



# TESIS DOCTORAL

## Estilos de vida y estado de salud cardiovascular de una población estudiantil no universitaria

MANUEL VAQUERO ÁLVAREZ

Noviembre,2020



TITULO: *ESTILOS DE VIDA Y ESTADO DE SALUD CARDIOVASCULAR DE  
UNA POBLACION ESTUDIANTIL NO UNIVERSITARIA*

AUTOR: *Manuel Vaquero Álvarez*

---

© Edita: UCOPress. 2021  
Campus de Rabanales  
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A  
14071 Córdoba

<https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/>  
[ucopress@uco.es](mailto:ucopress@uco.es)

---



UNIVERSIDAD DE CORDOBA

**Estilos de vida y estado de salud  
cardiovascular de una población  
estudiantil no universitaria**

**TESIS DOCTORAL**

**Manuel Vaquero Álvarez**

**Noviembre, 2020**





UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

**TESIS DOCTORAL**

**PROGRAMA DOCTORADO EN BIOMEDICINA**

**Estilos de vida y estado de salud  
cardiovascular de una población estudiantil no  
universitaria**

**DOCTORANDO MANUEL VAQUERO ÁLVAREZ**

Córdoba, noviembre de 2020





**TESIS DOCTORAL**  
**PROGRAMA DOCTORADO EN BIOMEDICINA**

---

**Estilos de vida y estado de salud  
cardiovascular de una población estudiantil no  
universitaria**

**DOCTORANDO**  
**MANUEL VAQUERO ÁLVAREZ**

---

**DIRECTORES**

**Dr. D. José López Miranda.** Médico Internista.  
Catedrático. Facultad de Medicina y Enfermería.  
Universidad de Córdoba

**Dr. D. Francisco Javier Fonseca del Pozo.** Médico de  
Familia. Director Gerente Distrito Sanitario Córdoba y  
Guadalquivir. Córdoba.

Córdoba, 30 de  
septiembre de 2020







**TÍTULO DE LA TESIS:** ESTILOS DE VIDA Y ESTADO DE SALUD CARDIOVASCULAR DE UNA POBLACIÓN ESTUDIANTIL NO UNIVERSITARIA

**DOCTORANDO:** MANUEL VAQUERO ÁLVAREZ

### **INFORME RAZONADO DEL/DE LOS DIRECTOR/ES DE LA TESIS**

Consideramos que el estudio de tesis presentado por el doctorando reúne las condiciones necesarias para ser defendido ante el tribunal correspondiente, dado que se han alcanzado los objetivos formulados, realizado el trabajo de campo, analizados y discutidos los resultados, comparándose con los obtenidos en otros trabajos, aportándose unas conclusiones acordes con la hipótesis planteada.

El doctorando ha ido cumpliendo con interés y aprovechamiento el plan de formación establecido.

Así mismo, mencionamos que, como resultado del estudio de tesis, se ha logrado la siguiente producción científica:

#### Comunicaciones a Congresos

- Estilos de vida y estado de salud cardiovascular de una población estudiantil no universitaria. Vaquero-Álvarez M, Llorente FJ, Romero-Saldaña M, Fonseca FJ, Valle J. XXXVII Congreso de la semFYC Sociedad Española de Medicina Familiar y Comunitaria. Madrid 4 al 6 de mayo de 2017.

- Diagnostic accuracy of waist to height ratio for identifying of obesity in school children. Vaquero Álvarez M, Romero M, Fonseca del Pozo FJ, Valle Alonso J, López-Miranda J. 8º IMIBIC Young Investigators Meeting (VIII Jornadas de Jóvenes Investigadores). Córdoba 30 al 31 de mayo de 2017.

- Evaluación de la precisión diagnóstica de variables antropométricas para detectar hipertensión en escolares. Vaquero Álvarez, M; Romero Saldaña, M; Fonseca del Pozo, FJ; Llorente Cantarero, FJ. 27º Congreso Médico Sociedad Andaluza de Hipertensión Arterial (SAHTA). Málaga 9 al 11 de noviembre de 2017.

Premio a la mejor comunicación.

- Valor predictivo de las variables antropométricas en el diagnóstico de la hipertensión en población escolar. Vaquero Álvarez, M; Romero Saldaña, M; Fonseca del Pozo, FJ; López Miranda, J. VI Congreso Científico de Investigadores en Formación de la Universidad de Córdoba CREANDO REDES - La generación del conocimiento. Córdoba 18 al 19 de enero de 2018

-Non-invasive method for the early detection of metabolic syndrome in the pediatric population. Vaquero Álvarez M, Romero M, Fonseca del Pozo FJ, Valle Alonso J, Blancas-Sánchez IM, Cambrón Carmona E, López-Miranda J. 9º IMIBIC Young Investigators Meeting (IX Jornadas de Jóvenes Investigadores). Córdoba 30 al 31 de mayo de 2018

-Método no invasivo para la detección precoz de síndrome metabólico en edad escolar. Vaquero Álvarez M, Romero Saldaña M, Fonseca del Pozo FJ, Valle Alonso J, Cambrón Carmona E, López Miranda J. 2º Congreso Internacional de Investigación Multidisciplinar en Salud. Jaén 9-10 abril

de 2018

Publicaciones: Artículos

- Vaquero Álvarez, M; Romero Saldaña, M; Fonseca del Pozo, FJ; Llorente Cantarero, FJ Evaluación de la precisión diagnóstica de variables antropométricas para detectar hipertensión en escolares. Riesgo Vascular. 2017; 14: 55-55.

- Fonseca del Pozo FJ, Valle Alonso JV, Vaquero Álvarez M, Orr S, Llorente Cantarero FJ. Physical fitness as an indicator of health status and its relationship to academic performance during the prepubertal period. Health Promot Perspect. 2017; 7(4):197-204

- Vaquero Álvarez M, Romero Saldaña M, Valle Alonso J, Llorente Cantarero FJ, Blancas Sánchez I, Fonseca del Pozo FJ. Estudio de la obesidad en una población infantil rural y su relación con variables antropométricas. Atención Primaria 2019;51(6): 341-349. doi: 10.1016/j.aprim.2018.03. IF=1,087 (115/165 categoría Medicina General e Interna) Q3

- Vaquero Álvarez M, Aparicio-Martinez P, Fonseca Pozo FJ, Valle Alonso J, Blancas Sánchez IM, Romero Saldaña M. A Sustainable Approach to the Metabolic Syndrome in Children and Its Economic Burden. Int. J. Environ. Res. Public Health 2020;17(6):1891. doi: 10.3390/ijerph17061891. IF=2.849 (2019) (32/170 categoría Public Environmental & Occupational Health) Q1

- Vaquero-Álvarez M, Molina-Luque R, Fonseca Pozo FJ, Molina-Recio G, López-Miranda J, Romero Saldaña M. A Diagnostic precision of anthropometric variables for the detection of hypertension in children and adolescents. Int J Environ Res Public Health. 2020 ;17(12):E4415. doi: 10.3390/ijerph17124415. IF=2.849 (2019) (32/170 categoría Public Environmental & Occupational Health) Q1

