida (dieta, sueño y actividad física). Finalmente se ha empleado un procedimiento de Curvas ROC (*Receiving Operating Curves*) para evaluar la eficacia diagnóstica de los indicadores antropométricos en la identificación de los componentes del SMet. La aplicación del método consiste en representar en el eje de abscisas la fracción de falsos positivos identificados por la variable diagnóstica (1-especificidad) y, en el eje de ordenadas, la fracción de verdaderos positivos (sensibilidad). Cuanto más elevada sea la curva, es decir cuanto mayor sea el área bajo la curva (ABC) mejor es el poder predictor de la variable analizada. De acuerdo con el criterio de Swets de 1988, una variable no tendría valor predictivo y por tanto utilidad diagnóstica, si su ABC fuera menor de 0,5 con independencia del valor que tome el estadístico de significación. Según el mismo criterio, si el ABC de un indicador está en un rango entre 0,6 y 0,7, tiene una eficacia diagnóstica moderada, si se encuentra entre 0,7 y 0,9 tiene un alto poder predictivo y si el ABC se halla por encima de 0,9 sería un identificador óptimo. Como complemento a este análisis ROC, se han se ha aplicado el índice de Youden de 1950 para establecer puntos de corte antropométricos que tengan aplicabilidad en la identificación precoz de los componentes fisiometabólicos del SMET.

En todas las pruebas realizadas, incluida la de normalidad, se ha aceptado un error del 5% lo que implica que esa es la probabilidad máxima permitida de rechazar una hipótesis nula o  $H_0$  cuando ésta es verdadera. Así, cualquier análisis estadístico cuyo

valor  $p$  es  $<0,05$  se ha considerado estadísticamente significativo, asumiendo que los resultados obtenidos no se deben al azar.



## CAPÍTULO 3: **RESULTADOS**





### 3.1. Evolución de las medidas antropométricas por sexo y edad

Las tablas R1 y R2 muestran los promedios para las características antropométricas directas en función de la edad. Tanto en la serie masculina como en la femenina, los cambios con la edad son significativos ( $p < 0,001$ ) para todas las medidas a excepción de los pliegues subescapular y suprailíaco en los varones. Durante la evolución ontogénica se advierte un dimorfismo sexual que se acentúa a partir de las edades prepuberales. De acuerdo con test de contraste (U-Mann Whitney o T de Student, según la normalidad de la variable) a los 9 años ninguna dimensión directa presenta variación entre niños y niñas, mientras que a los 10 los varones tienen un mayor peso y PC ( $p < 0,05$ ). A los 11 años también difiere el PC y a los 12 a estas dimensiones se añade la estatura. A partir de los 13 años, el tamaño corporal de los varones, representado por el peso, la talla y el PC, es siempre superior ( $p < 0,001$ ) al de las niñas. Por el contrario, la medida de todos los pliegues adiposos subcutáneos es, de esta edad en adelante, más elevada en la serie femenina ( $p < 0,001$ ).

En las tablas R3 y R4 se reportan los promedios por sexo y edad para los índices de tamaño y forma corporal. En ambos sexos, todos ellos varían significativamente con la edad ( $p < 0,05$ ) durante el periodo de crecimiento analizado, aunque cada uno presenta su propio patrón ontogénico. Mientras el IMC no muestra diferencias entre los niños y las niñas de la misma edad, el resto de los índices considerados ponen de relieve el dimorfismo sexual. El IFC (ABSI), el ICC y el IC presentan diferencias ( $p < 0,05$ ) entre varones y mujeres desde los 9 años en adelante, mientras que el IRC muestra dimorfismo desde los 10 hasta los 12 años, así como entre los 14 y 16 ( $p < 0,05$ ). El ICT resulta superior en los varones entre los 10 y 13 años y el IMT y el índice de, IPR muestran

diferencias entre la serie masculina y femenina de los 12 a los 15 años. El IMA (BMAI) únicamente presenta diferencias entre sexos a los 12 y 14 años.

**Tabla R1.** Descripción antropométrica de la muestra. Medidas directas. Serie masculina.

Edad (años)	<u>Peso (kg)</u>		<u>Estatura (cm)</u>		<u>PB (cm)</u>		<u>PC (cm)</u>		<u>PCad (cm)</u>		<u>Bi (mm)</u>		<u>Tri (mm)</u>		<u>Sub (mm)</u>		<u>Sup (mm)</u>	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
9	35,11	7,95	138,41	5,97	21,61	2,91	65,54	8,70	75,81	7,38	8,4	2,99	12,20	4,63	10,21	5,56	12,36	9,37
10	40,99	9,91	142,91	6,72	23,16	3,44	70,62	10,36	80,78	8,42	9,57	3,89	13,78	5,43	11,66	6,59	14,55	9,83
11	43,41	9,64	147,26	7,64	23,89	3,30	72,39	9,15	84,02	9,42	9,24	3,07	13,44	4,83	11,35	5,93	14,18	9,91
12	48,46	12,18	150,89	8,83	24,31	3,68	72,50	10,90	85,91	10,22	9,07	3,90	13,87	5,63	12,22	7,41	16,33	11,42
13	54,24	10,68	160,74	8,42	24,75	3,21	73,24	8,91	89,91	8,38	8,18	4,05	12,35	6,10	11,67	7,28	13,78	10,09
14	57,64	9,97	166,38	7,30	25,60	3,11	72,96	7,72	89,95	8,21	6,55	3,33	10,29	5,17	10,06	5,55	11,74	8,29
15	61,02	10,14	170,55	6,95	25,92	3,16	74,08	7,13	90,55	9,56	6,21	2,47	9,88	5,03	9,04	3,68	10,36	7,27
16	64,90	7,51	172,51	6,30	27,00	2,71	73,83	9,92	93,02	7,61	5,91	2,40	9,88	4,85	10,27	3,77	11,16	7,96

**Tabla R2.** Descripción antropométrica de la muestra. Medidas directas. Serie femenina.

Edad (años)	<u>Peso (kg)</u>		<u>Estatura (cm)</u>		<u>PB (cm)</u>		<u>PC (cm)</u>		<u>PCad (cm)</u>		<u>Bi (mm)</u>		<u>Tri (mm)</u>		<u>Sub (mm)</u>		<u>Sup (mm)</u>	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
9	34,78	7,95	136,50	6,90	21,96	3,45	64,4	8,51	76,82	8,11	9,21	3,56	13,68	5,11	11,6	5,88	13,48	8,02
10	37,92	7,99	141,59	7,64	22,43	2,98	65,75	8,52	80,23	8,34	8,72	2,93	12,95	4,36	11,19	5,89	11,94	7,56
11	43,67	10,19	146,97	7,24	23,46	3,17	67,71	8,13	84,73	9,08	9,14	3,86	13,95	4,87	11,99	6,10	13,94	7,86
12	47,86	10,17	153,08	6,45	23,91	3,62	67,93	9,09	87,03	8,56	8,96	3,88	14,37	5,69	11,48	6,20	14,44	8,64
13	51,73	9,50	157,04	6,46	24,67	2,98	68,78	7,97	91,61	7,96	8,81	3,57	14,90	4,93	12,90	6,63	15,10	8,06
14	53,61	10,86	160,00	6,26	24,83	3,26	69,12	8,17	92,11	9,18	8,38	3,77	14,66	4,84	11,69	5,82	14,60	7,17
15	53,62	7,64	160,33	7,53	25,35	2,27	68,63	5,08	91,74	7,69	9,32	3,04	16,17	4,84	12,09	3,48	14,58	5,75
16	57,5	10,48	160,77	5,70	27,19	3,64	71,36	6,75	96,68	8,84	9,17	1,93	17,11	6,02	14,20	4,32	17,43	5,45

**Tabla R3.** Descripción antropométrica de la muestra. Índices de tamaño y forma corporal. Serie masculina.

Edad (años)	IMC		IFC (ABSI)		IRC		IMA(BMAI)		ICC		IDGC		ICT		IC		IMT		IPR	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
9	18,21	3,15	0,08	0,003	5,18	0,81	12,05	3,89	0,86	0,05	55,92	4,44	0,47	0,05	1,21	0,06	13,14	2,14	42,61	2,22
10	19,86	3,51	0,08	0,003	5,16	0,91	14,31	4,89	0,87	0,06	57,27	4,91	0,49	0,07	1,22	0,08	13,87	2,21	41,83	2,14
11	19,84	3,15	0,08	0,003	4,81	0,63	14,94	4,30	0,86	0,07	57,23	4,90	0,48	0,05	1,21	0,06	13,47	1,98	42,22	1,96
12	21,04	3,80	0,08	0,005	4,66	0,82	15,58	5,13	0,84	0,08	57,73	5,36	0,48	0,06	1,18	0,08	13,94	2,35	41,80	2,29
13	20,94	3,59	0,08	0,003	4,02	0,78	15,62	4,65	0,81	0,05	56,74	4,84	0,47	0,06	1,16	0,06	13,06	2,37	42,74	2,40
14	20,79	3,26	0,075	0,003	3,63	0,67	15,40	4,14	0,81	0,06	54,84	5,10	0,44	0,05	1,14	0,06	12,52	2,11	43,31	2,23
15	20,98	3,41	0,075	0,003	3,47	0,57	15,75	4,13	0,82	0,07	53,90	6,16	0,43	0,04	1,14	0,05	12,34	2,15	43,54	2,34
16	21,95	2,97	0,075	0,007	3,36	0,75	16,37	4,07	0,80	0,10	54,81	4,82	0,43	0,06	1,10	0,12	12,70	2,03	42,98	2,13

**Tabla R4.** Descripción antropométrica de la muestra. Índices de tamaño y forma corporal. Serie femenina.

Edad (años)	IMC		IFC (ABSI)		IRC		IMA(BMAI)		ICC		IDGC		ICT		IC		IMT		IPR	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
9	18,51	3,11	0,079	0,003	5,14	0,67	11,98	3,74	0,836	0,045	57,06	4,38	0,47	0,05	1,18	0,05	13,55	2,10	42,16	2,18
10	18,74	2,94	0,078	0,006	4,79	0,78	12,55	3,56	0,820	0,062	57,30	4,88	0,46	0,05	1,17	0,09	13,23	1,97	42,48	2,06
11	20,07	3,73	0,075	0,004	4,53	0,74	13,78	4,31	0,799	0,048	58,26	5,15	0,46	0,05	1,15	0,06	13,65	2,43	42,11	2,38
12	20,37	3,90	0,075	0,004	4,13	0,82	14,00	4,73	0,779	0,055	57,71	5,08	0,44	0,06	1,12	0,06	13,32	2,59	42,51	2,61
13	20,96	3,48	0,072	0,003	3,92	0,71	14,66	4,26	0,751	0,054	59,21	4,78	0,44	0,05	1,10	0,06	13,38	2,32	42,39	2,33
14	20,89	3,77	0,072	0,004	3,75	0,62	14,69	4,65	0,753	0,083	58,42	5,49	0,43	0,05	1,10	0,07	13,07	2,37	42,72	2,37
15	20,82	2,31	0,072	0,003	3,70	0,55	14,38	2,53	0,751	0,065	58,11	4,73	0,43	0,04	1,09	0,04	13,01	1,60	42,65	1,67
16	22,16	3,59	0,072	0,004	3,84	0,43	15,99	3,78	0,741	0,066	61,54	5,74	0,44	0,04	1,10	0,04	13,78	2,21	41,94	2,36

Los promedios correspondientes a las variables derivadas informativas de la composición corporal y distribución de la grasa se reflejan en las tablas R5 y R6. Todos parámetros experimentan cambios ontogénicos a lo largo del periodo considerado ( $p < 0,05$ ) aunque el patrón de variación es distinto en uno y otro sexo. Las variables que reflejan adiposidad total o relativa se incrementan con la edad tanto en la serie masculina como en la femenina, si bien en los varones se advierte una disminución a partir de los 13-14 años. El dimorfismo sexual pone de relieve una mayor adiposidad femenina y una más elevada muscularidad masculina desde la edad puberal. El dimorfismo comienza a los 12 años para la D y %GC, observándose diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) para estas mismas variables, así como para la suma de pliegues, las áreas magra y grasa del brazo y la adiposidad relativa a nivel mesobraquial, a partir de los 13 años.

**Tabla R5.** Descripción antropométrica de la muestra. Composición corporal y distribución de la grasa. Serie masculina.

Edad (años)	<u>∑pliegues (mm)</u>		<u>D (g/cm<sup>3</sup>)</u>		<u>%GC</u>		<u>ATB (cm<sup>2</sup>)</u>		<u>AMB (cm<sup>2</sup>)</u>		<u>AGB (cm<sup>2</sup>)</u>		<u>%GB</u>	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>9</b>	43,18	20,94	1,0440	0,1656	24,25	7,54	37,82	10,37	25,70	5,37	12,13	5,95	30,57	8,54
<b>10</b>	49,63	24,35	1,0393	0,1676	26,38	7,69	43,60	13,06	28,33	6,26	15,28	7,76	33,31	8,34
<b>11</b>	48,21	21,91	1,0398	0,1567	26,14	7,18	46,28	12,68	30,59	6,22	15,68	7,34	32,34	7,77
<b>12</b>	51,49	26,76	1,0468	0,4361	22,92	6,51	48,09	14,66	32,07	7,77	16,01	8,34	31,64	8,64
<b>13</b>	45,98	26,22	1,0503	0,1467	21,35	6,63	49,56	13,00	35,06	7,59	14,51	8,35	27,81	9,83
<b>14</b>	38,64	21,29	1,0545	0,1294	19,47	5,82	52,91	12,93	40,14	8,31	12,77	7,49	23,03	8,44
<b>15</b>	35,49	17,29	1,0560	0,1107	18,76	4,97	54,26	13,42	41,81	9,13	12,45	7,36	21,98	8,18
<b>16</b>	37,22	17,65	1,0425	0,1932	19,24	5,51	58,57	11,93	45,67	6,75	12,90	7,14	20,94	8,09

**Tabla R6.** Descripción antropométrica de la muestra. Composición corporal y distribución de la grasa. Serie femenina.

Edad (años)	<u>∑pliegues (mm)</u>		<u>D (g/cm<sup>3</sup>)</u>		<u>%GC</u>		<u>ATB (cm<sup>2</sup>)</u>		<u>AMB (cm<sup>2</sup>)</u>		<u>AGB (cm<sup>2</sup>)</u>		<u>%GB</u>	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>9</b>	47,97	21,33	1,0425	0,1932	24,96	8,80	39,29	12,56	24,80	6,07	14,50	7,31	35,27	7,43
<b>10</b>	44,79	19,46	1,0451	0,1798	23,77	8,19	40,73	10,84	26,86	5,40	13,88	6,31	32,75	7,40
<b>11</b>	49,03	20,45	1,0410	0,1774	25,63	8,12	44,61	12,13	29,34	6,37	15,26	7,10	33,02	7,81
<b>12</b>	49,24	22,85	1,0380	0,0106	26,91	4,94	46,52	14,48	30,35	7,37	16,17	8,68	33,22	7,86
<b>13</b>	51,73	21,46	1,0363	0,0099	27,66	4,60	49,15	12,27	32,06	5,88	17,09	7,42	33,60	6,75
<b>14</b>	49,33	20,20	1,0374	0,0094	27,16	4,37	49,89	14,35	32,91	7,49	16,98	7,88	32,99	6,62
<b>15</b>	52,17	14,83	1,0352	0,0074	28,17	3,46	51,56	9,19	32,94	5,61	18,62	6,28	32,51	7,97
<b>16</b>	57,91	15,96	1,0324	0,0076	29,45	3,55	59,79	15,50	38,24	8,04	21,55	9,01	34,65	8,75

### 3.2. Evolución de las variables fisiometabólicas por sexo y edad

La variabilidad de los parámetros fisiometabólicos se expresa en las tablas R7 y R8, donde se muestran los promedios para la presión arterial, los niveles de glucosa y colesterol y la capacidad vital obtenida mediante espirometría. En ambos sexos, tanto la PAS como la PAD aumentan con la edad y lo mismo sucede con la capacidad vital. Los niveles de glucosa y colesterol resultaron superiores en los niños entre a los 9, 10, 11 y 14 años y a los 11 y 12 años respectivamente, así como la PAS y PAD entre los 14 y 15 años. La capacidad vital fue más elevada en la serie masculina a lo largo de todo el período de crecimiento analizado ( $p < 0,001$ ).

**Tabla R7.** Variabilidad ontogénica de las variables fisiometabólicas en la serie masculina.

<b>Edad (años)</b>	<b><u>PAS (mmHg)</u></b>		<b><u>PAD (mmHg)</u></b>		<b><u>Glucosa(mg/dl)</u></b>		<b><u>Colesterol(mg/dl)</u></b>		<b><u>Capacidad vital (cc)</u></b>	
	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>
<b>9</b>	100,91	12,55	59,05	10,43	89,19	8,88	149,97	28,27	2033,33	754,98
<b>10</b>	103,96	13,51	60,15	11,13	88,48	10,29	159,54	34,22	1986,06	631,45
<b>11</b>	106,65	15,86	62,32	11,11	89,77	11,21	153,38	28,40	2139,09	595,79
<b>12</b>	108,25	12,93	60,38	10,22	88,97	11,05	150,88	34,47	2209,03	614,85
<b>13</b>	110,00	12,72	61,39	10,60	92,03	12,91	139,34	26,46	2782,00	779,62
<b>14</b>	111,92	10,76	62,26	10,13	87,88	11,85	140,56	23,20	3105,82	760,73
<b>15</b>	111,56	10,66	63,26	9,81	88,61	12,25	143,07	31,87	3541,96	814,90
<b>16</b>	116,22	14,07	64,72	9,85	90,38	11,33	132,58	17,69	4106,25	1192,12

**Tabla R8.** Variabilidad ontogénica de las variables fisiometabólicas en la serie femenina.

<b>Edad (años)</b>	<b><u>PAS (mmHg)</u></b>		<b><u>PAD (mmHg)</u></b>		<b><u>Glucosa(mg/dl)</u></b>		<b><u>Colesterol(mg/dl)</u></b>		<b><u>Capacidad vital (cc)</u></b>	
	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>
<b>9</b>	98,30	11,38	57,65	7,38	85,06	8,68	157,54	28,94	1520,19	438,47
<b>10</b>	102,34	11,44	60,77	8,13	85,03	8,67	147,69	24,79	1677,21	472,06
<b>11</b>	105,34	13,06	61,28	8,99	86,30	10,17	149,62	26,89	1887,73	592,86
<b>12</b>	103,50	12,25	59,25	11,25	90,51	13,30	150,07	28,01	2006,63	495,70
<b>13</b>	107,78	12,50	61,19	10,19	89,79	13,96	146,06	27,01	2197,50	580,80
<b>14</b>	107,48	12,39	59,46	8,16	82,08	13,02	146,02	27,22	2417,86	556,88
<b>15</b>	108,29	8,00	60,85	6,88	86,98	11,93	143,17	26,22	2671,43	849,95
<b>16</b>	113,71	13,19	68,14	11,26	83,57	12,59	139,14	25,96	2808,33	791,09

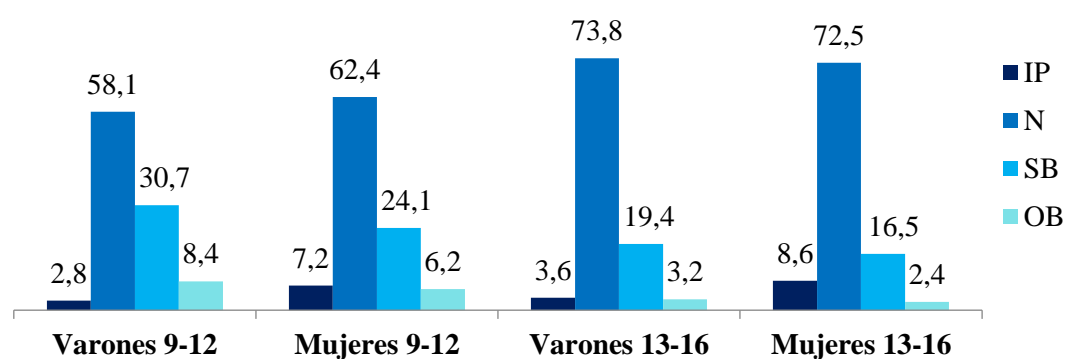
### 3.3. Condición nutricional por sexo y edad

#### 3.3.1. Condición nutricional evaluada mediante el IMC

La tabla R9 y figura R1 muestran la condición nutricional en función del IMC según el sexo y la edad respectivamente. Se observan diferencias significativas en función del sexo presentando los niños una menor prevalencia de insuficiencia ponderal y una mayor proporción de sobrepeso y obesidad en las dos clases de edad consideradas. El sobrepeso toma el valor más elevado en varones entre los 9 y 12 años, por encima de los varones mayores y de las niñas de ambas clases de edad y la insuficiencia ponderal es más prevalente en las niñas de entre 13 y 16 años.

**Tabla R9.** Clasificación nutricional por categoría de IMC en función del sexo. IP: insuficiencia ponderal; N: normopeso; SB: sobrepeso; OB: obesidad. ( $\chi^2=14,469$ ,  $p<0,005$ ).

	<u>IP (%)</u>	<u>N (%)</u>	<u>SB (%)</u>	<u>OB (%)</u>
<b>Varones</b>	3,2	66,6	24,6	5,6
<b>Mujeres</b>	7,9	67,2	20,6	4,4
<b>Total</b>	6,5	67,0	21,8	4,8



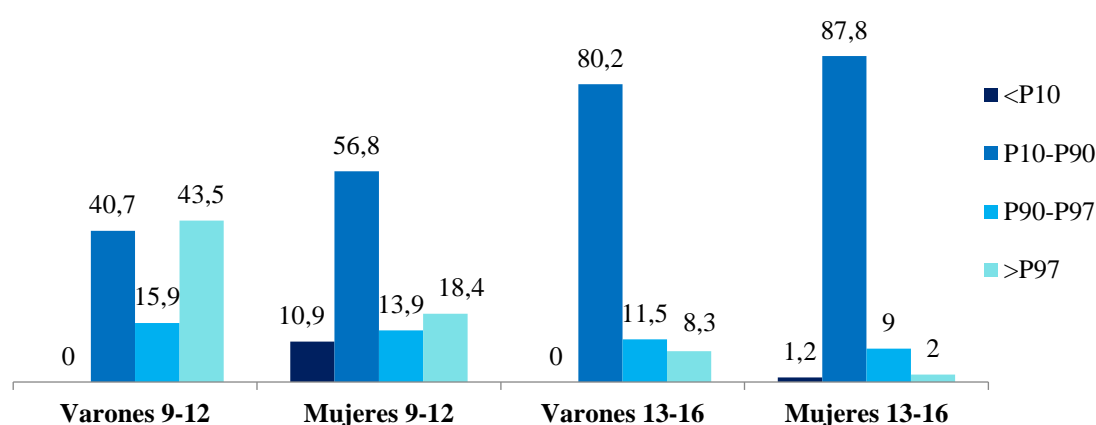
**Figura R1.** Clasificación nutricional por categoría de IMC (%) en función de sexo y grupo de edad (9-12 años y 13-16 años). IP: insuficiencia ponderal; N: normopeso; SB: sobrepeso; OB: obesidad.

### 3.3.2. Condición nutricional evaluada mediante el %GC

En la tabla R10 y figura R2 pueden verse las diferencias por sexo y edad en la condición nutricional de la muestra, cuando esta fue diagnosticada en función de la grasa corporal. Aplicando las referencias para población española de Marrodán *et al.* (2006), no se encontraron varones con niveles de adiposidad, mientras que si se identificaron mujeres por debajo del percentil 10 en las dos clases de edad. En el extremo opuesto, por encima del percentil 97, la proporción de varones fue algo más del doble tanto para la muestra en su conjunto, como en cada uno de los grupos de edad. Cabe destacar que los niños y niñas de entre 9 y 12 años presentaron mayor proporción de grasa corporal en  $P > 97$  que los niños y niñas de 13 a 16 años.

**Tabla R10.** Clasificación nutricional por categoría de percentil de grasa corporal en función del sexo (%). ( $\chi^2=76,179$ ,  $p<0,001$ ).

	<u>&lt;P10</u>	<u>P10-P90</u>	<u>P90-P97</u>	<u>&gt;P97</u>
<b>Varones</b>	-	62	13,5	24,5
<b>Mujeres</b>	6,4	71,2	11,7	10,7
<b>Total</b>	4,5	68,5	12,2	14,8



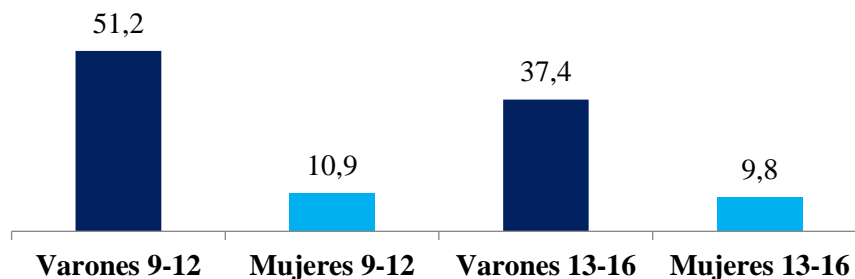
**Figura R2.** Clasificación nutricional por categorías percentilares de grasa corporal en función de sexo y grupo de edad 9-12 años y 13-16 años (%). ( $\chi^2=76,179$ ,  $p<0,001$ ).

### 3.3.3. Condición nutricional evaluada en función del ICT

Una mayor proporción de niños (30,6%) que de niñas (24,6%) presentaron obesidad abdominal evaluada a través del ICT ( $\chi^2=6,135$   $p<0,05$ ). La figura R3 representa la prevalencia de niños y niñas que presentan obesidad abdominal evaluada a través del ICT. La proporción de escolares con un ICT superior a 0,5 resultó significativamente mayor en los varones y dentro de esta serie, en los más pequeños ( $p<0,05$ ).

La tabla R11 muestra la asociación entre obesidad general (evaluada a través del IMC), los niveles de adiposidad (medidos por la posición percentilar en la curva de referencia correspondiente al %GC) y la obesidad abdominal. Como puede apreciarse, aunque todos los escolares clasificados como obesos con los puntos de corte de Cole *et al* (2000; 2007) para el IMC o ubicados por encima del percentil 97 para el %GC de las referencias para población infanto-juvenil española (Marrodán *et al.* 2006), se clasificaron también como obesos abdominales, la asociación no resulta tan clara cuando se trata del sobrepeso o de niveles de adiposidad intermedios.

La proporción de obesos abdominales entre los niños y niñas con sobrepeso o con un %GC entre el P90 y P97 fue superior a la mitad, pero la obesidad abdominal también se diagnosticó en un discreto porcentaje de escolares con normopeso e incluso con insuficiencia ponderal, así como entre los sujetos con adiposidad relativa en la franja del percentil 10 al percentil 90. Ninguno de los individuos con un %GC inferior al p10 se diagnosticó con obesidad abdominal.



**Figura R3.** Clasificación nutricional por categorías de obesidad abdominal ( $ICT > 0,5$ ) en función de sexo y grupo de edad 9-12 años y 13-16 años (%).

**Tabla R11.** Prevalencia de obesidad abdominal (OA:  $ICT \geq 0,5$ ) en las categorías nutricionales establecidas según puntos de corte para IMC (Cole et al. 2007 y 2007) y niveles de grasa corporal respecto a las referencias para población pediátrica española (Marrodán et al. 2006).

IMC	IP	NP	SB	OB
Varones OA	6,7	12,5	67,0	100,0
Mujeres OA	4,7	12,0	55,5	100,0
% GC	< P10	P10-P90	P90-P97	>P97
Varones OA	-	8,7	47,6	77,1
Mujeres OA	-	12,3	56,3	81,4

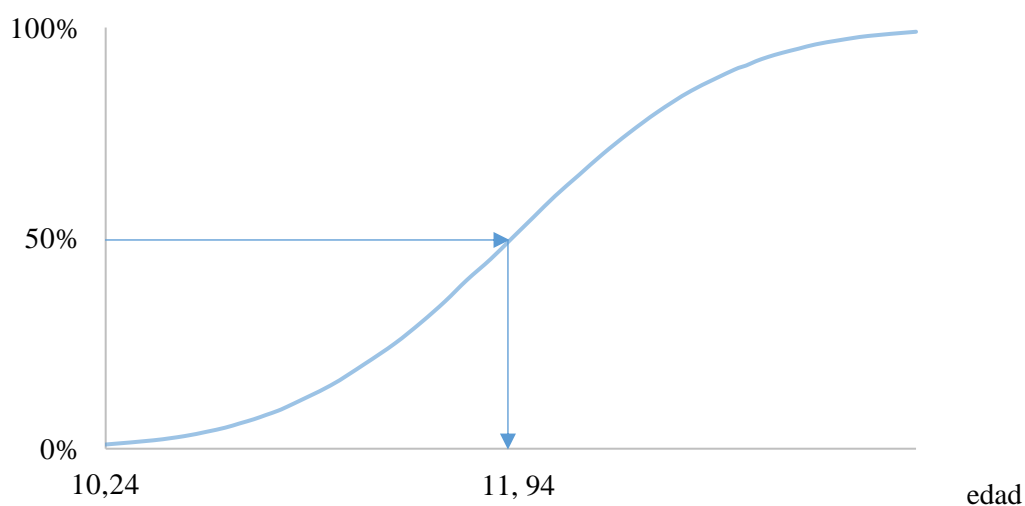
### 3.4. Edad de Menarquia

La tabla R12 presenta el número y porcentaje de niñas que ya habían tenido la primera regla en cada una de las clases de edad. Aplicando el método probítico, que da como resultado el momento en el que el 50% de la muestra ha pasado por dicho evento,

la edad de menarquia se estimó en 11,94 años (Figura R4). Por otra parte, la edad promedio estimada mediante el método retrospectivo resultó de  $12,23 \pm 1,10$ . En la tabla R13 se compara este valor con los reportados en otros estudios efectuados en la población española, aspecto que será comentado en el apartado de discusión.

**Tabla R12.** Distribución de la edad de inicio de la menarquia

Edad media	N total	N con menarquia	% con menarquia
9,5	52	1	1,92
10,5	68	4	5,88
11,5	76	21	27,63
12,5	98	56	57,14
13,5	93	70	75,26
14,5	98	92	93,87
15,5 -16,5	64	64	100,0



**Figura R4.** Edad de menarquia estimada por el método probístico. El eje de ordenadas marca la probabilidad del suceso, el eje de abscisas marca la edad de las mujeres.

**Tabla R13.** Edad de menarquia reportada en estudios realizados en población española.

Población	N	Edad menarquia	Referencia y año	Método
Madrid Urbano (Moncloa y Chamartín)	821	12,14	Prado (1982)	Probítico
Pinto	738	12,34	Prado (1982)	Probítico
Madrid rural (Lozoya-Somosierra)	481	13,12	Marrodán (1988)	Probítico
Madrid Urbano	719	13,01	Sánchez Andrés (1986)	Probítico
Madrid rural (Lozoya-Somosierra)	342	12,90	Marrodán (2000)	Probítico
Madrid Urbano	469	12,79	Marrodán (2000)	Probítico
Barcelona rural (Pallars Subirá)	500	13,01	García Moro y Hernández (1986)	Retrospectivo (universitarias)
Barcelona (urbano)	566	12,92	Hernández y García Moro (1986)	Retrospectivo (universitarias)
Barcelona Urbano	364	12,78	Carrascosa <i>et al</i> (2004)	Retrospectivo (mujeres de 18 a 24 años)
Barcelona (clase media-alta)	743	12,90	Carrascosa <i>et al.</i> (2018)	Estudio longitudinal
Población Española (Madrid, Orense, Murcia y Cádiz)	447	12,07	Gavela Pérez (2015)	Probítico
Bilbao (urbano)	895	12,73	González Apraiz y Rebato (1995)	Probítico
Bilbao (poblaciones costeras)	894	12,75	Rebato <i>et al</i> (1993)	Probítico
Galicia (población general)	1.930	12,50	Iglesias Diz (1994)	Retrospectivo (niñas con menarquia entre 11 y 15 años)
Andalucía (poblaciones costeras)	600	12,87	Prado y Marín Freire (1988)	Probítico
Madrid suburbano	549	11,94	Presente estudio	Probítico

### 3.5. Adherencia a la dieta mediterránea

La aplicación del cuestionario de adherencia a la dieta mediterránea dio como resultado una puntuación Kidmed promedio sin diferencias entre sexos ( $4,28 \pm 1,94$  en varones y  $4,30 \pm 1,82$  en mujeres) que se encuentra en el límite de la calidad media.

Como se reporta en la tabla R14 tampoco se observaron diferencias significativas por grupo de edad. Tanto en la serie masculina como en la femenina la proporción de sujetos clasificados con una dieta de baja calidad supera al 30%, mientras que la óptima aglutina a un porcentaje inferior al 10. En la tabla R15 se muestran las prevalencias por sexo y edad para cada una de las categorías de calidad o niveles de adhesión al patrón mediterráneo.

**Tabla R14.** Puntuación Kidmed en función de la edad.

Edad (años)	<u>Puntuación Kidmed</u>			
	Serie masculina		Serie femenina	
	Media	DE	Media	DE
9-12	4,16	1,82	4,19	1,74
13-16	4,46	2,16	4,51	2,10
<b>Total</b>	4,28	1,94	4,30	1,82

**Tabla R15.** Calidad de la dieta en función de la puntuación Kidmed según grupos de edad.

Edad (años)	<u>Calidad de la dieta</u>					
	Serie masculina			Serie femenina		
	BAJA (%)	MEDIA (%)	ÓPTIMA (%)	BAJA (%)	MEDIA (%)	ÓPTIMA (%)
9-12	37,5	59,2	3,3	33,8	63,1	3,0
13-16	37,8	54,9	7,3	30,2	60,4	9,4
<b>Total</b>	37,6	57,4	5,0	32,7	62,2	5,1

En la tabla R16 se recogen, de manera separada, las respuestas a cada una de las preguntas del test Kidmed en función del sexo. Las mujeres muestran un mayor consumo de fruta (primera y segunda pieza diaria) mientras consumen menos cereales en el desayuno y menos queso y/o yogur. Aunque se detectó una positiva tendencia al mayor consumo de verduras o pescado en la serie femenina, así como una mayor proporción de mujeres que se saltan el desayuno, las discrepancias entre sexos para este tipo de comportamiento no revistió carácter significativo.

Como puede observarse en la tabla R17, el patrón de consumo varía con la edad de manera que la ingesta de arroz y pasta disminuye en ambos sexos en el grupo de los mayores. Sin embargo, el consumo de bollería industrial en el desayuno, así como el de dulces y golosinas en la serie masculina, experimenta un aumento significativo ya que la ingesta de chucherías se duplica y la bollería se multiplica por cuatro. En la parte positiva, con la edad aumenta el consumo de yogures y/o queso en hombres y mujeres. También aumenta con la edad la ingesta de frutos secos en el conjunto de la muestra. En la serie femenina, con la edad se produce un aumento significativo del consumo de una segunda fruta diaria y de verdura a la vez que se reduce el número de veces que acuden más de una vez por semana a un restaurante de comida rápida.

**Tabla R16.** Prevalencia de respuesta afirmativa a las preguntas del test Kidmed en función del sexo.

<b><u>Pregunta Kidmed</u></b>	<b>Varones (%)</b>	<b>Mujeres (%)</b>	<b>p</b>
1. Toma una fruta o zumo de fruta todos los días	55,2	71,8	<0,01
2. Toma una segunda fruta todos los días	21,3	27,2	<0,05
3. Toma verduras frescas o cocinadas una vez al día	24,3	29,6	NS
4. Toma verduras frescas o cocinadas más de una vez al día	2,5	2,4	NS
5. Toma pescado por lo menos 2 ó 3 veces a la semana	57,9	60,9	NS
6. Acude una vez o más a la semana a restaurantes a restaurante de comida rápida	30,5	32,5	NS
7. Consume legumbres más de 1 vez a la semana	52,0	50,0	NS
8. Toma pasta o arroz 5 o más veces por semana	28,2	22,8	NS
9. Desayuna un cereal o derivado (pan, tostadas, etc.)	36,9	28,2	<0,05
10. Toma frutos secos al menos 2 veces a la semana	6,4	5,4	NS
11. En su casa utilizan aceite de oliva para cocinar	100	100	NS
12. No desayuna todos los días	4,9	7,5	NS
13. Desayuna un lácteo (leche, yogur, etc.)	89,2	86,8	NS
14. Desayuna bollería industrial	5,9	8,5	NS
15. Toma 2 yogures y/o 40 g de queso al día	6,9	3,1	0,05
16. Toma golosinas o dulces varias veces al día	10,4	11,2	NS

**Tabla R17.** Prevalencia de respuesta afirmativa a las preguntas del test Kidmed en función de la edad.

<b><u>Pregunta Kidmed</u></b>	<b><u>Puntuación Kidmed</u></b>					
	<b>Serie masculina</b>			<b>Serie femenina</b>		
	<b>9-12 años</b>	<b>13-16 años</b>	<b>p</b>	<b>9-12 años</b>	<b>13-16 años</b>	<b>p</b>
1. Toma una fruta o zumo de fruta todos los días	51,2	61,0	NS	71,7	71,9	NS
2. Toma una segunda fruta todos los días	17,5	26,8	NS	27,7	36,5	<0,001
3. Toma verduras frescas o cocinadas una vez al día	23,3	25,6	NS	29,3	30,2	NS
4. Toma verduras frescas o cocinadas más de una vez al día	1,7	3,7	NS	1,5	4,2	<0,05
5. Toma pescado por lo menos 2 ó 3 veces a la semana	54,2	63,4	NS	59,6	63,5	NS
6. Acude una vez o más a la semana a restaurantes a restaurante de comida rápida	31,4	29,3	NS	39,4	17,5	<0,001
7. Consume legumbres más de 1 vez a la semana	51,7	52,4	NS	51,5	46,9	NS
8. Toma pasta o arroz 5 o más veces por semana	35,0	18,3	<0,05	30,8	6,2	<0,001
9. Desayuna un cereal o derivado (pan, tostadas, etc.)	35,5	39,0	NS	26,8	31,2	NS
10. Toma frutos secos al menos 2 veces a la semana	2,5	12,2	<0,05	3,5	9,4	<0,05
11. En su casa utilizan aceite de oliva para cocinar	100	100	NS	100	100	NS
12. No desayuna todos los días	5,8	3,7	NS	6,6	9,3	NS
13. Desayuna un lácteo (leche, yogur, etc.)	89,3	89,0	NS	85,4	88,7	NS
14. Desayuna bollería industrial	2,5	11,0	<0,05	8,6	8,3	NS
15. Toma 2 yogures y/o 40 g de queso al día	2,5	13,5	<0,05	2,0	5,2	<0,005
16. Toma golosinas o dulces varias veces al día	7,4	16,6	<0,05	11,6	10,4	NS

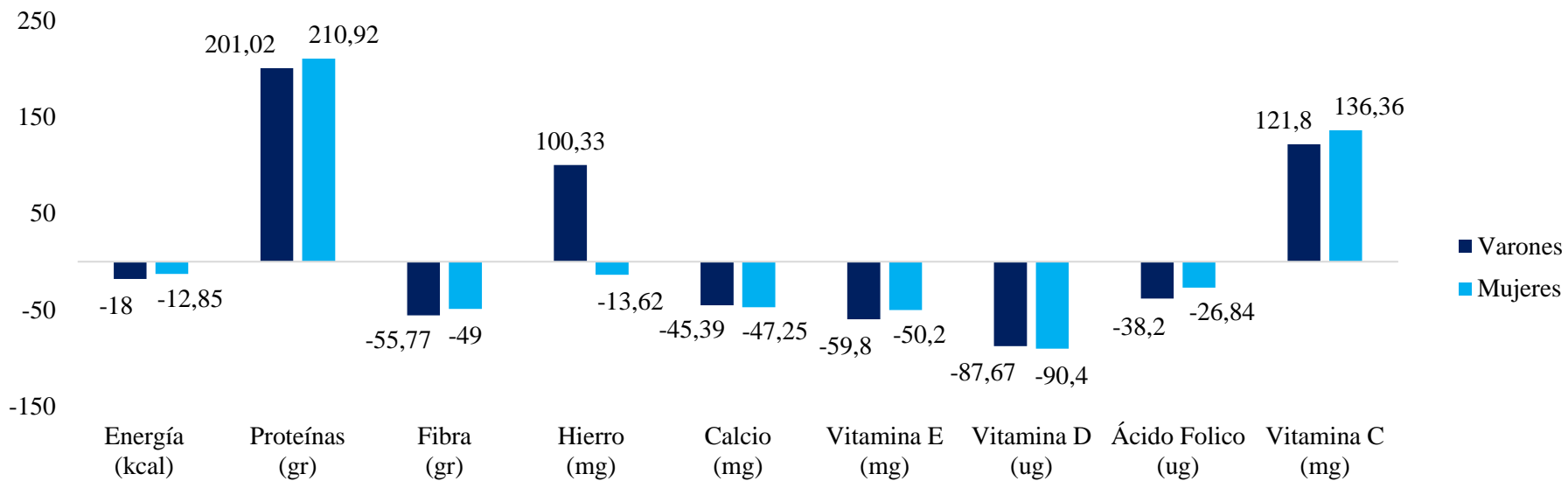
### 3.6. Perfil nutricional de la ingesta

Como se puede apreciar en la tabla R18, la ingesta media de energía es en los niños de 9 a 12 años de  $2024,48 \pm 405,76$  Kcal diarias, muy similar a la que corresponde a las niñas de la misma edad ( $2004 \pm 439,47$  kcal). Dicha ingesta se incrementa en el grupo de adolescentes varones llegando a las  $2075 \pm 455,39$  Kcal y disminuyendo ligeramente en las mujeres de 13 a 16 años, edad a la que se obtuvo un promedio de  $1808,07 \pm 546,84$  Kcal. Estos valores representan entre el 72,32 % y el 87,15% de las recomendaciones de acuerdo con la referencia utilizada (Moreiras *et al.*, 2016).

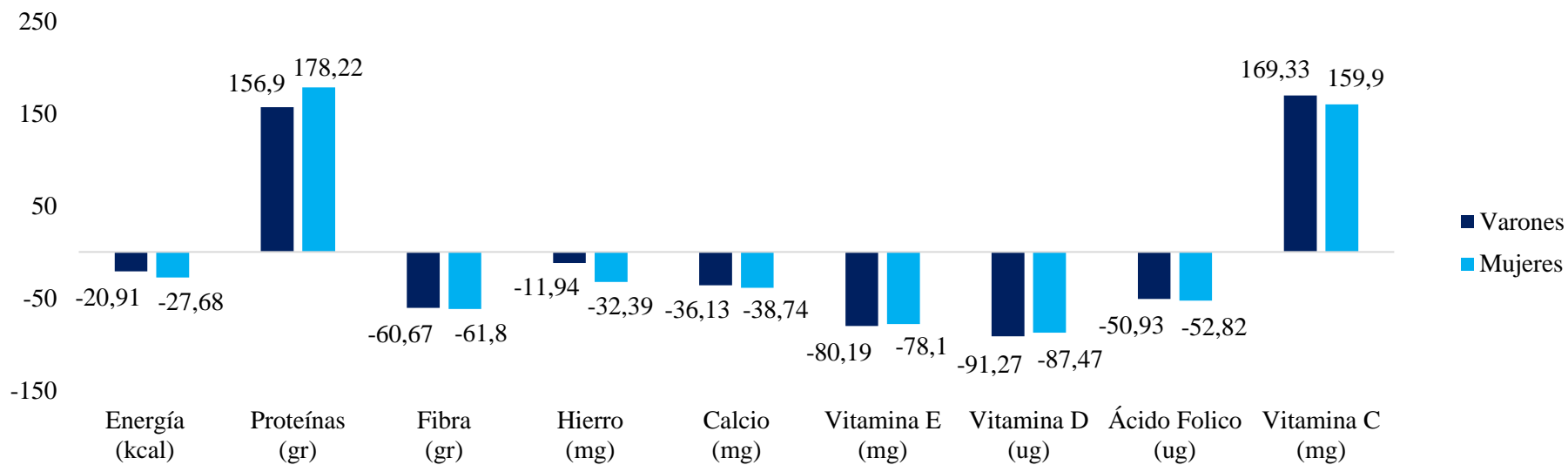
Por lo que se refiere a los micronutrientes, se detectaron diferencias por sexo en la ingesta de vitamina E y ácido fólico a favor de las niñas entre los 9 y 12 años. El consumo de vitamina D resultó mayor en los varones más pequeños y entre las mujeres adolescentes. Los promedios de consumo diario muestran que únicamente se alcanzarían los valores recomendados para la vitamina C y para el hierro en el grupo de varones de menor edad y la ingesta de proteínas resultó también superior a la recomendación de referencia como se puede observar gráficamente en las figuras R5 y R6. En las mismas, se refleja así mismo, que el déficit de vitaminas y fibra se agudiza en el grupo de adolescentes.

**Tabla R18.** Consumo diario promedio y porcentaje de cumplimiento respecto a las ingestas diarias recomendadas (IDR) en la referencia de *Moreiras et al., 2016*.

<b>Consumo</b>	<b>9-12 años</b>							<b>13-16 años</b>								
	<b>Varones</b>			<b>Mujeres</b>				<b>P</b>	<b>Varones</b>			<b>Mujeres</b>				<b>P</b>
	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>%IDR</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>%IDR</b>	<b>Media</b>		<b>DE</b>	<b>%IDR</b>	<b>Media</b>	<b>DE</b>	<b>%IDR</b>			
<b>Energía (kcal)</b>	2024,48	405,76	82	2004,61	439,47	87,15	NS	2075,15	455,39	79,09	1808,07	456,84	72,32	NS		
<b>Fibra (gr)</b>	13,27	7,16	44,23	15,30	7,28	51	<0,05	11,80	5,82	39,33	11,46	5,89	38,20	NS		
<b>Hierro (mg)</b>	12,04	4,03	100,33	15,55	36,69	86,38	NS	13,21	5,07	88,06	12,17	5,41	67,61	NS		
<b>Calcio (mg)</b>	710,51	234,90	54,61	685,86	212,97	52,75	NS	830,76	330,42	63,87	796,41	241,53	61,26	NS		
<b>Vitamina E (mg)</b>	4,02	2,61	40,2	4,98	3,26	49,8	<0,05	2,18	1,78	19,81	2,41	1,88	21,90	NS		
<b>Vitamina D (ug)</b>	1,85	5,36	12,33	1,44	2,40	9,6	<0,05	1,31	2,58	8,73	1,88	2,84	12,53	<0,05		
<b>Ácido Fólico (ug)</b>	185,39	65,08	61,80	219,49	94,63	73,16	<0,05	196,29	101,50	49,07	188,70	111,76	47,18	NS		
<b>Vitamina C (mg)</b>	73,08	44,74	121,8	81,82	53,03	136,36	NS	101,60	73,10	169,33	95,94	61,39	159,90	NS		
<b>Proteínas (gr)</b>	86,44	21,85	201,02	86,48	23,56	210,92	NS	84,73	25,33	156,90	80,26	21,89	178,22	NS		
<b>Grasas (gr)</b>	82,92	22,74	-	89,79	29,36	-	-	93,15	28,65	-	88,72	23,38	-	-		
<b>H. de carbono (gr)</b>	213,48	51,47	-	206,50	58,67	-	-	235,03	71,46	-	222,81	63,76	-	-		



**Figura R5.** Perfil de consumo promedio frente a las recomendaciones de la referencia (Moreiras et al. 2016), expresado en porcentaje de cobertura (%). Grupo de 9 a 12 años.

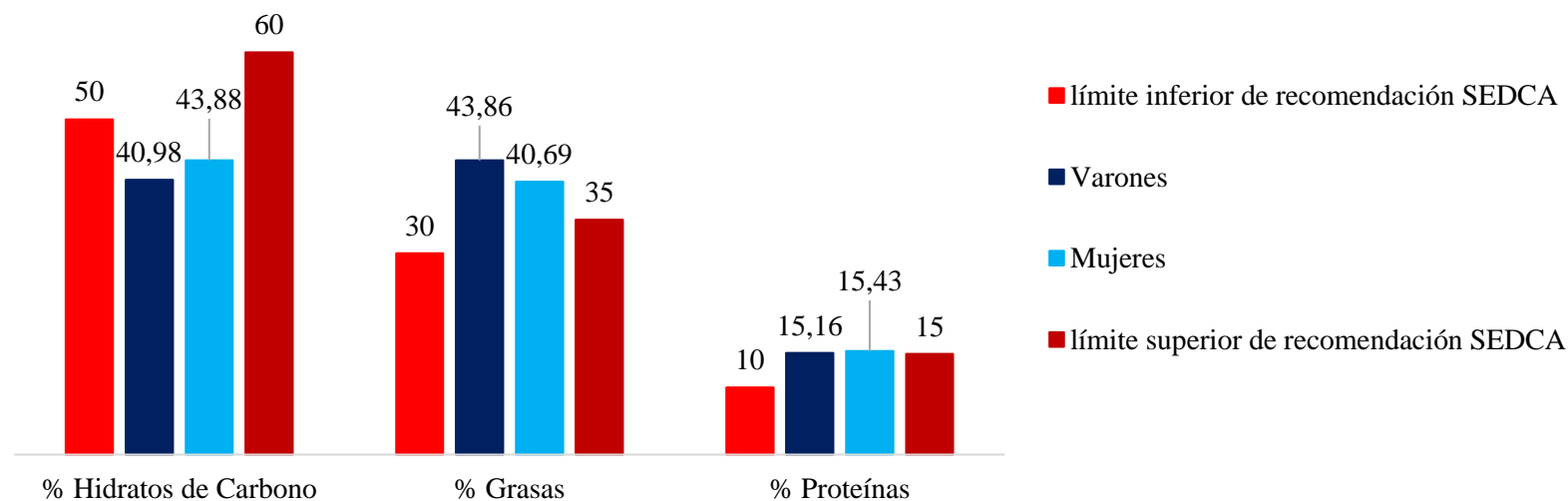


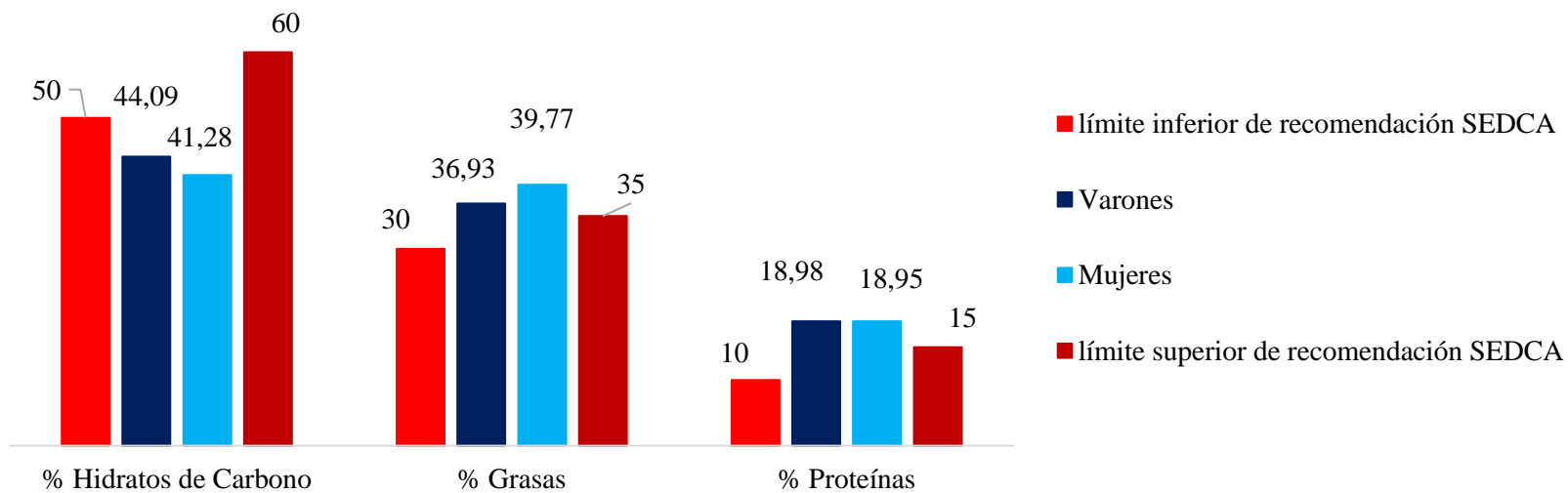
**Figura R6.** Perfil de consumo promedio frente a las recomendaciones de la referencia (Moreiras et al. 2016), expresado en porcentaje de cobertura (%). Grupo de 13 a 16 años.

En términos generales, se detecta un bajo consumo de energía procedente de los hidratos de carbono, siendo la ingesta más reducida frente a las recomendaciones la correspondiente a los niños entre 9 y 12 años y la más próxima al valor recomendado la de los varones entre 13 y 16 años (tabla R19). No obstante, en ningún caso se llega al límite inferior de la cifra sugerida por la Sociedad Española de Dietética y ciencias de la Alimentación (SEDCA 2016) que recomienda un consumo de hidratos entre el 50% y 60% de la energía total ingerida. Por el contrario, la contribución de grasas y proteínas supera el límite superior establecido como recomendable que se sitúa entre 30 y 35% para las grasas y entre el 10 y 15% para las proteínas (Figuras R7 y R8).

**Tabla R19.** Cifras porcentuales para el consumo promedio diario de hidratos de carbono, grasas y proteínas. IDR: ingesta diaria recomendada

<u>Consumo</u>	9-12 años						P	13-16 años						P
	Varones			Mujeres				Varones			Mujeres			
	Media	DE	%IDR	Media	DE	%IDR		Media	DE	%IDR	Media	DE	%IDR	
% Hidratos de carbono	44,09	5,85	88,18	41,28	7,33	82,56	<0,05	40,98	7,97	81,96	43,88	5,41	87,76	NS
% Grasas	36,93	7,53	123,1	39,77	8,56	132,56	<0,05	43,86	7,45	162,86	40,69	5,66	135,63	NS
% Proteínas	18,98	5,81	189,8	18,95	5,66	189,5	NS	15,16	1,89	151,6	15,43	2,73	154,3	NS

**Figura R7.** Nivel de adecuación a las recomendaciones de la SEDCA para la ingesta de hidratos de carbono, grasas y proteínas (%). Grupo de 9 a 12 años.



**Figura R8.** Nivel de adecuación a las recomendaciones de la SEDCA para la ingesta de hidratos de carbono, grasas y proteínas. Grupo de 13 a 16 años

## 2.7. Actividad física

Dado que las horas de actividad física realizadas en el colegio o instituto fueron las mismas para todos los participantes, en la tabla R20, se reflejan las horas de deporte extraescolar realizadas semanalmente por los escolares de la muestra. Cabe señalar al respecto que el promedio masculino prácticamente duplica al femenino tanto en el grupo de 9 a 12 años ( $U=21769$ ;  $p<0,001$ ) como en el grupo de 13 a 16 ( $U=19993$ ;  $p<0,001$ ) y que en ambos sexos el tiempo de actividad física deportiva aumenta con la edad ( $p<0,05$ ).

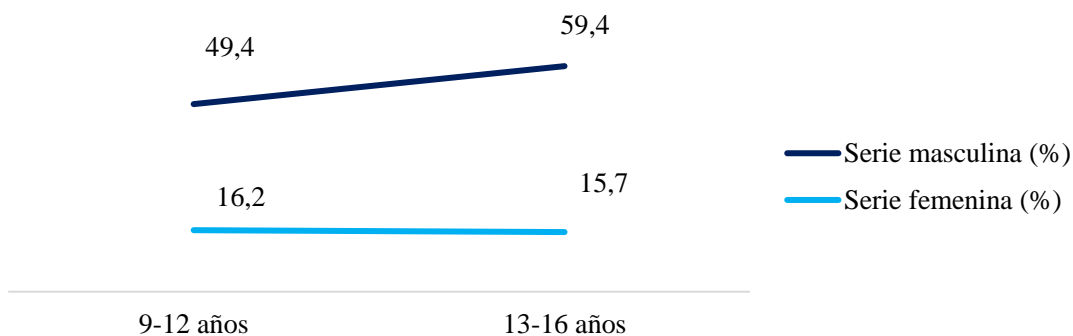
**Tabla R20.** Horas de deporte extraescolar semanal en función del sexo y la edad.

(\* Diferencias entre varones y mujeres  $p<0,001$ ).

Edad (años)	<u>Horas de deporte extraescolar semanal</u>			
	Serie masculina		Serie femenina	
	Media	DE	Media	DE
9-12	4,06	3,43	2,07	2,79
13-16	5,80	3,67	2,73	2,24
<b>Total</b>	5,03	3,67	2,39	2,56

Existieron diferencias entre sexos para la muestra en su conjunto en el grado de cumplimiento de las recomendaciones mundiales de actividad física establecidas por la OMS en el marco de la “Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud” (OMS, 2004). Dicho organismo establece el mínimo en 1 hora de actividad física diaria en edad escolar y en la muestra del presente estudio únicamente el 55,1% de los niños frente 16% de las niñas alcanzaban el nivel recomendado ( $\chi^2 =133,74$ ,  $p<0,001$ ). Como se representa en la figura R9, también existieron diferencias entre chicos y chicas en la variación de este comportamiento con la edad, ya que mientras en las niñas disminuye porcentualmente el grado de cumplimiento de las recomendaciones OMS con

la edad ( $\chi^2 = 38,85,20$ ,  $p < 0,001$ ), en los niños se incrementa como se aprecia en la figura R9 ( $\chi^2 = 48,14$ ,  $p < 0,001$ ).



**Figura R9.** Cumplimiento de recomendaciones OMS (1 hora al día de actividad física) de acuerdo al sexo y la categoría de edad.

### 3.8. Horas de sueño

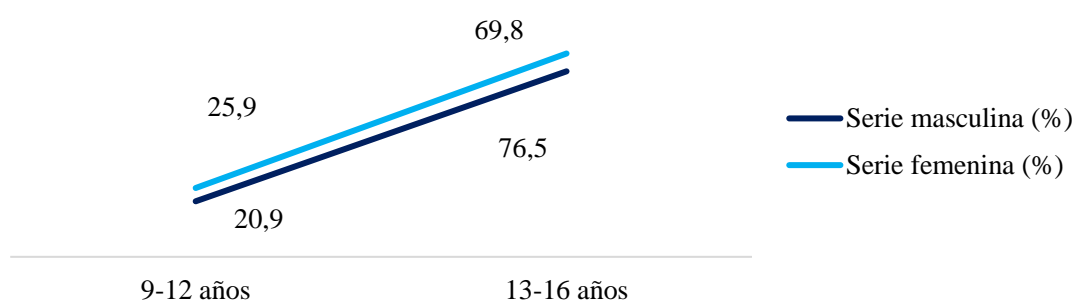
Por lo que respecta a las horas de sueño (tabla R21), no existen diferencias entre los niños y las niñas de menor edad, aunque entre los 13 y 16 años las mujeres duermen un poco menos ( $U=57005$ ;  $p < 0,05$ ). Con la edad, las horas de sueño se reducen significativamente tanto en la serie masculina ( $U= 10274,5$ ;  $p < 0,001$ ) como en la femenina ( $U=55268$ ;  $p < 0,001$ ).

**Tabla R21.** Horas de sueño diario en función del sexo y la edad

Edad (años)	<u>Horas de sueño diario</u>			
	Serie masculina		Serie femenina	
	Media	DE	Media	DE
9-12	9,35	0,89	9,30	1,01
13-16	8,25	0,79	8,10	0,77
<b>Total</b>	8,76	1,0	8,74	1,09

La OMS (2004) recomienda para los sujetos en edad escolar entre 8 y 10 horas de sueño. Aunque en promedio, los niños y niñas analizados cumplieron el objetivo, se advirtió que 14,1% de los varones incumplían el consejo, en concreto el 10,7% de los pequeños (9 a 12 años) y 17,1% de los mayores (13 a 16 años). Entre las niñas el porcentaje de incumplimiento resultó de 19,7% (18% en el grupo de edad 9-12 años y 21,7% en las adolescentes de 13 a 16).

Sin embargo, al utilizar las recomendaciones algo más estrictas publicadas por la *National Sleep Foundation* (2015) y que establecen un rango adecuado entre 9 y 11 horas para escolares entre 6 y 13 años, la prevalencia de falta de horas de sueño se incrementa en los niños y niñas del presente estudio. Bajo este último criterio, incumplen la recomendación el 47,3% de los varones y el 49,4% de las niñas, observando además que el grado de incumplimiento y por tanto, el déficit de horas de sueño aumenta significativamente con la edad (serie masculina  $\chi^2 = 111,3, p < 0,001$ ; serie femenina ( $\chi^2 = 139,98; p < 0,001$ ), como puede verse al separar la muestra por grupos de edad en la figura R10.



**Figura R10.** Cumplimiento de recomendaciones *National Sleep Foundation* para duración del sueño en función del sexo y la edad en menores de 6 a 13 años (9-11 horas).

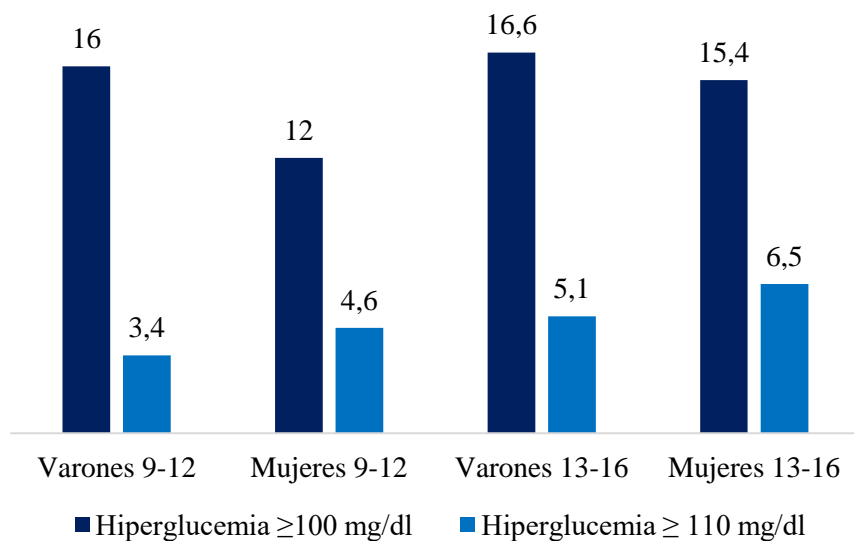
### 3.9. Prevalencia de alteraciones fisiometabólicas

Cuando se valora la hiperglucemia sanguínea en la muestra (tabla R22, fig. 11) utilizando el criterio más restrictivo (tomando como punto de corte de 100 mg/dl) observamos que la alteración tiende a ser mayor en los varones mientras que si utilizamos el criterio más laxo (punto de corte 110 mg/dl) tiende a ser mayor en las mujeres, pero sin significación estadística. En cuanto a la categoría de edad, tampoco se encontraron diferencias significativas ni en las niñas ni en los niños. En cuanto al colesterol elevado es posible afirmar que a pesar de que el estado de hipercolesterolemia tiende a ser mayor en los niños utilizando tanto el P75 como el P90 de las referencias RICARDIN, las diferencias no son significativas ni en función del sexo ni de la edad (Fig. 12)

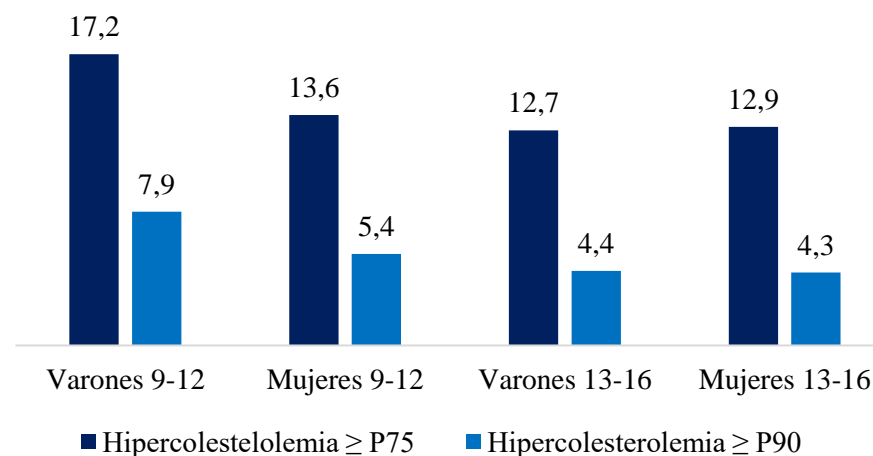
En la tabla R23 y figura R13 se muestra la prevalencia de PAS elevada en la muestra, considerando tres puntos de corte: el P90 de la referencia RICARDIN, el P95 y el P97 de las mismas tablas. Para la muestra en su conjunto no se detectaron diferencias significativas en función del sexo; sin embargo, sí se encontró, con independencia del punto de corte elegido, una mayor hipertensión en el grupo de niños de entre 9 y 12 años con respecto a los varones de entre 13 y 16 años. La tabla R24 y figura R14 exponen la prevalencia de estados pre hipertensivos o hipertensivos para la PAD según los tres criterios o puntos de corte adoptados para su clasificación. En todos los casos se apreciaron diferencias significativas en función del sexo, mostrando los varones una mayor prevalencia de presión diastólica elevada ( $p < 0,001$ ).

**Tabla R22.** Prevalencia de glucosa elevada ( $\geq 100$ ,  $\geq 110$  mg/dl) y colesterol sérico elevado ( $\geq P75$ ,  $P \geq 90$  de la referencia RICARDIN)

	<b>Hiperglucemia (%)</b>		<b>Hipercolesterolemia (%)</b>	
	$\geq 100$ mg/dl	$\geq 110$ mg/dl	$\geq P75$	$\geq P90$
<b>Varones</b>	16,3	4,3	14,8	6
<b>Mujeres</b>	13,5	5,5	13,3	4,9
<b>Total</b>	14,4	5,1	13,7	5,2



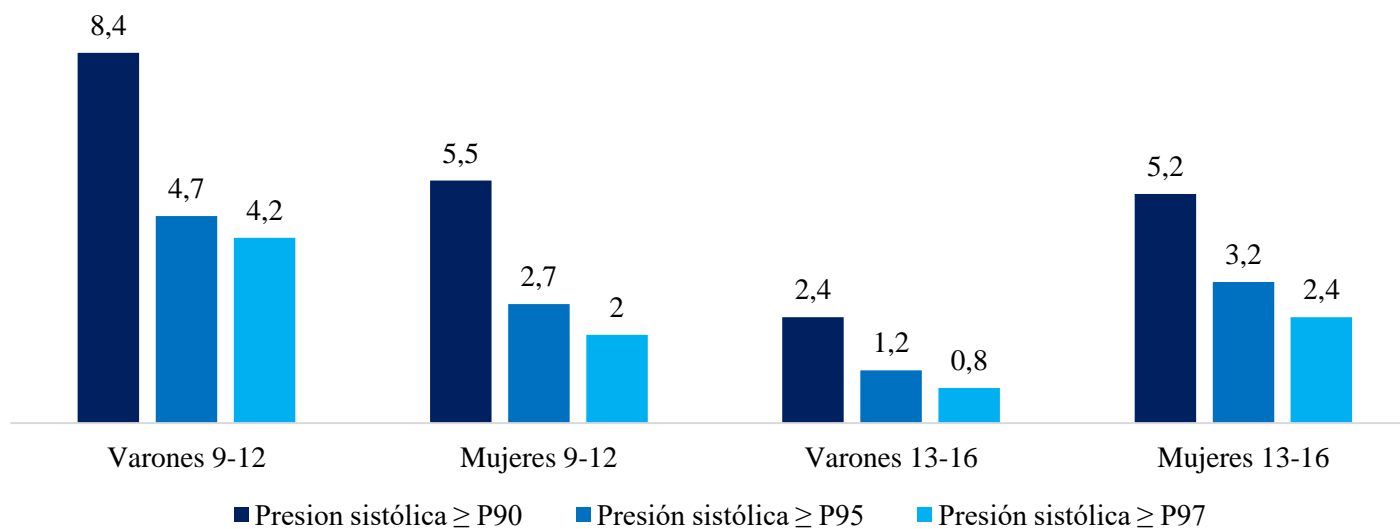
**Figura R11.** Glucosa elevada en sangre según criterio y grupo de edad (%)



**Figura R12.** Colesterol elevado en sangre según criterio y grupo de edad (%)

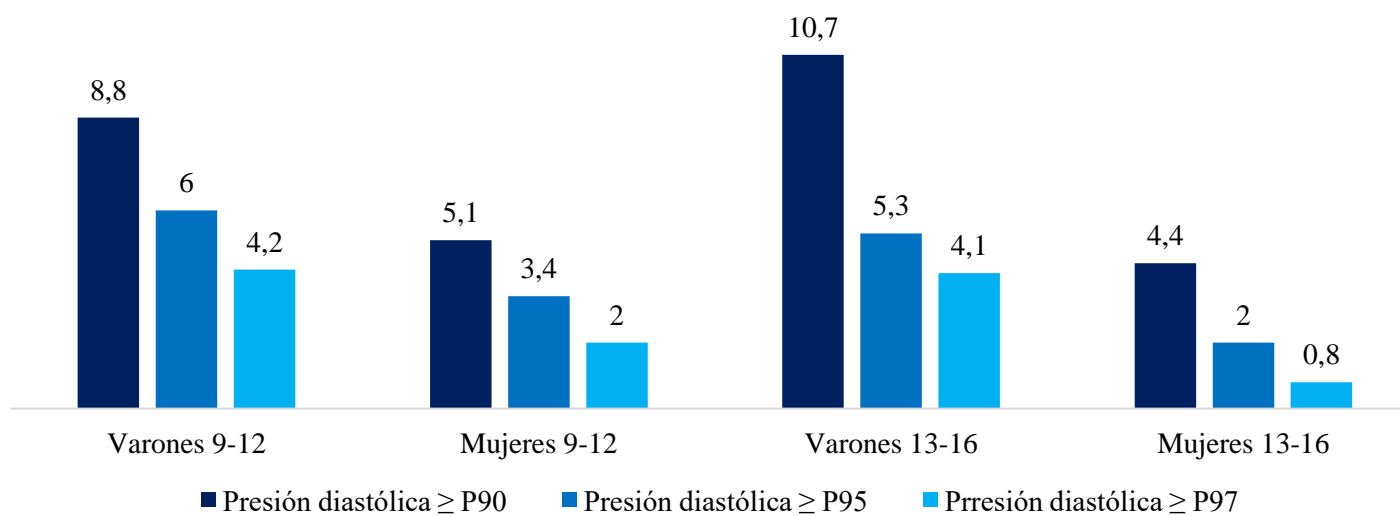
**Tabla R23.** Prevalencia de presión arterial sistólica elevada según tres criterios percentilares respecto a la referencia RICARDIN (%)

	<b>Presión arterial sistólica elevada ( %)</b>		
	<b>≥P90</b>	<b>≥P95</b>	<b>≥P97</b>
<b>Varones</b>	5,2	2,8	2,4
<b>Mujeres</b>	5,3	2,9	2,2
<b>Total</b>	5,3	2,9	2,3

**Figura R13.** Presión arterial sistólica elevada según tres criterios percentilares respecto a la referencia RICARDIN por sexo y grupo de edad (%).

**Tabla R24.** Prevalencia de presión arterial diastólica elevada según tres criterios percentilares respecto a la referencia RICARDIN (%)

	<b>Presión arterial diastólica elevada (%)</b>		
	<b>≥P90</b>	<b>≥P95</b>	<b>≥P97</b>
<b>varones</b>	9,8	5,7	4,1
<b>mujeres</b>	4,8	2,8	1,5
<b>Total</b>	6,3	3,6	2,3

**Figura R14.** Presión arterial diastólica elevada según tres criterios percentilares respecto a la referencia RICARDIN por sexo y grupo de edad (%).

### 3.10. Asociación entre variables fisiometabólicas y condición nutricional

#### 3.10.1. Variables fisiometabólicas e IMC

La condición nutricional influye de manera importante en la expresión de los componentes fisiometabólicos vinculados al SMet. Como queda expuesto en las tablas R25 y R26, con independencia del sexo y la edad, la PAS y la PAD aumentan con el grado de sobrepeso y obesidad salvo en los varones de entre 13 y 16 años, donde el aumento no alcanza significación estadística. Las variables séricas glucosa y colesterol se comportan de manera similar, observándose un aumento de su concentración desde la categoría de insuficiencia ponderal hasta la de obesidad, si bien en el caso de la glucosa, dicho aumento alcanzó significación estadística únicamente en la serie femenina. Los niveles de colesterol aumentaron significativamente en todos los casos salvo en los varones de 9 a 12 años (tablas R27 y R28).

Como se refleja en la tabla R29, la capacidad vital forzada muestra cambios en función de la condición nutricional expresada a través del IMC; pero en este caso los valores espirométricos aumentan entre las categorías de insuficiencia ponderal y sobrepeso, descendiendo en la categoría de obesidad. La tendencia señalada es la misma en ambos sexos, pero sólo alcanzó significación estadística en el grupo de escolares de menor edad.

**Tabla R25.** Variabilidad de presión arterial sistólica (PAS) en función de la categoría nutricional (IP: insuficiencia ponderal; N: normopeso; SB: sobrepeso; OB: obesidad; KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

	<b><u>PAS (mmHg)</u></b>											
	9-12 años				13-16 años				Total			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>IP</b>	87,00	4,33	93,23	6,88	107,33	6,48	102,36	12,47	99,20	11,7	97,90	11,07
<b>N</b>	102,36	11,68	100,71	10,41	108,99	10,76	105,97	9,36	106,26	11,6	103,35	10,24
<b>SB</b>	108,65	13,62	106,00	12,34	119,30	10,28	115,14	11,68	113,19	13,35	109,42	12,86
<b>OB</b>	122,83	14,04	121,11	12,72	128,37	12,47	137,33	8,91	124,53	13,58	125,16	13,76
K-W	42,31		100,28		42,78		83,42		59,38		142,72	
p	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	

**Tabla R26.** Variabilidad de presión arterial diastólica (PAD) en función de la categoría nutricional (IP: insuficiencia ponderal; N: normopeso; SB: sobrepeso; OB: obesidad; KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

	<b><u>PAD (mmHg)</u></b>											
	9-12 años				13-16 años				Total			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>IP</b>	56,00	4,56	55,38	6,12	63,55	4,44	56,63	9,43	60,53	5,78	56,02	7,96
<b>N</b>	58,71	10,37	59,04	9,02	61,53	10,06	60,03	8,26	60,37	10,27	59,54	8,65
<b>SB</b>	62,42	10,57	61,48	9,92	64,28	10,53	63,28	9,05	63,21	10,55	62,16	9,62
<b>OB</b>	68,61	10,32	65,88	10,31	70,25	11,54	75,16	7,19	69,11	10,50	68,20	10,38
K-W	16,21		32,61		5,30		46,98		15,97		69,35	
p	<0,001		<0,001		NS		<0,001		<0,001		<0,001	

**Tabla R27.** Variabilidad de los niveles de glucosa sanguínea (mg/dl) en función de la categoría nutricional (IP: insuficiencia ponderal; N: normopeso; SB: sobrepeso; OB: obesidad; KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

	<u>Glucosa (mg/dl)</u>											
	9-12 años				13-16 años				Total			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>IP</b>	86,83	10,01	86,07	11,07	85,33	7,61	84,19	12,40	85,93	8,33	85,10	11,71
<b>N</b>	89,25	10,41	85,77	10,38	89,80	12,79	84,39	12,22	89,57	11,83	85,09	11,34
<b>SB</b>	89,12	10,72	87,59	9,82	88,08	10,10	89,02	14,87	88,65	10,41	88,14	11,97
<b>OB</b>	88,78	11,37	92,94	13,63	96,00	15,72	108,00	15,76	91	12,99	96,71	15,49
K-W	1,17		9,36		2,70		26,27		1,31		32,71	
p	NS		<0,05		NS		<0,001		NS		<0,001	

**Tabla R28.** Variabilidad de los niveles de colesterol sanguíneo (mg/dl) en función de la categoría nutricional (IP: insuficiencia ponderal; N: normopeso; SB: sobrepeso; OB: obesidad; KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

	<u>Colesterol (mg/dl)</u>											
	9-12 años				13-16 años				Total			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>IP</b>	145,00	35,63	153,29	38,28	133,00	16,51	137,36	22,89	137,80	25,42	145,14	32,19
<b>N</b>	150,13	30,47	149,75	26,26	137,19	25,25	143,82	27,00	142,39	28,14	146,76	26,78
<b>SB</b>	158,89	34,63	148,34	26,09	151,35	26,87	151,79	26,46	155,68	31,65	149,63	26,22
<b>OB</b>	159,50	29,31	164,06	25,72	144,25	31,46	170,67	15,70	154,81	30,22	165,71	23,64
K-W	5,49		9,53		11,63		25,43		21,42		29,04	
p	NS		<0,05		<0,05		<0,001		<0,001		<0,001	

**Tabla R29.** Variabilidad de la capacidad vital (cc) función de la categoría nutricional y grupo de edad  
(IP: insuficiencia ponderal; N: normopeso; SB: sobrepeso; OB: obesidad; KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

	<b>Capacidad vital (cc)</b>											
	9-12 años				13-16 años				Total			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>IP</b>	1541,67	449,90	1497,62	394,31	2966,67	680,07	2228,57	633,52	2396,67	926,68	1863,1	640,50
<b>N</b>	2049,00	533,72	1832,11	552,37	3243,26	967,76	2433,61	701,80	2755,41	1007,12	2135,34	699,72
<b>SB</b>	2252,27	751,94	1842,86	523,36	3172,92	785,97	2373,10	579,74	2639,91	889,17	2041,70	601,68
<b>OB</b>	2175,00	810,09	1811,11	501,87	2768,75	629,59	2291,67	325,32	2357,69	798,08	1931,25	506,51
K-W	7,71		14,05		2,20		5,11		3,93		16,59	
p	<0,05		<0,05		NS		NS		NS		<0,001	

### 3.10.2. Variables fisiometabólicas y adiposidad corporal relativa

Si se evalúa la condición nutricional a partir de la adiposidad relativa, se reportan resultados similares. Como queda reflejado en las tablas R30 y R31, al contrastar la PAS y la PAD entre categorías percentilares de %GC respecto a las referencias de Marrodán *et al* (2006), ambas variables aumentan de manera significativa a partir del P90, tanto en niños como en niñas y en ambos grupos etarios.

Mientras la glucosa sólo manifiesta una clara tendencia al incremento en el grupo de mujeres de 13 a 16 años, el colesterol tiende a incrementar su concentración tanto en la serie femenina como en la masculina con independencia de la edad (tablas R32 y R33). Como se desprende de los resultados mostrados en la tabla R34 la capacidad vital disminuye significativamente con el grado de adiposidad en ambos sexos, cuando se analiza este parámetro en el total de la muestra. Sin embargo, una vez segregada en grupos de edad, esto sucede de manera significativa únicamente en la categoría de menor edad de la serie femenina.

**Tabla R30.** Variabilidad de la presión arterial sistólica (PAS) en función de la categoría percentilar respecto a las referencias para el porcentaje de grasa corporal (Marrodán et al. 2006). KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

%GC	<b>PAS (mmHg)</b>											
	9-12 años				13-16 años				Total			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>&lt;P10</b>	-	-	94,84	9,43	-	-	99,00	16,56	-	-	95,20	10,12
<b>P10-P90</b>	101,60	11,70	100,76	10,53	109,37	10,61	106,35	10,31	106,97	11,51	103,94	10,76
<b>P90-P97</b>	109,17	10,40	105,70	12,00	118,44	13,42	118,52	9,87	113,44	12,67	110,31	12,82
<b>&gt;P97</b>	108,01	16,16	111,55	13,86	123,14	9,12	134,80	13,70	110,79	16,19	113,52	15,24
K-W	13,62		86,51		3,30		70,94		13,50		112,41	
p	<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001	

**Tabla R31.** Variabilidad de la presión arterial diastólica (PAD) en función de la categoría percentilar respecto a las referencias para el porcentaje de grasa corporal (Marrodán et al. 2006). KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

%GC	<b>PAD (mmHg)</b>											
	9-12 años				13-16 años				Total			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>&lt;P10</b>	-	-	56,15	7,25	-	-	51,33	6,77	-	-	55,74	7,29
<b>P10-P90</b>	58,44	9,64	58,86	9,27	61,40	10,06	60,12	8,75	60,48	10,01	59,58	8,99
<b>P90-P97</b>	64,62	10,39	61,90	10,19	65,17	9,17	64,69	8,58	64,82	9,77	62,90	9,70
<b>&gt;P97</b>	61,10	11,38	63,51	9,19	68,38	10,17	70,60	4,88	62,44	11,48	64,11	9,11
K-W	7,87		36,86		8,51		33,00		7,47		58,24	
p	<0,05		<0,001		<0,05		<0,001		<0,05		<0,001	

**Tabla R32.** Variabilidad de los niveles de glucosa sanguínea (mg/dl) en función de la categoría percentilar respecto a las referencias para el porcentaje de grasa corporal (Marrodán et al. 2006). KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

%GC	<u>Glucosa(mg/dl)</u>											
	9-12 años				13-16 años				Total			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>&lt;P10</b>	-	-	84,52	9,07	-	-	74,00	5,77	-	-	83,79	9,24
<b>P10-P90</b>	88,54	9,51	86,59	11,19	89,70	12,39	85,04	12,76	89,33	11,55	85,71	12,13
<b>P90-P97</b>	90,17	10,97	87,59	10,12	87,07	13,56	90,48	16,40	88,73	12,22	88,66	12,83
<b>&gt;P97</b>	88,97	10,96	88,94	11,14	90,65	9,16	103,00	11,70	89,28	10,63	90,14	11,81
K-W	1,10		4,98		1,11		21,68		0,001		18,71	
p	NS		NS		NS		<0,001		NS		<0,001	

**Tabla R33.** Variabilidad de los niveles de colesterol sanguíneo (mg/dl) en función de la categoría percentilar respecto a las referencias para el porcentaje de grasa corporal (Marrodán et al. 2006). KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

%GC	<u>Colesterol(mg/dl)</u>											
	9-12 años				13-16 años				Total			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>&lt;P10</b>	-	-	152,25	31,43	-	-	122,67	21,19	-	-	149,71	31,69
<b>P10-P90</b>	145,45	31,16	148,31	26,11	137,28	25,03	144,11	26,72	139,74	27,23	145,90	26,52
<b>P90-P97</b>	158,50	31,91	148,66	26,98	148,69	24,65	152,13	25,52	153,98	29,00	149,91	26,42
<b>&gt;P97</b>	159,58	31,19	158,85	27,34	154,43	30,85	176,40	10,70	158,63	31,06	160,34	26,76
K-W	13,41		12,50		10,60		26,68		42,69		31,92	
p	<0,001		<0,05		<0,05		<0,001		<0,001		<0,001	

**Tabla R34.** Variabilidad de la capacidad vital (cc) en función de la categoría percentilar respecto a las referencias para el porcentaje de grasa corporal (Marrodán et al. 2006). KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

	<b>Capacidad vital (cc)</b>											
	9-12 años				13-16 años				Total			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>&lt;P10</b>	-	-	1612,50	538,66	-	-	2300,00	1203,32	-	-	1671,43	638,30
<b>P10-P90</b>	2035,34	581,917	1856,77	520,94	3238,67	958,51	2412,90	669,80	2865,51	1023,34	2173,53	669,193
<b>P90-P97</b>	2108,82	637,87	1827,50	580,91	3243,10	766,68	2322,61	677,86	2630,95	898,22	2008,25	660,28
<b>&gt;P97</b>	2179,57	694,74	1787,96	539,81	2826,19	614,33	2400,00	326,59	2272,37	653,31	1839,83	551,36
K-W	1,63		10,02		3,33		0,97		26,63		58,12	
p	NS		<0,05		NS		NS		<0,001		<0,001	

### 3.10.3. Variables fisiometabólicas y obesidad abdominal

La obesidad abdominal también parece condicionar el valor medio de las variables fisiometabólicas. Como se puede observar en las tablas R35 y R36, la PAS, con independencia del sexo y la edad, resulta en todos los casos más elevada en los sujetos con un ICT  $\geq 0,5$ . La tendencia de la PAS es semejante, aunque el fenómeno no resulte significativo entre los varones de 9 a 12 años. Los niveles de glucosa muestran una tendencia semejante aunque el aumento es significativo sólo en la serie femenina, mientras que los niveles de colesterol aumentan de manera significativa en ambos sexos y grupos de edad (tablas R37 y R38). Para el total de la muestra, la capacidad vital es más reducida en los sujetos de ambos sexos clasificados como obesos abdominales; cuando se analizan en cada sexo los dos grupos de edad separadamente, la tendencia es la misma pero únicamente se alcanza la significación estadística en los varones de 9 a 12 años y en las mujeres de 13 a 16 (tabla R39).

**Tabla R35.** Variabilidad de la PAS en función del nivel de grasa abdominal. (KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

	<b>PAS (mmHg)</b>											
	9-12 años				13-16 años				Total			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>ICT &lt; 0,5</b>	102,92	10,54	100,46	10,04	109,88	10,79	106,48	10,48	107,57	11,18	103,79	10,68
<b>ICT ≥ 0,5</b>	108,10	16,24	106,67	14,63	122,84	11,56	121,12	13,73	111,51	16,48	109,34	15,49
K-W	7,15		26,15		30,20		47,48		8,110		25,170	
p	<0,05		<0,001		<0,001		<0,001		<0,05		<0,001	

**Tabla R36.** Variabilidad de la PAD en función del nivel de grasa abdominal. (KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

	<b>PAD (mmHg)</b>											
	9-12 años				13-16 años				General			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>ICT &lt; 0,5</b>	59,92	9,86	58,71	9,11	61,64	9,99	59,96	8,64	61,07	9,97	59,40	8,87
<b>ICT ≥ 0,5</b>	61,25	11,44	61,74	9,71	67,60	9,92	66,84	9,01	62,72	11,40	62,68	9,77
K-W	2,906		11,038		72,64		25,52		3,16		22,66	
p	NS		<0,001		<0,05		<0,001		NS		<0,001	

**Tabla R37.** Variabilidad de la glucosa sanguínea (mg/dl) en función del nivel de grasa abdominal. (KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

	<u>Glucosa(mg/dl)</u>											
	9-12 años				13-16 años				General			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>ICT &lt; 0,5</b>	88,56	10,73	85,95	10,14	89,32	12,41	85,27	13,02	89,06	11,86	85,58	11,79
<b>ICT ≥ 0,5</b>	89,64	10,30	88,68	11,75	90,59	11,49	91,04	15,99	89,87	10,56	89,15	12,70
K-W	1,005		4,731		0,147		7,328		0,922		15,259	
p	NS		<0,05		NS		<0,05		NS		<0,001	

**Tabla R38.** Variabilidad del colesterol sanguíneo (mg/dl) en función del nivel de grasa abdominal. (KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

	<u>Colesterol(mg/dl)</u>											
	9-12 años				13-16 años				General			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>ICT &lt; 0,5</b>	145,57	27,96	148,23	26,95	138,41	24,91	143,71	26,23	140,73	26,11	145,72	26,63
<b>ICT ≥ 0,5</b>	160,99	33,78	154,89	27,46	150,70	30,83	159,00	28,84	158,62	33,30	155,65	27,71
K-W	12,96		10,35		3,77		12,87		32,06		29,42	
p	<0,001		<0,001		< 0,05		<0,001		<0,001		<0,001	

**Tabla R39.** Variabilidad de la capacidad vital (cc) en función del nivel de grasa abdominal. (KW: Estadístico de Kruskal- Wallis)

	<b>Capacidad vital (cc)</b>											
	9-12 años				13-16 años				General			
	Varones		Mujeres		Varones		Mujeres		Varones		Mujeres	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>ICT &lt; 0,5</b>	1947,86	564,34	1787,16	543,97	3243,60	936,83	2428,41	684,88	2817,10	1031,46	2142,20	702,18
<b>ICT ≥ 0,5</b>	2260,45	675,15	1857,09	528,24	2939,06	738,75	2172,80	488,68	2413,38	743,86	1915,56	534,57
K-W	11,01		3,54		2,79		7,45		16,73		18,29	
p	<0,001		0,060		0,09		<0,05		<0,001		<0,001	

### 3.11. Asociación entre la calidad de dieta SMet

Las concentraciones séricas de glucosa y colesterol no muestran variaciones significativas en función de la calidad de la dieta, mostrándose los promedios siempre en los intervalos que corresponden a los niveles de normalidad de ambos metabolitos (tablas R40 y R41).

**Tabla R40.** Variabilidad de los niveles de glucosa sanguínea en función de la calidad de la dieta (Baja: puntuación Kidmed  $\leq 3$ ; Media: puntuación Kidmed 4-7; Alta: puntuación Kidmed  $\geq 8$ ).

Calidad de la dieta	<b>Glucosa (mg/dl)</b>					
	Varones		Mujeres		Total	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>BAJA</b>	87,32	10,02	85,46	10,62	86,30	10,36
<b>MEDIA</b>	89,08	8,89	85,12	10,80	86,68	10,25
<b>ALTA</b>	89,14	7,05	88,64	12,58	88,61	10,85
F	0,801		0,685		1,479	
p	0,451		0,505		0,576	

**Tabla R41.** Variabilidad de los niveles de colesterol sanguíneo en función de la calidad de la dieta (Baja: puntuación Kidmed  $\leq 3$ ; Media: puntuación Kidmed 4-7; Alta: puntuación Kidmed  $\geq 8$ ).

Calidad de la dieta	<b>Colesterol sérico (mg/dl)</b>					
	Varones		Mujeres		Total	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>BAJA</b>	148,36	31,97	145,38	27,10	146,69	29,30
<b>MEDIA</b>	149,95	31,19	149,04	27,24	149,39	28,79
<b>ALTA</b>	141,00	22,18	153,67	32,30	148,60	28,86
F	0,399		0,887		1,677	
p	0,672		0,413		0,623	

Sin embargo, la presión arterial parece ser sensible a la calidad de la dieta, ya que tanto los promedios de PAS como de PAD descienden significativamente entre las categorías de dieta de alta calidad y calidad baja. Esto se advierte al analizar la muestra en su conjunto y también cuando se consideran separadamente la serie masculina y femenina (tablas R42 y R43).

**Tabla R42.** Variabilidad de la presión arterial sistólica en función de la calidad de la dieta (Baja: puntuación Kidmed  $\leq 3$ ; Media: puntuación Kidmed 4-7; Alta: puntuación Kidmed  $\geq 8$ ).

Calidad de la dieta	<b>PAS (mm de Hg)</b>					
	Varones		Mujeres		Total	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>BAJA</b>	111,55	13,57	107,10	11,57	109,11	12,70
<b>MEDIA</b>	110,27	12,84	104,84	11,06	106,98	12,09
<b>ALTA</b>	107,24	6,95	104,64	8,46	105,59	8,03
F	6,57		15,57		23,82	
p	<0,001		<0,001		<0,001	

**Tabla R43.** Variabilidad de la presión arterial diastólica en función de la calidad de la dieta (Baja: puntuación Kidmed  $\leq 3$ ; Media: puntuación Kidmed 4-7; Alta: puntuación Kidmed  $\geq 8$ ).

Calidad de la dieta	<b>PAD (mm de Hg)</b>					
	Varones		Mujeres		Total	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE
<b>BAJA</b>	64,60	9,06	63,44	8,63	63,96	8,84
<b>MEDIA</b>	62,83	9,82	60,56	8,37	61,45	9,04
<b>ALTA</b>	58,91	5,92	59,35	6,88	59,19	6,54
F	22,24		18,58		19,08	
p	<0,001		<0,001		<0,001	

La prevalencia de estados hipertensivos, según diferentes puntos de corte en función de la calidad de la dieta, pone de relieve también la asociación entre ambos factores. Como puede comprobarse en las tablas R44 y R45, ningún sujeto categorizado con dieta de buena calidad se clasifica con presión arterial sistólica o diastólica elevada. Sin embargo, si sucede así entre los categorizados con dieta de calidad media y baja, advirtiéndose que en estos últimos la proporción de hipertensos casi se duplica respecto a los primeros, en particular cuando se considera como punto de corte el P90.

**Tabla R44.** Prevalencia de presión arterial sistólica elevada (categoría percentilar respecto referencia RICARDIN) en función de la calidad de la dieta para el conjunto de la muestra (Baja: puntuación Kidmed  $\leq 3$ ; Media: puntuación Kidmed 4-7; Alta: puntuación Kidmed  $\geq 8$ ).

Calidad de la Dieta	PAS > P90 (%)	PAS > P95 (%)	PAS > P97 (%)
<b>BAJA</b>	8,1	4,0	2,1
<b>MEDIA</b>	4,7	3,2	2,6
<b>ALTA</b>	-	-	-
$\chi^2$	4,20	8,34	8,46
p	<0,001	<0,001	<0,05

**Tabla R45.** Prevalencia de presión arterial sistólica elevada (categoría percentilar respecto referencia RICARDIN) en función de la calidad de la dieta para el conjunto de la muestra

Calidad de la Dieta	PAD > P90 (%)	PAD > P95 (%)	PAD > P97 (%)
<b>BAJA</b>	10,6	6,3	3,9
<b>MEDIA</b>	6,43	2,8	2,1
<b>ALTA</b>	-	-	-
$\chi^2$	57,08	55,21	24,87
p	<0,001	<0,001	<0,05

### 3.12 Asociación entre perfil antropométrico y hábitos de vida con el SMet

Los resultados de la regresión logística, tomando como variable dependiente tener alterados al menos dos de los tres componentes fisiometabólicos del SMet analizados (glucosa elevada, colesterol elevado, hipertensión) muestra la fortaleza de la asociación entre la composición corporal y dicha circunstancia. Como se puede observar en la tabla R46, tener un IMC encuadrado en la categoría de sobrepeso, supone frente al normopeso un riesgo 2,13 veces superior, mientras que un IMC indicativo de obesidad lo multiplica por tres. La obesidad abdominal evaluada por un ICT  $\geq 0,5$  también supone un riesgo de 2,6 frente a un ICT por debajo de dicho punto de corte y la adiposidad relativa, incrementa

significativamente la probabilidad de reunir dos o más componentes del SMet (aumentando en 1,67 el riesgo) cuando es igual o superior al P97 que corresponde por edad y sexo a las referencias de Marrodán *et al.* (2006).

**Tabla R46.** Asociación entre composición corporal, distribución adiposa y SMet (dos o más componentes simultáneamente). IMC: índice de masa corporal; ICT: índice de cintura talla; %GC: porcentaje de grasa corporal

VARIABLES INDEPENDIENTES	OR	IC 95%	p
<b>IMC de Sobrepeso</b>	2,135	1,690 - 2,697	<0,001
<b>IMC de Obesidad</b>	3,164	2,529 - 3,958	<0,001
<b>ICT <math>\geq</math> 0,5</b>	2,609	2,067 - 3,294	<0,001
<b>%GC <math>\geq</math> P90</b>	1,267	0,989 - 1,623	0,06 (NS)
<b>% GC <math>\geq</math> P97</b>	1,679	1,305 - 2,156	<0,001

Los hábitos de actividad física, de sueño y el grado de adhesión a la dieta mediterránea, también se hallan significativamente asociados a los componentes del SMet. Como se reporta en la tabla R47 y se deduce de los OR derivados del análisis de regresión, practicar al menos 1 hora de actividad física al día, tal como indican las recomendaciones de la OMS (año) protege del SMet, ya que reduce significativamente la probabilidad de padecer de forma simultánea al menos dos alteraciones fisiometabólicas y lo mismo puede decirse del hecho de practicar un deporte extraescolar. Sin embargo, dormir menos de 8 horas o más de 10 se asocia positivamente al riesgo incrementándolo en 1,5 veces, frente al que tendría un individuo que durmiera entre 8 y 10 horas. Por lo que respecta a los hábitos dietéticos, un patrón de calidad media incrementa el riesgo en 1,9 veces frente a una dieta de calidad óptima. Si la calidad de la dieta es baja, el riesgo de tener dos componentes fisiometabólicos de SMet aumenta hasta 2,13 veces.