Publicaciones: Capítulo de libro

-Valor predictivo de las variables antropométricas en el diagnóstico de la hipertensión en población escolar. Vaquero Álvarez, M; Romero Saldaña, M; Fonseca del Pozo, FJ; López Miranda, J. En: Creando Redes Doctorales: La generación del conocimiento. Editado por Arturo F. Chica Pérez y Julieta Mérida García. – Córdoba: UCOPress. Editorial Universidad de Córdoba, 2018: 193-196. ISBN 978-84-9927-239-9

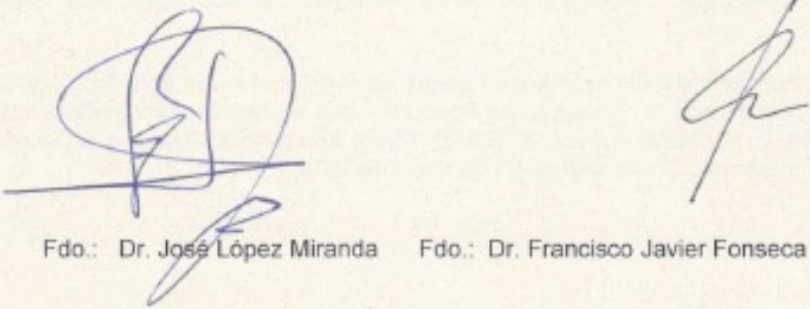
Registro de la propiedad intelectual:

-Aparicio Martínez P, Vaquero Álvarez M, Jiménez Calzada A, Vaquero Abellán M, Martínez Jiménez P, Romero Saldaña M, Fonseca del Pozo FJ. NIM Kids Mets Nuevo método no invasivo para la detección temprana del síndrome metabólico en población escolar. Registro territorial de la propiedad intelectual de Andalucía expediente RTA-728-20

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, a 30 de septiembre de 2020

Firma de los directores



Fdo.: Dr. José López Miranda      Fdo.: Dr. Francisco Javier Fonseca del Pozo

*¡Estudia!. No para saber una cosa más,  
sino para saberla mejor*

*Lucio Anneo Seneca*



## AGRADECIMIENTOS

A mis directores de tesis, Dr. José López Miranda, Dr. Francisco Javier Fonseca del Pozo y al Dr Manuel Romero Saldaña, por todas sus enseñanzas, su dedicación, atenciones, consejos y ayuda en estos años.

A la Dra. Pilar Aparicio Martínez por todas las facilidades mostradas y la colaboración ofrecida para que esta tesis llegase a su fin.

A Joaquín Valle Alonso y a Rafael Molina Luque por sus ánimos y apoyo en este proyecto.

A mis padres, Esther y Manuel, por motivarme para continuar investigando y por inculcarme valores necesarios para mi actividad profesional

A mi mujer, Esther, por su empatía y apoyo incondicional en momentos de mayor presión.



# Í N D I C E

<b>RESUMEN – SUMMARY</b>	19
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	29
1.1. Estilos de vida. Obesidad.	31
1.2. Hipertensión.	41
1.3. Síndrome Metabólico.	44
1.4. Variables antropométricas.	49
1.5. Análisis de las nuevas tecnologías como factor promotor de la salud: Involucrar a los niños con problemas metabólicos en la dieta mediterránea en la era de la comida rápida.	56
<b>HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.</b>	73
2.1. Hipótesis.	75
2.2. Objetivos.	75
<b>PUBLICACIONES</b>	77
3.1. Artículo 1: Estudio de la obesidad en una población infantil rural y su relación con variables antropométricas	79
3.2. Artículo 2: Diagnostic Precision of Anthropometric Variables for the Detection of Hypertension in Children and Adolescents	91
3.3. Artículo 3: A Sustainable Approach to the Metabolic Syndrome in Children and Its Economic Burden.	97
3.4. Registro Propiedad Intelectual: Aplicación informática para ordenadores y dispositivos móviles.	119
<b>CONCLUSIONES</b>	125
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	129
<b>ANEXOS</b>	165
Anexo I: Cuaderno Recogida de Datos	167
Anexo II: Aprobación por Comité de Ética de Investigación	
Anexo III: Indicios de Calidad	173





**PUBLICACIONES, APLICACIONES Y PREMIOS DERIVADOS  
DE LA  
PRESENTE TESIS DOCTORAL**

1. Vaquero Álvarez, M; Romero Saldaña, M; Fonseca del Pozo, FJ; Llorente Cantarero, FJ Evaluación de la precisión diagnóstica de variables antropométricas para detectar hipertensión en escolares. *Riesgo Vascular*. 2017; 14: 55-55.
2. Fonseca del Pozo FJ, Valle Alonso JV, Vaquero Álvarez M, Orr S, Llorente Cantarero FJ. Physical fitness as an indicator of health status and its relationship to academic performance during the prepubertal period. *Health Promot Perspect*. 2017; 7(4):197-204.
3. Vaquero Álvarez M, Romero Saldaña M, Valle Alonso J, Llorente Cantarero FJ, Blancas Sánchez I, Fonseca del Pozo FJ. Estudio de la obesidad en una población infantil rural y su relación con variables antropométricas. *Atención Primaria* 2019;51(6): 341-349. doi: 10.1016/j.aprim.2018.03. IF=1,087 (115/165 categoría Medicina General e Interna) Q3
4. Vaquero Álvarez M, Aparicio-Martinez P, Fonseca Pozo FJ, Valle Alonso J, Blancas Sánchez IM, Romero Saldaña M. A Sustainable Approach to the Metabolic Syndrome in Children and Its Economic Burden. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020;17(6):1891. doi: 10.3390/ijerph17061891. IF=2.849 (2019) (32/170 categoría Public Environmental & Occupational Health) Q1
5. Vaquero-Álvarez M, Molina-Luque R, Fonseca Pozo FJ, Molina-Recio G, López-Miranda J, Romero Saldaña M. A Diagnostic precision of anthropometric variables for the detection of hypertension in children and adolescents. *Int J*

Environ Res Public Health. 2020 ;17(12):E4415. doi: 10.3390/ijerph17124415. IF=2.849 (2019) (32/170 categoría Public Environmental & Occupational Health) Q1