**Tabla R47.** Asociación entre hábitos de dieta, actividad física, sueño y SMet (dos o más componentes simultáneamente). (1) Actividad física igual o superior a las recomendaciones OMS; (2) Practicar deporte extraescolar; (3) Sueño < 8 horas o >10; (4) Puntuación Kidmed entre 4 y 7; (5) Puntuación Kidmed < 4.

VARIABLES INDEPENDIENTES	OR	IC 95%	p
<b>Actividad Física (1)</b>	0,784	0,602 – 0,991	<0,05
<b>Deporte (2)</b>	0,795	0,729 – 0,866	<0,001
<b>Horas de Sueño (3)</b>	1,569	1,199 – 2,053	<0,001
<b>Calidad de dieta media (4)</b>	1,919	1,234 – 2,984	<0,05
<b>Calidad de dieta baja (5)</b>	2,134	1,361 – 3,348	<0,05

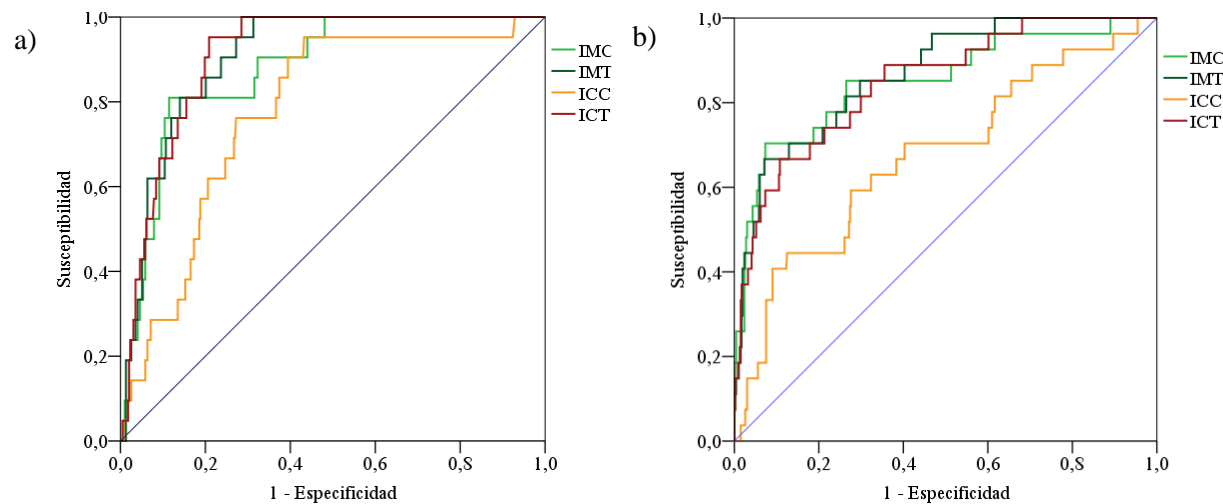
### 3.13. Predicción de componentes de SMet a partir de antropometría

#### 3.13.1. Predicción de la presión arterial elevada

El análisis de curvas ROC puso de manifiesto la eficacia de varios indicadores antropométricos para la identificación del estado hipertensivo. En las tablas de la R48 a la R55, se muestran los valores para el índice de Youden y los puntos de corte potencialmente aplicables para la identificación de la PAS elevada, la PAD elevada y la elevación de ambas (PAS y PAD) de forma simultánea. En el caso de PAS elevada (PAS >P90 de la referencia RICARDIN) el indicador que mostró una mayor precisión diagnóstica fue el %GC en la serie masculina (ABC=0,911) y el IMT (ABC=0,868) en la serie femenina (tablas R48-R50 y figuras R15-R17). En la predicción de la PAD alterada (tablas R51-R53 y figuras R18-R20) presentó mayor área bajo la curva (0,741) el IMA (BMAI) en la serie masculina y el AMB en la serie femenina (0,645). Así mismo, la variable antropométrica IMA (BMAI) resultó el indicador antropométrico más eficaz en la predicción de alteración de presión arterial general (tablas R54-R55 y figuras R21-R22) en los menores de sexo masculino (ABC=0,771) y lo fue el IMT en el sexo femenino (ABC=0,742).

**Tabla R48.** Área bajo la curva ROC para predicción de presión arterial sistólica elevada (PAS>P90 referencia RICARDIN).  
 IMC: índice de masa corporal; IMT: índice triponderal; ICC: índice de cintura cadera; ICT: índice cintura-talla.  
 Intervalo de confianza 95%.  $p < 0,001$ .

	Serie masculina						Serie femenina					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
<b>IMC</b>	0,877	<0,001	0,814	0,939	0,694	24,798	0,852	<0,001	0,790	0,913	0,630	24,49
<b>IMT</b>	0,904	<0,001	0,862	0,947	0,685	13,521	0,868	<0,001	0,821	0,915	0,596	16,31
<b>ICC</b>	0,774	<0,001	0,684	0,864	0,519	0,826	0,675	<0,001	0,596	0,754	0,319	0,85
<b>ICT</b>	0,909	<0,001	0,870	0,947	0,742	0,493	0,849	<0,001	0,796	0,902	0,559	0,50

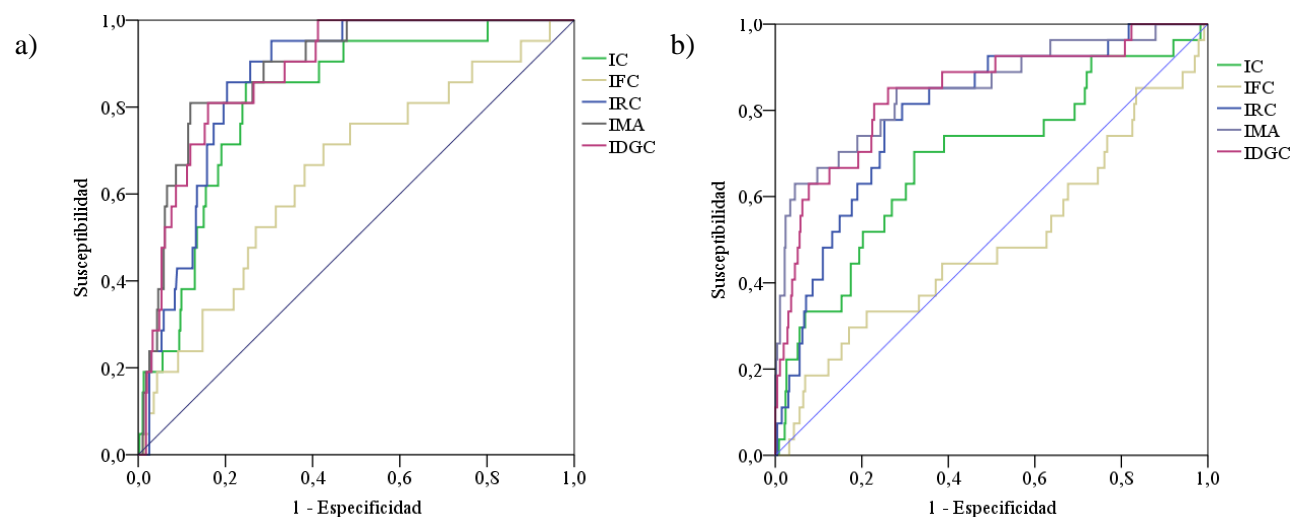


**Figura R15.** Curva ROC para la predicción de presión arterial sistólica elevada (PAS>P90) a partir de variables de tamaño corporal.

IMC: índice de masa corporal; IMT: índice triponderal; ICC: índice cintura/cadera; e ICT: índice cintura/talla.  
 a) serie masculina, b) serie femenina.

**Tabla R49.** Área bajo la curva ROC para predicción de presión arterial sistólica elevada ( $PAS > P90$  referencia RICARDIN).  
 IC: índice de conicidad; IFC (ABSI): índice de forma corporal; IRC: índice de redondez corporal; IMA (BMAI): índice de masa abdominal;  
 IDGC: índice de distribución de grasa corporal. Intervalo de confianza 95%.

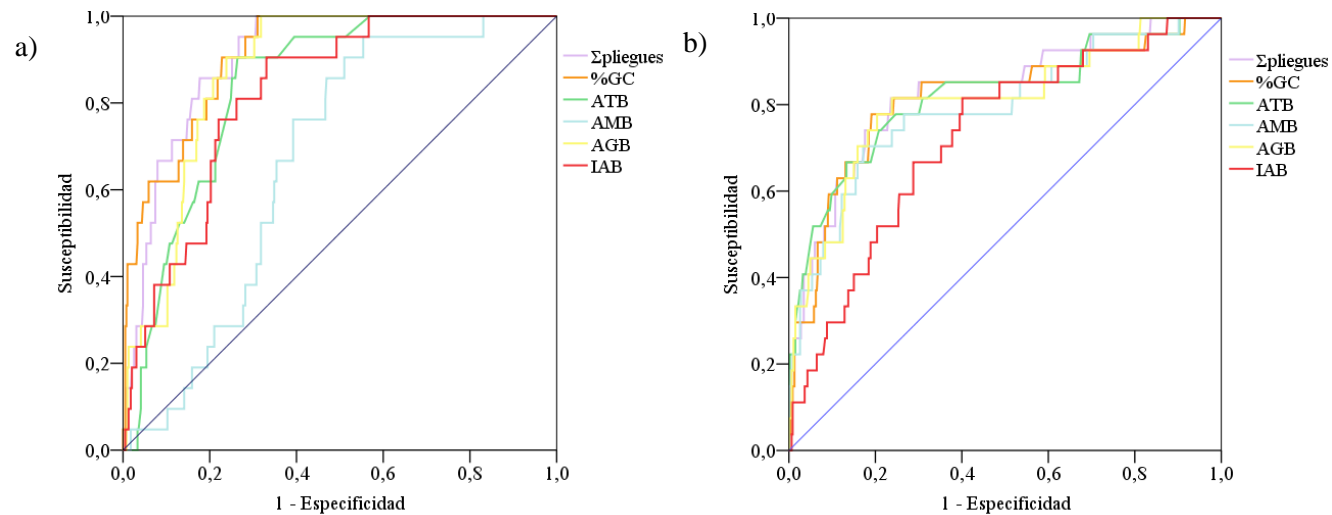
	Serie masculina						Serie femenina					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
<b>IC</b>	0,816	<0,001	0,734	0,897	0,611	1,205	0,687	<0,001	0,607	0,768	0,383	1,14
<b>IFC (ABSI)</b>	0,649	<0,05	0,526	0,771	0,289	0,077	0,490	NS	0,399	0,580	0,126	0,07
<b>IRC</b>	0,864	<0,001	0,812	0,916	0,655	4,850	0,796	<0,001	0,738	0,854	0,526	4,62
<b>IMA (BMAI)</b>	0,887	<0,001	0,829	0,945	0,689	19,668	0,850	<0,001	0,788	0,912	0,584	20,42
<b>IDGC</b>	0,878	<0,001	0,821	0,936	0,648	60,814	0,841	<0,001	0,780	0,901	0,591	60,62



**Figura R16.** Curva ROC para predicción de presión arterial sistólica elevada ( $PAS > P90$  referencia RICARDIN) a partir de indicadores de forma corporal.  
 IC: índice de conicidad; IFC (ABSI): índice de forma corporal; IRC: índice de redondez corporal; IMA (BMAI): índice de masa abdominal; IDGC: índice de distribución de grasa corporal. a) serie masculina, b) serie femenina

**Tabla R50.** Área bajo la curva ROC para predicción de presión arterial sistólica elevada ( $PAS > P90$  referencia RICARDIN).  $\Sigma$  pliegues: suma de los pliegues adiposos bicipital, tricpital, subescapular y suprailíaco; %GC: porcentaje de grasa corporal; ATB: área total del brazo; AMG: área magra del brazo; AGB: área grasa del brazo; IAB: índice adiposo mesobraquial. Intervalo de confianza 95%.

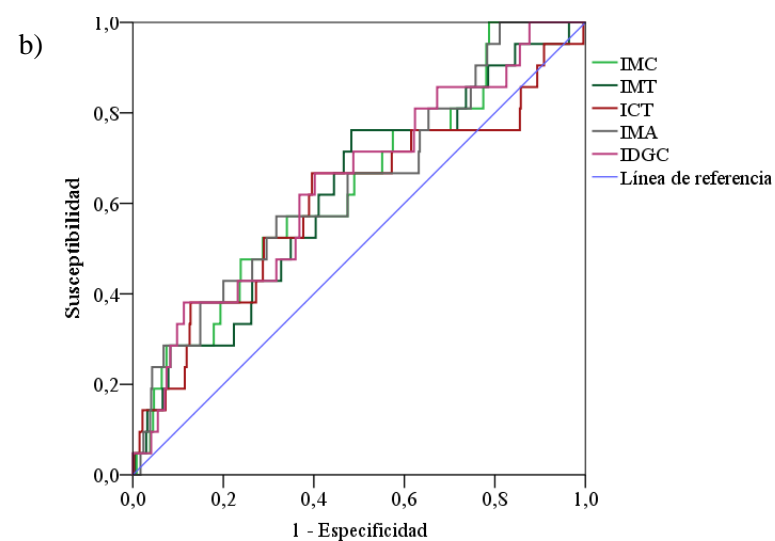
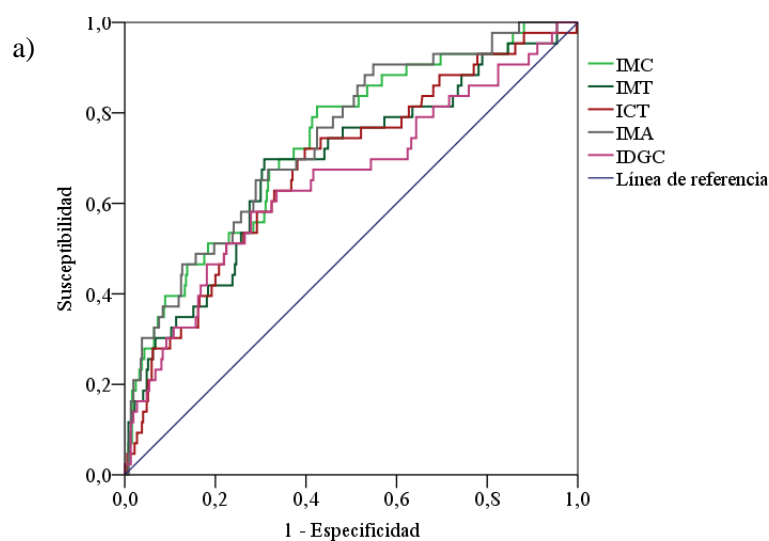
	Serie masculina						Serie femenina					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
$\Sigma$ pliegues	0,905	<0,001	0,862	0,947	0,692	47,600	0,829	<0,001	0,768	0,890	0,578	60,10
%GC	0,911	<0,001	0,864	0,957	0,690	24,610	0,815	<0,001	0,747	0,883	0,586	31,25
ATB	0,838	<0,001	0,778	0,898	0,641	56,094	0,820	<0,001	0,752	0,888	0,535	58,22
AMB	0,667	<0,05	0,585	0,750	0,399	32,597	0,793	<0,001	0,723	0,863	0,533	35,72
AGB	0,873	<0,001	0,827	0,919	0,682	14,990	0,806	<0,001	0,738	0,875	0,578	19,41
IAB	0,823	<0,001	0,753	0,892	0,575	30,572	0,725	<0,001	0,658	0,791	0,414	34,94



**Figura R17.** Curva ROC para la predicción de presión arterial sistólica elevada ( $PAS > P90$  referencia RICARDIN).  $\Sigma$ pliegues: suma de los pliegues adiposos bicipital, tricpital, subescapular y suprailíaco; %GC: porcentaje de grasa corporal; ATB: área total del brazo; AMG: área magra del brazo; AGB: área grasa del brazo; IAB: índice adiposo mesobraquial. a) serie masculina, b) serie femenina

**Tabla R51.** Área bajo la curva ROC para predicción de presión arterial diastólica elevada ( $PAD > P90$  referencia RICARDIN).  
 IMC: índice de masa corporal; IMT: índice triponderal; ICC: índice de cintura cadera; ICT: índice cintura-talla. IMA (BMAI): índice de masa abdominal; IDGC: índice de distribución de la grasa corporal. Intervalo de confianza 95%.

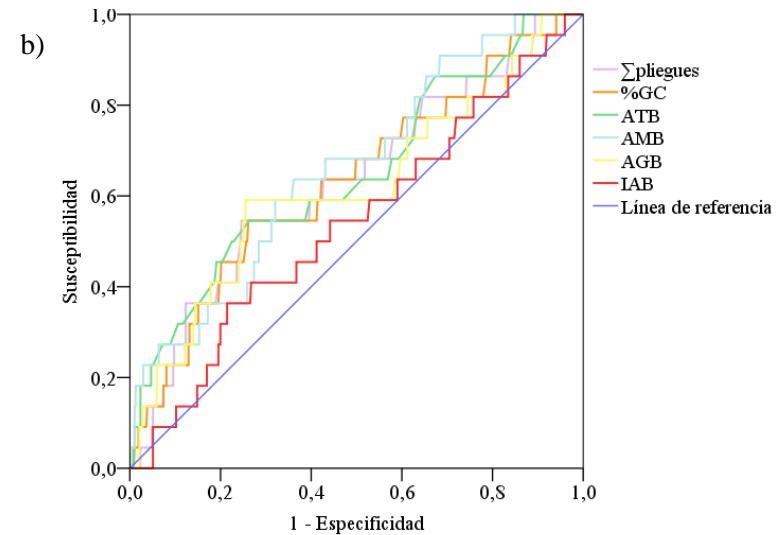
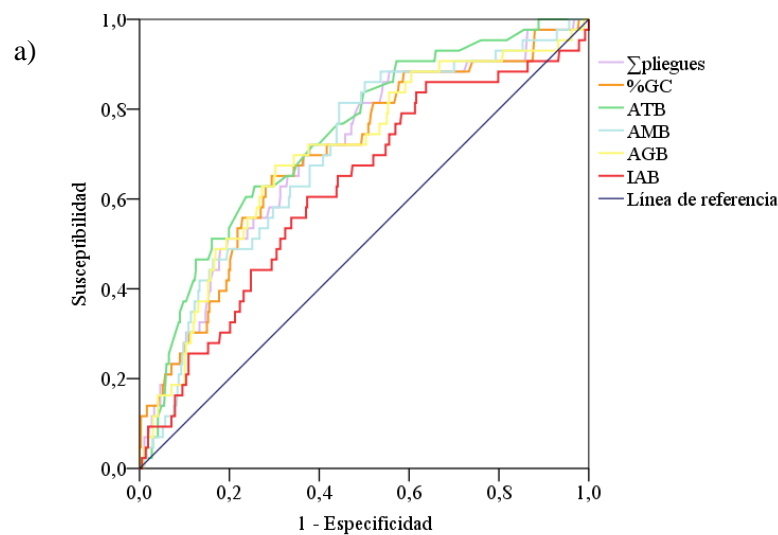
	Serie masculina						Serie femenina					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
<b>IMC</b>	0,735	<0,000	0,656	0,814	0,386	20,377	0,635	<0,01	0,549	0,721	0,238	22,41
<b>IMT</b>	0,685	<0,000	0,595	0,774	0,387	13,521	0,620	<0,01	0,532	0,708	0,279	12,85
<b>ICT</b>	0,679	<0,000	0,592	0,766	0,323	0,453	0,604	<0,05	0,504	0,705	0,271	0,44
<b>IMA (BMAI)</b>	0,741	<0,000	0,664	0,818	0,360	16,227	0,640	<0,01	0,552	0,727	0,254	14,81
<b>IDGC</b>	0,651	<0,001	0,555	0,746	0,301	58,391	0,641	<0,01	0,553	0,729	0,258	58,80



**Figura R18.** Curva ROC para la predicción de presión arterial diastólica elevada ( $PAD > P90$  referencia RICARDIN).  
 IMC: índice de masa corporal; IMT: índice triponderal; ICC: índice cintura/cadera; e ICT: índice cintura/talla IMA (BMAI): índice de masa abdominal; IDGC: índice de distribución de grasa corporal. a) serie masculina, b) serie femenina.

**Tabla R52.** Área bajo la curva ROC para predicción de presión arterial diastólica elevada ( $PAD > P90$  referencia RICARDIN).  
 $\Sigma$ pliegues: suma de los pliegues adiposos bicipital, tricripital, subescapular y suprailíaco; %GC: porcentaje de grasa corporal; ATB: área total del brazo; AMB: área magra del brazo; AGB: área grasa del brazo; IAB: índice adiposo mesobraquial. Intervalo de confianza 95%.

	Serie masculina						Serie femenina					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
$\Sigma$ pliegues	0,705	<0,001	0,622	0,787	0,342	39,700	0,635	<0,01	0,543	0,726	0,325	60,50
%GC	0,698	<0,001	0,613	0,782	0,357	25,126	0,636	<0,01	0,544	0,728	0,310	30,41
ATB	0,738	<0,001	0,663	0,814	0,372	56,094	0,633	<0,01	0,542	0,724	0,260	53,58
AMB	0,700	<0,001	0,620	0,780	0,370	35,632	0,645	<0,001	0,563	0,726	0,257	32,56
AGB	0,698	<0,001	0,613	0,783	0,372	15,885	0,611	<0,05	0,512	0,709	0,316	19,41
IAB	0,621	<0,01	0,531	0,712	0,230	29,859	0,540	NS	0,451	0,629	0,149	39,06

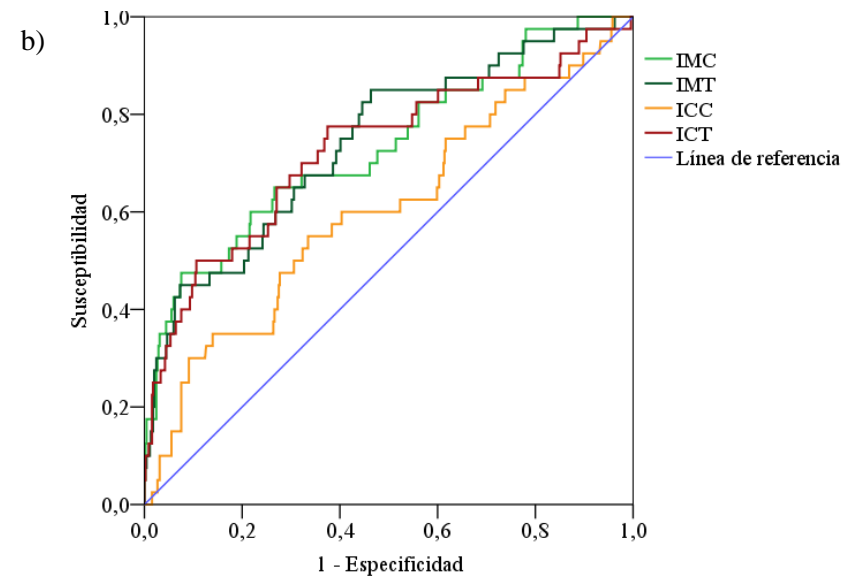
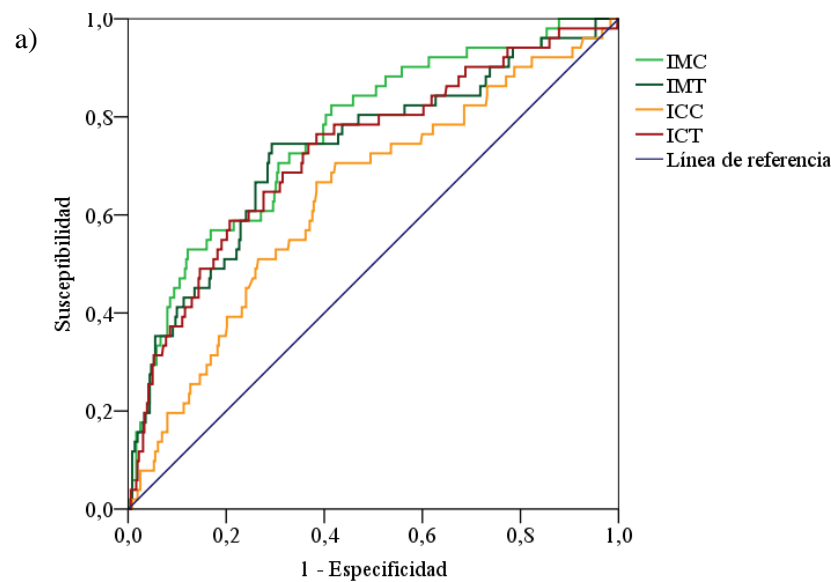


**Figura R19.** Curva ROC para la predicción de presión arterial diastólica elevada ( $PAD > P90$  referencia RICARDIN).

$\Sigma$ pliegues: suma de los pliegues adiposos bicipital, tricripital, subescapular y suprailíaco; %GC: porcentaje de grasa corporal; ATB: área total del brazo; AMB: área magra del brazo; AGB: área grasa del brazo; IAB: índice adiposo mesobraquial. a) serie masculina, b) serie femenina

**Tabla R53.** Área bajo la curva ROC para predicción de presión arterial elevada (PAS y PAD > P90 referencia RICARDIN)  
 IMC: índice de masa corporal; IMT: índice triponderal; ICC: índice cintura/cadera; ICT: índice cintura/talla. Intervalo de confianza 95%.

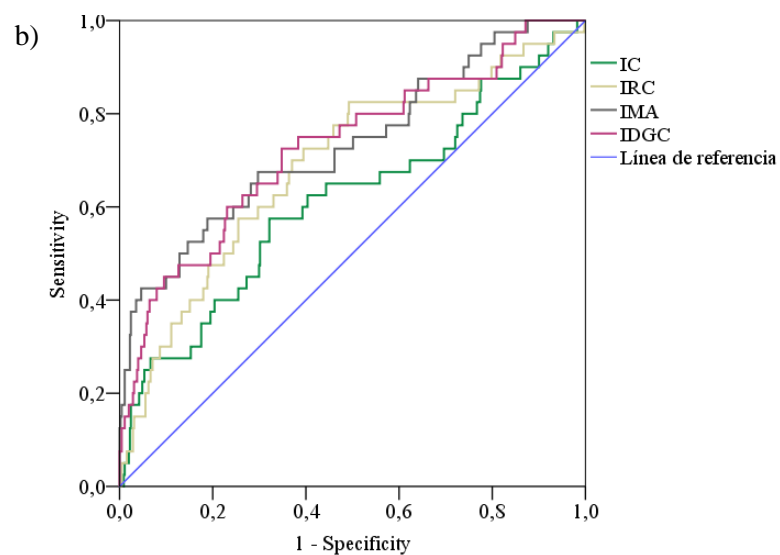
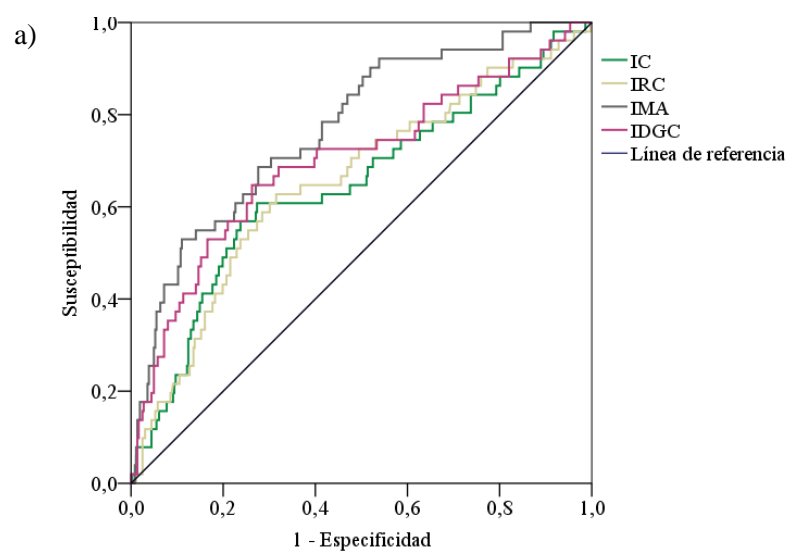
	Serie masculina						Serie femenina					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
<b>IMC</b>	0,764	<0,001	0,694	0,834	0,407	24,004	0,732	<0,001	0,668	0,796	0,400	24,49
<b>IMT</b>	0,730	<0,001	0,650	0,810	0,450	13,521	0,742	<0,001	0,682	0,802	0,387	12,85
<b>ICC</b>	0,636	<0,01	0,553	0,719	0,282	0,826	0,604	<0,01	0,534	0,673	0,215	0,79
<b>ICT</b>	0,729	<0,001	0,650	0,807	0,380	0,453	0,729	<0,001	0,662	0,795	0,400	0,44



**Figura R20.** Curva ROC para la predicción de presión arterial elevada (PAS y PAD > P90 referencia RICARDIN).  
 IMC:índice de masa corporal; IMT: índice triponderal; ICC: índice cintura/cadera; e ICT: índice cintura/talla.  
 a) serie masculina, b) serie femenina

**Tabla R54.** Área bajo la curva ROC para predicción de presión arterial elevada (PAS y PAD >P90 referencia RICARDIN).  
 IC: índice de conicidad; IFC (ABSI): índice de forma corporal; IRC: índice de redondez corporal; IMA: índice de masa abdominal; IDGC: índice de distribución de grasa corporal Intervalo de confianza 95%.

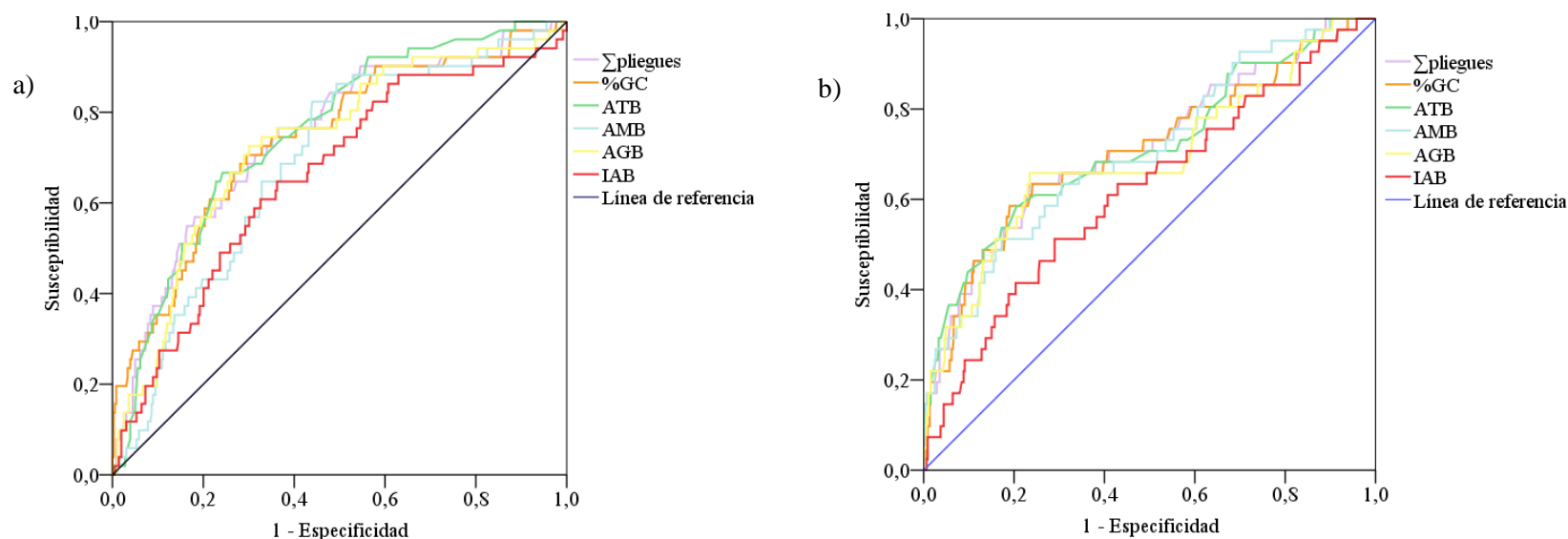
	Serie masculina						Serie femenina					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
<b>IC</b>	0,645	<0,001	0,557	0,733	0,335	1,191	0,612	<0,001	0,540	0,683	0,253	1,14
<b>IRC</b>	0,653	<0,001	0,569	0,738	0,313	4,490	0,688	<0,001	0,624	0,753	0,333	3,96
<b>IMA (BMAI)</b>	0,771	<0,001	0,702	0,839	0,418	19,462	0,733	<0,001	0,669	0,798	0,387	16,56
<b>IDGC</b>	0,699	<0,001	0,614	0,785	0,382	58,391	0,728	<0,001	0,665	0,791	0,377	59,29



**Figura R21.** Curva ROC para la predicción de presión arterial sistólica elevada (PAS y PAD > P90 referencia RICARDIN) IC: índice de conicidad; IFC (ABSI): índice de forma corporal; IRC: índice de redondez corporal; IMA: índice de masa abdominal; IDGC: índice de distribución de grasa corporal. a) serie masculina, b) serie femenina

**Tabla R55.** Área bajo la curva ROC para predicción de presión arterial elevada (PAS y PAD > P90 referencia RICARDIN).  
 $\Sigma$ pliegues: suma de los pliegues adiposos bicipital, tricripital, subescapular y suprailíaco; %GC: porcentaje de grasa corporal; ATB: área total del brazo;  
 AMB: área magra del brazo; AGB: área grasa del brazo; IAB: índice adiposo mesobraquial. Intervalo de confianza 95%.

	Serie masculina						Serie femenina					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
$\Sigma$ pliegues	0,747	<0,001	0,673	0,820	0,400	39,700	0,719	<0,001	0,654	0,785	0,415	60,10
%GC	0,741	<0,001	0,665	0,817	0,411	24,610	0,711	<0,001	0,643	0,779	0,409	31,25
ATB	0,754	<0,001	0,687	0,821	0,424	56,094	0,707	<0,001	0,640	0,774	0,369	55,46
AMB	0,691	<0,001	0,618	0,764	0,383	35,615	0,697	<0,001	0,634	0,760	0,327	35,72
AGB	0,731	<0,001	0,655	0,806	0,425	14,990	0,689	<0,001	0,618	0,759	0,424	19,41
IAB	0,660	<0,001	0,578	0,742	0,283	29,859	0,618	<0,001	0,552	0,685	0,222	37,38



**Figura R22.** Curva ROC para la predicción de presión arterial elevada (PAS y PAD > P90 referencia RICARDIN).  
 $\Sigma$ pliegues: suma de los pliegues adiposos bicipital, tricripital, subescapular y suprailíaco; %GC: porcentaje de grasa corporal; ATB: área total del brazo;  
 AMB: área magra del brazo; AGB: área grasa del brazo; IAB: índice adiposo mesobraquial. a) serie masculina, b) serie femenina

### 3.13.2. Predicción de la hiperglucemia e hipercolesterolemia

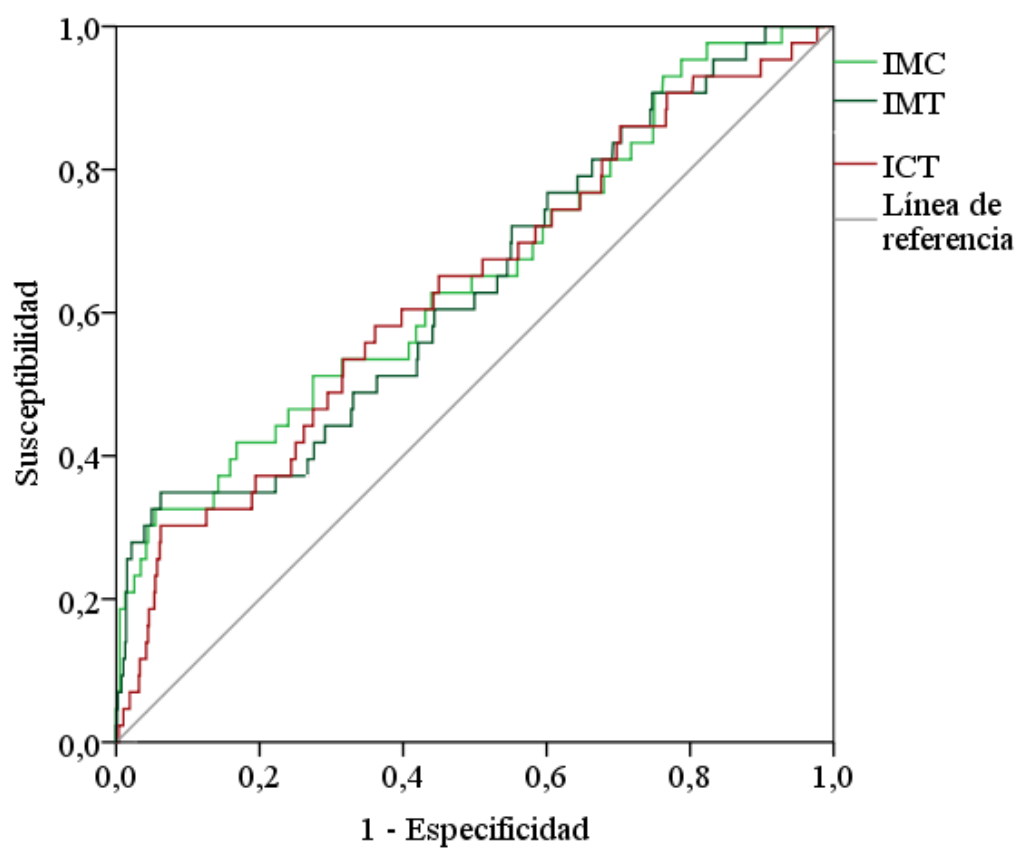
El análisis de curvas ROC puso de relieve una asociación más baja de los indicadores de tamaño y composición corporal con los niveles elevados de glucosa, que los observados al analizar el estado hipertensivo. No obstante, la asociación resultó significativa y superior al valor de línea de referencia, para todos los índices analizados exceptuando el IFC (ABSI), motivo por el que este no se ha representado gráficamente. En la identificación de los niveles de glucosa  $\geq 110$  mg/dl, las ABC más elevadas correspondieron al IMC (tabla R56 y figura R23) y al IMA (BMAI) (tabla R57, figura R24) con un valor de 0,652 y 0,655 respectivamente, seguidas del ATB (tabla R58, figura R25) con una cifra para el ABC de 0,644.

Por lo que respecta a la identificación del colesterol elevado (colesterol  $\geq$  que el P90 para sexo y edad de las referencias españolas RICARDIN, tampoco en este caso el IFC (ABSI) resultó de utilidad ya que su ABC fue inferior al punto de corte 0,5. Los índices de mayor utilidad como predictores de la hipercolesterolemia fueron el IMC (tabla R59 y figura R26) y el IMA (BMAI) (tabla R60 y figura R27) con ABC de 0,642 y 0,606 respectivamente, así como el AGB con un ABC de 0,609 (tabla R61 y figura R28).

En las tablas mencionadas (tablas R56 a R61), junto a las ABC y los intervalos de confianza, se indican los valores que corresponden al índice de Youden y a los puntos de corte potencialmente aplicables para la identificación de la hiperglucemia y de la hipercolesterolemia de en función de cada índice de tamaño, distribución de la grasa y composición corporal.

**Tabla R56.** Área bajo la curva ROC para predicción de la hiperglucemia (glucosa  $\geq 110$  mg/dl). IMC: índice de masa corporal; IMT: índice triponderal; ICT: índice cintura/talla Intervalo de confianza 95%.

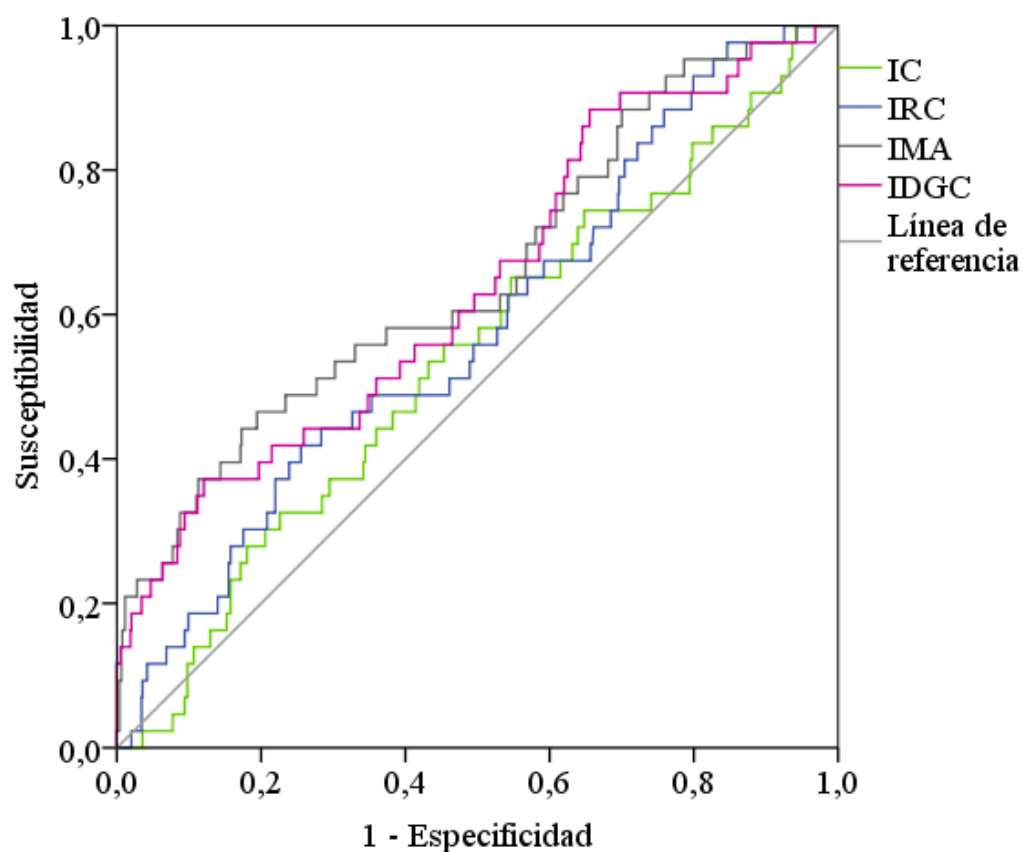
	Muestra total					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
<b>IMC</b>	0,652	0,001	0,560	0,743	0,2709	26,52
<b>IMT</b>	0,637	0,002	0,547	0,728	0,2866	16,86
<b>ICT</b>	0,633	0,003	0,543	0,723	0,2401	0,55



**Figura R23.** Curva ROC para la predicción de la hiperglucemia (glucosa  $\geq 110$  mg/dl) IMC: índice de masa corporal; IMT: índice triponderal; ICT: índice cintura/talla.

**Tabla R57.** Área bajo la curva ROC para predicción de la hiperglucemia (glucosa  $\geq 110$  mg/dl). IC: índice de conicidad; IRC: índice de redondez corporal; IMA (BMAI): índice de masa abdominal; IDGC: índice de distribución de grasa corporal. Intervalo de confianza 95%.

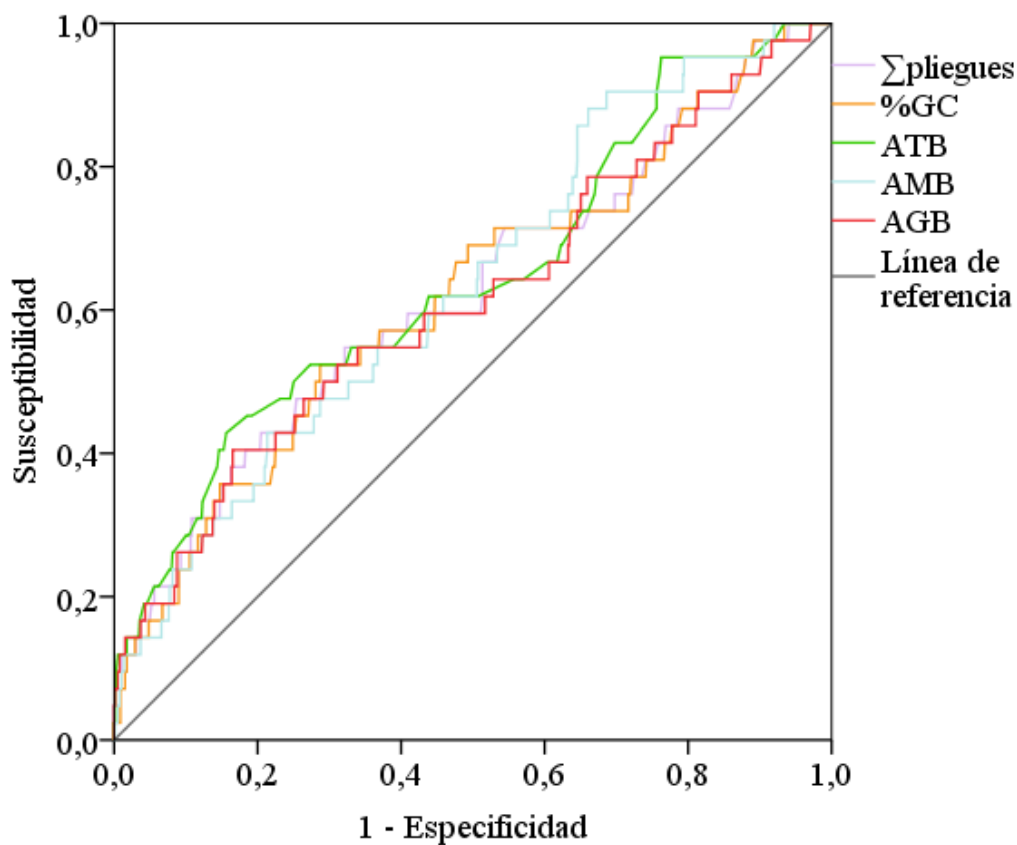
	Muestra total					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
<b>IC</b>	0,542	0,045	0,453	0,630	0,1048	1,12
<b>IRC</b>	0,580	0,044	0,494	0,666	0,1632	4,79
<b>IMA (BMAI)</b>	0,655	0,046	0,565	0,746	0,2707	17,79
<b>IDGC</b>	0,639	0,045	0,550	0,728	0,2514	63,19



**Figura R24.** Curva ROC para la predicción de la hiperglucemia (glucosa  $\geq 110$  mg/dl) IC: índice de conicidad; IRC: índice de redondez corporal; IMA (BMAI): índice de masa abdominal; IDGC: índice de distribución de grasa corporal.

**Tabla R58.** Área bajo la curva ROC para predicción de la hiperglucemia (glucosa  $\geq 110$  mg/dl).  $\Sigma$ pliegues: suma de los pliegues adiposos bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco; %GC: porcentaje de grasa corporal; ATB: área total del brazo; AMB: área magra del brazo; AGB: área grasa del brazo. Intervalo de confianza 95%.

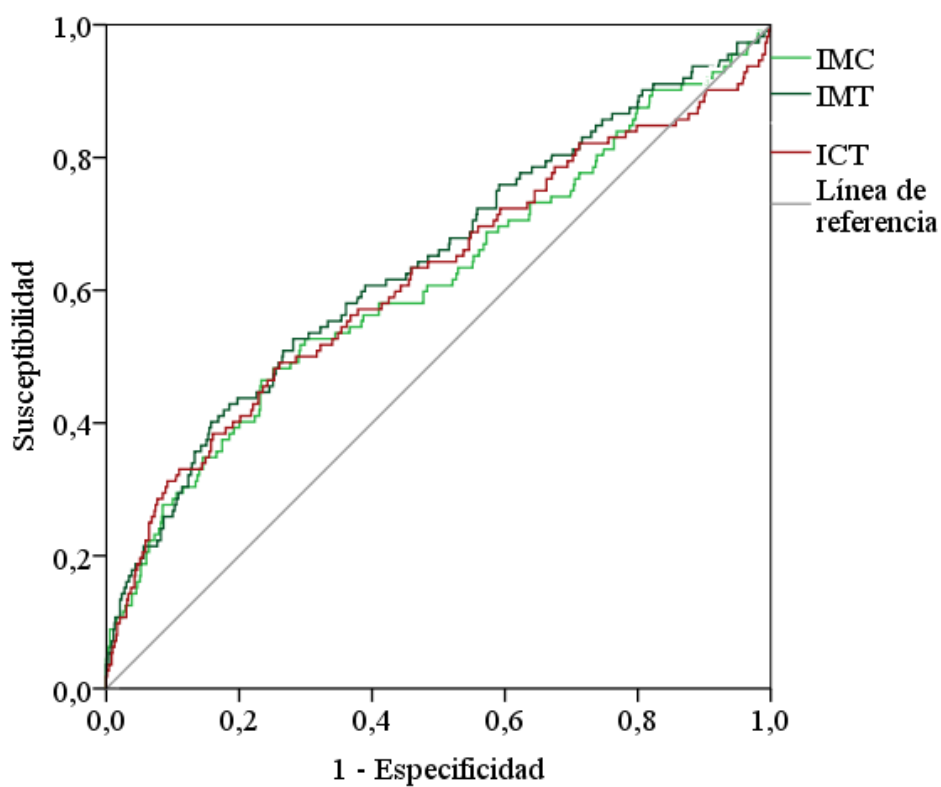
	Muestra total					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
$\Sigma$ pliegues	0,623	0,007	0,528	0,719	0,2261	54,40
%GC	0,621	0,008	0,528	0,714	0,2366	28,94
ATB	0,644	0,002	0,551	0,736	0,2723	60,39
AMB	0,634	0,003	0,549	0,719	0,2202	28,52
AGB	0,614	0,012	0,518	0,711	0,2396	22,48



**Figura R25.** Curva ROC para la predicción de la hiperglucemia (glucosa  $\geq 110$  mg/dl).  $\Sigma$ pliegues: suma de los pliegues adiposos bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco; %GC: porcentaje de grasa corporal; ATB: área total del brazo; AMB: área magra del brazo; AGB: área grasa del brazo.

**Tabla R59.** Área bajo la curva ROC para predicción de la hipercolesterolemia (colesterol  $\geq$  P90 referencia RICARDIN). IMC: índice de masa corporal; IMT: índice triponderal; ICT: índice cintura/talla. Intervalo de confianza 95%.

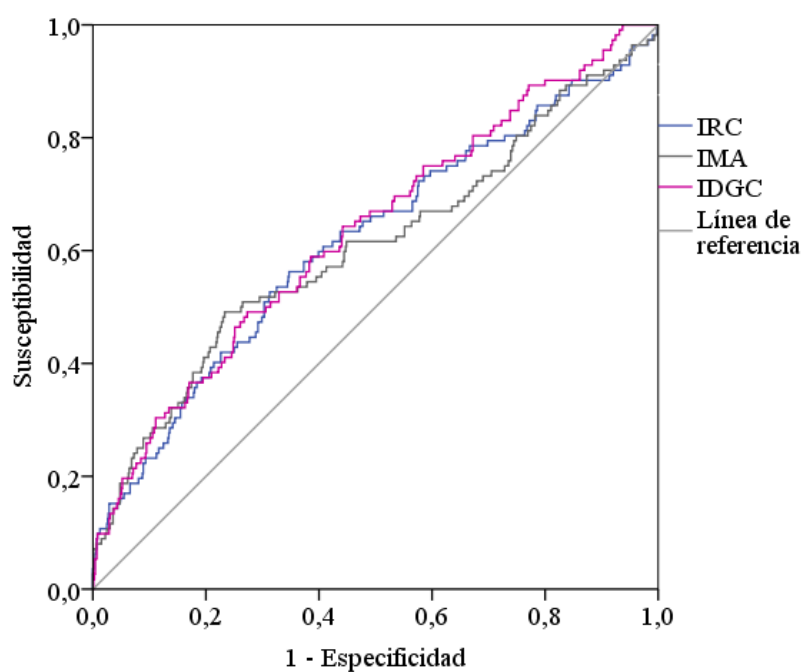
	Muestra total					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
<b>IMC</b>	0,612	<0,001	0,551	0,674	0,231	22,18
<b>IMT</b>	0,642	<0,001	0,583	0,701	0,245	13,92
<b>ICT</b>	0,618	<0,001	0,555	0,681	0,230	0,47



**Figura R26.** Curva ROC para la predicción de la hipercolesterolemia (colesterol  $\geq$  P90 referencia RICARDIN). IMC: índice de masa corporal; IMT: índice triponderal; e ICT: índice cintura/talla.

**Tabla R60.** Área bajo la curva ROC para predicción de la hipercolesterolemia (colesterol  $\geq$  P90 referencia RICARDIN). IRC: índice de redondez corporal; IMA (BMAI): índice de masa abdominal; IDGC: índice de distribución de grasa corporal. Intervalo de confianza 95%.

	Muestra total					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
<b>IRC</b>	0,616	<0,001	0,555	0,676	0,215	4,30
<b>IMA (BMAI)</b>	0,606	<0,001	0,543	0,669	0,257	16,34
<b>IDGC</b>	0,633	<0,001	0,575	0,690	0,218	59,71

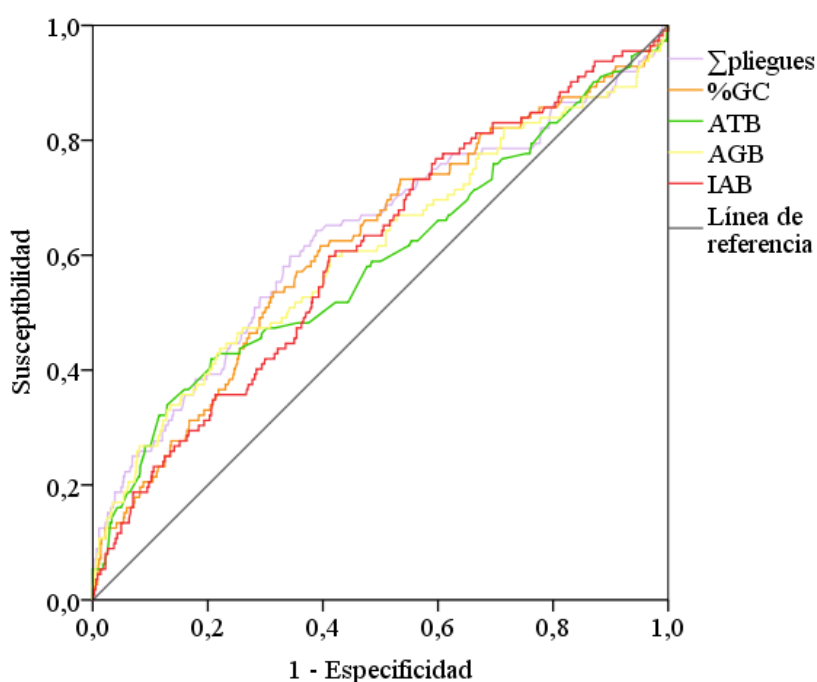


**Figura R27.** Curva ROC para la predicción de la hipercolesterolemia (colesterol  $\geq$  P90 referencia RICARDIN). IRC: índice de redondez corporal; IMA (BMAI): índice de masa abdominal; IDGC: índice de distribución de grasa corporal.

**Tabla R61.** Área bajo la curva ROC para predicción de la hipercolesterolemia (colesterol  $\geq$  P90 referencia RICARDIN).  $\Sigma$ pliegues: suma de los pliegues adiposos bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco; %GC: porcentaje de grasa corporal; ATB: área total del brazo; AMG: área magra del brazo;

AGB: área grasa del brazo; IAB: índice adiposo mesobraquial. Intervalo de confianza 95%.

	Muestra total					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
$\Sigma$ pliegues	0,632	<0,001	0,570	0,693	0,254	49,50
%GC	0,618	<0,001	0,559	0,677	0,222	28,07
ATB	0,589	0,002	0,526	0,653	0,213	56,94
AGB	0,609	<0,001	0,546	0,671	0,216	19,41
IAB	0,604	<0,001	0,547	0,661	0,187	32,61



**Figura R28.** Curva ROC para la predicción de la hipercolesterolemia (colesterol  $\geq$  P90 referencia RICARDIN).  $\Sigma$ pliegues: suma de los pliegues adiposos bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco; %GC: porcentaje de grasa corporal; ATB: área total del brazo; AMG: área magra del brazo; AGB: área grasa del brazo; IAB: índice adiposo mesobraquial.

### 3.13.3. Predicción de la concurrencia de componentes del SMet

Para finalizar el análisis ROC, se quiso conocer cuál era la eficacia de los diversos indicadores antropométricos para identificar el estado de concurrencia de al menos dos componentes fisiometabólicos de SMet entre los tres considerados (PAS y PAD elevada, hiperglucemia e hipercolesterolemia). Es decir, la asociación entre índices de tamaño, composición corporal y distribución de la grasa con el hecho de padecer de forma simultánea, al menos dos componentes fisiometabólicos del SMet.

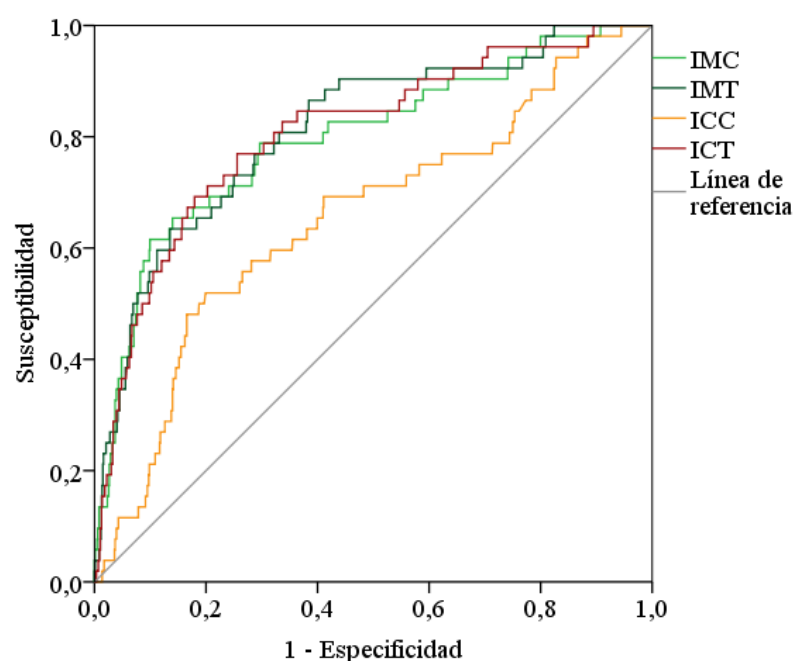
Cabe señalar que la proporción de escolares con exceso ponderal respecto al IMC (sobrepeso u obesidad) que padecían además al menos dos componentes del SMet fue del 4,03% (4,72% en la serie masculina y 3,46% en la femenina). El porcentaje de obesos según IMC con al menos dos componentes fisiometabólicos del SMet resultó del 1,77%. Si la evaluación de la obesidad se realiza a partir del ICT, el porcentaje de obesos abdominales en los que concurren dos componentes fisiometabólicos entre los tres considerados (hiperglucemia, hipercolesterolemia, hipertensión) resulta del 4,13%.

Como se puede apreciar en las tablas y gráficas correspondientes (tablas R62 a R64 y figuras R29 a R31) la asociación entre antropometría y la circunstancia analizada es nuevamente más fuerte, que cuando se analizaban la hiperglucemia o la hipercolesterolemia por separado. Todos los indicadores (con excepción del IFC) están significativamente asociados ( $p < 0,001$ ) y las cifras del ABC son elevadas, siendo la más baja la correspondiente al ICC (0,654) ICC que se revela como el indicador menos eficaz para el propósito que nos ocupa. Las ABC más elevadas corresponden al IMT con un ABC de 0,812 (tabla R62, figura R29), al IMA (BMAI) con un ABC de 0,800 (tabla R63, figura R30) y al sumatorio de pliegues adiposos con un ABC de 0,804 (tabla 64, figura 31).

En todas las tablas que recopilan los resultados (tablas R62 a R64), se expresan, las ABC para cada uno de los indicadores, así como los intervalos de confianza, los valores para el índice de Youden y los puntos de corte que serían aplicables para el diagnóstico predictivo de la concurrencia de al menos dos componentes fisiometabólicos entre del SMet.

**Tabla R62.** Área bajo la curva ROC para predicción de la concurrencia de al menos dos componentes de SMet. IMC: índice de masa corporal; IMT: índice triponderal; ICC: índice cintura/cadera; ICT: índice cintura/talla. Intervalo de confianza 95%.

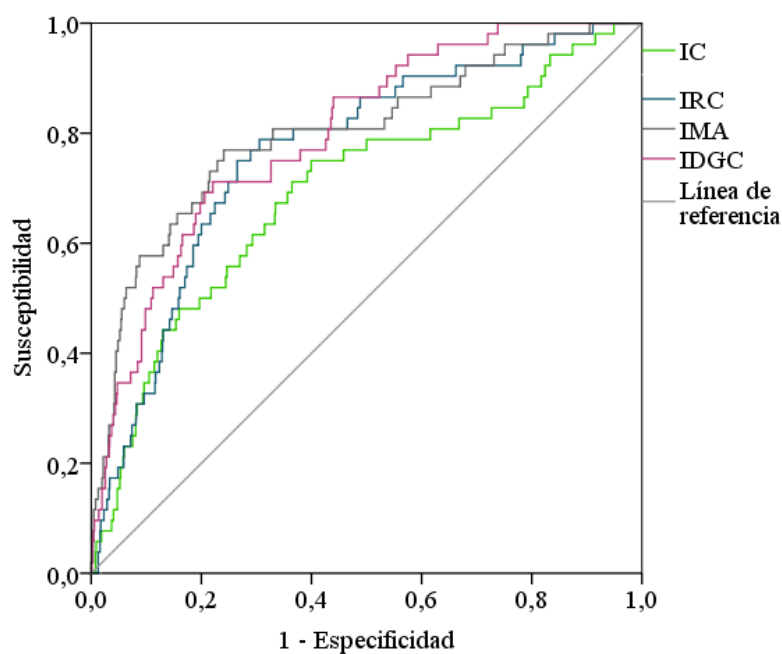
	Muestra total					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
<b>IMC</b>	0,797	<0,001	0,727	0,866	0,515	24,49
<b>IMT</b>	0,812	<0,001	0,750	0,875	0,499	15,36
<b>ICC</b>	0,654	<0,001	0,573	0,734	0,320	0,85
<b>ICT</b>	0,806	<0,001	0,741	0,872	0,513	0,47



**Figura R29.** Curva ROC para la predicción de la concurrencia de al menos dos componentes de SMet. IMC: índice de masa corporal; IMT: índice triponderal; ICC: índice cintura/cadera; ICT: índice cintura/talla.

**Tabla R63.** Área bajo la curva ROC para predicción de predicción de la concurrencia de al menos dos componentes de SMet. IC: índice de conicidad; IRC: índice de redondez corporal; IMA (BMAI): índice de masa abdominal; IDGC: índice de distribución de grasa corporal. Intervalo de confianza 95%.

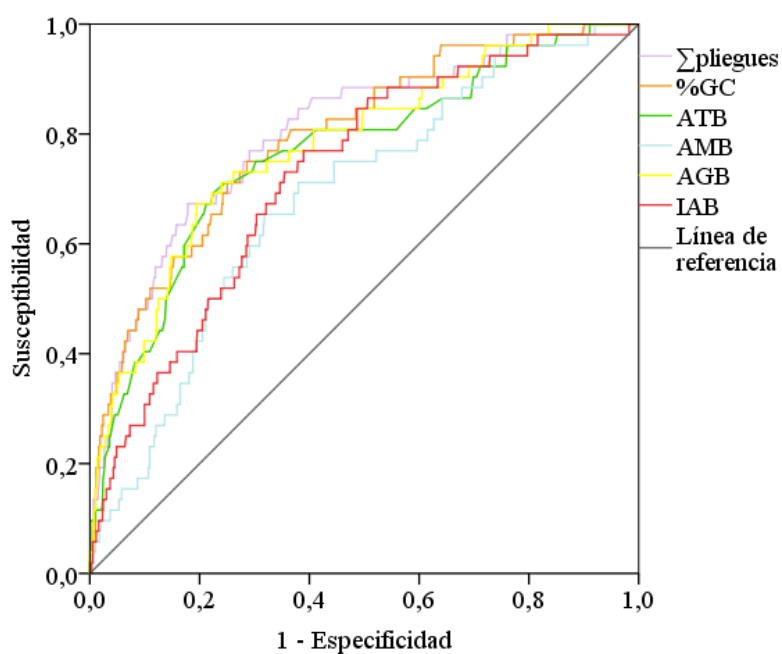
	Muestra total					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
<b>IC</b>	0,695	<0,001	0,615	0,775	0,350	1,151
<b>IRC</b>	0,766	<0,001	0,701	0,831	0,485	4,626
<b>IMA (BMAI)</b>	0,800	<0,001	0,730	0,870	0,528	16,375
<b>IDGC</b>	0,798	<0,001	0,739	0,856	0,490	60,623



**Figura R30.** Curva ROC para la predicción de la concurrencia de dos componentes de SMet. IC: índice de conicidad; IRC: índice de redondez corporal; IMA (BMAI): índice de masa abdominal; IDGC: índice de distribución de grasa corporal.

**Tabla R64.** Área bajo la curva ROC para predicción de la concurrencia de dos componentes de SMet.  $\Sigma$ pliegues: suma de los pliegues adiposos bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco; %GC: porcentaje de grasa corporal; ATB: área total del brazo; AMG: área magra del brazo; AGB: área grasa del brazo; IAB: índice adiposo mesobraquial. Intervalo de confianza 95%.

	Muestra total					
	ABC	p	Límite inferior	Límite superior	Índice de Youden	Punto de corte
$\Sigma$ pliegues	0,804	<0,001	0,740	0,867	0,494	65,90
%GC	0,795	<0,001	0,732	0,858	0,463	28,41
ATB	0,764	<0,001	0,693	0,836	0,467	56,09
AMB	0,684	<0,001	0,613	0,755	0,335	35,61
AGB	0,779	<0,001	0,711	0,846	0,478	20,26
IAB	0,726	<0,001	0,659	0,793	0,379	32,83



**Figura R31.** Curva ROC para la predicción de la concurrencia de dos componentes de SMet.  $\Sigma$ pliegues: suma de los pliegues adiposos bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco; %GC: porcentaje de grasa corporal; ATB: área total del brazo; AMG: área magra del brazo; AGB: área grasa del brazo; IAB: índice adiposo mesobraquial.



# CAPÍTULO 5: **DISCUSIÓN**





#### 4.1. Estado nutricional de los participantes

Las **pautas de crecimiento** que siguen la serie masculina y femenina de la muestra analizada se adaptan al patrón descrito para el intervalo de edad que comprende la etapa prepuberal y puberal (Hauspie 2005; Prado 2005). De manera general, a partir de los 13 años el dimorfismo sexual se hace patente de manera que los varones aventajan a sus pares femeninas en tamaño, mientras que el nivel de adiposidad comienza a ser mayor en las mujeres.

Entre los estudios más recientes llevados a cabo en población española, cabe citar el elaborado por Carrascosa *et al.* (2008) en el que se fusionaron datos procedentes de diversas investigaciones previas de carácter transversal llevadas a cabo en Andalucía, Barcelona, Bilbao y Zaragoza. Con posterioridad, López de Lara *et al.* (2010) realizaron un estudio sobre una amplia muestra de niños y jóvenes (N= 6463) residentes en Madrid y de origen español, con edades comprendidas entre los 3 y 24 años. Los resultados obtenidos en la presente investigación se encuentran en el intervalo de variación de las referencias mencionadas si bien presentan ciertas discrepancias. Los valores de **estatura** son muy similares a los reportados por Carrascosa (2008) hasta los 13 años, pero a partir de esta edad, los varones aquí analizados son ligeramente más altos mientras que las mujeres presentan una menor estatura. Respecto al peso, tanto en la serie femenina como en la masculina, se observa una ligera tendencia a un mayor peso en nuestra muestra hasta los 13 y 14 años respectivamente, si bien el IMC muestra valores muy semejantes a lo largo de todo el periodo analizado.

Frente al estudio de López de Lara (2010), las diferencias son algo más notorias, observándose de manera general, una estatura promedio inferior en la muestra estudiada por nosotros, tanto en varones como en mujeres. Las diferencias son más acusadas entre

los 15 y 16 años, cuando las series analizadas por López de Lara (2010), que incluyen escolares medidos en centros públicos, concertados y privados de la Comunidad de Madrid, alcanzan un valor superior en 2 cm los chicos y en 3 cm en las chicas. Por el contrario, los escolares de ambos sexos medidos por nosotros tienen mayor peso desde los 9 hasta los 14 años en el caso de los chicos y hasta los 15 en el caso de las chicas, siendo las diferencias de carácter significativo a los 10, 13 y 14 años en la serie masculina y desde los 9 a los 13 en la serie femenina. Tales discrepancias se reflejan en el IMC que presenta cifras superiores en la presente muestra a lo largo de todo el intervalo de edad considerada.

Stavnsbo *et al.* (2018), proporcionan datos internacionales sobre **IMC** por edad y sexo sobre 22479 niños y niñas de diferentes partes de Europa (Dinamarca, Estonia, Noruega, Suiza y Portugal) y de los Estados Unidos (48,7% europeos y 51,3% americanos) y de edades comprendidas entre los 6 y 18 años. Estos autores reportan valores de IMC por lo general mayores a los que los que se describen en esta tesis. Concretamente, muestran resultados medios de IMC superiores a los aquí observados hasta la edad de 14 años en ambos sexos, si bien a partir de los 15 los promedios resultan más similares entre la muestra española aquí analizada y la mencionada muestra internacional.

Hay escasas referencias sobre **pliegues de grasa subcutánea**, aunque cabe citar las desarrolladas por el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades estadounidense (CCPEEU, en inglés *Centers for Disease Control and Prevention*, CDC), publicadas por Addo y Himes (2010) que fueron elaboradas a partir de los datos procedentes de las encuestas nacionales de salud norteamericanas (*Examination Survey II y III*) efectuadas entre 1963 y 1970 y de las *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES I, II y III) que tuvieron lugar entre los años 1971 y 1994.

Dichas referencias ofrecen valores percentilares sólo para los pliegues tricípital y subescapular y responden a la variabilidad de la población estadounidense. Por este motivo, Marrodán *et al.* (2015) estudiaron el patrón ontogénico de los mismos pliegues en una gran muestra (4615 niños y 4548 niñas) de menores de 6 a 18 años procedentes de Argentina, Cuba, México, España y Venezuela comparando sus resultados con los mencionados patrones de Addo y Himes (2010). Dichos autores, señalaron la necesidad de actualizar los datos y adaptarlos a la población de origen hispano. Así, el mismo grupo de investigación (Marrodán *et al.*, 2017) publicó nuevas referencias de percentiles para cuatro pliegues subcutáneos (bíceps, tríceps, subescapular, suprailíaco) que fueran aplicables en niños y adolescentes de España y de países de América Latina. El contraste con las referencias de Marrodán *et al.* (2017) pone de manifiesto que, para los pliegues subcutáneos del bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco, los promedios de los niños y niñas aquí analizados se encuentran siempre en el intervalo de los percentiles 50 y 75 de las citadas referencias publicadas en 2017 para evaluar la adiposidad en población española y latinoamericana. El modelo de crecimiento que siguen los pliegues en la muestra del presente estudio, tanto por lo que se refiere al ritmo de aumento con la edad como al dimorfismo sexual, es coincidente con el propio de la muestra hispanoamericana.

Por otra parte, es posible comparar el patrón de crecimiento de los pliegues adiposos con el reportado para menores entre 6 y 17 años de Kayseri, Turquía (Cicek *et al.*, 2014). En dicha muestra los valores de pliegues adiposos de las niñas aumentan con la edad y en el caso de los niños sólo aumentaron hasta los 10 años, decreciendo a partir de esa edad. Encontramos que el valor medio de los pliegues adiposos fue mayor en la muestra española en todas las edades y para ambos sexos. En los niños el pliegue de bíceps fue muy similar entre ambas poblaciones a los 9 años, aumentando su diferencia entre los 10 y 13 años para luego volver a ser muy similar; en el caso de las niñas las

diferencias se atenuaron con la edad en ambas series. El pliegue del tríceps en niños se comportó de manera similar que el pliegue del bíceps y entre las niñas los valores resultaron muy similares entre ambas poblaciones. En la serie aquí analizada los pliegues subescapular y supraílico mostraron, en ambos, sexos diferencias con los turcos hasta los 14, edad a partir de cual estas diferencias tienden a minimizarse. En resumen, respecto a los turcos, los escolares españoles de 9 a 13 años de este estudio tienden a acumular mayor volumen de masa grasa en todos los pliegues adiposos, salvo en el caso del pliegue tricípital femenino.

Los **perímetros corporales** son medidas que, más allá de reflejar el tamaño corporal, pueden ser indicativas de desarrollo de tejido muscular o adiposo, así como de la distribución de este último. Entre los perímetros de las extremidades, el correspondiente al nivel **mesobraquial** o MUAC por sus siglas en inglés (*Middle Upper Arm Circunference*) es sin duda el más ampliamente utilizado como referente de la condición nutricional, particularmente como herramienta para la evaluación de la desnutrición aguda, siendo una medida que presenta una notable concordancia con otros indicadores como el peso para la talla (Diez Navarro y Marrodán, 2017) y cuya utilidad práctica está de plena actualidad (Isanaka *et al.*, 2018). Incluso, investigaciones recientes exploran la relación entre esta medida en las madres y el peso del recién nacido, buscando puntos de corte para MUAC que predigan el riesgo de bajo peso al nacimiento (Vasundhara *et al.*, 2019).

Oyhenart *et al.* (2019) estimaron, mediante ajuste LMS, los percentiles de referencia locales para la circunferencia del brazo en población argentina partiendo de una muestra de 11397 niños y 11339 niñas de entre 4 y 14 años de Jujuy, Catamarca, Misiones, Buenos Aires, Mendoza, y Chubut. Ellos observaron incrementos en el perímetro del brazo, más agudos a partir de los 7 años en todas las edades tanto en niños

como en niñas. Al comparar sus datos con los aquí descritos se observa que el valor de perímetro del brazo es mayor en todas las edades y en ambos sexos en la población española. Los mencionados autores, resaltan que la circunferencia del brazo es ampliamente reconocida como un indicador del estado nutricional, pero que no existían referencias actualizadas para esta dimensión en edades pediátricas.

Una investigación reciente elaborada a partir de la encuesta de salud NHANES 2015-2016 (Boucher et al. 2019) señala que el perímetro del brazo puede ser un criterio alternativo válido para el riesgo de clasificación de SMet en adultos. De hecho, un estudio previo con escolares españoles constata su validez como predictor del estado hipertensivo (Sánchez-Álvarez *et al.* 2019). Como se indicó en el apartado de metodología, el perímetro mesobraquial es una dimensión fundamental, junto al pliegue del tríceps, para la estimación de la composición corporal a este nivel, aspecto que se debatirá más adelante.

El **perímetro de la cintura** es quizá la dimensión directa más ampliamente utilizada para evaluar la adiposidad central o abdominal tanto en adultos como en niños y adolescentes. De hecho, para ciertos autores (Castañeda, 2018) se trata del mejor indicador de grasa abdominal, la cual representa un predictor de riesgo de síndrome metabólico y cardiovascular en los niños y adolescentes (Spolidoro *et al.*, 2013; Nazare *et al.*, 2015). Ciertos trabajos han puesto de manifiesto la estrecha asociación entre esta medida y la grasa visceral estimada mediante resonancia magnética como el de Brambilla *et al.* (2006), quienes pusieron de manifiesto que el perímetro de la cintura era la medida directa que se comportaba como mejor predictor de la cantidad de tejido adiposo visceral, con independencia del sexo y la etnicidad entre los 7 y 16 años. Mas recientemente, Lee *et al.* (2018) analizando una muestra femenina entre 9 y 13 años participantes en el estudio STARS (*Soft Tissue and Bone Development in Young Girls*) y comprobaron también

que el perímetro de la cintura predecía la grasa visceral al menos con tanta precisión como el DEXA (*Dual Energy x-Ray Absorptiometry*). Se han publicado valores de referencia para el perímetro de la cintura muy diversas poblaciones y en este sentido cabe citar la revisión sobre el tema efectuada por Schwandt *et al.* (2012) en la que contrastan poblaciones de muy diferentes países: Alemania, Italia, Canadá, Estados Unidos, México, Australia, Turquía, Japón, Irán, México, Países Bajos y España. Los autores recopilaron la información a través del buscador *Pubmed* hasta el año 2009. Sus conclusiones indican que existe una variabilidad notable para este parámetro que puede estar relacionada con las características socio ambientales de cada región, pero que también puede deberse a factores relacionados con el origen étnico y poblacional. En cualquier caso, los citados autores señalan que mientras no se disponga de una referencia internacional oportuna, es recomendable utilizar los patrones nacionales o locales si los hubiera.

En España, Moreno *et al.* (1999) publicaron valores promedio para el perímetro de la cintura en niños zaragozanos partiendo de una muestra de 1360 escolares con edades comprendidas entre 6 y 14 años. Con posterioridad, el mismo equipo publicó nuevos patrones con los resultados del proyecto AVENA (Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes), un estudio representativo de la población española realizado en 2100 adolescentes entre los 13 y 18,5 años procedentes de Granada, Madrid, Santander, Zaragoza y Murcia. Los resultados de dicho estudio (Moreno *et al.* 2007) ofrecen valores percentilares de circunferencia de la cintura, aunque los resultados no son estrictamente comparables ya que la medida no se tomó exactamente en el mismo sitio que en el presente estudio, sino en el punto medio entre el margen costal más bajo de la costilla y la cresta ilíaca, cerca del nivel del ombligo, al final de la espiración suave. Como ya indicaron Schwandt *et al.* (2012) la medida de la circunferencia de la cintura puede tomarse en tres localizaciones anatómicas; la ISAK recomienda tomar como punto

de referencia el punto medio entre el borde superior de la cresta ilíaca y el borde inferior de la última costilla (Cabañas y Esparza, 2009). Sin embargo, también es posible tomar la medida en otras localizaciones: inmediatamente debajo de la última costilla, a nivel mínimo como recomienda Lohman (1988) en su manual de estandarización de medidas antropométricas, o inmediatamente encima de la cresta iliaca tal como refieren Osukun *et al.* (2000) que se había aplicado en los estudios Nacionales de Salud Estadounidenses NHANES III (National Health and Nutrition Examination Survey). Por último, la medida a nivel umbilical es prácticamente coincidente con esta última, pero permite una identificación más clara del punto de referencia para la medición, y es la que recomiendan González-Montero de Espinosa y Marrodán (2018).

Wang *et al.* (2003) establecieron comparaciones entre los resultados obtenidos al medir la circunferencia de la cintura en las cuatro primeras localizaciones mencionadas, concluyendo que la asociación con el tejido graso era mayor en mujeres que en hombres y más estrecha con la grasa troncal que con la grasa total en ambos sexos. Además, observaron que el perímetro tomado justo por encima de la cresta ilíaca era el que presentaba mayor correlación con la adiposidad. Los autores concluyen que la mayor correlación con la adiposidad corresponde al perímetro tomado justo encima de la cresta ilíaca en ambos sexos, pero que este punto presenta ciertas dificultades técnicas en personas con sobrepeso. La medida tomada a nivel umbilical soslaya a nuestro juicio dichas dificultades y sin embargo se toma casi en el mismo sitio siendo esperable que también presente la mayor asociación con la grasa visceral.

En el trabajo de Stavnsbo *et al.* (2018) mencionado en párrafos anteriores al hacer referencia al crecimiento longitudinal, también se aportan promedios para el perímetro de la cintura que pueden tomarse eventualmente como valor de referencia internacional, si bien no se aportan valores percentilares. Recientemente se han publicado valores

normativos calculados mediante el método LMS para población infantojuvenil colombiana (Caicedo-Álvarez *et al.* 2016), en un artículo derivado del Estudio FUPRECOL. En dicho trabajo, que parte de una muestra de 6000 escolares entre 9 y 17 años residentes en Bogotá, la medida se tomó en el punto medio entre el borde de la cresta ilíaca y la última costilla. Por ello, no resulta preciso establecer comparación y, de hecho, nuestros valores en ambos sexos y para todo el período ontogénico se ubican entre el percentil 75 y 90 de la referencia colombiana, lo cual es predecible al tomar la medida a nivel umbilical que debe dar una cifra más elevada.

Se han publicado referencias también para países europeos, entre las que cabe citar las derivadas del estudio efectuado por Fredricks *et al.* (2005) en una gran muestra de población holandesa (14500 personas entre 0 y 21 años), que aporta también valores para el perímetro de la cadera. Las diferencias entre daneses y los españoles del presente estudio son de mayor calibre entre 10 y 11 años, siendo ambas circunferencias mayores en las series españolas, ya que las diferencias superan los 2 cm en ambos sexos y en todas las edades, aunque disminuyen con la edad. Para interpretar este resultado hay que tener en cuenta que, para elaborar las referencias holandesas, el perímetro de la cintura se tomó en el punto medio entre cresta iliaca y el borde inferior de la última costilla, localización que probablemente de como resultado de la medida una cifra superior, aunque la circunferencia de la cadera se tomó en ambos casos en la misma localización.

Por otra parte, más allá de las diferencias poblacionales, puede haber un efecto secular ya que han transcurrido 15 años en los que la obesidad abdominal ha podido incrementarse en la población española. De hecho, los últimos estudios realizados como el de Calderón *et al.* (2019) muestran que la obesidad centralizada en escolares madrileños alcanza tasas más elevadas (35,17%), que el exceso ponderal valorado a través del IMC (27,23%); el mismo fenómeno fue reportado previamente en niños y niñas de las

Islas Baleares (Schröder *et al.*, 2014). Dicha dinámica no parece exclusiva de la población española ya que en países como Reino Unido (McCarthy *et al.*, 2005), Estados Unidos (Okosun *et al.*, 2006) o Australia (Garnett *et al.*, 2011) entre otros, se ha comprobado también esta tendencia en las últimas décadas; la tendencia secular del IMC y de la circunferencia de la cintura indican mayor incremento de la adiposidad abdominal en comparación con la adiposidad general.

Retomando lo publicado para población española, Carmentate *et al.* (2007) analizaron la circunferencia abdominal en relación con el sobrepeso y la obesidad valorados por IMC en una muestra de 407 adolescentes madrileños entre los 13 y 17 años. Los promedios para el perímetro de la cintura en la presente investigación son superiores a los reportados entonces a pesar de que no sucede tal cosa cuando se contrasta el IMC, lo que reafirma la aludida tendencia secular en los escasos años transcurridos.

Precisamente, el hecho de que en muy diversas poblaciones se haya detectado un secular aumento de la obesidad abdominal ha propiciado el curso de investigaciones centradas en el desarrollo de indicadores antropométricos para su evaluación (Kryst *et al.* 2016). Entre ellos, además del ICT, se encuentran otros **índices que evalúan el tamaño y la forma corporal** como el IFC, el IRC, el BMAI o el IMT que persiguen reflejar la distribución del tejido graso o superar las limitaciones del IMC para identificar el exceso de grasa corporal, ya que este cuenta con la limitación de reflejar tanto masa grasa como masa magra y por ello un IMC dado puede corresponder tanto a un individuo obeso como a un individuo musculado, no recogiendo diferencias de riesgo metabólico poblacional (Chiquete *et al.*, 2012, Nevill *et al.*, 2006). Hasta el momento, se han publicado escasos trabajos que muestren la evolución de tales indicadores durante el crecimiento, así como su relación con los componentes del SMet en la infancia o adolescencia.

El **IMC** se ha utilizado clásicamente en la clasificación del tamaño corporal y para el diagnóstico de la obesidad tanto en adultos como en niños, ya que se trata de un índice de bajo coste, no invasivo y de fácil implementación (Peralta-Peña, 2015). Sin embargo, se debate sobre su utilidad como indicador exclusivo de la condición nutricional por sus limitaciones para distinguir la contribución del tejido graso, muscular y óseo con relación al peso total, en especial durante la adolescencia, periodo en el que se producen grandes cambios en la composición corporal (Marrodán *et al.*, 2006; Nevill *et al.*, 2006; Castañeda, 2018). Ya al comienzo del presente siglo Widhalm *et al.* (2001) trabajando con niños y adolescentes obesos, comprobaron que el IMC explicaba entre el 63% y el 73% de la varianza de la grasa corporal medida por TOBEC (*Total Body Electrical Conductivity*) en menores de 10 años, pero esta cifra se rebajaba al 27% en niños y al 38% en niñas respectivamente de los 11 años en adelante. Por ello, los autores concluían que, si bien el IMC resulta de utilidad para la diagnosis de la obesidad a nivel poblacional o epidemiológico, no es un indicador apropiado en la práctica clínica pediátrica. Una investigación más reciente (Vanderwall *et al.*, 2017) realizada sobre 663 niños y niñas con sobrecarga ponderal a los que se midió la masa grasa corporal y el %GC mediante DEXA, señalan que, en los menores con sobrepeso entre 9 y 18 años, el IMC es un potente predictor de masa grasa total ( $r^2$  entre 0,57 y 0,73), aunque la correlación entre IMC y %GC es únicamente moderada ( $r^2$  entre 0,22 y 0,42). Otro estudio repasa la exactitud del IMC en la clasificación de menores con sobrecarga ponderal detectando baja sensibilidad y alta especificidad en la identificación del sobrepeso y altas sensibilidad y especificidad en la detección de obesidad, por tanto, otra problemática añadida al uso del IMC sería la posible inexactitud en la clasificación de los menores con sobrepeso (Chen *et al.*, 2018).

Como bien señalan Curilem-Gatica *et al.* (2016), es importante conocer si el exceso de peso con relación a la talla se debe a un incremento de masa grasa o de masa

libre de grasa, ya que es la primera la relacionada con los eventos de índole cardiovascular. EL IMC tampoco discrimina si el posible exceso de adiposidad es general o si bien se localiza en la zona central del organismo y como se ha indicado con anterioridad para la población española (Calderón *et al.* 2019), en la generalidad de las poblaciones es la grasa abdominal la que está experimentando un mayor avance. Por ejemplo, Suder *et al.* (2017) han investigado la tendencia secular en más de 3400 niños y 3400 niñas polacos durante un periodo de 50 años, constatando que si bien en la serie masculina se había producido un aumento similar para el IMC y la CC, la serie femenina experimentó un mayor aumento de la adiposidad central. Del mismo modo, Inoue *et al.* (2018) usando los datos de los *China Health and Nutrition Survey Waves* (7 estudios nacionales efectuados entre 1993 y 2011), encuentran que ha habido un mayor incremento de la adiposidad abdominal frente a la total particularmente en los niños chinos que viven en medios urbanos.

Igualmente, el trabajo de Cossio-Bolaños *et al.* (2017) en Arequipa, Perú, usando datos de dos estudios transversales llevados a cabo en escuelas públicas con niños entre 6 y 12 años en 2001 (473 niños y 482 niñas) y 2015 (432 niños y 403 niñas) pone de relieve que la CC aumenta en ambos sexos a igual o mayor ritmo de el IMC.

En la misma línea, Garnett *et al.* (2011), analizando el período comprendido entre 1985 y 2007, comprobaron que, en escolares australianos, la adiposidad central valorada a través de la CC se había incrementado a un ritmo más rápido que el IMC particularmente en las niñas. Dichos autores parten de tres estudios nacionales con un amplio efectivo muestral de niños y niñas entre 7 y 15 años; uno de 1985 (N=8485), otro de 1995 (N=1579) y otro de 2007 (n=2585) lo que da entidad a sus conclusiones entre las que señalan que el IMC pueden estar subestimando los cambios de grasa corporal a través del tiempo. Ciertos autores afirman que el aumento de obesidad abdominal está mucho más

ligado a los cambios relacionados con la transición nutricional y los hábitos de vida y de ejercicio (Katzmarzyk y Mason, 2009). Al hilo de esta aseveración, hay que decir que mientras que el IMC no es sensible al lugar donde eventualmente se deposita el exceso de grasa, otros índices denominados genéricamente “de forma” son mucho más informativos sobre esta cuestión (Chiquete *et al.*, 2013; Krakauer, 2014).

El artículo de Kryś *et al.* (2016), en el que se comparan tres estudios transversales de los años 1983, 2000 y 2010 respectivamente y que agruparon un total de 14819 niños y niñas entre 3 y 18 años de Cracovia (Polonia) puso de relieve la utilidad de alguno de estos índices para evaluar los cambios seculares de la obesidad central en la infancia y adolescencia. A lo largo de los 27 años transcurridos, la población infantojuvenil polaca aumento ambos perímetros de cintura y cadera, por lo que el ICC no varió de forma apreciable. Los cambios para el ICT fueron algo mayores a partir de los 13 años, pero el IMA mostró un aumento significativo desde edades anteriores, revelándose como el indicador con mayor capacidad de poner de manifiesto la tendencia secular al incremento de la adiposidad abdominal.

En la década de los 90, Mueller y Kaplovitz (1994) reportaron que las relaciones entre perímetros corporales eran indicativas del perfil de adiposidad (androide o ginoide) y presentaban utilidad para analizar la distribución relativa de la grasa troncal frente a la periférica. Gorostiza *et al.* (2008) comprobaron que, en adolescentes españoles entre 13 y 18 años, los índices morfológicos calculados a partir exclusivamente de los perímetros (ICC) o ajustados para el tamaño corporal (IC) muestran una estrecha asociación con la relación de pliegues subcutáneos ( $\sum$  pliegues extremidades /  $\sum$  pliegues del tronco), particularmente en las mujeres. Los mismos autores comprobaron que tanto el ICC como el IC en los sujetos con sobrepeso y obesidad estaban significativamente aumentados, recomendando su uso como complemento al IMC.

Por otra parte, algunos estudios han resaltado que el **IMT**, estima con mayor precisión que el **IMC** los niveles de grasa corporal (Peterson *et al.*, 2017). Carrascosa *et al.* (2018) dieron valores de referencia tanto para el **IMC** como para el **IMT**, obtenidas a partir de un estudio semilongitudinal de la denominada “generación del milenio” es decir, una muestra de sujetos nacidos entre 1995 y 2017 y pertenecientes a clase “media-alta” de Barcelona. Los valores del presente estudio para el promedio de ambos índices se encuentran, en los dos sexos, ligeramente por debajo de la media correspondiente a los barceloneses, sin diferencia significativas. El **IMT** se viene utilizando recientemente como posible sustituto del **IMC** en estudios poblacionales (Zurita-Corvalán, 2018; Solís-Urra, 2019). Ciertos trabajos han evaluado comparativamente su sensibilidad y especificidad para identificar exceso de grasa corporal (Roldán *et al.*, 2019).

El **índice ponderal de Rohrer, IPR**, tiene en común con el **IMT** que incluye la estatura y el peso y normaliza la potencia 3 para este último. Puede formularse bien como aparece en el apartado de métodos o bien bajo la expresión  $IPR = \text{masa} / \text{estatura (cm)}^3$ , y describe la relación entre ambas dimensiones asumiendo que el ancho y la circunferencia del cuerpo son proporcionales a la altura (Nahler, 2009). Generalmente se utiliza en neonatos y no se han encontrado apenas en la literatura científica trabajos efectuados en escolares para comparar con las medias de nuestra población de estudio. No obstante, puede citarse el artículo de Mei *et al.* (2002) en niños y niñas entre 2 y 19 años participantes en las encuestas NHANES III (N=11096), en el que se comparan la sensibilidad y especificidad del **IMC** y del **IPR** para identificar la cantidad de grasa medida mediante pliegues adiposos. Dicho trabajo concluye que el **IMC** para la edad fue mejor indicador que el **IPR** para la edad tanto en la predicción del bajo nivel de grasa (< percentil 15%) como de su exceso (> percentil 85). Cabe señalar, que únicamente tienen

en cuenta dos pliegues adiposos (tríceps y subescapular) y que ambos corresponden a al tren superior del organismo.

En resumen, puede decirse que algunos indicadores alternativos al IMC pueden mostrar mayor asociación con la adiposidad. Los índices que incluyen circunferencias corporales en su formulación, desde los más clásicos a los más recientemente publicados, reflejan mejor que el IMC los cambios ontogénicos de la composición corporal y la distribución de la grasa pues, como se indicó en el apartado precedente, de manera general manifiestan un dimorfismo sexual significativo a partir de los 9 o 10 años.

Como bien refieren Prado *et al.* (2009a), el **patrón de crecimiento** normal que siguen los distintos tejidos y sistemas no es el mismo. A los tipos general, neural, linfoide y genital que fueron establecidos por Scamon (1930), se añadió con posterioridad el correspondiente al desarrollo del tejido adiposo (Tanner 1975). La curva que describe la evolución ontogénica del mismo muestra que la grasa corporal experimenta un crecimiento muy rápido durante los primeros nueve meses de vida para disminuir ligeramente y aumentar de nuevo desde los 5 o 6 años hasta la pubertad. A partir de ese momento, el dimorfismo sexual es muy destacable, de forma que mientras en los varones puede estabilizarse o incluso disminuir ligeramente, en las mujeres la grasa corporal aumenta hasta la finalización del crecimiento. Investigaciones posteriores, han mostrado que el tejido adiposo ya presenta diferencias apreciables desde el nacimiento y en la primera infancia (Grande *et al.*, 1993, Prado *et al.*, 1996) siendo el componente quizá más diferenciador entre ambos sexos, si bien el desarrollo muscular y esquelético también muestran distinta intensidad en hombres y mujeres, particularmente desde las edades prepuberales (Diaz-Curiel *et al.*, 2000; Prado 2005).

Los resultados obtenidos en el presente estudio se encuentran en el marco del patrón general de desarrollo de la adiposidad descrito en líneas precedentes para el

intervalo de edades analizadas. Este patrón ha sido analizado en algunos estudios precedentes efectuados también en población española (González-Montero de Espinosa *et al.*, 2003; Moreno *et al.*, 2006) y en otras de diverso origen poblacional, como en Argentina y México (Moreno-Romero 2005), Colombia (Alzate *et al.* 2011), Turquía (Kurtoglu *et al.*, 2010) Corea (Kim *et al.*, 2018), entre otros. Es importante subrayar que, si bien el modelo es semejante, se detectan ciertas variaciones poblacionales en función del momento exacto en el que tiene lugar el “estirón” prepuberal ligado al grado de maduración sexual.

Por otro lado, hay que hacer notar que los valores de %GC aquí obtenidos son, en ambos sexos y en las edades analizadas, superiores a los publicados también para una muestra de escolares madrileños por González-Montero de Espinosa y Marrodán (2003). También resultan superiores, particularmente en la serie femenina, a los descritos por Moreno *et al.* (2007) en una muestra de adolescentes zaragozanos participantes en el estudio AVENA. Algunos investigadores del mismo equipo habían señalado que el %GC y los pliegues adiposos del tríceps y subescapular se habían incrementado respecto a los valores reportados para la misma población en los años 80 y 90 (Fleta *et al.*, 1999). Teniendo en cuenta que en la población de Madrid (estudiada por el mismo equipo de investigación y con las mismas técnicas) el IMC no ha experimentado cambios significativos a lo largo del período comparado, es posible afirmar que estamos asistiendo a un incremento secular de la adiposidad, del mismo modo que ha ocurrido en población aragonesa (Fleta *et al.*, 2000).