6. Valor predictivo de las variables antropométricas en el diagnóstico de la hipertensión en población escolar. Vaquero Álvarez, M; Romero Saldaña, M; Fonseca del Pozo, FJ; López Miranda, J. En: Creando Redes Doctorales: La generación del conocimiento. Editado por Arturo F. Chica Pérez y Julieta Mérida García. – Córdoba: UCOPress. Editorial Universidad de Córdoba, 2018: 193-196. ISBN 978-84-9927-239-9.
7. Premio a la mejor comunicación  
Evaluación de la precisión diagnóstica de variables antropométricas para detectar hipertensión en escolares. Vaquero Álvarez, M; Romero Saldaña, M; Fonseca del Pozo, FJ; Llorente Cantarero, FJ. 27º Congreso Médico Sociedad Andaluza de Hipertensión Arterial (SAHTA). Málaga 9 al 11 de noviembre de 2017.
8. Registro de la propiedad intelectual:  
NIM Kids Mets Nuevo método no invasivo para la detección temprana del síndrome metabólico en población escolar. Aparicio Martínez P, Vaquero Álvarez M, Jiménez Calzada A, Vaquero Abellán M, Martínez Jiménez P, Romero Saldaña M, Fonseca del Pozo FJ. Registro territorial de la propiedad intelectual de Andalucía expediente RTA-728-20

## **LISTADO DE ACRÓNIMOS**

---

- AACE. American Association Clinic Endocrinology
- ABC. Área Bajo la Curva.
- ADA. American Diabetes Association
- AF. Actividad Física
- AGL. Ácidos Grasos Libres.
- AHA. American Heart Association.
- CC. Circunferencia/ Perímetro de cintura.
- CHAID. Chi-square Authomatic Interaction Detection
- DI. Densidad de Incidencia.
- DM. Diabetes mellitus.
- ECV. Enfermedad/es cardiovascular/es
- ENT. Enfermedades crónicas no transmisibles
- EGIR. European Group for the Study of Insulin Resistance
- FAE. Fracción Atribuible en Expuestos.
- FNT. Factor de Necrosis Tumoral
- FRCV. Factores de riesgo cardiovasculares
- HOMA. Homeostasis Model Assessment.
- HR. Hazard Ratio.
- HTA. Hipertensión Arterial.
- IAP-PAI. Inhibidor del activador del plasminógeno.
- ICC. Índice Cintura-Cadera
- ICadT. Índice Cadera-Talla

- ICT. Índice Cintura-Talla
- IDF. International Diabetes Federation
- IL. Interleuquina.
- IMC. Índice de Masa Corporal.
- NCEP-ATPIII. National Cholesterol Education Program. Adult Treatment Panel III.
- NHLBI. National Heart, Lung and Blood Institute.
- NIM-MetS. Non invasive method for early detection of Metabolic Syndrome
- OMS. Organización Mundial de la Salud
- OR. Odds Ratio
- PG. Peso Graso.
- PREDIMED. Prevención con Dieta Mediterránea.
- PST. Promoción de la Salud en el Trabajo.
- RAE. Riesgo Atribuible en Expuestos.
- RCV. Riesgo Cardiovascular
- RI. Resistencia a la insulina.
- ROC. Receiver Operator Characteristic
- RR. Riesgo Relativo
- SMet. Síndrome Metabólico
- TA. Tensión Arterial.
- TG. Triglicéridos.
- VLDL. Very Low Density

RESUMEN  
SUMMARY



## RESUMEN

---

### **Estilos de vida y estado de salud cardiovascular de una población estudiantil no universitaria**

#### **INTRODUCCIÓN**

Las enfermedades crónicas no transmisibles son la primera causa de muerte a nivel mundial, siendo las enfermedades cardiovasculares las que mayor número de muertes provocan en todo el mundo. Además, suponen un problema para la Salud Pública en los países por su impacto sobre la calidad de vida de las personas y su elevada carga económica.

Su desarrollo está ligado a los factores de riesgo cardiovasculares, donde el sobrepeso y la obesidad destacan sobre el resto por su elevada prevalencia y presencia en nuestro entorno. La población con exceso de peso no ha dejado de incrementarse en los últimos años, alcanzando en 2015 la prevalencia de obesidad un 12% entre los adultos a nivel mundial. Un hecho preocupante es que la proporción de población infanto-juvenil que padece sobrepeso u obesidad cada vez es mayor, y ha provocado el desarrollo de patologías características de edades más avanzadas. En este sentido, se ha incrementado la proporción de población infanto-juvenil que presenta presión arterial elevada o hipertensión arterial (HTA). El desarrollo de esta alteración en edades tempranas se asocia con mayor probabilidad de padecer HTA en la etapa adulta, y es una de las principales causas de mortalidad precoz. Intervenir de forma prematura sobre esta situación es eficaz para reducir sus repercusiones sobre la salud. La epidemia de obesidad infantil es responsable de la aparición de enfermedades metabólicas, que anteriormente aparecían descritas para personas adultas obesas. El Síndrome Metabólico (SMet) es una entidad reconocida como factor de riesgo para la salud, que ha sufrido un importante aumento en adultos, así como en niños y adolescentes. SMet ocurre en un 3.3% de la población pediátrica, 11.9% en niños con sobrepeso y 29.2% en obesos; aunque hasta la fecha, no hay consenso sobre una definición única de SMet para niños y adolescentes.

El diagnóstico temprano de SMet requiere un largo período de tiempo y es

costoso, ya que cada parámetro de SMet debe investigarse. Una buena prueba de detección debe ser altamente predictiva y fácil de realizar e interpretar. También parece necesario disponer de herramientas que permitan su detección temprana con el fin de evitar las comorbilidades asociadas. Así, se ha evidenciado que las variables antropométricas que permiten valorar la distribución de grasa corporal, como el perímetro de la cintura, el índice cintura-talla o el índice de masa corporal, son útiles en población infanto-juvenil. Además, otras ventajas que presentan son la facilidad de medición, su no invasividad y su sencilla interpretación.

## **OBJETIVOS**

- Conocer el estado de salud cardiovascular y estilos de vida de los escolares prepuberales y púberes de centros educativos de la provincia de Córdoba.
- Evaluar la precisión diagnóstica de variables antropométricas para detectar Obesidad, Hipertensión arterial y Síndrome Metabólico en una población infanto-juvenil.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se ha optado por un diseño epidemiológico mixto y múltiple, compuesto por las siguientes publicaciones:

En la primera publicación en un estudio de diseño observacional descriptivo, se determinó en una muestra de alumnos de 6 a 16 años de una población rural la prevalencia de obesidad y se recogieron variables predictoras sociodemográficas, antropométricas, de condición física y alimentación. Se realizó una regresión logística binaria determinando los valores de odds ratio (OR) crudas y ajustadas, se confeccionaron curvas características operativas y se determinaron valores de corte, calculando la sensibilidad, la especificidad y el índice de Youden.

En la segunda publicación, se realizó un estudio transversal en estudiantes con edades de ese grupo de edad, para el diagnóstico de HTA, siguiendo los criterios propuestos por la Asociación Española de Pediatría. Mediante análisis



multivariante, se comprobó la asociación entre las variables antropométricas: índice de masa corporal (IMC), porcentaje de grasa corporal (%GP), perímetro de cintura (CC) e índice cintura talla (ICT) con la HTA.

En la tercera publicación se trató del síndrome metabólico (SMet), además de un estudio observacional, se llevó a cabo un estudio de precisión de prueba diagnóstica en la población de niños y adolescentes. Las variables antropométricas analizadas fueron peso, altura, índice de masa corporal, circunferencia de la cintura, índice cintura-talla y presión arterial.