La **composición corporal a nivel mesobraquial**, presenta gran utilidad para la valoración nutricional en distintos escenarios y puede ser un reflejo de la composición corporal a nivel general. Reviste particular interés, por ejemplo, en el caso de sujetos discapacitados o pacientes pediátricos hospitalizados (Muñoz-Esparza *et al.*, 2019). La

antropometría a nivel mesobraquial es especialmente recomendada en casos de fibrosis quística, patologías hepáticas, renales etc., en las que puede haber visceromegalia o edema que afecten al peso y, por lo tanto, a indicadores como el peso para la edad, el peso para la talla, o el IMC (Hurtado-López *et al.*, 2007 y 2017, Berkley *et al.*, 2005).

La evolución del modelo de crecimiento seguido por las áreas mesobraquiales, fue descrito por Frisancho (1990) a partir de los datos obtenidos en las encuestas NHANES I y II. Con posterioridad, Addo y Himes (2017) han publicado nuevos valores de referencia a partir de una muestra superior a los 30.000 individuos (entre 1 y 20 años) participantes en los NHES, (*National Health Examination Survey*) 1 y 2 y en tres encuestas NHANES que recopilan información entre los años 1963 y 1994. Mas próximas en el tiempo son las referencias de Oyhenart *et al.* (2019) para población argentina, que han sido construidas a partir de una muestra amplia (22.736 escolares entre 4 y 14 años) y recopilada en el siglo XXI. El patrón general, con ligeras variaciones poblacionales es en los varones un aumento regular y constante para el AMB y una estabilización del AGB a partir de los 10-12 años. En las mujeres, el AMB aumenta en menor medida a lo largo de todo en período de crecimiento, mientras que en el AGB experimenta el mayor incremento a partir de los 10 años. El desarrollo de ambas variables AMB y AGB mostró un comportamiento dimórfico de manera que a todas las edades analizadas el P50 correspondiente al AGB fue mayor en las mujeres y el P50 del AMB lo fue en los varones. La misma tendencia se aprecia en los valores medios de ambas variables en los niños y niñas del presente estudio. Así mismo, en el ya mencionado estudio de Oyhenart *et al.* (2019) obtienen que la evolución del área muscular del brazo a lo largo de la ontogenia es más marcada a partir de los 7 años tanto en niños como en niñas, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo, aunque hay que tener en cuenta la limitación del ajuste parcial entre las edades analizadas en los dos estudios.

Las diferencias en los estadísticos de tendencia central de las áreas mesobraquiales son notables entre españoles y argentinos, dado que el AGB de las niñas madrileñas aquí analizadas, se encuentra en el intervalo de variación del P50 al P75 de la serie argentina, de manera que muestran entre 1,28 y 2,71 cm<sup>2</sup> más de tejido adiposo en dicha extremidad. De la misma manera, los niños madrileños muestran promedios de AGB entre el P50 y P75 que corresponde a las referencias argentinas, con diferencias entre 1,94 y 3,98 cm<sup>2</sup> en función del grupo de edad y la estabilización de esta variable se produce más tarde (a partir de los 14 años, frente a los 12 de los argentinos). Aunque tienen más grasa en el brazo, los niños españoles de ambos sexos presentan también una mayor muscularidad, estando sus promedios de AMB entre los P75 y P90 de las referencias argentinas, con diferencias en un rango de 5,8 y 7,7 cm<sup>2</sup> en la serie masculina y 5,21 y 7,18 cm<sup>2</sup> en la femenina. Hay que precisar que las referencias argentinas llegan hasta los 13 años, por lo que no es posible establecer contraste en edades posteriores.

Las discrepancias observadas, pueden deberse al distinto origen poblacional, pero también puede tratarse de un efecto secular. De hecho, en un reciente trabajo de Żegleń *et al.* (2020) sobre población de Kolkata, India, sobre niños varones de entre 7 y 16 años, los autores encontraron diferencias en AMB y AGB, a partir de los 8 años, entre las muestras recopiladas entre 1982-1983 (N=758) y entre los años 2005-2011 (N=1305). Ambas áreas braquiales aumentaron significativamente, en particular entre los 14 y 16 años, fenómeno que fue relacionado con una mejora en las condiciones económicas entre dichas décadas. De hecho, en Argentina, Guimarey *et al.* (2014) ya habían observado, en la población escolar de la Plata, un incremento secular para el AGB sin que se hubiera producido un aumento en la estatura, entre los períodos comprendidos entre 1969-1970 y 2004-2005, que los autores refieren en relación con el incremento de la prevalencia del sobrepeso y la obesidad que pasaron del 14,5% y 3,8% respectivamente en el primer

período a cifras del 17,0% de sobrepeso y 6,8% de obesidad en la primera década de los años 2000.

Al analizar el patrón ontogénico de las variables fisiológicas, se ha comprobado que la PAS y la PAD aumentan significativamente con la edad, como ya había sido descrito en trabajos precedentes tanto en población española (Marrodán *et al.*, 1984; Ortigado 2016) como en otros grupos humanos (Voors *et al.*, 1976; Barón *et al.*, 1986; Falkner *et al.*, 2008, entre otros). Stavnsbo *et al.* (2018) publicaron unos valores de referencia para PAS y PAD elaborados a partir de muestra de 22.479 americanos y europeos entre 6 y 18 años. Dicha muestra combina los datos de 23 cohortes procedentes de Dinamarca, Estonia, Noruega, Suiza, Portugal y Estados Unidos y pone de manifiesto el mismo patrón de elevación de la presión arterial con la edad, así como una tendencia a promedios ligeramente superiores en los varones respecto a las mujeres, que también se ha observado en el presente estudio. Los promedios de PAD y PAS aquí obtenidos son similares a los resultados de Stavnsbo *et al.* (2018) aunque no ha sido posible contrastarlos matemáticamente ya que los mencionados autores no dan cifras correspondientes a la varianza.

Se ha descrito que la variabilidad de la presión arterial durante el crecimiento puede estar sujeta a factores como la dieta (principalmente el consumo de sal) y los hábitos de ejercicio, si bien estudios comparativos no han encontrado diferencias sustanciales de índole étnica antes de los 20 años para el mismo tamaño corporal (Barón *et al.*, 1986). Partiendo de esta premisa, las referencias del NHBPEP (2004) podrían ser aplicables, en principio, a todos los niños y niñas del mundo con independencia de su origen poblacional.

Mas allá del citado trabajo de Barón *et al.* (1986) no se han encontrado en la literatura científica, artículos donde se contrasten los valores normales de PAS y PAD

durante el crecimiento en diversas poblaciones. Otra cuestión es que el riesgo de presentar PAS o PAD por encima de los valores considerados “saludables” esté asociado a determinados perfiles genéticos definidos por determinados polimorfismos bialélicos (SNPs) como han puesto de manifiesto estudios de asociación del genoma completo (GWAS). Los trabajos de Newton-Cheh *et al.*, 2009; Kurtz *et al.*, 2010; Kato *et al.*, 2011; Evangelou *et al.*, 2018, entre otros, han identificado más de 500 loci asociados a los niveles de presión arterial, que obviamente pueden interactuar con la exposición a la dieta, el ejercicio o los hábitos de vida en general.

Los valores poblacionales obtenidos en el presente estudio para los niveles séricos de colesterol se hallan en ambos sexos y a todas las edades, entre los P25 y P50 de la referencia española RICARDIN (Grupo Cooperativo Español para el Estudio de los Factores de Riesgo Cardiovascular en la Infancia y Adolescencia, 1995) y por debajo del valor medio de las referencias internacionales de Stavnsbo *et al.* (2018). Del mismo modo, las cifras medias de **colesterol** de los niños y niñas madrileños se hallan en el mismo rango (entre P25 y P50) de los patrones derivados del estudio CREDEFAR (Evaluación del Crecimiento, Desarrollo y Factores de Riesgo Cardiometabólico en Escolares y Adolescentes de Mérida-Venezuela) publicado por Villalobos *et al.* (2014).

Por lo que respecta a la glucosa, no ha sido posible contrastar con el estudio RICARDIN (Grupo Cooperativo Español para el Estudio de los Factores de Riesgo Cardiovascular en la Infancia y Adolescencia, 1995) ya carece de información para esta variable y, en comparación con las referencias internacionales de Stavnsbo *et al.* (2018), los valores medios en ambos sexos y a todas las edades son, en el presente estudio, prácticamente idénticos al igual que el patrón de evolución con la edad, que muestra valores máximos entre los 12 años en las niñas y a los 13 en los varones. En este sentido, el trabajo de Frithioff-Bøjsøe *et al.*, (2019) sobre una muestra de 2898 escolares daneses

entre 6 y 18 años arroja resultados similares a los aquí reportados, observándose un ligero repunte de la concentración sérica de glucosa asociado al desarrollo puberal. Dichos autores comprobaron que, ajustando por edad e IMC, este metabolito se incrementaba en promedio 0,27 mmol/L en las niñas (1161) y 0,09 mm/L en los niños (587) entre lo que ellos consideraban grupo prepuberal (estadios T1 de Tanner) y puberal (estadios T2-T5). Por otra parte, los promedios de glucosa por edad y sexo de los madrileños apenas difieren de los reportados para las series danesas consideradas como representativas de la población general.

Como comentan Caamaño *et al.* (2016), de todas las cualidades que componen la condición física, la función pulmonar es una de las más importantes y relacionadas con la condición nutricional y la salud. Sin embargo, hay que decir que, si bien se encuentra bibliografía sobre ecuaciones de predicción de la capacidad vital y otros **parámetros espirométricos** en población infantojuvenil, son escasos los artículos que reportan valores de referencia y si lo hacen, es en función de la estatura y no de la edad (González *et al.*, 2008; Quanjer *et al.*, 2012). Sí se han encontrado algunas referencias por edad y sexo, como las publicadas para escolares rurales nigerianos por Oloyede *et al.* (2013). Dicho estudio, cuenta apenas con una muestra de 152 niños y niñas entre 6 y 16 años, por lo que no parece adecuado establecer comparación, aunque los valores obtenidos en los niños madrileños son claramente superiores. Otro Estudio de Sadiq *et al.* (2019) analiza valores espirométricos en una población de 484 niños y 267 niñas de entre 7 y 18 años de varios niveles socioeconómicos de Karachi. Los autores, comentan que encontraron diferencias significativas con la edad y entre ambos sexos pero, sorprendentemente en el artículo sólo facilitan valores para la muestra en su conjunto. La comparación con las series del presente estudio, agrupadas del mismo modo, no muestra diferencias entre las poblaciones pakistaníes y española.

Gao *et al.*, (2018) publicaron valores de referencia por sexo y edad, desarrollados a partir de una muestra de 1457 sujetos entre 10 y 81 años, constatando que la capacidad vital se incrementaba durante el crecimiento y los primeros años de la edad adulta, alcanzando un máximo entre los 23 y 30 años, para disminuir en etapas sucesivas. La capacidad vital de los niños y jóvenes chinos no presenta diferencias con la de los niños madrileños para la misma edad y sexo una vez reagrupados los datos del presente estudio en categorías bianuales tal y como son presentadas en el ya mencionado artículo de Gao *et al.* (2018).

Sobre la **condición nutricional** destaca que las cifras de sobrepeso y obesidad obtenidas en la presente investigación (21,8% y 4,8% respectivamente para la muestra en su conjunto) son inferiores a la reportadas en el estudio derivado de la Encuesta Nacional sobre Hábitos Nutricionales de la Población Española (estudio ENPE) publicado por Aranceta-Bartrina *et al.* (2019). En el ENPE, que incluye 1601 participantes entre 3 y 24 años, se dan valores del 34,1% de exceso de peso, del que entre el 8,6% y el 10,3% (según criterio de IMC empleado) corresponde a obesidad. Así mismo, las cifras aquí obtenidas (26,6 % de exceso ponderal en la muestra en su conjunto) se encuentran por debajo de las publicadas para España en el metaanálisis elaborado por Garrido-Miguel *et al.* (2019) sobre prevalencia y tendencias de la obesidad infantil en Europa, en el que se indica que el peso excesivo afecta al 32,1% de los escolares españoles entre 7 y 13 años. Si ponemos el foco en el grupo de edad de 9-12 años de nuestra muestra, sin embargo, observamos que los varones están por encima del valor de Garrido-Miguel *et al.*, (2019), con un 39,1%, y las mujeres por debajo, con un 28,3%, exhibiendo un dimorfismo en la condición nutricional en las etapas más tempranas.

En el estudio ENPE, la cifra de obesidad abdominal evaluada mediante ICT (con idéntico criterio al aquí empleado) fue del 31,2%, también superior al 26,4% que corresponde al conjunto de escolares madrileños aquí analizados.

Valores más cercanos a los nuestros, son los de Calderón *et al.* (2019) sobre otra muestra de 1939 niños y niñas de la Comunidad de Madrid, medidos entre los años 2016 y 2018. En este estudio se encontró que el exceso de peso, (sobrepeso más obesidad aplicando criterios de Cole *et al.*, 2000) afectaba al 27,23% de la población, mientras que la obesidad abdominal (ICT >0,5) alcanzaba al 21,87% (21 % de los chicos y al 23% de chicas). En este mismo estudio, se encontró que la insuficiencia ponderal (según puntos de corte de Cole *et al.*, 2007) era en promedio del 8,51% aunque ligeramente más elevada en las mujeres. Dicho valor es algo superior al observado en los resultados de nuestro estudio (6,5%: 3,2% en varones y 7,9% en mujeres) pero la tendencia a un mayor déficit ponderal en el sexo femenino es coincidente.

Las **prevalencias de obesidad general y central** aquí observadas son también cercanas a las publicadas por Marrodán *et al.* en 2013a en una muestra de niños españoles de edades comprendidas entre los 6 y 16 años. Los autores obtuvieron un 25,07% de sobrepeso más obesidad, algo por debajo de nuestro 26,6%, y un 19,26% de sujetos con ICT aumentado, algo por debajo de nuestro 26,4.

El informe del Instituto Nacional de Estadística de España (INE) relativo a la Encuesta Nacional de Salud de España (ENSE) de 2017 reporta que la obesidad de los niños españoles entre 2 y 17 años viene incrementándose en las sucesivas encuestas de 2003, 2011 y 2017, si bien afirma que la tendencia ascendente se ha suavizado entre las dos últimas. Dicha encuesta (que aplica criterio del IOTF), sitúa para el conjunto del país, la prevalencia del exceso ponderal en el 28,56% para los varones y el 28,70% para las mujeres y la tasa de obesidad en el 10,30%, no encontrando diferencias entre niños y

niñas, mientras que la insuficiencia ponderal es del 13,30%, dejando un 58,13% de menores clasificados en normopeso. La Encuesta Nacional de Salud de España (ENSE, 2017) también ofrece información desagregada por comunidades autónomas, de manera que, consultados los valores para la Comunidad de Madrid, constatamos que el exceso ponderal es del 25,17% (17,66% sobrepeso y 7,51% de obesidad) mientras la insuficiencia ponderal es del 16,25% una de las más elevadas del país, por detrás de Baleares, Ceuta y Cantabria. Hay que hacer notar, que los datos con los que se trabaja en las ENSE son reportados por los padres o tutores de los niños, motivo por el que cabe cuestionarse la consistencia y fiabilidad de los valores sobre los indicadores antropométricos en dicha encuesta como ya hicieron Martínez-Álvarez *et al.*, en 2013, donde denuncian que el uso de datos auto referidos o referidos por los padres puede sesgar el resultado de las evaluaciones nutricionales.

En todos los estudios anteriormente mencionados, se constata una cierta diferencia entre sexos por lo que se refiere a la tasa de sobrecarga y de insuficiencia ponderal, de manera que mientras los hombres están más representados en la primera categoría, las mujeres lo están en la segunda. De este modo, sucede en el estudio ENPE (Aranceta-Bartrina *et al.*, 2019) y en el de Calderón *et al.* (2019) que detectó entre los 7 y 11 años detectó un bajo peso femenino del 12,09% frente al 11,36 masculino y entre los 12 y 16 años prevalencias de del 5,45% en las mujeres frente al 4,48% de los varones, mientras que en este mismo intervalo de edad la obesidad afectaba al 5,91% de las primeras frente al 9,57 de los segundos. En la misma línea Marrodán *et al.* (2013a) encontraron una mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños (20,4% y 5,35% respectivamente) que en niñas (19,6% y 5,35%), siendo también la obesidad central valorada como ICT  $\geq 0,5$  más prevalente en la serie masculina (18,5%) que en la femenina (4,8%).

En el informe *The heavy burden of obesity* recientemente publicado por La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2019) y el documento resumen sobre el mismo publicado por el Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social (2019), se repasan las cifras de exceso ponderal desagregadas por sexos y obtenidas en un total de siete estudios efectuados a nivel nacional cuyos datos se recopilaron entre 1998 y 2018, siendo en primero de ellos el enKid (Serra-Majem 2006) y el último el denominado estudio PASOS (*Physical Activity, Sedentarism and Obesity of Spanish youth*) patrocinado por la Fundación Gasol (2019). En todos ellos, el exceso ponderal fue superior en las niñas, estando las diferencias entre sexos en un rango entre el 0,3 % (a partir de datos auto-referidos en el ENSE 2017) hasta el 15,8% en el rango de edad de 9 a 18 años en la cohorte del estudio ENPE de Aranceta-Bartrina et al. (2019). En la misma línea, las sucesivas ediciones de los estudios ALADINO promovidos por la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición en 2011, 2013 y 2015, el exceso ponderal evaluado mediante el IMC y referencias OMS (2007) resultó siempre mayor en los varones que en las niñas con cifras del 47,6 % vs 41,2 en la primera edición, de 45,6% vs 40,4 % en la segunda y de 42,8% vs. 39,7% en la última. Esta tendencia parece replicarse a nivel mundial como confirman los resultados del mayor metaanálisis publicado sobre el tema publicado en Lancet (Abarca-Gómez et al. 2017). En este ambicioso trabajo, se recopilan 2416 estudios poblacionales que reúnen talla y peso de 128,9 millones de niños entre 5 y 19 años, medidos entre 1975 y 2016, llegando a la conclusión de que en este período el IMC promedio se ha incrementado por década en 0,32 kg/m<sup>2</sup> en las niñas frente al 0,36 kg/m<sup>2</sup> en los varones.

Aunque en los países desarrollados la mayor parte de los estudios ponen el foco en el análisis y de la prevalencia y evolución de la obesidad, como se ha indicado anteriormente, el bajo peso se encuentra en proporciones discretas y afecta en mayor

medida a las mujeres. En el ya comentado trabajo liderado por Abarca-Gómez *et al.*, (2017) a nivel mundial la prevalencia de la insuficiencia ponderal ha decrecido entre 1975 y 2016 pasando del 9,2% (6-12% según continentes) al 8,4% (6,8-10,1) en el sexo femenino, mientras que ha bajado del 14,8 (10,4–19,5) al 12,4% (10,3–14,5) en los chicos, haciendo la consideración de que si bien a nivel global la malnutrición por defecto es mayor en los varones, en las poblaciones europeas el bajo peso afecta más a las mujeres.

Ciertos estudios nacionales, como el de Derén *et al.* (2018) en adolescentes de Ucrania, ponen de relieve que el bajo peso femenino llega a doblar al masculino (19,3% frente al 10,3). En la misma línea están los hallazgos de Mladenova *et al.* (2015) que en búlgaros de 8 a 15 años. Los autores, utilizando criterios de Cole *et al.* (2000, 2007) y valor  $ICT \geq 0,5$  como punto de corte para obesidad central a través del ICT, observan que si bien la obesidad central y la sobrecarga ponderal es mayor en varones (16,2% y 26,1% respectivamente) que en mujeres (9,3% y 20,7%), el bajo peso es de 10,4% en las niñas frente al 8% en los niños. Los mismos autores discuten que el bajo peso alteraría la pubertad, aspecto que ha ya sido debatido por otros investigadores como Wolf (2002) quien además asocia la insuficiencia ponderal en la infancia y adolescencia con un mayor riesgo de cáncer.

Por otro lado Garrido-Miguel *et al.*, 2019 encuentran en su metaanálisis de infancia entre 9 y 13 años realizado con datos de entre 1999 y 2016 que decrece la sobrecarga ponderal en 28 países de Europa (de 30,3% al 25,6%), pero que en el area mediterránea aumenta de 22,9% a 25%, lo cual califica de preocupante y reforzaría el interés del presente análisis.

Un estudio sobre escolares gallegos de 6 a 15 años realizado en el curso escolar 2013-2014 aplicando puntos de corte de IMC de la OMS (Pérez-Ríos *et al.*, 2018), obtuvo

el valor de 0,7% de prevalencia de bajo peso y encontraron diferencias de bajo peso por sexo en el grupo de edad de 6 a 11 años (0,8% de bajo peso en niñas y 0,3% niños) y, en el grupo de edad 12-15 años el déficit nutricional femenino igualmente superó al masculino (1,2% frente al 0,6%), aunque la diferencia no encontró significación estadística.

#### 4.2. Estado de las variables fisiológicas en los participantes

En condiciones normales de salud, **la presión arterial** experimenta un aumento de forma rápida durante el primer mes de vida y de manera más lenta hasta los 5 años. De esta edad en adelante el ritmo anual de incremento es aproximadamente de 1-2 mmHg para la PAS y de 0,1-1 mmHg para la PAD (de la Cerda y Herrero, 2014). Durante la adolescencia, entre los 13 y 18 años, se produce un repunte, especialmente en el sexo masculino, que presenta para la misma edad un mayor tamaño corporal (Torres-Rodríguez, 2016). En España, algunos investigadores han analizado el patrón de variabilidad de la presión arterial, entre los que cabe citar a Marrodán et al. (1984) quienes realizaron un análisis pormenorizado de la variabilidad ontogénica de este parámetro prácticamente a lo largo de todo el ciclo vital entre los 5 y los 89 años. Estos autores constataron que en las mujeres el mayor incremento anual se producía asociado a la menarquia, afecto que también es apreciable en la muestra aquí analizada ya que en la serie femenina el mayor incremento se observa entre los 12 y 13 años. Serrano-Morago (2000) también analiza las variaciones de la presión arterial en población observando que los valores de normalidad varían según el sexo y aumentan progresivamente a lo largo de los años con el crecimiento y desarrollo corporal.

Los trabajos de Marrodán et al. (1984) y de Serrano-Morago (2000) tuvieron un diseño transversal, por lo que los valores que aportan si bien pueden considerarse como referencia orientativa, no constituyen en estándar de comparación tan adecuado como los

promedios y valores percentilares que se ofrecen en el estudio RICARDIN (Grupo Cooperativo Español para el Estudio de los Factores de Riesgo Cardiovascular en la Infancia y Adolescencia, 1995) investigación que tuvo un diseño semilongitudinal. Estos patrones son específicos para niños españoles y se ha utilizado como herramienta de diagnóstico hipertensivo por tal motivo, como se indicó en el apartado de metodología.

Se ha podido constatar en la presente investigación que la presión arterial sigue el modelo ontogénico descrito por la citada referencia, si bien los promedios por edad estaban, por término general en ambos sexos, ligeramente por debajo del P50 de la misma. También los valores medios de los niños y niñas madrileños aquí analizados son más bajos a los promedios por edad que se publicaron como tabla simplificada (sobre una muestra superior a 60.000 sujetos entre 3 y 18 años) en la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (*National Health and Nutrition Examination Survey*) o NHANES de 1999-2000. Por otra parte, no difieren significativamente de los valores reportados para los niños y niñas del medio rural de Madrid, analizados en la década de los 80 (Marrodán et al., 1984).

El Estudio RICARDIN (Grupo Cooperativo Español para el Estudio de los Factores de Riesgo Cardiovascular en la Infancia y Adolescencia, 1995) no aporta valores medios sobre niveles de **glucosa sanguínea** y no se han encontrado en la literatura científica investigaciones que describan la evolución de este parámetro con la edad. Únicamente, el artículo de Souki-Rincón *et al.* (2007) elaborado en una muestra de 120 niñas y 136 niños venezolanos entre 2 y 18 años. Dichos autores, no encuentran variaciones ni con la edad ni entre sexos constatando, como en la presente investigación que este es un metabolito bastante estable a lo largo de la infancia y adolescencia. Los escolares venezolanos, muestran concentraciones medias inferiores a las reportadas en el presente estudio: 77 mg/dl los niños y 78,3 mg/dl las niñas (10-13 años) y 80,3 mg/dl los

niños y 75,2 mg/dl las niñas (entre 14-18 años) mientras que los valores promedio en nuestra investigación no bajan de 87,88 mg/dl en la serie masculina y de 82,08 mg/dl en la femenina.

Obviamente factores patológicos, dietéticos, de ejercicio o farmacológicos, pueden alterar las concentraciones de glucosa sanguínea a nivel individual, pero tanto nuestros resultados como los de Souki-Rincón *et al.* (2007), parecen indicar que en condiciones no patológicas y a nivel poblacional, la concentración de glucosa basal debería permanecer bastante estable durante el crecimiento. En este sentido, ciertos autores mencionan la pubertad como factor desencadenante de incremento en la glucosa sanguínea ya que el desarrollo puberal iría ligado al aumento de las necesidades de insulina del organismo por el rápido crecimiento (Mainou y Mainou, 2007) y en el presente estudio las mayores concentraciones promedio correspondieron a las edades de 12 años en las niñas y de 13 en los niños, aspecto que estaría en línea con dicha apreciación.

La **capacidad vital** aumentó con la edad de manera similar a lo que describen los resultados de (Oloyede *et al.*, 2013) como cabe esperar como resultado del crecimiento normal.

#### 4.3. Edad de menarquia

La **edad de menarquia** o edad a la que se produce la primera menstruación es un importante suceso ontogénico que marca el inicio de la capacidad reproductiva femenina. Se trata de un evento biológico que tiene muy diversa transcendencia desde la perspectiva cultural y etnográfica (Chang *et al.* 2010) y que presenta una notable variabilidad poblacional condicionada por factores genéticos y no genéticos. Los primeros se han puesto en evidencia a través de estudios familiares que obtienen una heredabilidad para

la edad de inicio de las reglas que va en un rango del 30% el 70%.(Sánchez-Andrés 1997; Anderson *et al.*, 2007; Morris *et al.*, 2011).

Algunos estudios han explorado también los posibles efectos epigenéticos y de desarrollo a la vez que el posible componente hereditario. En este sentido, hay que citar como pionero en este campo el trabajo de Kaprio *et al.* (1995) que estudian la menarquia a nivel nacional en mujeres finlandesas gemelas de cohortes consecutivas del llamado *FinnTwin16 Study*. Los autores, reportaron diferencias significativas entre mujeres con hermana gemela (N=378; menarquia: 13,13 años) respecto a mujeres que tenían un hermano gemelo de (N= 434; menarquia 13,33 años), siendo la edad promedio en niñas nacidas en parto simple de 13,14 años, es decir, prácticamente idéntico a las gemelas del mismo sexo.

Más recientemente, se ha explorado el condicionamiento genético de la menarquia a través de estudios genómicos orientados a identificar polimorfismos de un solo nucleótido o SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*) potencialmente responsables del tiempo de inicio de la menarquia. Los estudios de asociación del genoma completo (en inglés *Genome-wide association study*, GWAS, analizan variantes genéticas a gran escala a lo largo de todo el genoma asociándolas a la edad de menarquia de las mujeres participantes. Entre los estudios de este tipo se pueden citar los publicados por He *et al.* (2009; 2014), Tu *et al.* (2015), Perry *et al.* (2014) o Day *et al.* (2017). Estos estudios cuentan con muestras muy numerosas, superiores a las veinte mil mujeres pero, sin embargo, no controlan otros factores como el origen poblacional o el estatus socioeconómico entre otras características. Los autores anteriormente citados, encuentran las asociaciones más fuertes entre SNP situados en dos regiones cromosómicas (6q21 cerca del gen *LIN28B* y 9q31.2 en una región intergénica) y la edad a la que aparece la primera regla. Estos estudios han identificado hasta 106 SNP involucrados en la expresión

de la menarquia posiblemente a través de diferentes rutas hormonales, pero en cualquier caso, dichas asociaciones, a pesar de ser significativas, explican menos del 6% de la variabilidad de la menarquia.

El trabajo de Yermachenko y Dvornyk (2014) reflexiona sobre la complejidad que representa interpretar las causas subyacentes a la edad de menarquia, a través de una amplísima revisión que repasa la imbricación de causas genéticas y no genéticas en la expresión de esta característica que es extremadamente ecosensible a las condiciones del ambiente y a la calidad de vida.

Ciertamente, la ecosensibilidad de la menarquia hace difícil deslindar las diferencias observadas entre grupos étnicos, entornos geoclimáticos, poblaciones rurales y urbanas, etc., ya que los aspectos puramente relacionados con el clima, como la luz, la temperatura o la hipoxia tienen un efecto que se solapa con otros escenarios asociados a la higiene, las condiciones sanitarias, las situaciones emocionales (Vaughan *et al.*, 2015), o el tipo de alimentación que repercute a su vez en la condición nutricional y la composición corporal (Günther *et al.*, 2010, Odongkara *et al.*, 2014, Said-Mohamed *et al.*, 2018). En una reciente publicación, Canelón *et al.* (2020) hacen una actualizada revisión (que parte de 112 artículos) de todos los aspectos biológicos y sociales potencialmente implicados en la edad de menarquia, incluyendo el papel que algunos contaminantes u otras sustancias como ciertos disruptores hormonales pueden tener sobre la maduración precoz y el adelanto de la primera regla. Otros aspectos, como la actividad física, sobre todo si es de alto rendimiento, pueden retrasar incluso de manera importante la edad de menarquia, especialmente en el caso de gimnastas y bailarinas de ballet (Satwanti *et al.*, 1983, Lapieza *et al.*, 1993).

Varios autores han constatado el retraso en la edad de menarquia en mujeres deportistas. Entre los precedentes, además del citado Satwanti *et al.*, (1983), puede citarse

a Brooks-Gunn y Warren (1988) quienes analizaron la edad de menarquia en 350 adolescentes estadounidenses entre 14 y 17 años y sus madres. Un grupo de ellas eran bailarinas de la Escuela Nacional de Danza, que ensayaban un promedio de 15,94 horas a la semana, mientras que otro grupo control eran no bailarinas estudiantes de escuelas privadas y de clase media-alta. Los autores constataron que mientras entre las madres de ambas no se observaron diferencias significativas para la edad de primera menstruación, en las adolescentes bailarinas la edad de menarquia resultó más tardía (13,26 años) con respecto a las no bailarinas (12,79 años). Además el 40% de las bailarinas frente al 24% de las no bailarinas reportaron edad de menarquia superior a los 14 años.

Entre los estudios más recientes, está el de Tatarczuk *et al.* (2019) que remarcan que no sólo la genética va a determinar la edad de menarquia sino que también la carga de trabajo físico lo hace; analizando una muestra de 232 mujeres entre 9 y 18 años de 6 escuelas deportivas de la provincia de Lubus, República de Polonia, encontraron que las bailarinas, acróbatas y nadadoras auto reportaban una edad de menarquia más temprana que las gimnastas o practicantes de atletismo y pentatlón moderno (equitación, 100 metros obstáculos, natación, tiro de precisión, esgrima, y carrera campo a través). Los autores concluyeron que a una mayor exigencia (tanto por la disciplina como por el número de horas de entrenamiento) se asociaban a una menarquia tardía.

Por otro lado, en cuanto a la correlación del IMC con la edad de menarquia en la población normal frente al vínculo de esta con otros indicadores, Sudha *et al.* 2020 publicaron recientemente un trabajo realizado sobre 200 mujeres de 17 a 19 años de India donde demostraron una correlación muy estrecha entre el IMC y la edad de menarquia, pero no encontraron dicha conexión con el ICT, de manera que según los autores un incremento en el IMC sería causante de menarquia temprana y haber aumentado la grasa

corporal, una alta ingesta de proteínas, comidas con alto contenido calórico y estilos de vida sedentarios desembocarían en edad de menarquia temprana en las mujeres jóvenes sanas contemporáneas. El efecto de la alimentación en los eventos hormonales como la edad de menarquia ya fue demostrado por Merzenich *et al* (1993) y en nuestros días Sudha *et al* (2020) sugieren que este indicador de pubertad adelantado podría interpretarse actualmente como un riesgo de salud dado que el adelanto poblacional en la edad de menarquia se relaciona con un gran número de resultados de salud adversos entre los que nombra el SMet.

Desde la década de los años 80 del pasado siglo hasta el presente, se han publicado numerosos trabajos que han demostrado que la edad de menarquia se adelanta cuando las condiciones del entorno socioambiental (higiene, educación, atención sanitaria, economía y nutrición) mejoran, de manera que en la generalidad de los países desarrollados y emergentes se ha producido un fenómeno de adelanto progresivo de la menarquia (Vercauteren y Sussanne 1986; Ulijaszek *et al.*, 1991; Prado 1992; Aréchiga *et al.*, 1999; Al-Sahab *et al.*, 2010; Talma *et al.*, 2013; Song *et al.*, 2015; Meng *et al.*, 2017; Piras *et al.*, 2020).

En España, el fenómeno de descenso secular de la edad de menarquia ha sido puesto de relieve en distintos estudios. Por ejemplo, Cabanes *et al.* (2009) observaron que la primera regla para las mujeres navarras nacidas entre 1925 y 1929 tenía un promedio de 13,72 años, frente a los 12, 83 años que correspondían a las nacidas entre 1958 y 1962. Esto suponía un adelanto de 0,132 años por quinquenio. También Prado y Martín Freire (1988) y Zurlo *et al.* (1995) en Andalucía, Marrodán *et al.* (2000) y Fernández-del Olmo y Prado Martínez (2005) en la población madrileña observaron un descenso significativo para esta característica a lo largo de las últimas cuatro décadas del siglo XX. Este

fenómeno de descenso secular ha sido constatado también en colectivos particulares, como es el caso de las mujeres gitanas españolas (Prado *et al.* 2010).

Rivas *et al.* (2003) analizando la menarquia en mujeres madrileñas entre el período 1884-1888 y la década de 1980-1990, observaron que el promedio pasa de  $15,64 \pm 2,04$  años a  $12,90$ , en aproximadamente 100 años, lo que supone un ritmo de descenso que hasta los años 60 del pasado siglo era de 2,47 meses/década. A partir de los años 80 el ritmo de caída pasó a ser de 9 meses/década. Además en los años 90 del siglo XX, los promedios se estabilizan y se aproximan en la población rural y la urbana.

Los resultados aquí obtenidos, una edad promedio de 11,94 años obtenida por el método probótico, son muy similares a los obtenidos por Gavela (2015) en una población contemporánea a la del presente estudio ( $12,07$  años) y ponen de relieve que en la población madrileña, la menarquia ha continuado descendiendo ( $0,85$  años en concreto) desde el año 2000, fecha en que con idéntico procedimiento se había cifrado en la población urbana de Madrid en  $12,79 \pm 1,04$ . Las comparaciones establecidas en el apartado de Resultados manifiestan que el fenómeno de decremento secular en la población española es general y no se ha detenido en los últimos años.

El adelanto de la menarquia es un indicador asociado, en principio, al mayor bienestar y al aumento de la calidad de vida, pero a la vez supone una cierta preocupación ya que una menarquia temprana está asociada con una reducida sensibilidad a la insulina, una mayor sensibilidad a la glucosa, triglicéridos y colesterol elevado e hipertensión (Stockl *et al.* 2011; Mueller *et al.* 2014; Won *et al.* 2016; Yang *et al.* 2018) es decir a una mayor propensión a padecer SMet. En la parte negativa, también se ha encontrado relación entre menarquia temprana y ciertos tipos de cáncer, como el de endometrio y mama (Day *et al.*, 2017). Por todo ello, la edad de menarquía es una variable cuyo estudio

y seguimiento tiene la máxima importancia como potencial indicador o predictor de riesgo cardiometabólico y oncológico.

#### 4.4. Comportamiento alimentario

Para evaluar la **adherencia a la DM** se usó la puntuación Kidmed. La puntuación Kidmed promedio ha sido en el presente estudio de  $4,28 \pm 1,94$  valor que se ubica en el límite inferior de lo considerado como un nivel medio de adhesión al patrón mediterráneo, sin diferencias entre sexos ni entre grupos de edad. Aunque un 60% de la muestra en su conjunto presenta una dieta de calidad aceptable, sólo uno de cada 10 escolares analizados tiene un patrón óptimo de seguimiento.

El estudio de Serra-Majem *et al.* (2004) que dio origen al indicador Kidmed se llevó a cabo a partir de 3850 sujetos entre 2 y 24 años residentes en España y en dicha muestra la proporción de individuos que seguían una dieta de óptima calidad era mucho mayor, en concreto del 46,4%, mientras un porcentaje de sólo el 4,2% mostraba una dieta de baja calidad. En dicho estudio, se observaron diferencias geográficas importantes de modo que las comunidades autónomas del norte de la península tenían un nivel de seguimiento de la DM significativamente superior a las del centro y sur del país. También se apreciaron diferencias en función del nivel socioeconómico y entre medio rural y urbano, correspondiendo la mayor adhesión al patrón mediterráneo a los sujetos con mayor poder adquisitivo y a los habitantes de las grandes ciudades. Al igual que en nuestro estudio, factores como sexo o edad no mostraron diferencias apreciables.

Prado Martínez *et al.* (2007) evaluaron la calidad de la dieta en 291 adolescentes de 9 a 15 años pertenecientes a tres distritos de Madrid (Hortaleza, Usera, y La Latina), de los cuales el 36% eran personas inmigrantes de primera o segunda generación procedentes en su mayoría de países latinoamericanos. Los autores comprobaron que el

nivel de adecuación al patrón mediterráneo descendía con la edad y era sensiblemente más bajo en la población inmigrante, de manera que a partir de los 13 años, el 66,7% de los niños, y el 63,6% de las niñas españolas presentaban una puntuación Kidmed igual o inferior a tres puntos. En el grupo inmigrante la situación era peor puesto que se encontraban en esta circunstancia un 57% de las niñas y un 72% de los niños menores de 13 años y un 100% de los que superaban esta edad. En dicho trabajo, se observó una asociación significativa entre la categoría profesional y el nivel de estudios de los progenitores, particularmente en la serie inmigrante.

El mismo grupo de investigación (Prado *et al.* 2009b) analizó la dieta en 451 niños y adolescentes de 9 a 16 años alumnos de institutos de enseñanza secundaria de la ciudad de Madrid, no observando, de manera similar a nuestro estudio, diferencias por sexo y encontrando el 32,1% de varones y 30,6% de mujeres con dieta de baja calidad en las edades más jóvenes y constatando un empeoramiento de la calidad de la dieta con la edad, ya que en los sujetos de 13 y mayores dicha proporción se eleva hasta el 58% en la serie masculina y hasta el 45,5% en la femenina. En dicho estudio, la proporción de escolares con dieta catalogada como óptima fue aún menor a la reportada en la presente investigación, con una tendencia al descenso en los varones (pasando del 2,6% al 0% entre los 9 y 16 años) y con una propensión al aumento en las mujeres (elevándose concretamente del 2,5 % hasta el 4,5% en el mismo intervalo de edad).

Otro estudio en la Comunidad de Madrid es el de Zapico *et al.* (2010) efectuado también entre estudiantes de enseñanza secundaria (N= 406 chicos y 408 chicas) en el que se reportó un nivel de dieta catalogada como de baja calidad del 14,5 % (17,2% en el sexo femenino y el 11,8% en varones), un 54,2% de calidad media y un 31,3% de dieta de óptima calidad. Ayechu y Durá (2010) en población navarra (966 niños y 990 niñas estudiantes de secundaria) constataron que el 6,7% tenían un índice Kidmed bajo, el

50,4% medio y el 42,9% alto, sin diferencias significativas entre sexos. Además comprobaron que la puntuación Kidmed disminuía progresivamente con la edad ( $p < 0,05$ ), descendiendo del 49,5% de sujetos encuadrados en la categoría óptima a los 13 años, hasta el 37,2% a los 16 años.

López-López *et al.* (2013) analizaron una amplísima muestra de la Comunidad Autónoma de Canarias (N= 88.461 alumnos, 45.295 chicos y 43.166 chicas) con edades comprendidas entre 12 a 16 años, observando que un 22,3% de los sujetos estudiados presentaban una dieta de muy baja calidad, un 52,9% un patrón de calidad media que puede mejorar y un 24,9% una DM óptima.

Cifras más cercanas a las nuestras reportan Vaquero-Álvarez *et al.* (2018), que estudian obesidad en población infantil rural y aplican el índice Kidmed sobre 323 escolares cordobeses de la localidad de Pedro Abad entre 6 y 16 años en 2014. En su estudio el resultado es una mayoritaria dieta de calidad media (53,9%), un 15,2% de calidad alta, mayor proporción que en el presente estudio y un 30,9% de calidad baja, no observando tampoco diferencias por sexos.

En etapas posteriores de desarrollo en los que se siguen modificando los hábitos alimentarios, como en la etapa universitaria, Chacón-Cuberos *et al.* (2016) estudian adherencia a DM en 490 estudiantes universitarios de edad media  $22,8 \pm 3,63$  años analizando la variación de la puntuación Kidmed en función del sexo, el origen poblacional urbano, semiurbano y rural, y el consumo de videojuegos. El 5,7% de participantes presentaba dieta de baja calidad y un 25,5% dieta óptima y los participantes que menos jugaban a videojuegos presentaron adherencia a patrones dietéticos de mayor calidad.

Otros estudios hechos en población universitaria española como es el caso de los estudiantes gallegos (de la Montaña Miguélez *et al.*, 2012) reportaron una puntuación media Kidmed de  $6,35 \pm 2,20$  y clasificaron entre un 33% de sujetos con dieta de calidad óptima, no observando tampoco diferencias entre hombres y mujeres.

Durá y Castroviejo (2011) estudiaron 217 varones y 353 mujeres con edades entre 18 y 25 años, estudiantes de la Universidad de Pamplona, encontrando un 9,5% prevalencia para la dieta de baja calidad, de 62,1% para la calidad intermedia y un 28,4% para la de calidad óptima. Los autores constaron un importante efecto del lugar de residencia sobre la dieta ya que los sujetos que vivían en familia tenían un porcentaje de alta adherencia significativamente más alto (35,6%) que los estudiantes que estaban en residencias universitarias o en pisos compartidos (11,1%). También observaron una relación entre la condición nutricional y la puntuación Kidmed, constatando que los sujetos con exceso ponderal presentaban una proporción de baja adherencia (15,5%) significativamente superior ( $p < 0,05$ ) a los que se encontraban en normopeso (8,5%).

Por último cabe citar los resultados obtenidos por Navarro *et al.* (2016) sobre una muestra poblacional de 312 estudiantes de ambos sexos (238 mujeres y 74 hombres) matriculados en cuatro titulaciones de grado de la Universidad de Murcia (Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Enfermería, Educación infantil y Educación Primaria) durante el curso 2013-14. En dicho trabajo se concluyó que el 7,85% de los estudiantes mostro una baja adherencia a la DM, 48,4% adherencia media y el 43,8% adherencia alta.

De lo anterior se deduce que en términos generales, el grado de adhesión a la DM en España se ha ido deteriorando en la población adolescente, si bien existe una amplia variación entre regiones geográficas y grupos de edad, de manera que las comunidades del norte peninsular muestran un mayor cumplimiento del patrón mediterráneo que las comunidades insulares o del centro y sur del país. El sexo no es un factor diferenciador

en la mayor parte de los estudios y en el colectivo adolescente una mayor edad favorece el abandono de la DM. Sin embargo, entre los universitarios la calidad de la dieta parece mejorar, aspecto que se puede atribuir a que se trata de un grupo de alguna manera seleccionado por un mayor nivel cultural y o socioeconómico.

La **ingesta** promedio de energía entre los escolares de la presente investigación (2024,48 - 2075 kcal/día en varones y 2004 - 1808,07 kcal/día en mujeres según edad) es muy cercana a la obtenida en la Encuesta Nacional de Alimentación en la Población Infantil y Adolescente (ENALIA), desarrollada por la Agencia Española de Consumo Seguridad Alimentaria y Nutrición entre 2012 y 2015 (López-Sobaler, 2016). Dicho estudio, se efectuó a partir de una muestra de 967 niños y 895 niñas de entre 6 meses y 17 años, pertenecientes a todas las Comunidades Autónomas españolas. En los tramos de edad, que se corresponden prácticamente con los contemplados por nosotros, la ingesta promedio fue concretamente para los niños de 2014 kcal/día (entre los 9 y 13 años) y de 2359 kcal/día (entre los 14 y los 17 años). En el caso de las niñas, las cifras fueron de 1646 kcal/día (entre 9 y 13 años) y de 1875 kcal/día (entre los 14 y los 17).

En el citado estudio ENALIA, se observó que los alimentos con más éxito entre los adolescentes eran la leche, el pan blanco, la fruta fresca o zumos naturales y los yogures. Además se constató que el consumo de lácteos, fruta, verdura y cereales de desayuno disminuía con la edad mientras aumentaba el consumo de pan blanco e integral, no observando diferencias entre sexos para este comportamiento alimentario. Sin embargo, en el presente estudio no se observa descenso en el consumo de fruta, verdura o lácteos. Por el contrario, el consumo de queso o yogures se incrementa significativamente en ambos sexos. Otro aspecto coincidente es que en términos generales se detectó un bajo consumo de energía procedente de hidratos de carbono y que el consumo de grasas y proteínas excede las recomendaciones establecidas. Por lo que se

refiere a los micronutrientes, tanto en el ENALIA como en el posterior trabajo de López-Sobaler (2018) se detecta, al igual que en la presente investigación, un cierto déficit de vitaminas (ácido fólico vitamina E y D principalmente) magnesio y yodo, más acusado en el grupo de mayor edad. En el mismo trabajo, la autora concluye que los niños españoles, exceden el límite superior de los macronutrientes tanto en grasa como en energía total y deberían mejorar la distribución de la ingesta reduciendo los lípidos y proteínas e incrementando los carbohidratos.

Entre los precedentes, debemos mencionar el estudio sobre Antropometría, ingesta y balance energético en España, *Anthropometry, Intake, and Energy Balance in Spain* (ANIBES) que se inició en el año 2013 por iniciativa de la Fundación Española de la Nutrición con financiación de la Fundación Cola-Cola Iberia. Se trata de un estudio dirigido al conjunto de la población española entre los 9 y 75 años con un efectivo muestral total de 2.285 participantes que, en opinión de los autores, es representativo de todas las comunidades autónomas españolas exceptuando Ceuta y Melilla. Por lo que respecta a la población en edad escolar, se analizaron dos grupos etarios con un número de participantes que se quedó reducido a N=213 (de 9 a 12 años) N= 211 (de 13 a 17) escolares respectivamente (Varela-Moreiras *et al.* 2015). En dicho estudio se recopilaban los datos sobre alimentación a partir de una encuesta de recordatorio de las últimas 24 horas a la que se añadió un cuestionario de registro de tres días consecutivos, dos laborables y uno festivo (Ruiz *et al.* 2015a). Los resultados generales para la población española fueron publicados por Ruiz *et. al* (2015b) y, para la franja de edad que aquí nos ocupa, se mostraron en el informe propio de la Fundación Española de la Nutrición, FEN (Aranceta-Bartrina *et al.* 2013, 2015, Ruiz *et al.*, 2015). El ANIBES reportó cifras en un intervalo de variación muy semejante al observado en la muestra de escolares madrileños aquí analizada, pero los autores señalan que tomando como referencia para la ingesta de

energía los valores de referencia de la *European Food Safety Authority* (EFSA), esta sólo fue adecuada en el grupo de edad de niños y niñas de entre 9 y 12 años (varones:  $1.960 \pm 431$  kcal/día; mujeres:  $1.893 \pm 385$  kcal/día). En el grupo de edad siguiente (13 a 17 años) los adolescentes varones (ingesta de  $2.124 \pm 515$  kcal/día) alcanzaron sólo el 80,0 % de la media recomendada por la EFSA para una actividad física media y las mujeres (ingesta:  $1.823 \pm 436$  kcal/día) el 82,6 %. Por tanto, a pesar de que la referencia utilizada es diferente a la nuestra, los resultados de déficit energético son muy similares a los obtenidos en la presente investigación, por lo que la comunidad científica debería reflexionar al respecto, teniendo en cuenta el ambiente obesogénico en que la población española se desenvuelve desde hace tiempo (Marrodán *et al.*, 2012b) y tratando de focalizar el problema de la obesidad en el ámbito de la actividad física.