## **RESULTADOS**

La prevalencia de sobrepeso y obesidad fue del 26,2 y 22,3%, respectivamente. Solo un 15,2% de los escolares realizó dieta mediterránea óptima. El índice cintura talla fue la variable predictiva con mayor OR ajustada (7,1 [4,3-11,6]) y mayor área bajo la curva (0,954 [0,928-0,979]); a partir de un valor de corte global para discriminar obesidad de 0,507, consiguió una sensibilidad del 90% y una especificidad del 87,2%.

El CC mostró la mejor capacidad diagnóstica para la HTA (área bajo la curva 0.729), con una sensibilidad y una especificidad del 72.2% y 76%, respectivamente, para un punto de corte de 73.5 cm. Al aplicar el análisis multivariante ajustado, se halló una asociación entre la HTA y las variables antropométricas: CC (OR = 10.7), IMC (OR = 7.5), ICT (OR = 5.5) y %GP (OR= 5.3).  $p < 0.05$ .

La prevalencia general de síndrome metabólico utilizando los NIM-Mets fue de 5.7%. El NIM-MetS obtuvo una validez de diagnóstico del 95,9%, utilizando el NCEP-ATPIII como prueba de referencia con una sensibilidad del 63,6% que aumentó hasta el 92,3% después de que se obtuvieran tres modelos predictivos mediante análisis discriminante y se compararan para elegir cuál podría ser utilizado en un árbol de decisión clínica.

Además, se implementó en una plataforma web una simulación para detectar síndrome metabólico en niños: NIM Kids Mets. Esta aplicación ha sido dada de alta en el Registro territorial de la propiedad intelectual de Andalucía, con el expediente RTA-728-20.

## CONCLUSIONES

La adherencia a la dieta mediterránea en nuestro trabajo se califica como media-baja; y se va deteriorando al aumentar la edad. La condición física de nuestros escolares se encuentra por debajo de los valores establecidos para los niños y adolescentes españoles.

La prevalencia de sobrepeso en los estudiantes de primaria y secundaria fue de 26,2% y la de obesidad del 22,3%. El sobrepeso y la obesidad se relacionan con la edad, la presión arterial sistólica, un mayor porcentaje de peso graso en mujeres y un mayor porcentaje de peso libre de grasa en varones, además de una menor condición física. El Índice Cintura Talla es una medida antropométrica fácil de aplicar, que diagnostica obesidad independientemente de la edad, mostrándose como una herramienta que puede ayudar a una detección de esta enfermedad de forma temprana en población escolar.

La prevalencia de hipertensión arterial obtenida ha sido del 6,8%, hallando relación entre hipertensión arterial y las variables edad, obesidad, circunferencia de la cintura, índice cintura talla y porcentaje de peso graso. La Circunferencia de la Cintura ha mostrado la mayor exactitud diagnóstica y la mayor capacidad predictiva para hipertensión arterial.

Se ha desarrollado un nuevo método para la detección de síndrome metabólico pediátrico, utilizando técnicas no invasivas y basado en solo dos variables antropométricas: índice cintura talla y tensión arterial. Este nuevo método ha demostrado una elevada precisión diagnóstica, con alta sensibilidad, especificidad y concordancia clínica con respecto a la prueba de referencia (National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III). La prevalencia de síndrome metabólico en niños de nuestra población utilizando el nuevo método no invasivo fue de 5,7%.

## **SUMMARY**

---

### **Lifestyles and cardiovascular health status of a non-university student population**

#### **INTRODUCTION**

Chronic non-communicable diseases are the leading cause of death worldwide, with cardiovascular diseases causing the highest number of deaths worldwide. In addition, they pose a problem for Public Health in the countries due to their impact on people's quality of life and their high economic burden.

Its development is linked to cardiovascular risk factors, where overweight and obesity stand out from the rest due to their high prevalence and presence in our environment. The overweight population has not stopped increasing in recent years, with the prevalence of obesity reaching 12% among adults worldwide in 2015. A worrisome fact is that the proportion of the child-adolescent population that suffers from overweight or obesity is increasing, and has caused the development of characteristic pathologies of older ages. In this sense, the proportion of the child-adolescent population with high blood pressure or hypertension has increased. The development of this alteration at an early age is associated with a greater probability of suffering from hypertension in adulthood, and is one of the main causes of early mortality. Intervening early on this situation is effective in reducing its impact on health. The childhood obesity epidemic is responsible for the appearance of metabolic diseases, which were previously described for obese adults. The Metabolic Syndrome (MetS) is an entity recognized as a risk factor for the health of the person, which has suffered a significant increase in adults, as well as in children and adolescents. MetS occurs in 3.3% of the pediatric population, 11.9% in overweight children and 29.2% in obese children; although to date, there is no consensus on a single definition of MetS for children and adolescents.

Early diagnosis of MetS requires a long period of time and is costly, as each MetS parameter must be investigated. A good screening test should be highly predictive and easy to perform and interpret. It also seems necessary

to have tools that allow its early detection in order to avoid associated comorbidities. Thus, it has been shown that anthropometric variables that allow assessing the distribution of body fat, such as waist circumference, waist-height rate or body mass index, are useful in children and adolescents. In addition, other advantages are the ease of measurement, its non-invasiveness and its simple interpretation.

## **AIMS**

- To determinate the cardiovascular health status and lifestyles of prepubertal and pubertal schoolchildren from educational centers in the province of Córdoba.
- Evaluate the diagnostic precision of anthropometric variables to detect Obesity, Arterial Hypertension and Metabolic Syndrome in a child-adolescent population.

## **MATERIAL AND METHODS**

A mixed and multiple epidemiological design has been chosen, consisting of the following publications:

In the first publication in a descriptive observational design study, the prevalence of obesity was determined in a sample of students aged 6 to 16 from a rural population and sociodemographic, anthropometric, physical condition and diet predictive variables were collected. A binary logistic regression was carried out determining the crude and adjusted odds ratio (OR) values, operating characteristic curves were drawn up and cutoff values were determined, calculating the sensitivity, specificity and Youden index.

In the second publication, a cross-sectional study was carried out in students of this age group for the diagnosis of arterial hypertension, following the criteria proposed by the Spanish Association of Pediatrics. Through multivariate analysis, the association between anthropometric variables: body mass index (BMI), percentage of body fat (%BF), waist circumference (WC) and waist-height rate (WHtR) with hypertension was verified.

The third publication dealt with the metabolic syndrome (MetS), in addition to an observational study, a diagnostic test precision study was carried out in the population of children and adolescents. The anthropometric

variables analyzed were weight, height, body mass index, waist circumference, waist-height rate, and blood pressure.

## **RESULTS**

The prevalence of overweight and obesity was 26.2 and 22.3%, respectively. Only 15.2% of the schoolchildren had an optimal Mediterranean diet. The waist-height rate (WHtR) was the predictive variable with the highest adjusted OR (7.1 [4.3-11.6]) and the largest area under the curve (0.954 [0.928-0.979]); from a global cut-off value to discriminate obesity of 0.507, it achieved a sensitivity of 90% and a specificity of 87.2%.

The WC showed the best diagnostic capacity (area under the curve 0.729), with a sensitivity and specificity of 72.2% and 76%, respectively, for a cut-off point of 73.5 cm. When applying the adjusted multivariate analysis, an association was found between Hypertension and the anthropometric variables: WC (OR = 10.7), BMI (OR = 7.5), WHtR (OR = 5.5) and % BF (OR = 5.3).  $p < 0.05$ .

The overall prevalence of metabolic syndrome using the NIM-Mets was 5.7%. The NIM-MetS obtained a diagnostic validity of 95.9%, using the NCEP-ATPIII as the reference test with a sensitivity of 63.6% that increased to 92.3% after three predictive models were obtained by analysis. discriminant and were compared to choose which could be used in a clinical decision tree.

In addition, a simulation to detect metabolic syndrome in children was implemented on a web platform: NIM Kids Mets. This application has been registered in the Andalusian intellectual property territorial registry, with file RTA-728-20.

## **CONCLUSIONS**

Adherence to the Mediterranean diet in our work is classified as medium-low. The physical condition of our schoolchildren is below the values established for Spanish children and adolescents.

The prevalence of overweight in primary and secondary school students was 26.2% and that of obesity was 22.3%. Overweight and obesity are related to age, systolic blood pressure, a higher percentage of fat weight in

women and a higher percentage of fat-free weight in men, as well as a lower physical condition. The Waist Height Index is an easy-to-apply anthropometric measure that diagnoses obesity regardless of age, showing itself as a tool that can help detect this disease early in the school population.

The prevalence of arterial hypertension obtained was 6.8%, finding a relationship between arterial hypertension and the variables age, obesity, waist circumference, waist-height index and percentage of fat weight. Waist circumference has shown the greatest diagnostic accuracy and the greatest predictive capacity for arterial hypertension.

A new method has been developed for the detection of pediatric metabolic syndrome, using non-invasive techniques and based on only two anthropometric variables: waist-height index and blood pressure. This new method has shown high diagnostic precision, with high sensitivity, specificity, and clinical agreement with respect to the reference test (National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III). The prevalence of metabolic syndrome in children of our population using the new non-invasive method was 5.7%.

# INTRODUCCIÓN





## **1.1. Estilos de vida. Obesidad.**

---

### Estilos de vida

El concepto de salud ha evolucionado, uniendo la capacidad de funcionamiento y la adaptación del ser humano a su medio al "estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solo la ausencia de afecciones o enfermedades". Se trata de una adaptación dinámica al medio natural y al que nos rodea, en el cual hay múltiples factores que influyen sobre el estado de salud y que llamamos "determinantes de salud" (1) En la actualidad se considera que a excepción de la biología humana, casi todos los factores que integran los determinantes de salud, son modificables.

Uno de estos determinantes, los estilos de vida representan un conjunto de patrones de conducta que caracterizan la manera general de vivir de un individuo o de un grupo (1). Se trata de reacciones habituales tanto individuales, como de unas pautas de conductas aprendidas, que se ven influenciadas por la acción de la familia, escuela, amigos, medios de comunicación, trabajo y organización social.

Los estilos de vida están favorecidos por los hábitos, costumbres, modas y valores existentes y dominantes en cada momento en cada comunidad. Estos factores son aprendidos y, por tanto, modificables a lo largo de toda la vida. Entre los más importantes destacan: el consumo de drogas (tabaco, alcohol, etc.), el sedentarismo y falta de ejercicio, la mala alimentación (consumo excesivo de azúcares y grasas de origen animal) y otras como son las situaciones psíquicas (situaciones de estrés, violencia, etc.) y la mala utilización de los cuidados médicos (2).

Buena parte de las patologías que provocan mayor morbilidad y mortalidad tienen relación con los hábitos y costumbres, lo que confirma que la promoción de hábitos saludables (pautas de conductas, que tanto individual como colectiva, se adquieren de forma cotidiana) mejoran su calidad de vida (3); entre los jóvenes es una de las medidas que contribuyen a la mejora de esperanza y calidad de vida de la población (2). Por tanto la educación sanitaria es fundamental para que los individuos modifiquen sus comportamientos "insanos" con objeto de eliminar los factores de riesgo de

las enfermedades crónicas (4).

La estrategia Mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud de la Organización Mundial de la Salud (OMS), elaborada en el año 2004 (5), ofrece una serie de recomendaciones a los estados miembros para hacer frente a dos de los principales riesgos determinantes de la enorme y creciente carga de enfermedades no transmisibles (ENT), representados por enfermedad cardiovascular, diabetes, cáncer y obesidad: la dieta poco saludable y la inactividad física.

Las ENT representan alrededor del 71% de las defunciones mundiales. Las enfermedades cardiovasculares constituyen la mayoría de las muertes por ENT, seguidas del cáncer, las enfermedades respiratorias y la diabetes. Estos problemas de salud son responsables de más del 80% de todas las muertes prematuras por ENT. Y se pueden controlar o prevenir mediante intervenciones que aborden factores de riesgo modificables, como son el consumo de tabaco, la dieta poco saludable, la inactividad física y el uso nocivo del alcohol; así como mediante la detección y el tratamiento temprano de factores de riesgo metabólicos que aumentan el riesgo de ENT, como son: el aumento de la tensión arterial, el sobrepeso y la obesidad, la hiperglucemia y la hiperlipidemia. A la presión arterial se atribuyen el mayor número de muertes a nivel mundial (19%), seguidas de la obesidad y la hiperglucemia.

Las intervenciones frente a las ENT deben llevarse a cabo desde la atención primaria, reforzando su detección temprana y el tratamiento a tiempo, reduciendo la posibilidad de tratamientos más caros.

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son un conjunto de trastornos del corazón y de los vasos sanguíneos. Constituyen la principal causa de muerte en todo el mundo. Estas enfermedades no transmisibles no solo afectan a los adultos sino que también las padecen los niños y adolescentes.

Para las personas con ECV o con alto riesgo cardiovascular (debido a la presencia de uno o más factores de riesgo, como la hipertensión arterial, la diabetes, la hiperlipidemia o la obesidad), son fundamentales la detección precoz y el tratamiento temprano.

En nuestro país, el informe del Instituto Nacional de Estadística (INE) de 2019, sobre defunciones, según la causa de muerte del año 2018 (8), indica que el grupo de enfermedades del sistema circulatorio volvió a ser la primera causa de muerte, con el 28,3% del total, y una tasa de 258,6 fallecidos por

cada 100.000 habitantes. Por regiones, Andalucía registró la mayor tasa de mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio (300,4), seguida de las ciudades autónomas de Melilla y Ceuta (277,9 y 273,5, respectivamente). (9).