En cuanto al consumo de determinados alimentos, aunque ANIBES no utilizó índice Kidmed, cabe señalar que la incorporación a la dieta de frutas, verduras, legumbres o pescado fue sensiblemente más baja y alejada del patrón mediterráneo, ya que estos productos básicos en el ANIBES contribuyen a la ingesta en proporciones inferiores al 3%, mientras la contribución de la bollería y pastelería está en el 8%, no observándose diferencias significativas por sexo edad. El reparto de macronutrientes resultó de 16% para las proteínas, 38,9% para las grasas y 43,8% para los hidratos de carbono; al igual que en el presente estudio los hidratos de carbono se encuentran por debajo de lo recomendado por la Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación, SEDCA, en 2016 mientras grasas y proteínas están proporcionalmente sobreelevadas, si bien la contribución de las grasas está aún más alejada de lo adecuado en el estudio ANIBES que en el nuestro. Los autores afirman que el bajo consumo de lácteos, verduras y frutas puede tener un efecto adverso sobre una ingesta deficitaria de ciertas vitaminas, yodo o folatos.

Hay que recordar que una nutrición correcta posee un efecto positivo en el sistema inmune y que el consumo de fruta, verdura y hortalizas influye muy positivamente en la reparación del daño oxidativo que tiene lugar cuando se da un balance negativo entre la generación de radicales libres y las defensas antioxidantes, lo que a su vez tiene relación con la aparición de alteración cardiovascular y procesos inflamatorios. (Cámara *et al.* 2008).

Aunque el rango de edad analizado apenas coincide con las edades de nuestra muestra, se debe mencionar también, por su actualidad, el denominado Estudio Nutricional en Población Infantil Española de 1 a 9 años (EsNuPi) de la Fundación Española de Nutrición (FEN, 2019), cuyo trabajo de campo fue realizado entre 2018 y 2019 a partir de 1514 encuestas personales a los progenitores de los niños participantes, en las que se realizaba un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos y 1449 encuestas telefónicas para cumplimentar dos recordatorios de 24 horas separados al menos una semana.

Este nuevo estudio está patrocinado también por la FEN, esta vez en colaboración con la Fundación Iberoamericana de Nutrición, y tiene por finalidad conocer no sólo la ingesta dietética y los hábitos alimentarios de los niños y niñas españoles, sino también su patrón de actividad física y sedentarismo. Hasta el momento, no se han publicado resultados sobre el mismo.

Por último, hay que señalar que dos tesis doctorales previas se han ocupado de estudiar aspectos de la dieta en los adolescentes españoles; una es la de Mesana (2013) desarrollada en el ámbito del estudio “Alimentación y Valoración del Estado Nutricional en Adolescentes” (AVENA) con una muestra de 107 chicos y 168 chicas entre 13 y 18 años, residentes en Zaragoza. En dicha tesis, se concluyó que la media de consumo calórico fue de  $2005 \pm 668$  Kcal/día, pero con diferencias a favor de la serie masculina

( $2153 \pm 680$ ) frente a la femenina ( $1936 \pm 634$ ). También se describió una ingesta proteica del 15,6%, una ingesta de grasas del 39% y de hidratos de carbono del 36,8%. La autora indica que ha detectado una infravaloración del consumo cuando la información dietética procede de encuestas, lo que puede repercutir en los déficits calóricos observados.

Otra tesis más reciente es la de Serrano (2018) que está orientada a analizar patrones de consumo en escolares madrileños, a partir de encuestas en los hogares que se realizaron, durante el año 2010, mediante entrevistas telefónicas que una empresa de servicios hizo a través de sistema CATI (*Computer Assisted Telephone Interview*). El cuestionario tenía una duración aproximada de diez minutos y se dirigía al miembro familiar encargado de hacer la compra, evaluando la percepción y conocimiento sobre temas de alimentación, haciendo hincapié en el papel de las grasas. Aunque esta tesis tiene una orientación metodológica bastante diferente al resto de los estudios citados, concluye también que los escolares, al menos entre los 6 y 9 años (edad en la que se centra), deberían incrementar el consumo de alimentos con mayor contenido en hidratos de carbono complejos como pasta, arroz, patatas, cereales, pan y legumbres.

De la información que se desprende de la presente investigación y de la obtenida de otros estudios en este ámbito, se deduce que si bien el consumo de fruta, verdura, lácteos, u otros alimentos presenta cierta variabilidad, del análisis del reparto de los macronutrientes en el total de la ingesta calórica, se deduce un perfil común, en el que grasas y proteínas superan la proporción recomendada, mientras que los hidratos de carbono no la alcanzan. Este perfil, se repite también en otras poblaciones infantiles y juveniles europeas (Ruiz *et al.* 2015 b) y los estudios de intervención han proporcionado evidencia de que las dietas altas en grasas ( $> 35\%$ ) y bajas en carbohidratos ( $< 50\%$ ) están asociadas con efectos adversos a corto y largo plazo sobre el peso corporal y el riesgo cardiometabólico (Barclay *et al.* 2008; EFSA 2010).

#### 4.5. Factores asociados a la presencia de componentes del SMet

Los resultados de la presente investigación ponen de manifiesto que los componentes fisiometabólicos del SMet se asocian estrechamente a la condición nutricional así como a los principales hábitos de vida: dieta, actividad física y sueño. Tal asociación se ha evidenciado tanto en los análisis bivariados como en los de carácter multivariante que cuantifican el riesgo de padecer al menos dos componentes fisiometabólicos alterados (hipertensión, hipercolesterolemia e hiperglucemia). Así mismo, las curvas ROC prueban el valor predictivo de la antropometría para la identificar la presencia de los componentes de SMet en edad pediátrica y adolescente.

Entre las **variables antropométricas** y de composición corporal se ha visto que un IMC categorizado en sobrepeso eleva el riesgo de presentar al menos dos componentes de SMet en 2,3 veces y si está en la categoría de obesidad lo incrementa 2,59 veces. Del mismo modo, la obesidad centralizada, evaluada a través del ICT duplica el riesgo y este riesgo se eleva 1,26 o 1,30 veces cuando el %GC supera el percentil 90 o el 97 que corresponde a las referencias para al sexo y la edad. En la literatura previa, se han encontrado numerosos trabajos que tienen una orientación semejante. En población española, trabajos de nuestro grupo de investigación EPINUT (Marrodán *et al.*, 2013a y 2013b; Martínez-Álvarez *et al.*, 2016; Sánchez-Álvarez *et al.*, 2019) han observado que la presión arterial se elevaba significativamente en función del %GC, el sumatorio de pliegues grasos, el ICT, el perímetro del brazo y el área grasa mesobraquial.

**El grado de adhesión a la DM** ha sido otro de los factores significativamente asociado al SMet en el presente estudio, ya que frente a una dieta de calidad óptima, el seguimiento de una dieta de calidad media, incrementó el riesgo de tener dos o más componentes 1,9 veces y una dieta de baja calidad en 2,13. Diversas publicaciones con formato de revisión, hacen un compendio de los hallazgos relacionados con este tema en

particular; los trabajos de Albornoz y Pérez (2012), Esposito *et al.* (2012) y la tesis doctoral de Benabdellah (2016) repasan detalladamente el papel de la DM en la prevención y tratamiento del SMet. En el libro monográfico editado por Martínez-Álvarez y Villarino-Marín (2014), dedicado al tema, las contribuciones de diversos autores reflejan que este tipo de alimentación presenta numerosas ventajas para la salud cardiovascular y el mantenimiento del peso. Los beneficios de este patrón dietético se basan, a grandes rasgos, en un abundante consumo de productos vegetales, fruta, cereales y aceite de oliva que favorece una elevada ingesta de antioxidantes (como las vitaminas C y E, los polifenoles, el betacaroteno, etc.) minerales y fibra. Además garantiza un aporte suficiente de ácidos grasos y un equilibrio adecuado entre grasas monoinsaturadas y saturadas lo cual, junto a una carga glucémica baja, constituyen una dieta saludable de alta calidad.

Merece la pena destacar también, la publicación de Aldana-Rivera *et al.* (2018) que, con la misma orientación bibliográfica, trata en particular el efecto de la DM sobre las alteraciones del perfil lipídico como un componente particular del SMet. Así mismo los artículos de Tierney y Roche (2017) y de Echeverría y Rigotti (2017) analizan los beneficios de la DM, particularmente en relación con las grasas, haciendo énfasis en que en este modelo dietético un relativamente alto consumo de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) favorece el control de la presión arterial, la coagulación, la función endotelial y la resistencia a la insulina, teniendo efectos beneficiosos en la prevención y tratamiento del SMet.

Algunos autores que han trabajado sobre población infantil y juvenil han puesto en evidencia que el nivel de adhesión a la DM se relaciona no sólo con la condición nutricional, el sobrepeso o la adiposidad, sino también con la mejora en el perfil lipídico o en la reducción de otros componentes del SMet (Reinehr *et al.* 2009; Velázquez-López

*et al.* 2014). En población española, en edades adolescentes, Marrodán *et al.* (2013b) observaron, al igual que sucede en la presente investigación, que los promedios de PAS y PAD se incrementaban proporcionalmente en los grupos de adolescentes que presentaban una media o baja calidad de la dieta. También en España, se pueden citar varias experiencias; en el programa “Aprendiendo a Comer”, destinado a escolares con sobrepeso y obesidad, Calatayud *et al.* (2011), comprobaron que sólo el efecto de la DM durante un año logró reducir el IMC y la adiposidad y los niveles de PA sin variar los hábitos de sedentarismo o ejercicio. De hecho, tras los 12 meses del programa, la puntuación Kidmed paso a ser óptima en el 95% de los casos y en correspondencia, el 73,1% de los obesos dejaron de serlo y el 76% de los que estaban en SB pasaron a la categoría de NP. Mas próximo en el tiempo, Rosa-Guillamón *et al.* (2019) constataron que el seguimiento de la DM mejora significativamente el perfil lipídico de los escolares asistentes a centros públicos de la Comunidad de Murcia. A nivel internacional, Strafon y Porta-Lezama (2020) han recogido diversas experiencias relacionadas con la mejora de los componentes del SMet en relación con la adhesión a la DM.

También son numerosos los estudios que abordan la repercusión de la **actividad física** sobre la condición nutricional. González-Montero de Espinosa *et al.* (2013) observaron a partir de una amplia muestra procedente de las Encuestas Nacionales de Salud de España que el IMC disminuye progresiva y significativamente en función del tiempo dedicado a la actividad física y, en un reciente artículo, el mismo grupo de investigación (López-Ejeda *et al.* 2020) actualizan el tema poniendo de relieve la eficacia de la práctica deportiva para la reducción de la adiposidad total, relativa y abdominal incluso en los escolares genéticamente predispuestos a la obesidad. Son menos frecuentes los estudios que se ocupan de analizar la relación entre componentes del SMet y la actividad física durante la infancia y la adolescencia, pero se pueden citar algunos que

prueban que, por ejemplo, la presión arterial se reduce como consecuencia del ejercicio. Entre ellos está el de Cordente *et al.* (2007), efectuado sobre una muestra de 554 adolescentes madrileños de 12 a 18 años y en el que se advierte que en los varones, la presión diastólica es significativamente más baja en los considerados activos (intervalo de 67,9 a 72 mm Hg) que en los sedentarios (71,2 a 76,9 mm Hg). También Perichart-Perera *et al.* (2008), comprobaron que un programa de 20 minutos de actividad física durante 5 días semanales, a lo largo de 16 semanas, disminuyó la PA en el 63.9% de los escolares. Reckziege *et al.* (2010) observaron una reducción significativa de la PA en paralelo a la disminución de la adiposidad como consecuencia del ejercicio en escolares de 7 a 18 años, indicando que la hipertensión presenta una inversa relación significativa con la inactividad física. Álvarez *et al.* (2013) constataron que la PAS y la PAD disminuyeron significativamente en niños y adolescentes considerados activos (de  $110,1 \pm 3,0$  a  $100,4 \pm 3,0$  mm/Hg). En la misma línea, López-Sánchez *et al.* (2018) probaron que un programa de actividad física de sólo 15 minutos de actividad física de alta intensidad, durante tres días a la semana, reducía significativamente la PA en un grupo de niños de 10 y 11 años. Por otro lado, Buchan *et al.* (2011) estudiaron el efecto de un programa de ejercicio de 20 minutos, tres días a la semana durante siete semanas comprobando que incluso cuando el ejercicio era moderado, la PA, los niveles de glucosa y otros marcadores de riesgo cardiovascular se redujeron significativamente.

Por lo que se refiere a otros componentes fisiometabólicos, Duarte *et al.* (2004) en una muestra de 799 escolares portugueses (de 8 a 15 años) y aplicando un modelo de regresión logística, concluyeron que las niñas situadas en el cuartil más bajo de actividad física presentaban niveles superiores ( $p < 0,001$ ) de colesterol total respecto a las ubicadas en el cuartil más elevado, aunque esa relación no se observó en la serie masculina.

Sin embargo, en el estudio AVENA (García-Artero *et al.*, 2007) la actividad física no mostró asociación con el perfil metabólico (nivel de lípidos séricos) ni en mujeres ni en varones, concluyendo los autores que es la condición nutricional (el %GC y el IMC) y no la actividad física la que se encuentra asociada al estado metabólico. En nuestra opinión, se debe tener en cuenta que ambos aspectos se hayan relacionados, ya que habitualmente los escolares más activos son al mismo tiempo los que presentan menores niveles de adiposidad.

En el estudio EDUFIT (*Education for Fitness* ; Ardoy *et al.*, 2013), el efecto del ejercicio tuvo un efecto moderado en el perfil de los lípidos sanguíneos y, aunque los resultados no alcanzaron la significación estadística, los autores subrayan los beneficios del programa apuntando que una mayor continuidad del mismo podría llegar a reducir los niveles de Colesterol LDL y aumentar los de HDL.

Diversas publicaciones informan de la relación entre cantidad o calidad del **sueño** y obesidad. El estudio de González-Montero de Espinosa *et al.* (2013) elaborado a partir de los datos originales de las Encuestas Nacionales de Salud en España entre 1987 y 2006 confirmó el papel que desempeña la duración del sueño sobre la probabilidad de tener exceso ponderal. Así, se apreció que los escolares de 9 a 11 años que duermen más de 9 horas tienen un IMC significativamente menor que los que descansan menos. Entre los chicos y chicas entre 12 y 15 años, el efecto del descanso nocturno se manifiesta antes, de manera que el IMC disminuye a partir de las 6 h. de sueño. Como se apuntó en un apartado previo, algunas investigaciones han demostrado que los individuos que duermen menos horas presentan concentraciones alteradas (menor de leptina, mayor de ghrelina) de hormonas implicadas en la regulación del apetito, así como una disminución de hormona estimulante de la tiroides (Hansen *et al.*, 2002; Taheri *et al.*, 2004; Hagen *et al.*,

2015). Otra explicación podría ser la mayor oportunidad de comer durante la noche así como el descenso de la práctica de actividad física por un mayor cansancio durante el día. Como señala Galván (2020), la pubertad conlleva una serie de alteraciones en los sistemas circadianos que alteran el reloj interno y retrasan el aumento de vespertino de melatonina, fenómeno que provoca que los adolescentes tarden más en conciliar el sueño.

Las revisiones sistemáticas de Chen *et al.* (2008) y de Cappuccio *et al.* (2008), inciden sobre la repercusión de la falta de sueño en etapa adolescente sobre la ganancia de peso, al igual que los artículos de Fatima *et al.* (2015) y Quist *et al.* (2016) publicados con posterioridad. En la misma línea, Martínez-Pequerul (2017) realizó una detallada revisión bibliográfica sobre la relación entre calidad y cantidad de sueño con el riesgo de obesidad en niños y adolescentes seleccionando artículos con muestras desde 6 años hasta 18, concluyendo que el número de horas del sueño disminuye con la edad y se asocia a la ganancia de peso. Por ello, fomentar buenos hábitos de sueño y detectar precozmente los trastornos del mismo evita posibles desajustes hormonales en la adolescencia y contribuye a frenar la obesidad.

Son más escasos los trabajos que analizan el efecto del sueño sobre otras alteraciones metabólicas que integran el SMet. Uno de los más interesantes, a pesar de la limitada muestra (N= 89 adolescentes entre 12 y 17 años ) fue el realizado por Ruiz *et al.* (2014) en adolescentes venezolanos, en el que se comprobó que la “deuda de sueño”, es decir, la diferencia entre las horas recomendadas y las que se duermen realmente, estaba significativamente asociada a la insulinoresistencia (OR= 3,348, IC 95%= 1,095-10,231; p= 0,05) e hiperinsulinemia (OR= 5,4, IC 95%= 1,338-21,791; p>0,05) así como a bajos niveles de Colesterol HDL (OR= 3,903, IC 95%= 1,137-13,397; p= 0,023). Ciertos autores como Lucassen *et al.* (2012) ya habían observado que la falta de sueño promueve un aumento del cortisol y de la insulinoresistencia. La investigación de Paruthi *et al.*

(2016) también puso de relieve una asociación entre la falta de sueño o dormir más de 10 horas con la hipertensión e hiperglucemia en adolescentes. En la presente investigación también las horas de sueño por debajo o por encima de la referencia, se han revelado como un factor asociado a la presentación de dos o más componentes fisiometabólicos del SMet, entre los que se encuentran hiperglucemia, hipertensión e hipercolesterolemia. Por tanto, nuestros resultados confirman los hallazgos mencionados y apoyan las recomendaciones de La Sociedad Española del Sueño, que considera el sueño como uno de los factores sobre los que incidir para rebajar la prevalencia del riesgo cardiovascular (García-Borreguero, 2016).

Como reportaron Marín-Echevarri *et al.* (2015), dar prevalencias de SMet en población infantil o adolescente presenta muy poca utilidad a nivel comparativo, ya que dependiendo del método diagnóstico elegido, la proporción de sujetos afectados puede oscilar para una misma muestra entre el 0,9 y el 11,4%. Como se describió en el apartado introductorio de esta tesis, los métodos son muy diversos y por lo general adaptados de las normativas creadas para población adulta. Lo que parece evidente por toda la literatura científica manejada es que el SMet aumenta en función del grado de sobrepeso y además puede afectar a individuos muy jóvenes (Múnera *et al.* 2012). En la revisión de Friend *et al.* (2013) queda patente que, en términos globales, el SMet afecta al 3,3% de población pediátrica pero alcanzaría al 11,9% de los niños obesos.

Como se ha comentado, la prevalencia de SMet difiere notablemente en función del criterio empleado, pero para dar cifras de contexto, de acuerdo a la definición de la Federación Internacional de la Diabetes (Zimmet *et al.*, 2007) el continente menos afectado sería Europa, con un 2,1% seguido de Asia oriental (3,3%) América (4,5%) y el Oriente Medio (6,5%) generalmente con mayor prevalencia en el sexo masculino según datos aportados por de Boer *et al.* (2019a, 2019b). Recordemos que en el presente estudio

la proporción de sujetos con dos o más componentes de SMet alcanzó al 5,9% de la muestra, siendo algo mayor en los niños (6,2%) que en las niñas (5,6%). Ahora bien, los porcentajes de sujetos que presentando exceso ponderal valorado por IMC u obesidad abdominal tienen además dos componentes fisiometabólicos alterados de los tres contemplados (hipertensión, hipercolesterolemia, hiperglucemia) resultó ser del 4,03% y del 4,13% respectivamente. Estas últimas cifras son asimilables a lo que se considera prevalencia de SMet en la mayoría de los criterios que se describieron con detalle en el apartado de introducción, ya que la inmensa mayoría consideran que un niño presenta SMet cuando es obeso abdominal (o por IMC) y al mismo tiempo presenta al menos dos componentes fisiometabólicos.

Suárez-Ortegón *et al.* (2013) tras estimar por tres métodos diferentes la prevalencia de SMet en una población de adolescentes colombianos, también habían llegado a la conclusión de que el porcentaje de SMet variaba notablemente en vista del criterio utilizado y lo hacía en un rango que iba del 1,2% al 8,5%. Al igual que Marín-Echevarri *et al.* (2015), consideran la necesidad de establecer una metodología más comprensible y que pueda eventualmente favorecer las comparaciones entre grupos poblacionales. Surge así la propuesta de “puntaje” que podría estar basada en el número de componentes del SMet que pueda presentar un individuo.

En la misma época, Ahrens *et al.*, (2014) llevaron a cabo el estudio IDEFICS (*Identification and prevention of dietary and lifestyle-induced health effects in children and infants*) en el que participaron más de 18.000 niños y niñas europeos entre 2 y 10 años y en los que se intentó analizar el SMet. Los autores de este trabajo, siguiendo las recomendaciones de otros investigadores como Pandit *et al.* (2011), se decantan también por presentar los resultados en función del número de componentes antropométricos o fisiometabólicos que se encuentre por encima de la norma, considerando riesgo de SMet

(para monitoreo o tratamiento médico del menor) cuando haya tres componentes alterados, incluyendo la obesidad.

Más cercano en el tiempo Wang *et al.* (2019), han publicado un artículo en el que se compara el riesgo metabólico en población infantil de China y España. La muestra española, conformada por 976 escolares de Granada entre 10 y 15 años, presenta una tasa de SMet del 2,5% frente a la de los chinos de la ciudad de Guangzhou, que tiene una tasa solo del 0,5%. La definición de SMet que utilizan es la de presentar al menos dos criterios de fisiometabólicos alterados (glucosa, colesterol o hipertensión) junto a la obesidad abdominal. La crítica que puede hacerse a dicho trabajo es por una parte, que los puntos de corte de adoptados para la diagnosis de la obesidad abdominal fueron los correspondientes a adultos caucásicos y asiáticos (perímetro de la cintura:  $\geq 94$  cm in varones y  $\geq 80$  cm en mujeres para españoles y  $\geq 90$  cm en varones y  $\geq 80$  cm in mujeres para chinos). Por otro lado, el punto de corte elegido para diagnosticar la hipertensión arterial fue también el propio de adultos (PAS  $\geq 130$  mmHg y /o PAD  $\geq 85$  mmHg). De hecho, González-Jiménez *et al.* (2015) habían reportado una proporción de SMet del 3,9% en niños y de 5,4% in niños de Almería con el mismo criterio pero considerando la obesidad abdominal como un valor superior al percentil 90 de las tablas de crecimiento estadounidenses.

Llegados a este punto, puede hacerse una reflexión sobre el tema. La primera es en qué forma se debe combinar el componente antropométrico de obesidad con los componentes fisiometabólicos para considerar que un niño presenta SMet. Cada uno de los componentes constituyen por si mismos un factor de riesgo a tener en cuenta, pero mientras puede haber obesos sanos, la concomitancia de al menos dos alteraciones fisiometabólicas (entre hiperglucemia, hipercolesterolemia o hipertensión) debe ser considerado ya como un estado patológico. Nuestros resultados y otros ya comentados de

la literatura científica sustentan que estas alteraciones son mucho más frecuentes en los obesos. De ahí la importancia de conocer que variables antropométricas predicen mejor el estado metabólico y por tanto son más útiles para pruebas de cribado poblacional. Por otro lado, con la finalidad de poder hacer estudios comparativos de carácter longitudinal o transversal, creemos más útil ofrecer las proporciones en que se presenta cada componente, o la combinación de ellos incluyendo la tasa de obesidad. Esta forma de análisis refleja mejor la realidad, a nuestro juicio, que la prevalencia total de SMet por criterios como el de la IDF (Zimmet *et al.*, 2007) que pueden dar cifras muy bajas. La información de la prevalencia por componentes o sus combinaciones, será de mayor utilidad para la prevención o la puesta en marcha de medidas para la reversión o el tratamiento del problema.

El análisis de curvas ROC ha permitido valorar la utilidad de la antropometría en la identificación de los componentes del SMet y ha puesto en evidencia que ciertos indicadores como el IMT o el IMA son muy buenos predictores de la concurrencia de componentes. La utilidad del IMT ha sido demostrada para identificar niños obesos con riesgo metabólico (Yeste *et al.*, 2020) y en cuanto al IMA, como precedentes sólo podemos incluir el trabajo de Praveen (2010) y el publicado una década más tarde por Ranasinghe *et al.* (2020) en su revisión sistemática de indicadores “no tradicionales” para valorar la obesidad infantil y sus comorbilidades. Fernández-Vázquez *et al.* (2015) exploró el tema en un ensayo con 75 hombres adultos y Rincón-Mancheño (2016) a partir de una amplia muestra de hombres y mujeres aportó valores de corte que sirvieran para el diagnóstico precoz del SMet en población adulta a partir de diferentes indicadores antropométricos. Sin embargo, no se disponía de esta herramienta adaptada a la población infantil y adolescente, por lo que los puntos de corte que se han obtenido en el presente

trabajo y, que incluyen nuevos parámetros “no convencionales” constituyen un nuevo aporte para la identificación del riesgo de SMet en edades tempranas.







CAPÍTULO 5:  
**CONCLUSIONES Y  
CONSIDERACIONES**








## 5.1. Conclusiones

-  La pauta de crecimiento revela que las medidas de tamaño, forma y composición corporal muestran un dimorfismo sexual que se acentúa a partir de las edades prepuberales. De los 13 años en adelante, las dimensiones de adiposidad (pliegues, %GC, AGB; %GB) fueron superiores en las mujeres y las relativas al componente musculo esquelético (D, AMB) en los varones.
-  Mientras el IMC no muestra diferencias entre niños y las niñas de la misma edad a lo largo del período ontogénico analizado, el resto de los índices que se relacionan con la forma y distribución de la grasa, ponen de relieve el dimorfismo sexual. El IFC (ABSI), el ICC y el IC presentaron diferencias ( $p < 0,05$ ) entre varones y mujeres muy precozmente, (desde los 9 años) y el ICT, IMT, IPR y IMA (BMAI) en edades posteriores.
-  La valoración de la condición nutricional a partir del IMC reportó un total del 26,6% de exceso ponderal (30,2 % en varones; 25,0% en mujeres) y un 6,5% de insuficiencia ponderal que afectó en mayor medida a las mujeres (7,9%) que a los varones (3,2%). Utilizando como criterio la adiposidad relativa, la prevalencia de %GC >P90 de la referencia fue del 27% (38% en varones y 22,4% en mujeres). No se encontraron niños con un %GC inferior al P10 de la referencia, mientras que se hallaron en esta circunstancia el 6,4% de niñas. La obesidad abdominal valorada por un ICT >0,5 afectó al 30,6% en la serie masculina y del 24,6% en la femenina. Por tanto la obesidad general y abdominal fue siempre superior en los varones y esto se advirtió en los dos grupos de edad considerados.
-  La presión arterial sigue el modelo ontogénico descrito en la referencia RICARDIN con promedios ligeramente por debajo del P50 de dicho patrón para niños españoles. En ambos sexos, tanto la PAS como la PAD aumentan con la edad y lo mismo sucede


con la capacidad vital que mostró promedios significativamente superiores en los niños a todas las edades. La glucosa sanguínea, como se esperaba, se mantiene estable durante las edades estudiadas con ligeros aumentos ligados al desarrollo puberal a los 12 años en las niñas y a los 13 años en los niños. Los niveles de colesterol no muestran variaciones significativas a lo largo del período considerado permaneciendo en un rango entre 132 mg/dl-159mg/dl en varones y de 139 mg/dl-157mg/dl en las mujeres.


 La edad de menarquia, estimada por el método probítico, resultó de 11,94 años y calculada por el procedimiento retrospectivo de  $12,23 \pm 1,10$ . Esta cifra resulta inferior a la reportada para la población urbana de Madrid y otras poblaciones urbanas españolas analizadas en los años 80 y 90 del pasado siglo y el comienzo del presente, poniendo de relieve un posible descenso secular de este evento que marca el comienzo del intervalo reproductivo femenino.





 El valor promedio de la puntuación Kidmed ( $4,28 \pm 1,94$ ) se situó en el límite inferior de lo que se considera un nivel medio de adhesión a la DM. Mientras el 60% de la muestra sigue una dieta de calidad aceptable, únicamente al 10% de los escolares del presente estudio se clasificaron con una dieta de nivel óptimo. Se detectó una tendencia al mayor consumo de fruta, verdura y pescado en la serie femenina siendo también las mujeres quienes omiten el desayuno en mayor proporción.

 La ingesta diaria promedio entre los 9 y 12 años fue de  $2024,48 \pm 405,76$  Kcal en los niños y de  $2004 \pm 439,47$  kcal en las niñas, similar a estudios precedentes y cercanos en el tiempo como el ENALIA. Entre los 13 y 16 años, estos promedios se incrementan en los varones hasta las  $2075,15 \pm 455,39$  Kcal y disminuyen hasta  $1808,07 \pm 546,84$  Kcal en las mujeres. Tales cifras cubren en la serie masculina el 82,0% y 79,09% y en la serie femenina el 87,15% y el 72,32 % de las

recomendaciones de referencia. El consumo de lácteos frutas verduras cereales de desayuno disminuyó con la edad pero aumentó el consumo de pan blanco e integral y yogur o queso, sin embargo, por otro lado se detectó un bajo consumo de hidratos de carbono y un excedente en el consumo de grasas y proteínas con respecto a las recomendaciones de la SEDCA. Respecto a micronutrientes, solo se alcanzó la cobertura necesaria para la vitamina C y para el hierro en el grupo varones de menor edad.

 Las horas dedicadas semanalmente al deporte por los varones ( $5,03 \pm 3,67$ ) duplican las dedicadas por las mujeres ( $2,39 \pm 2,56$ ). Solo el 51,1% de los niños y el 16% de las niñas cumplen las recomendaciones de la OMS de 1 hora diaria de actividad física en edad escolar. El promedio de horas de sueño se redujo significativamente tanto en la serie masculina como en la femenina pasando de  $9,35 \pm 0,89$  a  $8,25 \pm 0,79$  en los niños y de  $9,30 \pm 1,01$  a  $8,10 \pm 0,77$  en las niñas. El 14,1 % de la serie masculina y el 19,7% de la femenina incumplen la normativa de la OMS que recomienda entre 8 y 10 horas de sueño. El grado de incumplimiento se eleva hasta el 47,3% en niños y hasta el 49,4 en niñas si se considera la recomendación de la National Sleep Foundation.

 La prevalencia de hipertensión ( $> P90$ ) para la muestra en su conjunto fue para la PAS del 5,3% y para la PAD del 6,3%. Poniendo el límite en el P95, las cifras de hipertensión se reducen al 2,9% y la 3,6% para la PAS y la PAD respectivamente. La hiperglucemia afectó al 14,4% (tomando como límite  $\geq 100$  mg/dl) y al 5,1% considerando como punto de corte  $\geq 110$  mg/ml. La prevalencia de hipercolesterolemia fue del 13,7% considerando el P75 de la referencia RICARDIN y se redujo al 5,2% atendiendo al valor P90 de la misma norma.

-  La condición nutricional influye de manera importante en la expresión de los componentes fisiometabólicos vinculados al SMet. La PA, los niveles de colesterol y los de glucosa (particularmente en las niñas) tiende a incrementarse con el grado de exceso ponderal (evaluado por IMC), con los niveles de adiposidad relativa (categoría percentilar de %GC) y con la obesidad abdominal (ICT>0,5). La capacidad vital se incrementa desde la categoría de IP hasta la de SB, pero disminuye en los escolares obesos.
-  Los niveles de glucosa y colesterol no se asociaron a la calidad de la dieta. Sin embargo, si se detectó asociación entre la puntuación Kidmed y la PA, ya que los escolares con dieta de baja calidad (Kidmed  $\leq 3$ ) registraron prevalencias de hipertensión significativamente superiores a los clasificados en dieta de calidad media (Kidmed 4-7) no detectándose ningún caso de hipertensión entre los niños y niñas que seguían una dieta de alta calidad (Kidmed  $\geq 8$ ).
-  Analizando de manera combinada el efecto del perfil antropométricos y los hábitos de vida sobre el padecimiento de al menos dos componentes de SMet se comprobó que un IMC de sobrepeso incrementaba el riesgo en 2,13 veces, un IMC de obesidad en 3,16, un %GC >P90 en 1,69 veces y la presencia de obesidad abdominal en 2,6 veces. Al mismo tiempo, se constató que la actividad física es un factor protector del SMet, ya que practicar al menos 1 hora diaria de ejercicio o practicar deporte extraescolar disminuye el riesgo en torno a un 20%. Mientras tanto, no dormir las horas necesarias (menos de 8 o más de 10) o mantener una dieta de baja calidad casi duplica el riesgo de SMet.
-  El análisis de curvas ROC puso de manifiesto la eficacia de los indicadores antropométricos tanto para la identificación del estado hipertensivo como para el diagnóstico de la presencia simultánea de al menos dos componentes fisiometabólicos

del SMet. Por lo que respecta a presión arterial elevada (PAS y PAD >P90 de la referencia RCARDIN) la mayor precisión correspondió al IMA (BMAI) en la serie masculina y el IMT en la femenina. La mayor parte de los catorce indicadores antropométricos integrados en el análisis mostraron una buena eficacia diagnóstica para detectar la concurrencia de al menos dos componentes del SMet, con ABC superiores a 0,7 en todos los casos con excepción del IC, ICC y AMB. Los que mostraron una mayor precisión, con ABC por encima de 0,8 fueron el IMT (0,812), el ICT (0,806) la suma de pliegues (0,804) y el IMA (BMAI) (0,800). En vista de la probada eficacia diagnóstica que han mostrado estos parámetros antropométricos, se dan en la presente investigación, puntos de corte que puedan ser utilizados en la detección precoz de los componentes de SMet en población pediátrica y adolescente española.

## 5.2. Consideraciones

Esta investigación presenta ciertas limitaciones. Por una parte, aunque la muestra es numerosa, se partía de población general conformada por sujetos aparentemente sanos. Por ello, la proporción de escolares que presentaron de manera simultánea dos o más componentes de SMet alcanzó al 5,9%, lo que ha limitado la desagregación en categorías de edad o sexo para la ejecución de determinados análisis matemáticos. Por otro lado, no fue posible obtener datos sobre los niveles de triglicéridos o fracciones de colesterol. Sin embargo, las fortalezas del presente estudio radican en la cantidad de variables analizadas tanto desde la perspectiva bioantropológica como desde el punto de vista del conocimiento de los hábitos ya que reúne información sobre dieta, actividad física y sueño.

De la detallada revisión efectuada para establecer el marco conceptual de esa tesis y de la comparación entre métodos diagnósticos del SMet en población infantil y juvenil, se deduce que no existe uniformidad de criterios y que la mayoría de los publicados hasta el momento son adaptaciones de métodos inicialmente propuestos para adultos. Todos ellos introducen la obesidad como un elemento básico, para dar un diagnóstico de SMet la sobrecarga ponderal u obesidad abdominal, junto a la presencia de al menos dos componentes fisiometabólicos alterados. Los resultados de la presente investigación han puesto de manifiesto que el exceso de peso y adiposidad así como la distribución central de la grasa, se encuentran estrechamente asociados a la hipertensión y al padecimiento concomitante de al menos dos alteraciones fisiometabólicas. De esta manera la condición nutricional se revela como un factor clave, potencialmente desencadenante del SMet y, en consecuencia, la antropometría presenta gran utilidad como herramienta en el diagnóstico precoz.



## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



- Abarca-Gómez L, Abdeen ZA, Hamid ZA, Abu-Rmeileh NM, Acosta-Cazares B, Acuin C et al. (2017). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*, 390: 2627–2642. doi: 10.1016/S0140-6736(17)32129-3.
- ADA - American Diabetes Association. (2000). Type 2 diabetes in children and adolescents. *Diabetes Care*, 23(3): 381–389. doi:10.2337/diacare.23.3.381.
- Addo OY, Himes JH. (2010). Reference curves for triceps and subscapular skinfold thicknesses in US children and adolescents. *Am J Clin Nutr*, 91(3):635-642. doi:10.3945/ajcn.2009.28385
- Addo OY, Himes JH, Zemel BS. (2017). Reference ranges for mid-upper arm circumference, upper arm muscle area, and upper arm fat area in US children and adolescents aged 1–20 y. *Am J Clin Nutr*, 105 (1):111–20. doi: 10.3945/ajcn.116.142190.
- AECOSAN - Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2013). Estudio ALADINO 2011: Estudio de Vigilancia Del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad En España 2011. Madrid. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.
- AECOSAN - Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2014). Estudio ALADINO 2013: Estudio de Vigilancia Del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad En España 2013. Madrid. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.
- AECOSAN - Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. (2016). Estudio ALADINO 2015: Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España. 2015. Madrid. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.
- AECOSAN - Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Observatorio de la Nutrición y Estudio de la Obesidad. (2019). Prevalencia de sobrepeso y obesidad en España en el informe “The heavy burden of obesity” (OCDE 2019) y en otras fuentes de datos. Disponible en: <https://n9.cl/aecosan>.

- Agencia Tributaria del Gobierno de España. Posicionamiento de los municipios mayores de 1.000 habitantes por Renta bruta media. 2017. [Consultado: abril, 2020]. Disponible en: <https://cutt.ly/0fnG2pW>.
- Agirbasli M, Tanrikulu AM, Berenson GS. Metabolic Syndrome: Bridging the Gap from Childhood to Adulthood. (2016). *Cardiovascular Therapeutics*, 34:30–36. doi: 10.1111/1755-5922.12165.
- Agudelo GM, Arias R. (2008). Prevalencia del síndrome metabólico en niños y adolescentes escolarizados del área urbana de la ciudad de Medellín. *Iatreia*, 21(3): 260-270.
- Ahrens W, Moreno LA, Marild S, Molnár D, Siani A, De Henauw S *et al.* (2014). Metabolic syndrome in young children: definitions and results of the IDEFICS study. *Int J Obes (Lond)*, 38(S2): 4-14. doi: 10.1038/ijo.2014.130.
- Alberti KG, Zimmet PZ. (1998): Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med*, 15(7):539-553.
- Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. (2006). Metabolic syndrome -a new worldwide definition. A Consensus Statement from the International Diabetes Federation. *Diabet Med*, 23: 469–480.
- Alborno R, Pérez I. (2012). Nutrición y síndrome metabólico. *Nutr clín diet hosp*, 32(3):92-97.
- Al-Hamad D, Raman V. (2017). Metabolic syndrome in children and adolescents. *Translational Pediatrics*, 6(4): 397–407. doi:10.21037/tp.2017.10.02
- Aldana–Rivera E, Carrero C, Orostegui–Santander MA. (2018). Dieta mediterránea, síndrome metabólico y perfil lipídico. En Bermúdez- Pirela V y Herazo-Beltrán Y (Ed.) Aspectos básicos en obesidad (pp.134-150). Barranquilla, Colombia: Ed. Universidad Simón Bolívar.
- Al-Sahab B, Ardern CI, Hamadeh MJ, Tamim H. (2010). Age at menarche in Canada: results from the National Longitudinal Survey of Children & Youth. *BMC public health*, 10:736. doi:10.1186/1471-2458-10-736.
- Alzate DA, Ramos S, Melo LG. (2011). Tejido adiposo en escolares entre 7 y 18 años de edad. *Hacia Promoc. Salud*, 16(2): 85-96. ISSN 0121-7577

- Anderson CA, Duffy DL, Martin NG, Visscher PM. (2007). Estimation of variance components for age at menarche in twin families. *Behav Genet*, 37(5):668-77. doi: 10.1007/s10519-007-9163-2.
- Aranceta-Bartrina J. (2013). *Nutrición Comunitaria* (3ª edición). Barcelona: Elsevier-Masson. ISBN: 9788445823910. 392 p. 2013.
- Aranceta-Bartrina J, Pérez C, Alberdi G, Serra-Majem Ll, Varela-Moreiras G. (2015). Utilidad y aplicación práctica de los resultados obtenidos en las encuestas alimentarias, de estimación de la actividad física y otros estilos de vida a nivel poblacional. *Rev Esp Nutr Comunitaria*, 21(S1):288-290. doi: 10.14642/RENC.2015.21.sup1.5076.
- Aranceta-Bartrina J, Gianzo-Citores M, Pérez-Rodrigo C. (2019). Prevalence of overweight, obesity and abdominal obesity in the Spanish population aged 3 to 24 years. The ENPE study. *Rev Esp Cardiol*, doi:10.1016/j.rec.2019.07.023.
- Aranceta-Bartrina J, Gianzo-Citores M, Pérez-Rodrigo C. (2020). Prevalencia de sobrepeso, obesidad y obesidad abdominal en población española entre 3 y 24 años. Estudio ENPE. *Rev Esp Cardiol*, 73(4): 290-299.
- Ardoy DN, Artero EG, Ruiz JR, Labayen I, Sjöström M, Castillo MJ *et al.* (2013). Effects on adolescents' lipid profile of a fitness-enhancing intervention in the school setting: the EDUFIT study. *Nutr Hosp*, 28(1):119-126. doi: 10.3305/nh.2013.28.1.6146.
- Aréchiga J, Marrodán MD, Mesa MS, Mejía MR. (1999). Análisis comparativo de la edad media de menarquia en población mexicana. *Anales del Museo de América*, 7: 259-26. ISSN 1133-8741, ISSN-e 2340-5724.
- Arencibia R, Hernández D, Linares. (2018). *Indicadores Antropométricos: Dimensiones, Índices e Interpretaciones para la Valoración del Estado Nutricional*. Ed. Uleam.131pp. ISBN: 978-9942-775-22-1.
- Asociación Médica Mundial (AMM). (2013). Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM) – Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2013 [Consultado: diciembre, 2019]. Disponible en: <https://bit.ly/2StaQBo>
- Aubert S, Barnes JD, Abdeta C, Abi Nader P, Adeniyi AF, Aguilar-Farias *et al.* (2018). Global Matrix 3.0 Physical Activity Report Card Grades for Children and Youth: Results and

- Analysis From 49 Countries. *Journal of Physical Activity and Health*, 15(S2):251–273. doi:10.1123/jpah.2018-0472.
- Ayechu A y Durá T. (2010). Calidad de los hábitos alimentarios (adherencia a la dieta mediterránea) en los alumnos de educación secundaria obligatoria. *An Sist Sanit Navar (online)*, 33(1):35–42. ISSN 1137-6627.
  - Ayuntamiento de Madrid. (2016). Indicadores de renta media según Distritos, Barrios y Secciones censales (2015-2016) (XLS). En: Renta media de los hogares (Atlas de distribución de renta de los hogares desde 2015). [Consultado: abril, 2020]. Disponible: <https://cutt.ly/LfnG0SF>.
  - Ayuntamiento de Madrid. (2017). Padrón Municipal de Habitantes «Superficie, Población y Densidad de los Distritos y Barrios de la Ciudad de Madrid» (XLS). Área de Gobierno de Economía, Hacienda. Subdirección General de Estadística. [Consultado: abril, 2020].
  - Baranowski ES, Barrett TG y Parsons L. (2019). Metabolic syndrome: unravelling or unravelled? *Paediatrics and Child Health*, 29(7):297–302. doi:10.1016/j.paed.2019.04.003.
  - Barón AE, Freyer B, Fixler DE. (1986). Longitudinal blood pressure in blacks, whites and Mexican Americans during adolescence and early adulthood. *Am J Epidemiol*, 123(5):809-817. doi: 10.1093/oxfordjournals.aje.a114310.
  - Barclay AW, Petocz P, McMillan-Price J, Flood VM, Prvan T, Mitchell P *et al.* (2008). Glycemic index, glycemic load, and chronic disease risk -a meta-analysis of observational studies. *Am J Clin Nutr*, 87(3):627-37. doi: 10.1093/ajcn/87.3.627.
  - Bass\_at\_home. (2007). Avenida de los Encuartes. Pozuelo de Alarcón. Licencia Wikimedia Commons. Disponible en: <https://cutt.ly/rfnG0eD>.
  - Barja S, Arnaiz P, Domínguez A, Villarroel L, Cassis B, Castillo O *et al.* (2011). Insulinemia e índice HOMA en niños y adolescentes chilenos. *Revista médica de Chile*, 139(11): 1435-1443.
  - Behnke AR. (1942). Physiologic studies pertaining to deep sea diving and aviation, specially in relation to the fat content and composition of the body: the Harvey lecture, March 19. *Bull N Y Acad Med*, 18 (9): 561- 85.
  - Bel-Comós J y Murillo-Valles M. (2011). Obesidad y síndrome metabólico. *Protoc diagn ter Pediatr*, 1:228-235.

- Bellido Cambrón MC. (2019). Trastornos del sueño: Repercusión de la cantidad y calidad del sueño en el riesgo cardiovascular, obesidad y síndrome metabólico. Tesis Doctoral. Universitat de les Illes Balears, Departamento de Medicina y cirugía, Islas Baleares.
- Benabdellah K. (2016). Adherencia a la dieta mediterránea y su papel en la prevención del síndrome metabólico .Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Farmacia. Madrid.
- Bergel ML, Cesani MF, Cordero ML, Navazo B, Olmedo S, Quintero F *et al.* (2014). Valoración nutricional de escolares de tres países iberoamericanos: Análisis comparativo de las referencias propuestas por el International Obesity Task Force (IOTF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS). *Nutr Clín Diet Hosp*, 34(1):8-15.
- Berkley J, Mwangi I, Griffiths K, Ahmed I, Mithwani S, English M, *et al.* (2005). Assessment of severe malnutrition among hospitalized children in rural Kenya -Comparison of weight for height and mid upper arm circumference. *JAMA*, 294:591-7. doi: 10.1001/jama.294.5.591.
- BOE – Boletín Oficial del Estado (1990). Ley 1/1990, de 3 de octubre, de Ordenación General del Sistema Educativo de España. Madrid, España. [Consultado: marzo, 2016]. Disponible en: <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1990-24172>
- BOE - Boletín Oficial del Estado (2011). Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal. Texto Consolidado con Última modificación a 4 de marzo de 2011. Madrid, España. [Consultado: diciembre, 2015]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/lo/1999/12/13/15>
- BOE - Boletín Oficial del Estado (2018). Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Texto Consolidado con Última modificación a 5 de diciembre de 2018. Madrid, España. [Consultado: diciembre, 2019]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/lo/2018/12/05/3/con>
- Bolívar-Mejía A, Vesga BE, Vera LM. (2019). Prevalencia del síndrome metabólico según tres diferentes definiciones en una población colombiana. *Medicina Interna de México*, 35(3):355-363.
- Borderías L, Villarroel M, Rubio S, Egido M, Martínez J. (1997) Spirometric changes in acclimatised humans at high altitude (5450 m). *Eur Respir J*, 10(S25):179.

- Boucher HG, Miller B, Richardson L, Juvancic-Hetzel JA. (2019). Exploring the utility of MUAC in classifying adult metabolic syndrome risk using NHANES 2015-2016. *Med Sci Sports Exerc*, 51(S1):975. doi:10.1249/01.mss.0000563424.45846.11.
- Brambilla P, Bedogni G, Moreno L, Goran MI, Gutin B, Fox KR *et al.* (2006). Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int J Obes* 30(1):23–30. doi:10.1038/sj.ijo.0803163.
- Brook CGD (1971). Determination of body composition of children from skinfold measurements. *Arch Dis Child*, 46: 182-4.
- Browning LM, Hsieh SD y Ashwell M. (2010). A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0,5 could be a suitable global boundary value. *Nutrition Research Reviews*, 23, 247–269.
- Brooks-Gunn J, y Warren MP. (1988). Mother-daughter differences in menarcheal age in adolescent girls attending national dance company schools and non-dancers. *Ann Hum Biol*, 15(1): 35–43. doi:10.1080/03014468800009441.
- Buchan DS, Ollis S, Young JD, Thomas NE, Cooper SM, Tong TK *et al.* (2011). The effects of time and intensity of exercise on novel and established markers of CVD in adolescent youth. *American J Hum Biol*, 23(4): 517-526. doi:10.1002/ajhb.21166.
- Caamaño F, Delgado P, Jerez D, Osorio A. (2016). Bajos niveles de rendimiento físico, VO2MAX y elevada prevalencia de obesidad en escolares de 9 a 14 años de edad. *Nutr Hosp*, 33(5):1045-1051. doi:10.20960/nh.565
- Cabanes A, Ascunce N, Vidal E, Ederra M, Barcos A, Erdozain N, *et al.* (2009). Decline in age at menarche among Spanish women born from 1925 to 1962. *BMC Public Health*, 9:449. doi: 10.1186/1471-2458-9-449
- Cabañas Armesilla, MD. (2008). Antropometría e Índices de Salud (Madrid). Facultad de Medicina, Universidad Complutense de Madrid (Nivel 3 ISAK).
- Cabañas MD y Esparza F (eds.). (2009). Compendio de Cineantropometría. Madrid. Editorial CTO. 2009.
- Martín-Castellanos A, Cabañas MD, Barca FJ, Martín-Castellanos P, Gómez Barrado JJ. (2017). Obesidad y riesgo de infarto de miocardio en una muestra de varones europeos. El

- índice cintura-cadera sesga el riesgo real de la obesidad abdominal. *Nutr Hosp*, 34:99-106. ISSN 0212-1611.
- Cabrera-Rode E, Bioti Y, Madrazo SM, Parlá J, Arranz C, Olano R, et al. (2011). Índice cintura-cadera contra perímetro cintura para el diagnóstico del síndrome metabólico en niños y adolescentes con familiares de primer grado diabéticos tipo 1. *Rev Cuba Endocrinol*, 22(3):182-195
  - Caicedo-Álvarez JC, Correa-Bautista JE, González-Jiménez E, Schmidt-RioValle J, Ramírez-Vélez R. (2016). Waist circumference distribution in Colombian schoolchildren and adolescents: The FUPRECOL Study. *Endocrinol Nutr*, 63(6):265-273. doi: 10.1016/j.endoen.2016.06.002.
  - Calatayud-Sáez F, Calatayud-Moscoso del Prado B, Gallego JG. (2011). Efectos de una dieta mediterránea tradicional en niños con sobrepeso y obesidad tras un año de intervención. *Pediatría Atención Primaria*, 13(52): 553-569. doi:10.4321/S1139-76322011000600005.
  - Calcaterra V, Larizza D, De Silvestri A, Albertini R, Vinci F, Regalbutto C, et al. (2020). Gender-based differences in the clustering of metabolic syndrome factors in children and adolescents. *JPEM*, 33(2): 279-288. doi:10.1515/jpem-2019-0134.
  - Calderón A, Marrodán MD, Villarino A, Martínez-Álvarez JR. (2019). Valoración del estado nutricional y de hábitos y preferencias alimentarias en una población infanto-juvenil (7 a 16 años) de la Comunidad de Madrid. *Nutr Hosp*, 36(2):394-404. doi: 10.20960/nh.2244.
  - Cámara-Hurtado M, Sánchez-Mata MC, Esperanza-Torija I. (2008). Servicio de Promoción de la Salud Instituto de Salud Pública Consejería de Sanidad y Consumo. Monografía: Frutas y verduras, fuentes de salud. En: Nutrición y Salud. Ed: José Antonio Pinto Fontanillo. Nueva Imprenta S.A. Madrid. 2008. Disponible en: <https://cutt.ly/Cs2GU0V>.
  - Cameron N. (2002). Assesment of maduration. In Human and development. Ed: Cameron N. Academic Press, San Diego, Ca;2002:363-382
  - Canelón SP y Boland MR. (2020). A Systematic Literature Review of Factors Affecting the Timing of Menarche: The Potential for Climate Change to Impact Women's Health. *Int. J. Environ Res Public Health*, 17(5):1703. doi:10.3390/ijerph17051703.
  - Cappuccio FP, Taggart FM, Kandala MB, Currie A, Peile E, Stranges S et al. (2008). Meta-analysis of short sleep duration and obesity in children and adults. *Sleep*, 31:619-626. doi: 10.1093/sleep/31.5.619.

- Carmenate Moreno MM, Marrodán Serrano MD, Mesa Saturnino MS, González Montero de Espinosa M, Alba Díaz JA. (2007). Obesidad y circunferencia de la cintura en adolescentes madrileños. *BVSCUBA*, 33(3):1-9.
- Carrascosa A, Fernández JM, Fernández C, Ferrández A, López-Siguero JP, Sánchez E, *et al.* (2008). Estudio transversal español de crecimiento 2008. Parte II: valores de talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento a la talla adulta. *An Pediatr (Barc)*, 68(6): 552-569.
- Carrascosa A, Yeste D, Moreno-Galdó A, Gussinyé M, Ferrández Á, Clemente M *et al.* (2018). Índice de masa corporal e índice de masa triponderal de 1.453 niños milenarios sanos no obesos, desnutridos y saludables. El estudio de crecimiento longitudinal de Barcelona. *An Pediatr*, 89(3): 137-143.
- Carter JEL, Ross WD, Duquet W, Aubry SP. (1983). Advances in somatotype methodology and analysis. *Yearbook of Physical Anthropology*, 26:193-213.
- Carter JEL y Heath BH. (1990). Somatotyping. Development and Applications. Cambridge: Cambridge University Press.1990
- Castañeda CD. (2018). La antropometría en la infancia: su valor. *UNIANDÉS Cienc Salud*, 1(1): 28–37.
- Castro-Piñero J, Laurson KR, Artero EG, Ortega FB, Labayen I, Ruperez AI *et al.* (2019). Muscle strength field-based tests to identify European adolescents at risk of metabolic syndrome: The HELENA Study. *Journal of Science and Medicine in Sport*. doi: 10.1016/j.jsams.2019.04.008.
- CDC - Centers for Disease Control and Prevention & NCHS - National Center for Health Statistics. (2000). CDC growth charts. [Consultado: diciembre, 2019]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/growthcharts/charts.htm>
- Chacín M, Bermúdez V, Rojas Quintero JJ, Núñez PM, Añez R. (2012). Predisposición humana a la obesidad, síndrome metabólico y diabetes: el genotipo ahorrador y la incorporación al genoma humano desde la antropología biológica. *Diabet Int*, 3:11-23.
- Chacón-Cuberos R, Castro-Sánchez M, Muros-Molina JJ, Espejo-Garcés T, Zurita-Ortega F, Linares-Manrique M. (2016). Adhesión a la dieta mediterránea en estudiantes universitarios y su relación con los hábitos de ocio digital. *Nutr Hosp*, 33: 405-410. doi: 10.20960/nh.124

- Chang YT, Hayter M, Wu SC. (2010). A systematic review and meta-ethnography of the qualitative literature: experiences of the menarche. *J Clin Nurs*, 19(3-4):447-460. doi:10.1111/j.1365-2702.2009.03019.x
- Chen W, Srinivasan SR, Elkasabany A, Berenson GS. (1999). Cardio-vascular risk factors clustering features of insulin resistance syndrome (Syndrome X) in a biracial Black-White population of children, adolescents, and young adults: the Bogalusa Heart Study. *Am J Epidemiol*, 150:667-674.
- Chen W y Berenson GS. (2007). Metabolic syndrome: definition and prevalence in children. *J Pediatr (Rio J)*, 83(1):1-3. doi:10.2223/JPED.1584.
- Chen X, Beydoun MA, Wang Y. (2008). Is sleep duration associated with childhood obesity? A systematic review and meta-analysis. *Obesity*, 16: 265-274. doi: 10.1038/oby.2007.63.
- Chen Y, Zhang Y, Wang L. (2018). Low Diagnostic Accuracy of Body Mass Index-Based and Waist Circumference-Based References of Childhood Overweight and Obesity in Identifying Overfat among Chinese Children and Adolescents. *BioMed Research International*, ID 4570706: 1-9. doi: 10.1155/2018/4570706.
- Chiquete E, Ochoa-Guzmán A, Domínguez-Moreno R, Tolosa P, Ruiz-Madrigal B, Godínez-Gutiérrez SA *et al.* (2012). Índice de distribución de la grasa corporal (IDGC): Un nuevo método antropométrico para la predicción de adiposidad. *Rev Endocrinol Nutr*, 20(4):145-151.
- Chiquete E, Ruiz-Sandoval JL, Ochoa-Guzmán A, Sánchez-Orozco LV, Lara-Zaragoza EB, Basaldúa N. (2013). The Quételet index revisited in children and adults. *Endocrinol Nutr*, 61(2): 87-92. doi:10.1016/j.endonu.2013.06.001.
- Cicek B, Ozturk A, Unalan D, Bayat M, Yazicioglu MM, Kurtoglu S. (2014). Four-site skinfolds and body fat percentage references in 6-to-17-year old Turkish children and adolescents. *J Pak Med Assoc*, 64: 1154-1161.
- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM y Dietz WH. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal*, 320: 1240-43. doi: 10.1136/bmj.320.7244.1240.
- Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D y Jackson AA. (2007). Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *British Medical Journal*, 335: 194-202. doi: 10.1136/bmj.39238.399444.55.

- Cook S, Weitzman P, Auinger M, Nguyen M, Dietz W. (2003). Prevalence of a Metabolic Syndrome Phenotype in Adolescents. Findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 157:821-827.
- Cordente CA, García P, Sillero M y Domínguez J. (2007). Relación del nivel de actividad física, presión arterial y adiposidad corporal en adolescentes madrileños. *Revista Española de Salud Pública*, 81(3): 307-317.
- Cornejo J y Llanas JD. Epidemiología del síndrome metabólico en pediatría. (2013). *Evid Med Invest Salud*, 6(3): 89-94.
- Cossio-Bolaños M, de Arruda M, Andruske CL, Luarte-Rocha C, Gómez-Campos R. (2016). Secular trends of physical growth and abdominal adiposity of school children and adolescents living at a moderate altitude in Peru. *Am J Phys Anthropol*, 162(2): 385–392. doi:10.1002/ajpa.23121
- Crates. 2007. Mapa de los distritos de Madrid. Licencia Wikimedia Commons. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Distritos\\_de\\_Madrid.svg](https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Distritos_de_Madrid.svg)
- Cruz ML y Goran MI. (2004). The metabolic syndrome in children and adolescents. *Curr Diab Rep*, 4:53-62.
- Curilem-Gatica C, Flores AA, Rodríguez FR, Farias TY, de la Rosa FB, Salazar CM *et al.* (2016). Evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes: Directrices y recomendaciones. *Nutr Hosp*, 33(3): 734–738. doi: 10.20960/nh.285.
- Das S, Bose K. (2011). Body mass abdominal index: a new index for adiposity among preschool children. *Ibrahim Medical College Journal*, 5(1): 9-12.
- Daniels SR, Khoury PR, Morrison JA. (2000). Utility of Different Measures of Body Fat Distribution in Children and Adolescents. *Am J Epidemiol*, 152:1179–1184. doi: 10.1093/aje/152.12.1179
- Das RR, Mangaraj M, Panigrahi SK, Satapathy AK, Mahapatro S, y Ray PS. (2020). Metabolic Syndrome and Insulin Resistance in Schoolchildren From a Developing Country. *Frontiers in Nutrition*, 7(31):1-7. doi:10.3389/fnut.2020.00031.
- Davidsson L, Alkhabbaz E, Vijayan V, Alhubail A, Shaltout A, Alkandari H. (2020). Intermediate hyperglycaemia, insulin resistance and metabolic syndrome among obese Arab

- children (12–17 years old) in Kuwait. *Primary Care Diabetes*, In press. doi: 10.1016/j.pcd.2020.02.001.
- Day FR, Thompson DJ, Helgason H, Chasman DI, Finucane H, Sulem P. (2017). Genomic analyses identify hundreds of variants associated with age at menarche and support a role for puberty timing in cancer risk. *Nat Genet*, 49(6): 834–841. doi:10.1038/ng.3841.
  - De Boer MD. (2019a). Assessing and Managing the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *Nutrients*, 11: 1788. DOI: 10.3390/nu11081788.
  - De Boer MD, Filipp SL, Gurka MJ. (2019b). Geographical variation in the prevalence of obesity and metabolic syndrome among US adolescents. *Pediatr Obes*, 14(4): e12483. doi:10.1111/ijpo.12483.
  - De Ferranti SD, Gauvreau K, Ludwig DS, Neufeld EJ, Newburger JW, Rifai N. (2004). Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation*, 110:2494-2497.
  - De la Cerda F y Herrero C. (2014). Hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Protoc diagn ter pediatr*, 1:171-89. ISSN 2171-8172.
  - De la Montaña J, Castro L, Cobas N, Rodríguez M, Míguez M. (2012). Adherencia a la Dieta Mediterránea y su relación con el índice de masa corporal en universitarios de Galicia. *Nutr Clín Diet Hosp*, 32 (3): 72-80.
  - De Lorenzo A, Romano L, Di Renzo L, Gualtieri P, Salimei C, Carrano E *et al.* (2019). Triponderal mass index rather than body mass index: An indicator of high adiposity in Italian children and adolescents. *Nutrition* 60: 41-47.
  - Díaz-Curiel M, Botella B, Garcés Mv, Ruiz M, Turbí C. (2000). Densidad mineral ósea en niños y adolescentes medida por absorciometría dual de rayos X. *REEMO*, 9(4): 137-141.
  - Díez-Navarro A, Marrodán MD, Gómez A, Rivero E, Vargas A, Brizuela JL *et al.* (2017). Female eco-stability and severe malnutrition in children: Evidence from humanitarian aid interventions of Action Against Hunger in African, Asian and Latin American countries. *Nutr Clín Diet Hosp*, 37 (4): 127-134.
  - Dereń K, Nyankovskyy S, Nyankovska O, Łuszczki E, Wyszzyńska J, Sobolewski M *et al.* (2018). The prevalence of underweight, overweight and obesity in children and adolescents from Ukraine. *Scientific Reports*, 8(1):3625. doi: 10.1038/s41598-018-21773-4.

- Duarte JA, Ribeiro JC, Oliveira J, Mota J. (2004). The relationship between physical activity and cholesterol levels in children and adolescents. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil*, 4(2): 185-192.
- Durnin JV y Rahaman MM. (1967). The assessment of the amount of fat in the human body from measurements of skinfold thickness. *Br J Nut*, 21(3): 681-689.
- Durá T y Castroviejo A. (2011). Adherencia a la dieta mediterránea en la población universitaria. *Nutr Hosp*, 26(3): 602-608. ISSN 1699-5198.
- Echeverría G y Rigotti A. (2017). Impacto de la dieta mediterránea sobre las lipoproteínas de alta densidad. *Revista chilena de cardiología*, 36(2): 136-143.
- EFSA - European Food Safety Authority. Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). (2010). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA J*, 8(3): 1462. doi:10.2903/j.efsa.2010.1462
- Efstathiou SP, Skeva II, Zorbala E, Georgiou E, Mountokalakis TD. (2012). Metabolic syndrome in adolescence: can it be predicted from natal and parental profile? The Prediction of Metabolic Syndrome in Adolescence (PREMA) Study. *Circulation*, 125: 902-10.
- Entwisle DR y Astone NM. (1994). Some Practical Guidelines for Measuring Youth's Race/Ethnicity and Socioeconomic Status. *Child Development* 65 (6): 1521-1540.
- Esposito K, Kastorini CM, Panagiotakos DB, Giugliano D. (2013). Mediterranean diet and metabolic syndrome: an updated systematic review. *Rev Endocr Metab Disord*, 14(3):255-263.
- Euling SY, Selevan SG, Pescovitz OH, Skakkebaek NE. (2008). Role of Environmental Factors in the Timing of Puberty. *Pediatrics*, 121 (S3):167-171. doi:10.1542/peds.2007-1813C
- Evangelou E, Warren HR, Mosen-Ansorena D, Mifsud B, Pazoki R, Gao H *et al.* (2018). Genetic analysis of over 1 million people identifies 535 new loci associated with blood pressure traits. *Nat Genet*. 50: 1412–1425. doi:10.1038/s41588-018-0205-x
- F de Halley. (2007). Vista aérea de la Avenida de Europa de Pozuelo. GNU Free Documentation License. Disponible en: <https://cutt.ly/dfnGMrm>.
- Fall T e Ingelsson E. (2014). Genome-wide association studies of obesity and metabolic syndrome. *Mol Cell Endocrinol*, 382:740-57.

- Falkner B, Gidding SS, Portman R, Rosner B. (2008). Blood Pressure Variability and Classification of Prehypertension and Hypertension in Adolescence. *Pediatrics*, 122(2):238-242. doi: 10.1542/peds.2007-2776.
- Fatima Y, Doi SAR, Mamun AA. (2015). Longitudinal impact of sleep on overweight and obesity in children and adolescents: a systematic review and bias-adjusted meta-analysis. *Obesity Rev*, 16 (2): 137-49. doi: 10.1111/obr.12245.
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2019). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2019. Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía. Roma, FAO. 2019
- FEN y FINUT - Fundación Española de Nutrición y Fundación Iberoamericana de Nutrición. (2019). Estudio EsNuPi. Estudio Nutricional de la Población Española. 2019. Disponible en: [https://www.finut.org/wp-content/uploads/2019/10/Dossier\\_EsNuPI.pdf](https://www.finut.org/wp-content/uploads/2019/10/Dossier_EsNuPI.pdf).
- Fernández C, Lorenzo H, Vrotsou K, Aresti U, Rica I y Sánchez E. (2011). Estudio de Crecimiento de Bilbao. Curvas y Tablas de Crecimiento (Estudio transversal). 2011. Fundación Faustino Orbeago. 2011.
- Fernández-Bergés D, Félix-Redondo FJ, Lozano L, Pérez-Castánd JF, Sanz H, Cabrera De León A, *et al.* (2011). Prevalencia de síndrome metabólico según las nuevas recomendaciones de la OMS. Estudio HERMEX. *Gac Sanit*, 25(6):519–524.
- Fernández-del Olmo R, Prado-Martínez C. (2005). Cambio secular en crecimiento y ciclo reproductor femenino en la población madrileña en las últimas seis décadas. *Antropo*, 9: 77-88.
- Fernández-Del Olmo R y Prado Martínez C. (2005). Cambio secular en crecimiento y ciclo reproductor femenino en la población madrileña en las últimas seis décadas. *Antropo*, 9:77-88. Disponible en: [www.didac.ehu.es/antropo](http://www.didac.ehu.es/antropo).
- Fernández-López JA, Remesar X, y Alemany M. (2005). Ventajas teóricas del índice de Rohrer ( $P/A^3$ ) sobre el índice de masa corporal ( $P/A^2$ ) para la estimación de la adiposidad en humanos. *Rev Esp Obes*, 3(1): 47-55. Trabajos inéditos. Disponible en: <https://cutt.ly/VfnGNzA>.
- Ferreira-Pinto E, Gomes de Amorim G, Alves-Bezerra T, Neco-de Souza A, dos Santos FD, Oliveira-Carvalho F *et al.* (2018). Antropometría, Perfil Lipídico y Niveles de Actividad

- Física como Indicadores de Riesgo Cardiovascular en Adolescentes. *JEP online*, 21(4):90-99.
- Fernández-Vázquez R, Millán A, Barbancho MA, Alvero-Cruz JR. (2015). Predicción del síndrome metabólico por bioimpedancia abdominal y antropometría en hombres de mediana edad. *Nutr Hosp*, 32(3):1122-1130.
  - Finney DF. (1971). *Provit analysis*. Cambridge University Press. Cambridge.
  - Flores-Alfaro E, Cruz-López M, Alarcón Romero LC, Moreno-Godínez ME, del Moral-Hernández O, Vences Velázquez A *et al.* (2015). Marcadores genéticos relacionados con el desarrollo de síndrome metabólico y riesgo de enfermedad coronaria cardiaca. *Acta Universitaria*, 25(1):9-13.doi: 10.15174/au.2015.751.
  - Forero Y, Morales GE, Benítez E. (2013). Comparación de dos metodologías utilizadas para la determinación del síndrome metabólico en población adulta. *Biomédica*, 33:233-234.
  - Ford ES, Ajani UA, Mokdad AH. (2005). The metabolic syndrome and concentrations of C-reactive protein among U.S. youth. *Diabetes Care*, 28:878-281.
  - Ford ES y Li C. (2008). Defining the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Will the Real Definition Please Stand Up? *J Pediatr*, 152:160-164.
  - Fleta J, Mur L, Rodríguez G, Moreno L, Bueno M, Olivares JL. (1999). Incremento secular del tejido adiposo en adolescentes zaragozanos desde 1980 hasta 1995. *Med Clin (Barc)*,113(19):726-9.
  - Fleta J, Rodríguez G, Mur L, Moreno L, Bueno M. (2000). Tendencia secular del tejido adiposo corporal en niños prepúberes. *An Esp Pediatr*, 52:116-22. ISSN 0302-4342.
  - Fredriks AM, van Buuren S, Fekkes M, Verloove-Vanhorick SP, Wit JM. (2005). Are age references for waist circumference, hip circumference and waist-hip ratio in Dutch children useful in clinical practice? *Eur J Pediatr*, 164(4):216-222. doi:10.1007/s00431-004-1586-7.
  - Frisancho RA, Velásquez T, Sanchez J. (1973). Influence of Developmental Adaptation on Lung Function at High Altitude. *Human Biology*, 45 (4):583-594.
  - Frisancho R. (1990). *Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status*. University of Michigan Press. Ann Arbor, MI. EEUU.1990.

- Friend A, Craig L, Turner S. (2013). The prevalence of metabolic syndrome in children: A systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat Disord*, 11:71–80. doi: 10.1089/met.2012.0122.
- Friend A, Craig L, y Turner S. (2013). The Prevalence of Metabolic Syndrome in Children: A Systematic Review of the Literature. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 11(2): 71–80. doi:10.1089/met.2012.0122
- Frithioff-Bøjsøe C, Lund MAV, Kloppenborg JT, Nielsen TTH, Fonvig CE, Lausten-Thomsen U *et al.* (2019). Glucose metabolism in children and adolescents: Population-based reference values and comparisons to children and adolescents enrolled in obesity treatment. *Pediatric Diabetes*, 20: 538– 548. doi:10.1111/pedi.12859
- Fundación Gasol. (2019). Estudio PASOS. Resultados principales del estudio PASOS 2019 sobre la actividad física, los estilos de vida y la obesidad de la población española de 8 a 16 años. Disponible en: <https://n9.cl/8dvn>
- Galván A. (2020). The Need for Sleep in the Adolescent Brain. *Trends Cogn Sci*, 24(1):79-89. doi: 10.1016/j.tics.2019.11.002.
- García-Artero E, Ortega FB, Ruiz JR, Mesa JL, Delgado M, González-Gross M *et al.* (2007). Lipid and Metabolic Profiles in Adolescents Are Affected More by Physical Fitness Than Physical Activity (AVENA Study). *Rev Esp Cardiol*, 60(6): 581-588.
- García-García E. (2015). Obesidad y síndrome metabólico en pediatría. En Curso de Actualización en Pediatría AEPap. Lua Ediciones 3.0:71–84. 2015. Disponible en: <https://mail.aepap.org/sites/default/files/cursoaepap2015p71-84.pdf>
- García-Borreguero D. (2016). Principales retos en la investigación sobre los hábitos de sueño. En: Jurado *et al.* Sueño saludable: evidencias y guías de actuación. Documento oficial de la Sociedad Española de Sueño. *Rev Neurolo*, 63 (S2): 23-25. ISSN 0210-0010.
- Gao C, Zhang X, Wang D, Wang Z, Li J, Li Z. (2018). Reference values for lung function screening in 10- to 81-year-old, healthy, never-smoking residents of Southeast China. *Medicine*, 97:34. doi:10.1097/MD.00000000000011904.
- Garduño-Espinosa J, Ávila-Montiel D, Quezada-García AG, Merelo-Arias CA, Torres-Rodríguez V, y Muñoz-Hernández O. (2019). La obesidad y el genotipo ahorrador. Determinismo biológico y social versus libre albedrío. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 76(3): 106-112.

- Garnett SP, Baur LA, Cowell CT. (2011). The prevalence of increased central adiposity in Australian school children 1985 to 2007. *Obes Rev*, 12:887–96. doi:10.1111/j.1467-789X.2011.00899.x
- Garrido-Miguel M, Cavero-Redondo I, Álvarez-Bueno C, Rodríguez-Artalejo F, Moreno L, Ruiz JR, *et al.* (2019). Prevalence and Trends of Overweight and Obesity in European Children From 1999 to 2016. A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr*, 173(10):e192430. doi:10.1001/jamapediatrics.2019.2430.
- Gasparin CC, Leite N, Tureck LV, Souza R, Milano-Gai GE, Silva LR *et al.* (2018). Effects of polymorphisms in APOB, APOE, HSD11 $\beta$ 1, PLIN4, and ADIPOQ genes *on lipid profile and anthropometric variables related to obesity in children and adolescents*. *Genetics and molecular biology*, 41(4):735–741. doi: 10.1590/1678-4685-GMB-2017-0195.
- Gavela T. (2010). Análisis de la influencia de factores nutricionales y bioquímicos sobre la edad de la menarquia. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Medicina, Departamento de Pediatría. Madrid
- Gifex. (2020). Galería de Mapas, Fotos e Imágenes Satélite de Gifex. Mapa mudo de la Comunidad de Madrid. Disponible en: [shorturl.at/wHTZ8](http://shorturl.at/wHTZ8).
- Gil-Flores J. (2003). Medición del nivel socioeconómico familiar en el alumnado de Educación Primaria. En: *Revista de Educación del Ministerio de Educación*, 362: 298-322. doi: 10.4438/1988-592X-RE-2011-362-162.
- Global Burden of disease (GBD). (2016). Causes of Death Collaborators (2017). Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet*, 390(10100):1151-1210.
- Golley RK, Magarey AM, Steinbeck KS, Baur LA, Daniels LA. (2006). Comparison of metabolic syndrome prevalence using six different definitions in overweight pre-pubertal children enrolled in a weight management study. *Int J Obes (Lond)*, 30:853-60.
- González FJ, Cadarso C, Valdés L, Leis R, Cabanas T, Tojo R, *et al.* 2008. Valores de referencia de función respiratoria en niños y adolescentes (6-18 años) de Galicia. *Arch Bronconeumol*, 44(6):295-302.

- González-Barcala FJ, Cadarso Suárez C, Valdés Cuadrado L, Leis R, Cabanas R, Tojo R. (2008). Lung function reference values in children and adolescents aged 6 to 18 years in Galicia. *Arch Bronconeumol*, 44(6):295-302.
- González-Jiménez E, Montero-Alonso MA y Schmidt-RioValle J. (2013). Estudio de la utilidad del índice de cintura-cadera como predictor del riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Nutr Hosp*, 28(6):1993-1998.
- Gonzalez-Jimenez E, Montero-Alonso MA, Schmidt-RioValle J, Garcia-Garcia CJ, Padez C. (2015). Metabolic syndrome in Spanish adolescents and its association with birth weight, breastfeeding duration, maternal smoking, and maternal obesity: A cross-sectional study. *Eur J Nutr*, 54:589–597. doi: 10.1007/s00394-014-0740-x.
- González-Montero de Espinosa y Marrodán MD. (2003). Crecimiento y dieta. Hábitos de los jóvenes españoles. España: Fundación Santa María. ISBN 84-288-1814-2. 2003.
- González-Montero de Espinosa M, Herráez A, Marrodán MD. 2013. Factores determinantes del índice de masa corporal en escolares españoles a partir de las Encuestas Nacionales de Salud. *Endocrinol Nutr*, 60:371-378.
- González-Montero de Espinosa M y Marrodán MD. (2018) .La Antropometría una herramienta básica en la evaluación nutricional. En: Antropometría un recurso esencial en la evaluación del estado nutritivo. Avances en Alimentación, Nutrición y Dietética. Eds: Martínez-Álvarez JR y Villarino A. Fundación Alimentación Saludable. Ed. Punto Didot. ISBN: 978-84-17495-81-7. 2019.
- González-Sánchez, José Luis. (2004). Genética del síndrome metabólico. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Facultad De Farmacia. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular II. Madrid.
- Goodman E, Daniels SR, Morrison JA, Huang B, Dolan LM. (2004). Contrasting prevalence demographic disparities in the World Health Organization and National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III definitions of metabolic syndrome among adolescents. *Journal of Pediatrics*, 145(4):445–451. doi:10.1016/j.jpeds.2004.04.059.
- Gorostiza G, Busto R, Serrano MD. (2008). Indicadores antropométricos de adiposidad en adolescentes españoles. *Zainak Cuadernos de Antropología-Etnografía*, 30:85–95. ISSN 1137-439X.

- Grande RM, Gutierrez E, Arguelles F. (1993). Manual de técnicas antropométricas en el recién nacido. Ed. Ergón. Madrid, 1993.
- Grundy SM. (2005). Metabolic syndrome scientific statement by the American Heart Association and the National Heart, Lung, and Blood Institute. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 25:2243-44.
- Grupo Cooperativo Español para el Estudio de los Factores de Riesgo Cardiovascular en la Infancia y Adolescencia. (1995). Factores de riesgo cardiovascular en la infancia y adolescencia en España. Estudio RICARDIN II: Valores de Referencia. *An Esp Pediatr*, 43: 11-17.
- Guimarey LM, Castro LE, Torres MF, Cesani MF, Luis MA, Quintero FA *et al.* 2014. Secular changes in body size and composition in schoolchildren from La Plata city (Argentina). *Anthropol Anz*, 71(3):287-301. doi: 10.1127/0003-5548/2014/0364.
- Günther AL, Karaolis-Danckert N, Kroke A, Remer T, Buyken AE. (2010). Dietary protein intake throughout childhood is associated with the timing of puberty. *J Nutr*, 140(3):565-571. doi:10.3945/jn.109.114934.
- Gurney JM, Jelliffe DB. (1973). Arm anthropometry in nutritional assessment: normogram for rapid calculation of muscle circumference and cross-sectional muscle areas. *Am J Clin Nutr*, 26: 12-5.
- Hagen EW, Starke SJ, Peppard PE. (2015). The Association Between Sleep Duration and Leptin, Ghrelin, and Adiponectin Among Children and Adolescents. *Curr Sleep Medicine Rep*, 1: 185–194. doi: 10.1007/s40675-015-0025-9.
- Hansen TK, Dall R, Hosoda H, Kojima M, Kangawa K, Christiansen JS *et al.* (2002). Weight loss increases circulating levels of ghrelin in human obesity. *Clin Endocrinol*, 56: 203-206.
- Hauser RM. (1994). Measuring Socioeconomic Status in Studies of Child Development. *Child Development*, 65 (6): 1541-1545.
- Hauspie R. (2005). Crecimiento y desarrollo. En: Para comprender la Antropología Biológica. Evolución y Biología Humana. Eds. Rebato E, Susanne C y B. Chiarelli. Editorial Verbo Divino, Estella (Navarra). pp: 485-495.

- He C, Kraft P, Chen C, Buring JE, Paré G, Hankinson SE *et al.* (2009). Genome-wide association studies identify novel loci associated with age at menarche and age at natural menopause. *Nature Genetics*, 41 (6):724-728. doi: 10.1038/ng.385.
- Hercberg S, Deheeger M, Preziosi P. (1994). SU-VI-MAX. Portions alimentaires. Manuel photos pour l'estimation des quantités. Polytechnica: Paris.
- Hernández MI y Mericq V. (2011). Metabolic syndrome in children born small-for-gestational age. *Arq Bras Endocrinol Metab*, 55(8):583-589.
- Hernández M, Castellet J, Narvaiza, JL, Rincón JM, Ruiz I, Sánchez E *et al.* (1988). Curvas y tablas de crecimiento. Instituto de Investigaciones sobre Crecimiento y Desarrollo. Bilbao. Fundación Orbegozo. 1988.
- Hernández-Rodríguez J, Duchi Jimbo PN. (2015). Índice cintura/talla y su utilidad para detectar riesgo cardiovascular y metabólico. *Rev Cuba Endocrinol*, 26 (1): 66-76.
- Hernández-Rodríguez J, Jorge Mendoza Choqueticlla, Paola Duchi Jimbo. (2017). Índice de conicidad y su utilidad para detectar riesgo cardiovascular y metabólico. *Rev Cuba Endocrinol*, 28(1): 1-13.
- Hirshkowitz M, Whiton K, Albert SM, Alessi C, Bruni O, DonCarlos L, *et al.* (2015). National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations: methodology and results summary. *Sleep Health*, 1 (1): 40-3.
- Huang RC, Mori TA, Burrows S, Le Ha C, Oddy WH, Herbiso C *et al.* (2012). Sex dimorphism in the relation between early adiposity and cardiometabolic risk in adolescents. *J Clin Endocrinol Metab*, 97: E1014–22.
- Huertas Q. (2008). Panorámica del Paseo de la Castellana, las torres Puerta de Europa y Plaza de Castilla. Licencia Wikimedia Commons. Disponible en: <https://cutt.ly/ufnH6SV>.
- Hurtado-López EF, Larrosa-Haro A, Vásquez-Garibay EM, Macías-Rosales R, Troyo-Sanromán R, Bojórquez-Ramos MC. (2007). Liver function test results predict nutritional status evaluated by arm anthropometric indicators. *Pediatr Gastroenterol Nutr*, 45:451-7. doi: 10.1097/MPG.0b013e3180f60b9e.
- Hurtado-López EF, Vásquez-Garibay EM, Trujillo X, Larrosa-Haro A. (2017). Body composition predicts growth in infants and toddlers with chronic liver disease. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 65:e117-9. doi: 10.1097/MPG.0000000000001746.

- INE - Instituto Nacional de Estadística. (2013). ENSE 2011/12-Encuesta Nacional de Salud de España 2011/12. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Disponible en: <https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuesta2011.htm>
- INE - Instituto Nacional de Estadística (2015). España en cifras, 2015. Catálogo de publicaciones oficiales de la Administración General del Estado, Gobierno de España. Disponible en: <https://cutt.ly/0fnH6fG>.
- INE - Instituto Nacional de Estadística. (2017). Nota de prensa de 21 de junio de 2018. Encuesta de Condiciones de Vida (ECV) del año 2017. Disponible en: <https://cutt.ly/yfnH5ZI>.
- INE - Instituto Nacional de Estadística (2019). Anuario Estadístico de España, 605p . Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado. Gobierno de España. [Consultado: diciembre, 2019]. Disponible en: <https://cutt.ly/cfnH5f6> (ISSN 2255-0399)
- Inoue Y, Green A, Thompson AL, Mendez MA, Herring AH, Gordon-Larsen P. (2017). The association between urbanization and reduced renal function: findings from the China Health and Nutrition Survey. *BMC Nephrology*, 18:160. doi: 10.1186/s12882-017-0577-7.
- Isanaka S, Hanson KE, Frison S, Andersen CT, Cohuet S, Grais RF. (2018). Use of MUAC as the sole discharge criterion from community-based management of severe acute malnutrition in Burkina Faso. *Matern Child Nut*, e12688. doi:10.1111/mcn.12688.
- Ji M, Zhang S, y An R. (2018). Effectiveness of A Body Shape Index (ABSI) in predicting chronic diseases and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 19(5):737–759. doi:10.1111/obr.12666.
- Kalmijn M. (1991). Shifting Boundaries: Trends in Religious and Educational Homogamy. *American Sociological Review*. 65: 786-800.
- Kaprio J, Rimpelä A, Inter T, Viken RJ, Rimpelä M, Rose RJ. (1995). Common Genetic Influences on BMI and Age at Menarche. En: *Human Biology* 67 (5) 739-753 Wayne State University Press. Detroit, Michigan.
- Kato N, Takeuchi F, Tabara Y, Kelly TN, Go MJ, Sim X *et al.* (2011). Meta-analysis of genome-wide association studies identifies common variants associated with blood pressure variation in east Asians. *Nat Genet*, 43:531–538. doi: 10.1038/ng.834.

- Katzmarzyk PT y Mason C. (2009). The Physical Activity Transition. 2009. *Journal of Physical Activity and Health*, 6: 269-280. doi: 10.1123/jpah.6.3.269
- Keys A, Fidanza F, Karvonen MJ, Kimura N, Taylor HL. (1972). Indices of relative weight and obesity. *Journal of Chronic Diseases*, 25 (6-7): 329-342.
- Kim JH, Yun S, Hwang SS, *et al.* (2018). The 2017 Korean National Growth Charts for children and adolescents: development, improvement, and prospects. *Korean J Pediatr*, 61(5):135-149. doi:10.3345/kjp.2018.61.5.135.
- Krakauer NY, Krakauer JC. (2012). A New Body Shape Index Predicts Mortality Hazard Independently of Body Mass Index. *PLoS ONE* 7 (7): e39504.
- Krakauer J. (2014). Expansion of Waist Circumference in Medical Literature: Potential Clinical Application of a Body Shape Index. *J Obes Weight Loss*, 4(2):1–5. doi: 10.4172/2165-7904.1000216.
- Kryst Ł, Woronkiewicz A, Kowal M, Pilecki MW, Sobiecki J. (2016). Abdominal obesity screening tools in the aspects of secular trend. *Anthropologischer Anzeiger*, 73(4): 295–312. doi:10.1127/anthranz/2016/0622.
- Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R *et al.* (2000). CDC growth charts: United States. Advanced data from vital and health statistics of the CDC/National Center for Health Statistics (NCHS), *Adv Data*, 8(314):1-27.
- Kumar PA. (2009). Hypothetical Index for Adiposity “Body Mass Abdominal Index”- That will predict Cardiovascular disease risk factors in Children. *Internet J Ped Neonat*, 11:1.
- Kurtoglu S, Mazicioglu MM, Ozturk A, Hatipoglu N, Cicek B, Ustunbas HB. (2010). Body fat reference curves for healthy Turkish children and adolescents. *Eur J Pediatr*, 169(11):1329-1335. doi:10.1007/s00431-010-1225-4.
- Kurtz TW. (2010). Genome-wide association studies will unlock the genetic basis of hypertension: con side of the argument. *Hypertension*, 56:1021–1025.
- Lapieza MG, Nuviala RJ, Giner A. (1993). Ejercicio físico y menarquía: un estudio en nadadoras y gimnastas de rítmica. *Arch Med Deporte*, 10(38):147-152.
- Lee V, Blew R, Hetherington-Rauth M, *et al.* (2018). Estimation of visceral fat in 9- to 13-year-old girls using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) and anthropometry. *Obes Sci Pract*, 4(5):437-447. doi:10.1002/osp4.297.

- Lohman T, Roche A, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. Illinois: Humana Kinetics Books. 1988.
- Lopes-Fonseca F, Araújo-Brandão A, Pozzan R, Campana, Gonçalves-Campana EM, Pizzi OL *et al.* (2010). El exceso de peso y el riesgo cardiovascular en jóvenes seguidos durante 17 años: estudio del Rio de Janeiro. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 94(2): 207-215.
- López-Ejeda N. (2017). Predisposición genética a la obesidad y conductas de prevención en edad temprana. Análisis comparativo en escolares españoles y mexicanos. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Biología. Departamento de Zoología y Antropología Física.
- López-Ejeda N, Martínez JR, Villarino A, Cabañas MD, González-Montero de Espinosa M, López-Mojares LM *et al.* (2020). La actividad física protege de la obesidad a los escolares genéticamente predispuestos. *Kronos*, 19 (1):1-10.
- López de Lara D, Paniagua S, Tapia M, Rodríguez MD. (2010). Valoración del peso, talla e IMC en niños, adolescentes y adultos jóvenes de la Comunidad Autónoma de Madrid. *An Pediatr (Barc)*, 73(6):305–319. doi:10.1016/j.anpedi.2010.03.017.
- López-López E, Navarro M, Ojeda R, Brito E, Ruiz JA, Navarro M. (2013). Adecuación a la dieta mediterránea y actividad física en adolescentes de Canarias. *Arch Med Deporte*, 30(4):208-214.
- López-Sobaler AM. (2016). Perfil nutricional de la dieta de la población infantil y adolescente en España. Estudio ENALIA. X Convención NAOS Disponible en: [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/Convencion\\_2016/3\\_Ana\\_Lopez\\_Sobaler.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/Convencion_2016/3_Ana_Lopez_Sobaler.pdf)
- Lucassen EA, Rother KI, Cizza G. (2012). Interacting epidemics? Sleep curtailment, insulin resistance, and obesity. *Ann N Y Acad Sci*, 1264:110-34.
- Mainou C y Mainou A. (2007). Diabetes mellitus infantojuvenil. *Farmacia profesional*, 21(5):55-58.
- Mameli C, Krakauer NY, Krakauer JC, Bosetti A, Ferrari CM, Moiana N, *et al.* (2018). The association between a body shape index and cardiovascular risk in overweight and obese children and adolescents. *PLoS ONE*, 13(1): e0190426. doi: 10.1371/journal.pone.0190426.

- Mantzoros CS, Evagelopoulou K, Georgiadis EI, Katsilambros N. (1996). Conicity index as a predictor of blood pressure levels, insulin and triglyceride concentrations of healthy premenopausal women. *Horm Metab Res*, 28(1):32-34.
- Mañas-Almendro M y Martínez de la Victoria-Muñoz E. (2012). Software Alimentación y Salud. Instituto de nutrición y tecnología de los alimentos. Universidad de Granada. Versión 2.0.
- Marín-Echeverri C, Arias AA, Gallego-Lopera N, Barona-Acevedo J. (2015). Síndrome metabólico en niños: problemática, componentes y criterios diagnósticos. *Perspect Nutr Humana*, 17: 167-184.
- Marrodán MD, Ruíz A, y Puig MA. (1984). Estudio de la variabilidad de la tensión arterial en una población de la Sierra Norte de Madrid. *Estudios de Antropología Biológica. II Coloquio de Antropología Física Juan Comas, 1982*. Ed. Rafael Ramos Galván y Rosa María Ramos Rodríguez. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Marrodán MD, Mesa MS, Aréchiga J y Pérez-Magdaleno A. (2000). Trend in menarcheal age in Spain: rural and urban comparison during a recent period. *Ann Hum Biol*, 27(3):313-319. doi: 10.1080/030144600282190.
- Marrodán MD, González-Montero de Espinosa M, Prado C. (2003). Antropología de la nutrición. Técnicas, métodos y aplicaciones. Madrid: Noesis.
- Marrodán MD, Mesa MS, Alba JA, Ambrosio B, Barrio PA, Drak L *et al.* 2006. Diagnóstico de la obesidad: actualización de criterios y su validez clínica y poblacional. *Anales de Pediatría*, 65 (1):5-14.
- Marrodán MD, Mesa MS, González-Montero de Espinosa M. (2012a). La obesidad poligénica: aportación de los SNP (Single Nucleotide Polymorphisms). En: Avances en alimentación, nutrición y dietética. JR Martínez, C de Arpe y A Villarino ed. pp. 173-183.
- Marrodán MD, Montero P, Cherkaoui M. (2012b) Transición Nutricional en España durante la historia reciente. *Nutr clín diet hosp* 32(S2):55-64. ISSN 0211-6057.
- Marrodán MD, Cabañas MD, Carmenate M, González-Montero De Espinosa M, López-Ejeda N, Martínez Álvarez JR. (2013a) Asociación entre adiposidad corporal y presión arterial entre los 6 y los 16 años. Análisis en una población escolar madrileña. *Rev Esp Cardiol*, 66(2):110–115. doi: 10.1016/j.recesp.2012.08.007.

- Marrodán MD, López-Ejeda N, González-Montero de Espinosa M, Martínez-Álvarez JR, Carmenate M, Prado C *et al.* (2013b). High blood pressure and diet quality in the Spanish childhood population. *Journal of Hypertension* 2 (115): vv.
- Marrodán MD, Martínez Álvarez JR, González Montero de Espinosa M, López Ejeda N, Cabañas MD, Prado C. (2013c). Precisión diagnóstica del índice cintura-talla para la identificación del sobrepeso y de la obesidad infantil. *Medicina Clínica*, 140(7): 296-301.
- Marrodán MD, González-Montero de Espinosa M, Herráez A, Alfaro EL, Bejarano IF, Carmenate MM *et al.* (2015). Subscapular and triceps skinfolds reference values of Hispanic American children and adolescents and their comparison with the reference of Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Nutr Hosp*, 32(6):2862-2873. doi: 10.3305/nh.2015.32.6.9775.
- Marrodán MD, González-Montero de Espinosa M, Herráez A, Alfaro EL, Bejarano IF, Carmenate M, *et al.* (2017). Development of subcutaneous fat in Spanish and Latin American children and adolescents: Reference values for biceps, triceps, subscapular and suprailiac skinfolds. *HOMO*, 68(2):145–155. doi:10.1016/j.jchb.2017.02.003.
- Marshall WA, Tanner JM. (1969a). Variations in patterns of pubertal changes in boys. *Arch Dis Child*, 45:13–23.
- Marshall WA, Tanner JM. (1969b). Variations in patterns of pubertal changes in girls. *Arch Dis Child*, 44:291–303.
- Marshall WA, Tanner, JM. (1986). Puberty. En: Human Growth. J. Eds. Faulkner y JM Tanner. 2ª ed. Plenum Press, Nueva York. p.171-210. 1986.
- Martínez-Álvarez JR, Villarino-Marín A, García-Alcón R, Calle-Purón M, Marrodán MD (2013). Obesidad infantil en España: hasta qué punto es un problema de salud pública o sobre la fiabilidad de las encuestas. *Nutr clín diet hosp*, 33(2): 80-88. doi:10.12873/332obesidadspain.
- Martínez-Álvarez J y Villarino-Marín A. (2014). Dieta Mediterránea. Avances en Nutrición y Dietética. Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación. Fundación Alimentación Saludable. 2014.
- Martínez-Álvarez JR, Villarino-Marín A, García-Alcón RM, López-Ejeda N, Marrodán MD. (2016). El índice cintura-talla es un eficaz indicador antropométrico de la hipertensión en escolares. *Nutr Hosp*, 33: 506-507.

- Martínez-Pequerul L. (2017). Alteración del sueño como factor de riesgo en el desarrollo de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes. Revisión narrativa. Trabajo Fin de Grado. Universidad de Valladolid. Facultad de Enfermería. Valladolid.
- Mata-Cases M, Artola S, Escalada J, Ezkurra-Loyola P, Ferrer-García JC, Fornos JA, *et al.* (2015). Consenso sobre la detección y el manejo de la prediabetes. Grupo de Trabajo de Consensos y Guías Clínicas de la Sociedad Española de Diabetes. *Rev Clin Esp*, 215(2):117-129.
- Matthews D, Hosker J, Rudenski A, Naylor B, Treacher D, Turner R. (1985). Homeostasis model assessment: insulin resistance and B-cell function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. *Diabetologia*, 28:412-419.
- McCarthy HD, Jarrett KV, Emmett PM, Rogers I. (2005). Trends in waist circumferences in young British children: a comparative study. *Int J Obes (Lond)*, 29:157–62. doi: 10.1038/sj.ijo.0802849.
- Mei Z, Grummer-Strawn LM, Pietrobelli A, Goulding A, Goran MI, Dietz WH. (2002). Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *Am J Clin Nutr*, 75(6): 978–985. doi: 10.1093/ajcn/75.6.978.
- Meng X, Li S, Duan W, Sun Y, Jia C. (2017). Secular Trend of Age at Menarche in Chinese Adolescents Born From 1973 to 2004. *Pediatrics*, 140(2):e20170085. doi:10.1542/peds.2017-0085.
- Merzenich H, Boeing H, Wahrendorf J. (1993). Dietary Fat and Sports Activity as Determinants for Age at Menarche. *Am J Epidemiol*, 138(4):217–224. doi:10.1093/oxfordjournals.aje.a116850.
- Mesana MI. (2013). Alimentación en adolescentes: Valoración del consumo de alimentos y nutrientes en España: Estudio AVENA. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Facultad de Ciencias de la Salud. Departamento de Pediatría, Radiología y Medicina Física. Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/10337/files/TESIS-2013-028.pdf>
- Mladenova S, Andreenko E. (2015). Prevalence of underweight, overweight, general and central obesity among 8-15-years old Bulgarian children and adolescents (Smolyan region, 2012-2014). *Nutr Hosp*, 31(6):2419-2427. doi:10.3305/nh.2015. 31.6.8805.