A nivel autonómico, distintas instituciones andaluzas (10-13) han promovido la investigación sobre la salud de los adolescentes, con el objetivo de utilizar sus resultados para orientar y evaluar las políticas sanitarias, instaurar programas educativos específicos para la promoción de la salud, fomentar los estilos de vida saludables y la prevención de hábitos y conductas que supongan riesgos para la salud de los escolares.

En la provincia de Córdoba, se han llevado a cabo en los últimos años estudios (2,14-16) que han aportado información útil, mediante una metodología de encuesta similar a la realizada en el "Estudio Español sobre las Conductas de los Escolares Relacionadas con la Salud". Se trata de análisis sobre diversos aspectos de las conductas relacionadas con la salud de los escolares de Córdoba, que nos ha permitido tener un conocimiento más cercano de la realidad de los adolescentes, y poder comprobar cómo estas conductas han ido evolucionando a lo largo de los años.

La promoción de la salud, se debe realizar y fomentar en el centro escolar, ya que este es un pilar básico para su desarrollo (8,17,18). Se trata de una institución por la que pasan todas las personas y, supone el momento ideal de la adquisición de hábitos de vida saludables (19). La escuela, por sí sola, no consigue todos los objetivos de la promoción de hábitos saludables, pero su apoyo los propicia y facilita (2).

Los seres humanos siempre han integrado los alimentos como fuentes de energía que ayudan a mantener un equilibrio metabólico saludable. En este sentido, los estilos de vida saludables ayudan a mantener el bienestar y el equilibrio entre salud y enfermedad. No obstante, un estilo de vida precario, principalmente una dieta desequilibrada y el sedentarismo, aumentan la probabilidad de padecer enfermedades crónicas, como la hipertensión. En cuanto a la dieta, la dieta actual se basa principalmente en carbohidratos (45%), siendo mayoritariamente sacarosa (27%), y lactosa (27%), y se favorece el aumento de las grasas. Esta modificación de la dieta se ha relacionado con la emergencia de enfermedades crónicas, como la obesidad.

En los años 80 se produjeron iniciativas para estudiar las conductas de los

escolares que se relacionaban con la salud (Health Behaviour in School-Aged children, HBSC) (20). Así en 1982 se inició un estudio internacional en tres países (Finlandia, Inglaterra y Noruega) que acordaron diseñar un instrumento común que permitiera conocer los hábitos de vida relacionados con la salud de los preadolescentes y adolescentes escolarizados. Poco tiempo después, el estudio fue acogido como Estudio Colaborador por la Oficina Regional para Europa de la OMS (WHO Collaborative Study).

La sociedad actual, condicionada en gran medida por el estrés, está sufriendo una transformación metabólica tras el abandono de dietas saludables, como la dieta mediterránea, y de otros hábitos como la actividad física (AF) (21). Desde edades tempranas, el sedentarismo parece estar relacionado con el desarrollo de determinados factores de riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV)(22). El nivel actual de práctica de AF es cada vez menor, siendo especialmente relevante en la población escolar. La presencia de estos factores y hábitos de riesgo ya durante la niñez y la adolescencia incrementa de forma notable la probabilidad de desarrollar determinadas patologías en la vida adulta. Estas patologías incluyen: obesidad, diabetes tipo 2, dislipidemia, aterosclerosis, trastornos del comportamiento alimentario, osteoporosis, y ciertos tipos de cáncer. Aunque las manifestaciones clínicas indicativas de estas enfermedades suelen aparecer en la edad adulta, se sabe que en muchas de ellas, su patogenia se establece en la infancia o en la adolescencia (23).

## Obesidad

La obesidad infantil es un problema complejo, de origen multifactorial, que requiere intervenciones a múltiples niveles, centrada en la persona-en las diferentes etapas de la vida-, en sus familias y en la comunidad; y van dirigidas a los comportamientos sobre alimentación y actividad física entendidos en sentido amplio (5, 24).

El sobrepeso y la obesidad son más preocupantes ya que las tasas están aumentando en todo el mundo independientemente del país. Este aumento del sobrepeso y la obesidad se ha relacionado con el sedentarismo y las malas conductas alimentarias, aunque existen otros factores relacionados con este aumento, como las redes sociales, la comida rápida o los cambios en la

conservación de los alimentos (25,26).

Diferentes estudios han demostrado cómo la prevalencia de obesidad infantil se ha triplicado desde la década de los noventa (27,28) y su prevención se considera una de las prioridades de Salud Pública en el siglo XXI. La obesidad se asocia a la aparición de comorbilidad en la infancia y su persistencia en la edad adulta conlleva un mayor riesgo de problemas de salud crónicos (29). El balance energético entre la actividad física y la ingesta y el sedentarismo son los aspectos más estudiados para explicar la alta incidencia de obesidad infantil (30)

La Comisión para acabar con la obesidad infantil 2014 de la OMS (5) advierte que la obesidad infantil es un problema complejo, de origen multifactorial y que requiere de intervenciones a múltiples niveles: esto incluye a los individuos, a las familias y a las comunidades y a los comportamientos sobre alimentación y actividad física entendidos en sentido amplio; y que las intervenciones deben tener un enfoque centrado en las etapas de la vida.

La aterosclerosis se considera una enfermedad de afectación sistémica, que conduce a ECV, por ello en la actualidad hay un creciente interés por la detección temprana de la misma; de hecho sabemos que hay lesiones ateroscleróticas subclínicas precursoras que se pueden diagnosticar mediante procedimientos no invasivos, e incluso se ha propuesto como complemento a las escalas de valoración del riesgo cardiovascular (RCV) (25).

Identificar factores de riesgo modificables debe ser nuestra prioridad en la práctica clínica diaria (26). Estos factores de riesgo incluyen concentraciones elevadas de lipoproteína de baja densidad (LDL) y bajas de lipoproteína de alta densidad (HDL), hipertensión arterial, diabetes, tabaquismo y, el más importante, la obesidad (27).

La obesidad es un problema médico de primer orden, en numerosos estudios se ha documentado una fuerte relación entre obesidad y enfermedad cardiovascular (31-35).

En el 95% de los casos, la obesidad tiene causa nutricional, exógena o primaria; y, sólo en el 5 por ciento de los casos, es endógena, monogénica o secundaria a otras enfermedades o a la ingesta de fármacos.

La obesidad se asocia con resistencia a la insulina y ECV arterioesclerótica; sin embargo, este riesgo depende de la distribución del tejido adiposo en el

cuerpo y principalmente del incremento y acumulación ectópica de grasa visceral (36-39).

La prevalencia de la obesidad infantil se ha triplicado desde los años 70 y se considera uno de los retos más graves de salud pública del siglo XXI. Según la OMS, la prevalencia mundial de sobrepeso y obesidad infantil aumentó de 4,2% en 1990 a 6,7% en el 2010. Esta tendencia se ha estimado en un 9,1% en el 2020, para un incremento relativo del 36% a partir del 2010 (38).

La epidemia de obesidad infantil se ha convertido en un grave problema de salud pública en muchos países del mundo. En 2009, la Organización Mundial de la Salud (OMS) describió que aproximadamente 55 millones, lo que implicaba que uno de cada 10 niños en edad escolar (entre 5 y 17 años), tenía sobrepeso u obesidad. Varios estudios han indicado cómo esta frecuencia ha ido aumentando en la última década (40, 41, 42). Un estudio reciente ha indicado que aproximadamente el 20% de los niños en edad escolar en los países europeos tienen sobrepeso y el 5% son obesos (40). Solo en España en 2012, se estima en un 12,6% la prevalencia de obesidad en jóvenes españoles con edades comprendidas entre los 8 a 17 años, donde 4 de cada 10 jóvenes sufren exceso de peso (43). Otro estudio realizado en 2015 en España indicó que la prevalencia de obesidad es de hasta el 10,2% en la población de 4 a 24 años, lo que refleja el crecimiento de esta tendencia (23). En Andalucía, se han comunicado prevalencias de obesidad del 7,4% (44).

Este factor de riesgo cardiovascular aparece asociado a las clases sociales más desfavorecidas y con menos estudios.

La preocupación de la ciudadanía es que el sobrepeso y la obesidad aumentan el riesgo de tener otros problemas de salud, como hipertensión o trastornos metabólicos (45, 46). Estos problemas de salud son aún más preocupantes en los niños, especialmente porque está aumentando el número de niños con niveles bajos de actividad física y trastornos alimentarios (47,48). Este cambio de actividad física y conductas alimentarias están influenciadas por estructuras familiares y sociales (49).

En la obesidad existe un mayor riesgo de padecer síndrome metabólico, entidad clínica que puede dañar al endotelio vascular y favorecer la aparición de aterosclerosis y posteriormente al desarrollo de enfermedad cardiovascular (ECV).

La estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud propuesta por la Organización Mundial de la Salud en 2004, aborda dos de los principales factores de riesgo de las enfermedades no transmisibles: alimentación y actividad física. Estudios centrados en la dieta mediterránea señalan una relación positiva entre el grado de adherencia a este patrón alimentario y el nivel de actividad física de niños y jóvenes. Igualmente, se ha descrito una asociación inversa entre el cumplimiento de una dieta mediterránea y las horas dedicadas a actividades sedentarias frente a la pantalla (televisión, ordenador o videojuegos) (45)

La actividad física debe ser introducida en la atención primaria en todo el mundo (46). No basta con aumentar el nivel de actividad, el riesgo cardiovascular futuro está más condicionado por la forma física que se alcanza (especialmente fuerza y capacidad aeróbica) que por el nivel de actividad física que se realiza. Aunque el nivel de condición física ha sido recientemente propuesto como un potente indicador del estado de salud para todas las edades, factores clásicos de riesgo cardiovascular futuro, como las características antropométricas (47), el perfil lipídico (48) o la presión arterial (49), resultan determinantes para la aparición de la enfermedad cardiovascular.

El estudio ENKID, realizado entre los años 1998-2000, en 3.850 niños españoles de edades comprendidas entre 2 y 24 años, proporcionó prevalencias para el sobrepeso y la obesidad del 12,4% y 13,9%, respectivamente, a través de tablas de referencia basadas en niños españoles (50).

En el Estudio ALADINO participaron 10,899 niños de 165 centros escolares españoles y edades comprendidas entre 6 y 9 años de edad. Según este estudio de 2015, el 23,2% de los niños tenían sobrepeso y el 18,1% eran obesos. Estos datos nos confirman el progresivo aumento de la obesidad infantil. Los datos de prevalencia de obesidad en el Estudio Aladino mostraron porcentajes mayores para el grupo de los chicos (20,4% frente al 15,8% en el grupo de las chicas).

La AF regular es considerada una de las estrategias más eficaces para prevenir las principales causas de morbimortalidad en los países occidentales. Así, EEUU consideró el aumento de la práctica de la AF como el primero de sus objetivos para el año 2010. Ello está motivado por los importantes riesgos

que conlleva la falta de AF para la salud individual y social (51). En adultos, el grado de AF se ha relacionado de forma positiva con la salud cardiovascular, obteniéndose algunos resultados similares en niños y adolescentes (52). La AF es uno de los requisitos fundamentales para lograr un perfil lipídico-metabólico saludable, suponiendo que se consigue una mejora de la condición física (CF), y por tanto, de la salud.

Aunque esté relacionada, la CF es otro concepto que se define como la capacidad para hacer ejercicio, entendida como una medida integrada de las funciones y estructuras que intervienen en la realización de ésta: muscular esquelética, cardiorrespiratoria, hemato-circulatoria, psiconeurológica y endocrino-metabólica (53). La capacidad cardiovascular es un marcador directo del estado fisiológico y refleja la capacidad general de los aparatos cardiovascular y respiratorio. En la actualidad, un índice bajo de CF se considera un fuerte predictor de riesgo de ECV no sólo en sujetos con sobrepeso u obesidad, sino también en sujetos con normopeso (54). En importantes estudios longitudinales se ha constatado que el nivel de CF que se posee en la vida adulta, así como la presencia de otros factores de riesgo cardiovascular convencionales (hipercolesterolemia, hipertensión y otros), están condicionados por el nivel de forma física que se tiene en la infancia o la adolescencia, especialmente por la capacidad aeróbica y la fuerza muscular. Además, la realización de forma habitual de ejercicio prolongado está inversamente relacionada con la aparición de factores de riesgo cardiovascular. En consecuencia, para valorar el riesgo de enfermedad futura derivada del sedentarismo de la forma más precoz posible, debe comenzarse necesariamente estudiando la infancia o la adolescencia (55).

En un trabajo de Ortega y cols (54) se han obtenido los valores de condición física de la población adolescente española. El rango del percentil 5 respecto a la capacidad aeróbica máxima (test de Course Navette) oscila entre 2,0 - 3,3 y 1,4 -1,9 para varones y mujeres, respectivamente. Casi 1 de cada 5 adolescentes presentará riesgo cardiovascular en el futuro sobre la base de su capacidad aeróbica; este subgrupo de adolescentes mostró también una peor forma física que el resto de adolescentes en todas las pruebas físicas realizadas.

El estado de forma de los adolescentes españoles es peor que el de otros países y se estima que 1 de cada 5 adolescentes españoles posee un nivel de



condición física indicativo de riesgo cardiovascular futuro (54).

Son necesarias actuaciones específicas para realizar tareas de reeducación alimentaria y programas de educación alimentaria. Además, teniendo en cuenta la condición física de nuestros escolares, y la importancia constatada de la forma física como factor de riesgo cardiovascular, es preciso diseñar programas de prevención que mejoren la condición física (especialmente fuerza y capacidad aeróbica) de nuestros adolescentes, implicando a profesionales de los medios: sanitario, de la actividad física y deportiva, educativo y político-administrativo.