- Miller JM, Kaylor MB, Johannsson M, Bay C, Churilla JR. (2014). Prevalence of metabolic síndrome and individual criterion in US adolescents: 2001–2010 national health and nutrition examination survey. *Metab Syndr Relat Disord*, 12:527–532.
- Mora-Urda A. (2017). Perspectiva de ciclo vital en el estudio de la salud cardiovascular. Condiciones fetales, crecimiento postnatal, lactancia y alimentación en la niñez. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Biología.
- Moreiras O, Carbajal A, Cabrera L, Cuadrado C. Tablas de composición de alimentos. Guía de prácticas. Ed. Pirámide (Grupo Anaya, SA). 19ª edición revisada y ampliada. 2018. ISBN: 978-84-368-3947-0.
- Moreira CG, Cipullo JP, Ciurlia LAS, Cesarino CB, Vilela-Martin JF. (2014). Prevalence of Metabolic Syndrome: Association with Risk Factors and Cardiovascular Complications in an Urban Population. *PLoS ONE* 9: e105056. DOI: 10.1371/journal.pone.0105056.
- Moreno LA, Fleta J, Mur L, Rodríguez G, Sarría A, Bueno M. (1999). Waist circumference values in Spanish children - gender related differences. *Eur J Clin Nutr*, 53:429–33.
- Moreno LA, Rodríguez G, Guillén J, Rabanaque MJ, León JF, Ariño A. (2002). Anthropometric measurements in both sides of the body in the assessment of nutritional status in prepubertal children. *Eur J Clin Nutr*, 56: 1208–1215.
- Moreno L, Mesana M, González-Gross M, Gil CM, Fleta J, Wärnberg J *et al.* (2006). Anthropometric body fat composition reference values in Spanish adolescents. The AVENA Study. *Eur J Clin Nutr*, 60:191–196. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602285.
- Moreno LA, Moreno LA, Mesana MI, Gonzalez-Gross M, Gil CM, Ortega FB *et al.* (2007). Body fat distribution reference standards in Spanish adolescents: the AVENA Study. *Int J Obesity*, 31(12):1798–1805.
- Moreno-Romero S, Lomaglio D, Jalil-Colomé J, Alba JA, Letjman N, Dipierri JE *et al.* (2005). Condición nutricional en la Puna Argentina. *Observatorio Medioambiental* 8: 111-125. ISSN 1139-1987.
- Morris DH, Jones ME, Schoemaker MJ, Ashworth A, Swerdlow AJ. (2011). Familial concordance for age at menarche: analyses from the Breakthrough Generations Study. *Paediatr Perinat Epidemiol*, 25(3):306-311. doi: 10.1111/j.1365-3016.2010.01183.x.

- Morrison JA, Friedman LA, Gray-McGuire C. (2007). Metabolic syndrome in childhood predicts adult cardiovascular disease 25 years later: the Princeton Lipid Research Clinics Follow-up Study. *Pediatrics*, 120:340-345.
- Motamed N, Rabiee B, Reza-Hemasi G, Ajdarkosh H, Reza Khonsari M, Maadi M *et al.* (2016). Body Roundness Index and Waist-to-Height Ratio are Strongly Associated with Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Population-Based Study. *Hepatitis Monthly*, 16(9): e395752016.
- Mueller WH y Kaplowitz HJ. (1994). The precision of anthropometric assessment of body fat distribution in children. *Ann Hum Biol*, 21:267-274. doi: 10.1080/03014469400003272
- Mueller NT, Duncan BB, Barreto SM, Chor D, Bessel M, Aquino EM. (2014). Earlier age at menarche is associated with higher diabetes risk and cardiometabolic disease risk factors in Brazilian adults: Brazilian longitudinal study of adult health (ELSA-Brasil). *Cardiovasc Diabetol*, 13:22. doi: 10.1186/1475-2840-13-22.
- Múnera NE, Uscátegui RM, Parra BE, Manjarrés LM, Estrada A, Patiño F, *et al.* (2012). Factores de riesgo ambientales y componentes del síndrome metabólico en adolescentes con exceso de peso. *Biomédica*, 32(2): XX.
- Muñoz-Esparza NC, Vásquez-Garibay EM, Larrosa-Haro A, Romero-Velarde E. (2019). Relationship of anthropometric indexes and indicators of body composition by arm anthropometry on hospitalized pediatric patients. *Nutr Hosp*, 36(3):611-617. doi:10.20960/nh.2309.
- Muñoz-Cachón MJ, Salces-Beti I, Arroyo-Izaga, M, Ansotegui-Alday L, Rocandio Pablo AM, Rebato-Ochoa E. (2006). Edad de menarquia e indicadores de adiposidad en universitarias del País Vasco. *Antropo*, 12: 53-61.
- Muzzo BS. (2007). Influencia de los factores ambientales en el tiempo de la pubertad. *Rev Chil Nutr*, 34(2):96-104.
- Nahler G. (2009). Rohrer index. *Dictionary of Pharmaceutical Medicine*, 163-163. doi:10.1007/978-3-211-89836-9\_1249.
- National Cholesterol Education Programme (NCEP). (2001). Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 285:2486-97.

- National Growth and Health Study (NGHS) Coordinating Center. (1998). National Heart, Lung and blood institute (NHLBI) Growth and Health Study (NGHS) data monitoring report. Baltimore: Maryland Medical Research.
- National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. (2004). The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics*, 114:555-575.
- Navarro-González I. (2016). Adherencia a la dieta mediterránea y su relación con la calidad del desayuno en estudiantes de la Universidad de Murcia. *Nutr Hosp*, 33(4). doi:10.20960/nh.390.
- Nazare JA, Smith J, Borel AL, Aschner P, Barter P, Van Gaal L *et al.* (2015). Usefulness of measuring both body mass index and waist circumference for the estimation of visceral adiposity and related cardiometabolic risk profile (from the INSPIRE ME IAA study) *Am J Cardiol*, 115(3):307–315. doi:10.1016/j.amjcard.2014.10.039.
- Nevill AM, Stewart AD, Olds T, Holder R. (2006). Relationship between adiposity and body size reveals limitations of BMI. *Am J Phys Anthropol*, 129:151-156. doi: 10.1002/ajpa.20262.
- Newton-Cheh C, Johnson T, Gateva V, Tobin MD, Bochud M, Coin L *et al.* (2009). Genome-wide association study identifies eight loci associated with blood pressure. *Nat Genet*, 41: 666–676. doi: 10.1038/ng.361.
- NHANES 1999-2000 - National Health and Nutrition Examination Survey (Encuesta Nacional de Salud de Estados Unidos). Blood pressure section of the physician examination. Disponible en: <https://wwwn.cdc.gov/nchs/nhanes/Default.aspx>.
- NHBPEP- National High Blood Pressure Education Program Working Group on Hypertension Control in Children and Adolescents. (1996). Update on the 1987 Task Force Report on High Blood Pressure in Children and Adolescents: a working group report from the National High Blood Pressure Education Program. *Pediatrics*, 98:649–658.
- NHBPEP - National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents (2004). The fourth report on the diagnosis, evaluation and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 114: 555-76.
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). 2016. Body-mass index. Evolution of BMI over time. [www.ncdrisc.org/index.html](http://www.ncdrisc.org/index.html). Visualización de datos Child/Adolescent obesity Girls: [www.ncdrisc.org/obesity-prevalence-map-ado.html](http://www.ncdrisc.org/obesity-prevalence-map-ado.html). Visualización de datos

- Child/Adolescent obesity Boys: <http://www.ncdrisc.org/obesity-prevalence-map-ado.html>. [Consultado: marzo, 2020].
- Neel JV. (1962.) Diabetes mellitus: a "thrifty" genotype rendered detrimental by "progress"? *Am J Hum Genet*, 14: 353-362.
  - Odongkara B, Piloya T, Awor S, Ngwiri T, Laigong P, Mworozzi EA *et al.* 2014. Age at menarche in relation to nutritional status and critical life events among rural and urban secondary school girls in post-conflict northern Uganda. *BMC Women's Health*, 14(66): 1-7. doi: 10.1186/1472-6874-14-66.
  - OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. 2019. The Heavy Burden of Obesity: The Economics of Prevention, OECD Health Policy Studies, OECD Publishing, Paris . doi: 10.1787/67450d67-en.
  - Okosun IS, Boltri JM, Eriksen MP, Hepburn VA. (2006). Trends in abdominal obesity in young people: United States 1988–2002. *Ethn Dis*, 16: 338–44.
  - Oloyede IP, Ekrikpo UE, Ekanem EE. (2013). Normative values and anthropometric determinants of lung function indices in rural Nigerian children: A pilot survey. *Niger J Paed*, 40(4):406-411. doi: 10.4314/njp.v40i4.11.
  - Ortigado A. (2016). Hipertensión arterial sistémica. *Pediatr Integral*, XX(8):559.e1 – 559.e14. ISSN: 1135-4542.
  - Osukun IS, Tedders SH, Choi S, Dever GEA. (2000). Abdominal adiposity values associated with established body mass indexes in white, black and Hispanic-Americans. A study from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 24:1279–85.
  - Oyhenart EE, Torres MF, Garraza M, Cesani MF, Navazo B, Castro LE. (2019). Reference percentiles for mid-upper arm circumference, upper arm muscle and fat areas in the Argentine child and adolescent population (4-14 years old). *Arch Argent Pediatr*, 117(4):e347–e355. doi: 10.5546/aap.2019.eng.e347.
  - Pandit D, Chiplonkar S, Khadilkar A, Kinare A, Khadilkar V. (2011). Efficacy of a continuous metabolic syndrome score in Indian children for detecting subclinical atherosclerotic risk. *Int J Obes (Lond)*, 35:1318-24.

- Paruthi S, Brooks LJ, D'Ambrosio C, Hall WA, Kotagal S, Lloyd RM. (2016). Recommended Amount of Sleep for Pediatric Populations: A Consensus Statement of the American Academy of Sleep Medicine. *J Clin Sleep Med*, 12(6):785-786. doi:10.5664/jcsm.5866.
- Pedrero-Tomé. (2018). Contraste metodológico para la valoración de estado nutricional mediante antropometría. Trabajo de fin de master. Universidad Complutense de Madrid. Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución. Madrid.
- Peralta SL. (2015). Indicadores antropométricos y su asociación con eventos cardiometabólicos en escolares de Sonora, México. *Nutr Hosp*, 32(4): 1483-1492. doi: 10.3305/nh.2015.32.4.9560.
- Pérez B, Landaeta-Jiménez M, Vásquez M. (2000). Distribución de la adiposidad en adolescentes mediante el índice de conicidad. *Acta Científica Venezolana*, 51: 244–251.
- Pérez B, Landaeta-Jiménez M, Amador J, Vásquez M, Marrodán M D. (2009). Sensibilidad y especificidad de indicadores antropométricos de adiposidad y distribución de grasa en niños y adolescentes venezolanos. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 34 (2): 84-90.
- Pérez-Ríos M, Santiago-Pérez MI, Leis R, Malvar A, Suanzes J, Hervada X. (2018). Prevalencia de malnutrición en escolares españoles. *An Pediatr*. 89(1):44-49. doi: 10.1016/j.anpedi.2017.09.001.
- Perichart-Perera O, Balas-Nakash M, Ortiz-Rodríguez V, Morán-Zenteno JA, Guerrero Ortiz JL, Vadillo-Ortega F. (2008). Programa para mejorar marcadores de riesgo cardiovascular en escolares mexicanos. *Salud pública de México*, 50(3):218-226.
- Perona JS, Schmidt Rio-Valle J, Ramírez-Vélez R, Correa-Rodríguez M, Fernández-Aparicio Á, González-Jiménez E. (2018). Waist circumference and abdominal volume index are the strongest anthropometric discriminators of metabolic syndrome in Spanish adolescents. *European Journal of Clinical Investigation*, 49(3): e13060. DOI:10.1111/eci.13060.
- Perry JR, Day F, Elks CE, Sulem P, Thompson DJ, Ferreira T *et al*. (2014). Parent-of-origin-specific allelic associations among 106 genomic loci for age at menarche. *Nature*, 514(7520): 92–97. doi:10.1038/nature13545.
- Peterson CM, Su H, Thomas DM, Heo M, Golnavi AH, Pietrobelli A *et al*. (2017). Tri-Ponderal Mass Index vs Body Mass Index in Estimating Body Fat During Adolescence. *JAMA Pediatr*, 171(7):629-636. doi:10.1001/jamapediatrics.2017.0460.

- Piras GN, Bozzola M, Bianchin L, Bernasconi S, Bona G, Lorenzoni G *et al.* (2020). The levelling-off of the secular trend of age at menarche among Italian girls. *Heliyon*, 6(6): e04222. doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e04222.
- Prado-Martínez C. (1982). Estudio de la variación social y temporal de la menarquía en la población de Madrid. Tesis doctoral. Departamento de Biología. Universidad Autónoma de Madrid.
- Prado C. (1992). Variation Seculaire de la menarche chez une population du nord du Maroc: aspects socioeconomiques et nutritionelle. *Rivista di Antropología*, 70:139-145.
- Prado Martínez C, Martínez R, Pérez-Landazábal E, Marrodán Serrano MD, Sánchez-Andrés A, Holst Nielsen A. (1995). Menarcheal age as an indicator of socio-economic level in emigrants *J Hum Ecol* 4:157-171.
- Prado C. (2005). La pubertad: un periodo de crisis. Para comprender la Antropología Biológica. Evolución y Biología Humana. Eds. Rebato E, Susanne C y B. Chiarelli. Verbo Divino. Estella (Navarra). pp: 485-495. 2005
- Prado C, Marrodán MD, del Valle-Ramiro A. (2009a). Crecimiento y Maduración. En: MD. Cabañas, F. Esparza. Compendio de cineantropometría. CTO. Madrid. 2009.
- Prado C, Fernández-Olmo R, Rovillé-Sausse F. (2009b). Évaluation comparée de l'Indice Kidmed et suivi hebdomadaire de l'estimation de l'apport nutritionnel des enfants et des adolescents. *Antropo*, 18:1-7.
- Prado Martínez C, Fernández Olmo R, Anuncibay Hernanz J. (2007). Evaluación de la calidad de la dieta y su relación con el estatus nutricional en niños y adolescentes de 9 a 15 años de la ciudad de Madrid. *Antropo*, 14: 60–73.
- Prado C, Santos I, Gómez-Lobo P. Growth Curves and body composition of Spanish children aged 0 to 3 years. En: *Studies in Human Biology*. Eds. Bodzar E, Sussane C. Eotvos Press. Budapest 177-183. 1996.
- Prado C, De Juan R, Díaz A, Marrodán MD, Pérez D. (2000). Age at menarche in a marginal Spanish gipsy population. *Acta Médica Auxológica. International Journal of Human Developmental Sciences*. 9º International Congress of Auxology. 16-18.

- Praveen K. (2010). A hypothetical index for adiposity "body mass abdominal index"-- that will predict cardiovascular disease risk factors in children. *Romanian Journal of Pediatrics*, 59(1):33-35.
- Quanjer PH, Stocks J, Cole TJ, Stocks J, Cole TJ. (2012). Valores de referencia para espirometría multiétnicos para toda edad GLI-2012 1. Disponible en: <https://www.ers-education.org/Irmedia/2012/pdf/266694.pdf>.
- Quist JS, Sjödin A, Chaput JP, Hjorth MF. (2016). Sleep and cardiometabolic risk in children and adolescents. *Sleep Med Rev*, 29: 76-100.
- Ranasinghe P, Jayawardena R, Gamage N, Wickramasinghe VP, Hills AP. 2020. The range of non-traditional anthropometric parameters to define obesity and obesity-related disease in children: a systematic review. *Eur J Clin Nutr*. doi:10.1038/s41430-020-00715-2
- Reaven GM. (1988). Banting lecture. Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*, 37:1595-07.
- Reckziegel MB, Burgos MS, Reuter CR, Junior BB. (2010). Interacción del perfil antropométrico y la actividad física con la tensión arterial en niños y adolescentes. *Archivos de medicina del deporte*, 27(137):107- 118.
- Reddon H, Gersten HC, Engert JC. (2016). Physical activity and genetic predisposition to obesity in a multiethnic longitudinal study. *Sci Rep*, 6: 18672. doi: 10.1038/srep18672.
- Reinehr T, Kleber M, Toschke AM. (2009). Lifestyle intervention in obese children is associated with a decrease of the metabolic syndrome prevalence. *Atherosclerosis*, 207(1):174–180.
- Richardson AS, North KE, Graff M, Young KM, Mohlke KL, Lange LA *et al.* (2014). Moderate to vigorous physical activity interactions with genetic variants and body mass index in a large US ethnically diverse cohort. *Pediatr Obes*, 9 (2): e35-46.
- Rincón-Mancheño I. (2018). Prevalencia del síndrome metabólico en población española adulta que asiste a consulta dietética. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Biología. Departamento de Zoología y Antropología Física.
- Rivas R, Prado C, Marrodán MD. Transformaciones socioeconómicas en el último siglo en una zona rural de Madrid. Su expresión en la edad de menarquia. En: *Antropología y*

- biodiversidad. Coord. Assumpció Malgosa Morera A, Nogués RM, Aluja MP. Vol. 2. Antropología y biodiversidad. Bellaterra. 2003. ISBN 84-7290-184-X, págs. 565-574.
- Rocha F, Aragón J. (2012). La crisis económica y sus efectos sobre el empleo en España. *Gaceta Sindical CCOO*, 19: 67-90. Confederación Sindical de Comisiones Obreras.
  - Rodríguez-Pérez M, Cabrera-de León A, Aguirre-Jaime A, Domínguez Coello S, Brito Díaz B, Almeida González D *et al.* (2010). El cociente perímetro abdominal/estatura como índice predictor de riesgo cardiovascular y diabetes. *Med Clín*, 134(9): 386-391.
  - Rodríguez LF, Sánchez VV, Fuentes-Smith LE, Fuentes AM. (2012). Índice de Conicidad en una muestra de niños cubanos, herramienta para estudios poblacionales. *Rev Cubana Genet Comunit*, 6(2):31-37.
  - Rohrer F. (1908). Eine neue Formel zur Bestimmung der Körperfülle. *Korrespondenz-Blatt der Deutschen Gesellschaft für Anthropologie. Ethnologie und Urgeschichte*, 39: 5-7.
  - Rodríguez-Bautista YP, Correa-Bautista JE, González-Jiménez E, Schmidt-RíoValle J, Ramírez-Vélez R. (2015). Valores del índice cintura/cadera en la población escolar de Bogotá, Colombia: Estudio FUPRECOL. *Nutr Hosp*, 32(5): 2054-2061. doi:10.3305/nh.2015.32.5.9633.
  - Rosa-Guillamón A, Carrillo-López PJ, García-Cantó E, Pérez-Soto JJ, Tárrega-Marcos L, Tárrega-López PJ. (2019). Dieta mediterránea, estado de peso y actividad física en escolares de la Región de Murcia. *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis*, 31(1): 1-7.
  - Ruiz JR, Labayen I, Ortega FB, Legry V, Moreno LA, Dallongeville J *et al.* (2010). Attenuation of the effect of the FTO rs9939609 polymorphism on total and central body fat by physical activity in adolescents: the HELENA study. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 164(4):328-33.
  - Ruiz E, Ávila JM, Castillo A, Valero T, del Pozo S, Rodriguez P *et al.* (2015a). Estudio ANIBES sobre balance energético en España: diseño, protocolo y metodología. *Nutrients*, 7:970-998. doi: 10.3390/nu7020970E.
  - Ruiz E, Ávila JM, Valero T, del Pozo S, Rodriguez P, Aranceta-Bartrina J *et al.* (2015b). Energy Intake, Profile, and Dietary Sources in the Spanish Population: Findings of the ANIBES Study. *Nutrients*, 7:4739-4762. doi:10.3390/nu7064739.

- Ruiz N, Rangel A, Rodríguez C, Rodríguez L, Rodríguez V. (2014). Relationship among nocturnal sleep deficit, excess weight and metabolic alterations in adolescents. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 112(6):511-518. doi: 10.5546/aap.2014.511.
- Ruiz MA, Sancho MA, Esteban M. (2018). Indicadores Comentados Sobre El Estado Del Sistema Educativo Español. Ed: Fundación Ramón Areces y Fundación Europea Sociedad y Educación. Centro de Estudios Ramón Areces S.A. Madrid
- Sadiq S, Ahmed ST, Rizvi NA, Ahmed F. (2019). Establishing age specific spirometry reference ranges for children/adolescents of Karachi, Pakistan: Randomized trials. *J Pak Med Assoc* 69 (1):24-28.
- Sánchez-Andrés A. (1997). Genetic and environment factors affecting menarcheal age in Spanish women. *Anthrop Anz*, 55: 69-78.
- Said-Mohamed R, Prioreschi A, Nyati LH, van Heerden A, Munthali RJ, Kahn K *et al.* (2018). Rural-urban variations in age at menarche, adult height, leg-length and abdominal adiposity in black South African women in transitioning South Africa. *Annals of human biology*, 45(2):123–132. doi:10.1080/03014460.2018.1442497.
- Sanchez-Álvarez M. (2014). Antropometría y determinantes del síndrome metabólico en la población adulta española. Trabajo de fin de Máster. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Biología. Departamento de Zoología y Antropología Física.
- Sánchez-Álvarez M, Pedrero-Tomé R, López-Ejeda N, Cabañas MD, Marrodán MD. (2019). Medidas antropométricas del brazo en el diagnóstico de hipertensión arterial de escolares madrileños. XXI Congreso de la Sociedad Española de Antropología Física (SEAF).
- Sánchez-González E, Carrascosa-Lezcano A, Fernández-García JM, Ferrández-Longás A, López de Lara D, López-Siguero JP. (2011). Estudios españoles de crecimiento: situación actual, utilidad y recomendaciones de uso. *Anales de Pediatría*, 74 (3): 141-214.
- Santos-Beneit G, Marrodán MD. (2020). Estamos en el camino correcto para reducir la obesidad infantil? *Rev Esp Cardiol*, 73(4): 277-279. doi: 10.1016/j.recesp.2019.10.004.
- Satwanti R, Bhalla AKK, Indera PS. (1983). Variations in the age at menarche due to physical exercise and altitude. *Z Morph Anthropol*, 73 (3):323-332.
- Scamon RE. The measurement of the body childhood. The measurement of man. University of Minesota Press. Minesota. 1930.

- Schröder H, Ribas L, Koebnick C, Funtikova A, Gomez S, Montserat F. (2014). Prevalence of Abdominal Obesity in Spanish Children and Adolescents. Do We Need Waist Circumference Measurements in Pediatric Practice? . *PLoS ONE*, 9(1): e87549.
- Schwandt P, Haas GM. (2012). Waist Circunference in children and adolescents from different ethnicities. En: *Childhood Obesity*. Yuca S Ed. Intech, 79-94. ISBN 978-953-51-0374-5. 2012
- SEDCA - Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación. (2016) Recomendaciones de alimentación. Una alimentación equilibrada para una vida más saludable. Fundación Alimentación Saludable. 2016
- Serra-Majem L, Ribas L, Ngo J, Ortega RM, García A, Pérez-Rodrigo C *et al.* (2004). Food, youth and the Mediterranean diet in Spain. Development of KIDMED, Mediterranean diet quality index in children and adolescents. *Public Health Nut*, 7(7): 931-935.
- Serra-Majem L, Aranceta Bartrina J, Pérez-Rodrigo C, Ribas-Barba L, Delgado-Rubio A. (2006). Prevalence and deteminants of obesity in Spanish children and young people. *Br J Nutr*, 96 (S1): 67-72.
- Serrano C. (2018). Estudio de diferentes patrones de consumo de alimentos habituales y ocasionales al perfil lipídico de la dieta de los niños en edad escolar de la Comunidad de Madrid. Percepción y conocimientos de la población. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Farmacia. Departamento de Nutrición Y Bromatología I. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/46518/1/T39606.pdf>
- Serrano-Morago L. (2000). Variabilidad de los factores de riesgo cardiovascular en relación con los parámetros ambientales en una población de la Comunidad de Madrid estudio en familias. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Biología.
- Servicio de Convivencia Intercultural en Barrios. (2016). Diagnóstico participado Ensanche de Vallecas. La Rueda. Área de Familias, Igualdad y Bienestar Social del Ayuntamiento de Madrid.
- Sherrill DL, Camilli A, Lebowitz MD. (1989). On the temporal relationships between lung function and somatic growth. *Am Rev Respir Dis*, 140: 638-644.
- Siri WE. (1961). Body composition from fluid spaces and density. En: *Techniques for measuring body composition*. Eds: Brozek J, Henschel A. Washington: National Academy of Sciences.

- Sobradillo B, Aguirre A, Aresti U, Bilbao A, Fernández-Ramos C, Lizárraga A *et al.* (2004). Curvas y tablas de crecimiento. Estudios longitudinal y transversal. Fundación F. Orbegozo. En: Patrones de crecimiento y desarrollo en España. Atlas de gráficas y tablas. Ed: Ergon. p. 145–168. Madrid.
- Solla D y Sanz B. (2018). Impacto Económico de Madrid Nuevo Norte. Análisis socioeconómico. Ayuntamiento de Madrid – Área de Gobierno de Economía y Hacienda.
- Souki-Rincón A, Cano-Ponce C, García-Camacho D, Mengual E, González C, Torres D *et al.* (2007). Variaciones por edad y sexo en HOMA IR, en los niveles de insulina y glucosa séricas en niños y adolescentes de Maracaibo-Estado Zulia. *AVFT*, 26(2):135-141.
- SPSS. Software. *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) de IBM. V 20.0.
- Solís-Urra P, Fernández-Cueto N, Nanjarí R, Huber-Pérez T, Cid-Arnes MP, Zurita-Corvalán N. (2019). A mejor condición física mejores resultados de una ley contra la obesidad Better fitness, better results of a law against obesity. *Retos*, 36: 17-21.
- Song X, Jousilahti P, Stehouwer CD, Söderberg S, Onat A, Laatikainen T, *et al.* (2015). DECODE Study Group: Cardiovascular and all-cause mortality in relation to various anthropometric measures of obesity in Europeans. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 25(3):295–304. doi: 10.1016/j.numecd.2014.09.004.
- Spolidoro JV, Pitrez ML, Vargas LT, Santana JC, Pitrez E, Hauschild JA *et al.* (2013). Waist circumference in children and adolescents correlate with metabolic syndrome and fat deposits in young adults. *Clin Nutr*, 32(1):93-7. doi: 10.1016/j.clnu.2012.05.020.
- Srinivasan SR, Bao W, Wattigney WA, Berenson GS. (1996). Adolescent overweight is associated with adult overweight and related multiple cardiovascular risk factors: The Bogalusa Heart Study. *Metabolism*, 45:235-240.
- Srinivasan SR, Myers L, Berenson GS. (2002). Predictability of childhood adiposity and insulin for developing insulin resistance syndrome (syndrome X) in young adulthood: The Bogalusa Heart Study. *Diabetes*, 5 :204-209.
- Stavnsbo M, Resaland GK, Anderssen SA, Steene-Johannessen J, Domazet SL, Skrede T. (2018). Reference values for cardiometabolic risk scores in children and adolescents: Suggesting a common standard. *Atherosclerosis*, 278. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2018.10.003.

- Stockl D, Meisinger C, Peters A, Thorand B, Huth C, Heier M *et al.* (2011). Age at menarche and its association with the metabolic syndrome and its components: results from the KORA F4 study. *PLoS ONE*, 6:e26076. doi:10.1371/journal.pone.0026076.
- Strafon K, Porta-Lezama M. (2020). Estudios para disminuir el síndrome metabólico en niños con obesidad: revisión sistemática. *Educación y Salud - Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 8 (1).
- Suárez-Ortegón MF, Ramírez-Vélez R, Mosquera M, Méndez F, Aguilar-de Plata C. (2013). Prevalence of metabolic syndrome in urban Colombian adolescents aged 10-16 years using three different pediatric definitions. *J Trop Pediatr*, 59:145-9. doi: 10.1093/tropej/fms054.
- Sudha D, Somu S, Babu LE, Kannan N. (2020). Correlation of Body Mass Index (BMI) with age of Menarche in Adolescent Girls. *International Journal of Physiology*, 8(2): 39-44.
- Suder A, Gomula A, Koziel S. (2017.) Central overweight and obesity in Polish schoolchildren aged 7–18 years: Secular changes of waist circumference between 1966 and 2012. *Eur J Pediatr*, 176: 909–916. doi:10.1007/s00431-017-2938-4.
- Taheri S, Lin L, Austin D, Young T, Mignot E. (2004). Short sleep duration is associated with reduced leptin, elevated ghrelin, and increased body mass index. *PLoS Med*, 1: 210-217. doi: 10.1371/journal.pmed.0010062.
- Talma H, Schönbeck Y, van Dommelen P, Bakker B, van Buuren S, Hirasing RA. (2013). Trends in menarcheal age between 1955 and 2009 in the Netherlands. *PLoS ONE*. 8(4):e60056. doi:10.1371/journal.pone.0060056
- Tanner JM. (1966). The secular trend towards earlier physical maturation. *Tijdsch Soc Geneesk*, 44:524-538.
- Tanner JM. (1975). Growing up. Biological Anthropometry. *Readings from Scientific American*, 494:278-283.
- Tatarczuk J, Wandycz A, Malinowski A. (2019). Variation in menarcheal age of school-aged female athletes engaged in different types of sport. *Anthropological Review*, 82(3): 265–272. doi: 10.2478/anre-2019-0019.
- Thomas DM, Bredlau C, Bosity-Westphal A, Mueller M, Shen W, Gallagher D *et al.* (2013). Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model. *Obesity*, 21(11): 2264–2271.

- Tierney AC, Roche HM. (2017). The potencial role of olive oli-derived MUFA in insulina sensitivity. *Mol Nutr Food Res*, 51:1235-48. doi: 10.1002/mnfr.200700143.
- Tikkanen E, Gustafsson S, Ingelsson E. (2018). Associations of Fitness, Physical Activity, Strength, and Genetic Risk With Cardiovascular Disease. Longitudinal Analyses in the UK Biobank Study. *Circulation*, 137(24): 2583-2591. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.032432.
- Tonhajzerova I, Jurko A, Spronck B, Mestanikova A, Jurko T, Avolio A *et al.* (2019). Risk of blood pressure misclassification in tall boys across developmental periods. *Journal of Hypertension*, 37: e179. doi:10.1097/01.hjh.0000572292.77124.e6.
- Torres-Rodríguez VE. (2016). Variaciones de los signos vitales en pacientes pediátricos, que asisten a las clínicas de odontopediatría y de exodoncia de la facultad de odontología de la universidad de San Carlos. Tesis Doctoral. Facultad de Odontología. Universidad de Guatemala.
- Tremblay MS, Gray CE, Akinroye K, Harrington DM, Katzmarzyk PT, Lambert EV *et al.* (2014). Physical activity of children: a global matrix of grades comparing 15 countries. *J Phys Act Health*, 11(S1):113–25.
- Tu W, Wagner EK, Eckert GJ, Yu Z, Hannon T, Pratt JH *et al.* (2015). Associations Between Menarche-Related Genetic Variants and Pubertal Growth in Male and Female Adolescents. *J Adolesc Salud*, 56(1): 66–72. doi:10.1016/j.jadohealth.2014.07.020.
- Ulijaszek SJ, Evans E, Miller DS. (1991). Age at menarche of European, Afro-Caribbean and Indo-Pakistani schoolgirls living in London. *Annals of Human Biology*, 18: 167-175. doi: 10.1080/03014469100001502.
- Valdés-Gómez W, Espinosa-Reyes T, Leyva-Álvarez de la Campa G. (2013). Menarquia y factores asociados. *Revista Cubana de Endocrinología*, 24(1):35-46.
- Valdez R, Seidell JC, Ahn YI, Weiss KM. (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*, 17(2): 77-82.
- Vanderwall C, Clark RR, Eickhoff J, Carrel AL. (2017). BMI is a poor predictor of adiposity in young overweight and obese children. *BMC Pediatrics*, 17:35. doi: 10.1186/s12887-017-0891-z.

- Vaquero-Álvarez M, Romero-Saldaña M, Valle-Alonso J, Llorente FJ, Blancas-Sánchez IM y Fonseca FJ. (2018). Estudio de la obesidad en una población infantil rural y su relación con variables antropométricas. *APRIM*. In Press. doi: 10.1016/j.aprim.2018.03.007.
- Vaughan EB, Van Hulle CA, Beasley WH, Rodgers JL, D'Onofrio BM, Brian M. (2015). Clarifying the associations between age at menarche and adolescent emotional and behavioral problems. *J Youth Adolescence*, 44(4):922–939. doi: 10.1007/s10964-015-0255-7.
- Varela-Moreiras G, Ávila JM, Ruiz E. (2015). Energy Balance, a new paradigm and methodological issues: the ANIBES study in Spain. Balance energético, un nuevo paradigma y aspectos metodológicos: Estudio ANIBES en España. *Nutr Hosp*, 31(3):101-112. doi:10.3305/nh.2015.31.sup3.8758.
- Vasundhara D, Hemalatha R, Sharma S, Ramalaxmi BA, Bhaskar V, Babu J *et al.* (2019). Maternal MUAC and fetal outcome in an Indian tertiary care hospital: A prospective observational study. *Mather Child Nut*, doi:10.1111/mcn.12902
- Velázquez-López L, Santiago-Díaz G, Nava-Hernández J, Muñoz-Torres AV, Medina-Bravo P, Torres-Tamayo M. (2014). Mediterranean-style diet reduces metabolic syndrome components in obese children and adolescents with obesity. *BMC Pediatr*, 175(14):1-10. doi: 10.1186/1471-2431-14-175.
- Vercauteren M y Sussane C. (1986). Observations sur l'age de la menarche en Belgique. *Bulletin et Memoires de la Société d'Antropologie de Paris*, 3(14):205-220.
- Vikram NK, Misra A, Pandey RM, Luthra K, Wasir JS, Dhingra V. (2006). Heterogeneous phenotypes of insulin resistance and its implications for defining metabolic syndrome in Asian Indian adolescents. *Atherosclerosis*, 186:193-199.
- Villalobos M, Mederico M, Paoli M, Briceño Y, Zerpa Y, Gómez-Pérez R *et al.* (2014). Metabolic syndrome in children and adolescents from Mérida city, Venezuela: Comparison of results using local and international reference values (CREDEFAR study). *Endocrinol Nutr*, 61(9), 474–485. doi:10.1016/j.endoen.2014.09.001
- Voors AW, Foster TA, Frerichs RR, Webber LS, Berenson GS. (1976). Studies of blood pressure in children, ages 5–14 years, in a total biracial community: the Bogalusa Heart Study. *Circulation*, 54(2):319 –327.
- Wang J, Thornton JC, Bari S, Williamson B, Gallagher D, Heymsfield SB *et al.* (2003). Comparisons of waist circumferences measured at 4 sites. *Am J Clin Nutr*. 77(2):379-384. DOI:10.1093/ajcn/77.2.379

- Wang J, Perona JS, Schmidt-RioValle J, Chen Y, Jing J, González-Jiménez E. (2019). Metabolic Syndrome and Its Associated Early-Life Factors among Chinese and Spanish Adolescents: A Pilot Study. *Nutrients*, 11(7):1568. DOI:10.3390/nu11071568
- Weiner JS y Lourie JA. (1969). *Human Biology. A Guide to Field Methods*. Backwell Scientific Publications. Oxford and Edinburgh. 1969.
- Weiss R, Dziura J, Burgert TS, Tamborlane WV, Taksali SE, Yeckel CW. (2004). Obesity and the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *N Eng J Med*, 350:2362-2374. DOI: 10.1056/NEJMoa031049.
- Winkler TW, Justice AE, Graff M, Barata L, Feitosa MF, Chu S *et al.* (2015). The influence of age and sex on genetic associations with adult body size and shape: a large-scale genome-wide interaction study. *PLoS Genet*, 11(10): e1005378. doi: 10.1371/journal.pgen.1005378.
- WHO - World Health Organization. (2007). WHO Reference 2007 - Growth reference 5-19 years. [Consultado: octubre, 2016]. Disponible en: <http://www.who.int/growthref/en/>
- WHO - World Health Organization. (2011). Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. Information sheet: global recommendations on physical activity for health 5 - 17 years old. [Consultado: octubre, 2016]. Disponible en: <https://cutt.ly/9fnH4jz>.
- WHO - World Health Organization. (2010). Global Health Observatory data repository. Prevalence of insufficient physical activity among school going adolescents. Data by WHO region. [Consultado: septiembre, 2017]. Disponible en: <https://cutt.ly/XfnH3bN>.
- WHO - World Health Organization. (2017). Report of the Commission on Ending Childhood Obesity. Implementation plan: executive summary. Geneva. 22 pp. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/259349>.
- WHO - 2020. Temas de salud. Epidemiología. <https://www.who.int/topics/epidemiology/es/>. [Consultado: marzo 2020].
- Widhalm K, Schoenegger K, Huemer C, Auterith A. (2001). Does the BMI reflect body fat in obese children and adolescents? A study using the TOBEC method. *Int J Obes (London)*, 25: 279-285. doi: 10.1038/sj.ijo.0801511.
- Wolf AS. (2002). The overweight and underweight girl: from findings to prevention. *Zentralblatt fur Gynakologie*, 124(3):146-152. doi: 10.1055/s-2002-32266.

- Won JC, Hong JW, Noh JH, Kim DJ. (2016). Association between age at menarche and risk factors for cardiovascular diseases in Korean women: the 2010 to 2013 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *Medicine*, 95: e3580. doi: 10.1097/MD.0000000000003580.
- Wu Y, Zhang C y Zhen Q. (2016). Metabolic syndrome in children. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 12: 2390-2394.
- Yang L, Li L, Peters SAE, Clarke R, Guo Y, Chen Y *et al.* (2018). Age at menarche and incidence of diabetes: a prospective study of 300,000 women in china. *Am J Epidemiol*, 187:190–198. doi: 10.1093/aje/kwx219.
- Yermachenko A y Dvornyk V. (2014). Nongenetic determinants of age at menarche: a systematic review. *BioMed Res Int*, 1–14 DOI:10.1155/2014/371583.
- Yeste DE, Campos A, Fábregas A, Mogas E, Soler A, Carrascosa A. (2020). Precisión diagnóstica del índice de masa triponderal (kg/m<sup>3</sup>) para identificar el fenotipo de riesgo metabólico en pacientes obesos. *Anales de Pediatría*, In Press. doi:10.1016/j.anpedi.2020.04.004
- Zapico AG, Blández J , Fernández E. (2010). Sobrepeso, obesidad y adecuación a la dieta mediterránea en adolescentes de la Comunidad de Madrid. *Archivos de medicina del deporte: revista de la Federación Española de Medicina del Deporte y de la Confederación Iberoamericana de Medicina del Deporte*, 17(138): 271-280.
- Żegleń M, Kryst Ł, Dasgupta P, Saha R, Das R, Das S. (2020). Time trends in mid-upper-arm anthropometry from 1982 to 2011 in male children and adolescents from Kolkata, India. *J Biosoc Sci*, 1-11. doi:10.1017/S0021932020000048.4.
- Zimmet P, Alberti K, George MM, Kaufman F, Tajima N, Silink M *et al.* (2007). IDF Consensus Group. The metabolic syndrome in children and adolescents. - an IDF consensus report. *Pediatr Diabetes*, 8(5):299-306. doi: 10.1111/j.1399-5448.2007.00271.x.
- Zurita-Corvalan N, Nanjari R, Fernandez-Cueto N, Cid-Arnes MP, Huber-Perez T, Solis-Urra P *et al.* (2018). Efecto de la implementación de la “Ley Súper 8” sobre la composición corporal de escolares durante las vacaciones de Fiestas Patrias en Chile. Estudio longitudinal-ecológico. *Nutr Hosp*, 35(4):881-887. doi: 10.20960/nh.1535.
- Zurlo SM, Lesa AM, Barrón M. (1995). Edad de menarquia. Caracteres sexuales secundarios. Interrelacion. Tendencia secular. *Rev Fac Cien Med Univ Nac Cordoba*, 53(S) 7-15



## **LISTADO DE ABREVIATURAS**



- ABC área bajo la curva ROC
- AACE: Asociación Americana de Endocrinología Clínica.
- ABSI. *A Body Shape Index* También llamado IFC. Índice de forma corporal.
- ADA: *American Diabetes Association*. Asociación Americana de la diabetes.
- AGB: Área grasa del brazo.
- AHA: *American Heart Association*. Asociación Americana de Corazón
- AMB: Área magra del brazo.
- AMM: Asociación Médica Mundial que dicta normativa de Helsinki, principios éticos que hay que respetar en las investigaciones médicas con seres humanos.
- ANIBES: Estudio sobre Antropometría, ingesta y balance energético en España, *Anthropometry, Intake, and Energy Balance in Spain*.
- ANOVA: Análisis de Varianza.
- APOE: Apoproteína E.
- ATB: Área total del brazo.
- ATP III: *Adult Treatment Panel III*. Panel III de Tratamiento de Adultos del Programa Nacional para la Educación sobre el Colesterol de los Estados Unidos.
- AVENA Estudio de Alimentación y Valoración del Estado Nutricional de los Adolescentes.
- Bi: pliegue bicipital.
- BMAI, *Body Mass Adiposity Index*. También llamado IMA: Índice de masa grasa abdominal.
- BOE: Boletín Oficial del Estado.
- BRI *Body Rondness Index*. También llamado IRC, Índice de redondez corporal.
- Colesterol HDL (mg/dl) - *Hight density lipoprotein*.
- D: Densidad corporal.

- CDC: *Center for Control of Diseases*. Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades de los Estados Unidos. *Centers for Disease Control and Prevention*. Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades estadounidense. CCPEEU.
- CREDEFAR: Estudio de Evaluación del Crecimiento, Desarrollo y Factores de Riesgo Cardiometabólico en Escolares y Adolescentes de Mérida-Venezuela.
- DE: desviación estándar.
- DEXA: *Dual Energy x-Ray Absorptiometry*.
- DM: Dieta Mediterránea.
- DM2: diabetes mellitus tipo 2.
- EDUFIT: Estudio *Education for Fitness*.
- EFSA: Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. *European Food Safety Authority*.
- EGIR: Grupo Europeo para el Estudio de la Resistencia a la Insulina. *European Group for the Study of Insulin Resistance*.
- enKid: Estudio de prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población infantil y juvenil española entre 1998 y 2000.
- ENPE: Estudio Nutricional y de Hábitos alimentarios de la Población Española, de 2019.
- ENSE: Encuesta Nacional de Salud de España.
- EsNuPi: Estudio Nutricional en Población Infantil Española de 1 a 9 años.
- FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FEN: Fundación Española de la Nutrición.
- FID: Federación Internacional de Diabetes. IDF.
- FUPRECOL Asociación de la Fuerza Prensil con manifestaciones tempranas de Riesgo Cardiovascular en niños y adolescentes colombianos.
- GBD: Global Burden of Disease.

- GWAS: *Genome Wide Association Study*. Estudios de Asociación de Genoma Completo.
- HELENA: Estudio *Healthy Lifestyle by Nutrition in Adolescence*.
- HOMA: *Homeostatic Model Assesment*.
- IBP Programa Internacional de Biología.
- IAB: Índice adiposo braquial. Corresponde al porcentaje de Grasa Mesobraquial (%GMB).
- ICC: Índice cintura/cadera.
- ICT: Índice cintura/talla.
- IC: Índice de conicidad.
- IDEFICS: Estudio *Identification and prevention of dietary and lifestyle-induced health effects in children and infants*.
- IDGC: Índice de distribución de la grasa corporal.
- IFC. Índice de forma corporal. También llamado ABSI. *A Body Shape Index*.
- IMA: Índice de masa grasa abdominal. También llamado BMAI, *Body Mass Adiposity Index* IMC Índice de Masa Corporal.
- IMT Índice de Masa Triponderal.
- IP: insuficiencia ponderal.
- IPR: Índice Ponderal de Rohrer o índice ponderal recíproco.
- IRC: Índice de redondez corporal. También llamado BRI *Body Rondness Index*.
- IMC: Índice de Masa Corporal.
- INE: Instituto Nacional de Estadística.
- IRPF: Impuesto de la Renta Sobre las personas físicas. Agencia Tributaria del Gobierno de España

- IOTF: *International Obesity Task Force* (IOTF), organización que en la actualidad tiene la denominación de *World Obesity Federation* (WOF).
- ISAK: Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría. *International Society for Advancement of Kineantropometry*.
- K-W: Estadístico de Kruskal Wallis.
- LDL: lipoproteínas de baja densidad.
- LOGSE: Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo de España.
- MUAC *Middle Upper Arm Circunference*.
- N: número de datos.
- NP: normopeso.
- NCHS: *National Center for Health Statistics*. Centro Nacional de Estadísticas de Salud norteamericano.
- NHANES I: *First National Health and Nutrition Examination Survey*. Tercera Encuesta Nacional de Salud y Nutrición sobre población civil de los Estados Unidos de América realizada en 1971.
- NHANES II: *Second National Health and Nutrition Examination Survey*. Tercera Encuesta Nacional de Salud y Nutrición sobre población civil de los Estados Unidos de América realizada entre 1976 y 1980.
- NHANES III: *Third National Health and Nutrition Examination Survey*. Tercera Encuesta Nacional de Salud y Nutrición sobre población civil de los Estados Unidos de América llevada a cabo entre 1988 y 1994.
- NHBPEP: *National High Blood Pressure Education Program*. Programa Educativo Nacional sobre Presión Arterial Elevada.
- NHLBI: *National Heart, Lung and blood Institute*. Instituto de corazón, Pulmón y Sangre.

- NCD-RisC: *NCD Risk Factor Collaboration*
- NCEP: *National Cholesterol Education Program*. Panel de Expertos en Niveles de Colesterol en Niños y Adolescentes perteneciente al Programa Nacional de Educación sobre el Colesterol.
- NCEP-ATP III: *National Cholesterol Education Programme Adult Treatment Panel III* Panel III de Tratamiento de Adultos del Programa Nacional para la Educación sobre el Colesterol de los Estados Unidos.
- NGHS: *National Growth and Health Study*. Estudio Nacional de Crecimiento y Salud.
- NSF: *National Sleep Foundation*.
- OA: obesidad abdominal.
- OB: obesidad.
- OMS: Organización Mundial de la Salud. WHO.
- OR: *Odds ratio*.
- OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- p: p-valor.
- P: Percentil.
- PA: presión arterial medida en mmHg
- PAD: presión arterial diastólica (mg/dl)
- PAS: presión arterial sistólica (mg/dl)
- PASOS: Estudio *Physical Activity, Sedentarism and Obesity of Spanish youth*.
- PB: Perímetro del brazo.
- PC: Perímetro o circunferencia de la cintura umbilical.
- PCad: Perímetro o circunferencia de la cadera.
- PCR: Proteína C reactiva. CPR: *C-reactive protein*.
- PREMA: Estudio de Predicción del síndrome metabólico en la adolescencia de 2012.

- PUFA: *Polyunsaturated Fatty Acids*, ácidos grasos poliinsaturados.
- RI: resistencia a la insulina.
- RICARDIN Riesgo Cardiovascular en la Infancia.
- ROC *Receiving Operating Curves*.
- SB: sobrepeso.
- SEDCA: Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación.
- SMet: Síndrome de Insulino-resistencia o Síndrome Metabólico.
- SNPs: *Single Nucleotide Polimorphism*.
- SP: sobrepeso.
- STARS: Estudio *Soft Tissue and Bone Development in Young Girls*.
- SPSS: *Statistical Package for Social Sciences*, software de procesamiento estadístico.
- Sub: pliegue subescapular.
- t: Estadístico de T de Student.
- TG: triglicéridos.
- TOBEC: método de medición de grasa corporal, *Total Body Electrical Conductivity*.
- Tri: pliegue tricípital.
- U: Estadístico de U-Mann Whitney.
- WHO-Organización Mundial de la Salud. OMS.
- Y: Índice de Youden.
- Σpliegues: Suma de los pliegues adiposos.
- % GC: Porcentaje de grasa corporal.
- % GMB: Porcentaje de Grasa Mesobraquial. También llamado IAB, Índice adiposo mesobraquial.
- % IDR: Ingesta diaria recomendada