El Plan Integral para la prevención de la Obesidad infantil en Andalucía, recoge unas tablas para el diagnóstico de obesidad, estratificadas por sexo e IMC (56).

Se han desarrollado en todo el mundo diferentes programas adaptando las actividades según las características de cada comunidad. La combinación de una dieta saludable y actividad física reduce la grasa y aumenta la masa muscular, que es el tratamiento ideal para la obesidad. Mientras tanto, la actividad física es crucial para prevenir el SMet al reducir la resistencia a la insulina (57). Un ejemplo es el Plan Integral de Obesidad Infantil (PIOBIN), puesto en marcha en Andalucía en 2007, basado en el diagnóstico precoz y el tratamiento de la obesidad en los niños mediante el asesoramiento educativo, la mejora de la dieta y la actividad física (54). Tanto la infancia como la adolescencia son períodos de especial crecimiento y desarrollo en los que los requerimientos de energía y nutrientes se incrementan. Además, los hábitos alimentarios y de AF e inactividad adquiridos en estas etapas perduran durante la vida adulta, por ello, cuanto más saludables sean, menor será el riesgo de enfermedades y de mala calidad de vida en esta edad y en edades posteriores.

En cuanto a la dieta, un hábito alimentario que ha demostrado ser de gran utilidad para disminuir los problemas de salud y la obesidad ha sido la dieta mediterránea (33,34), considerada como uno de los patrones alimentarios más saludables del mundo. Este modelo dietético se caracteriza por un alto consumo de verduras y hortalizas, legumbres, frutas, frutos secos y cereales y, especialmente, aceite de oliva; junto con un consumo moderado de pescados, huevos y productos lácteos, preferentemente yogur o queso, y un menor consumo de carnes y de grasas animales. Numerosos estudios

epidemiológicos ponen de relieve los efectos beneficiosos de este modelo dietético frente a enfermedades cardiovasculares, diabetes, ciertos tumores y otras patologías asociadas con el estrés oxidativo. Esta dieta, que predomina principalmente en países en contacto con el mar Mediterráneo, como Grecia, España o Italia, ha mostrado una relación positiva entre niveles más altos de actividad física y un índice de masa corporal (IMC) más bajo (19,35). En las últimas décadas, nuestro país ha sufrido grandes cambios asociados a la globalización que han repercutido enormemente en la forma de alimentarse, especialmente, de los niños y adolescentes. Factores como los ingresos familiares, el avance tecnológico en el sector agroalimentario, el encarecimiento de los productos frescos (fruta, verdura, pescado, carnes magras, lácteos bajos en grasa...) o que los padres pasan gran parte del día fuera de casa, explican la reducción del tiempo dedicado a la compra y preparación de los alimentos y el aumento del consumo de comidas rápidas y precocinadas.

El patrón alimentario actual de la población infantil y juvenil española se aleja de la dieta mediterránea, presentando una mayor densidad energética (más grasa animal y más azúcares refinados), una elevada ingesta proteica y una disminución en el consumo de carbohidratos complejos y fibra. Junto a esta transición nutricional se han producido cambios en el estilo de vida que reflejan una reducción de la actividad física en el colegio y durante el tiempo de ocio. Todo ello favorece la aparición y desarrollo en edades cada vez más tempranas de enfermedades que causan hoy la mayor tasa de morbimortalidad, como obesidad, diabetes tipo 2, síndrome metabólico, enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares, cáncer, etc.

La adhesión a la dieta mediterránea, como modelo alimentario saludable, puede cuantificarse mediante diferentes índices. Uno de ellos es el cuestionario KIDMED, que ha sido contrastado en varias poblaciones infantiles y adolescentes españolas y europeas.

Los estudios precedentes centrados en la dieta mediterránea señalan una relación positiva entre el grado de adherencia a este patrón alimentario y el nivel de AF de niños y jóvenes.

## **1.2. Hipertensión Arterial.**

---

La hipertensión infantil se ha convertido en un importante problema de salud debido al aumento de los casos en la comunidad, estimándose actualmente la prevalencia en el 3.5% (1). Esta creciente prevalencia de HTA se ha asociado con el sobrepeso y la obesidad, derivado del acúmulo de tejido adiposo (2). Por esto, diversos autores han estudiado la capacidad predictiva de los índices antropométricos que cuantifican la distribución de la adiposidad global y abdominal (CC, ICT, IMC, GP). Los resultados de distintos estudios evidencian heterogeneidad en la asociación entre distintas variables analizadas y la HTA (3,4).

La hipertensión infantil a menudo suele estar infradiagnosticada. La metodología empleada para la medida de la presión arterial en los niños es muy importante. La presión arterial en los niños debe obtenerse cuando el niño está relajado, y siempre se debe usar un manguito del tamaño apropiado; así se empleará el manguito más ancho que se ajuste entre la axila y la fosa antecubital (para cubrir del 60% al 75% de la parte superior del brazo). La mayoría de los niños de entre 10 y 11 años necesita un manguito estándar para adultos (ancho de la vejiga aérea de 12 cm) y muchos jóvenes de más de 16 años necesitan un manguito grande para adultos (ancho de 16 cm) o un manguito para las piernas (ancho de 18 cm). La presión que coincide con el inicio (K-1) y la pérdida (K-5) de los ruidos de Korotkov determina la presión arterial sistólica y diastólica, respectivamente (5). Se considera que hay hipertensión arterial cuando los percentiles de PAS o PAD son iguales o superiores al percentil 90-95, según distintos autores (6,7), en por lo menos tres ocasiones. Si una presión sanguínea bien medida excede el percentil 95, la medición debe repetirse varias veces durante un intervalo de 2 a 4 semanas. Si se eleva de forma persistente, se debe buscar la causa. La definición de prehipertensión en adultos también se usa para adolescentes, siendo el percentil 90 para la presión arterial sistólica  $> 120$  mm Hg para una edad de 12 años. Aunque la mayor parte de la hipertensión en niños es esencial, la incidencia de causas tratables es mayor en niños que en adultos; éstas incluyen afecciones como la coartación de la aorta, la estenosis de la arteria renal, la enfermedad renal crónica y el

feocromocitoma, así como los efectos secundarios de los medicamentos (p. ej., esteroides). Si no se identifica una causa y la hipertensión se considera esencial, debe iniciarse el tratamiento antihipertensivo y brindar asesoramiento nutricional y de ejercicio. Los  $\beta$  bloqueadores o los inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina son los medicamentos habituales de primera línea para la hipertensión esencial en niños. (5)

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de discapacidad y muerte prematura en todo el mundo (8). La hipertensión arterial sistémica (HTA) es uno de los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de ECV (8).

En las últimas décadas, la prevalencia de la hipertensión arterial (PA) ha aumentado entre los niños, y el hecho de no diagnosticarla puede conducir a la ausencia de tratamiento y la persistencia de la enfermedad hasta la edad adulta (9). La presencia de PA elevada en los niños puede anticipar la aparición de lesiones en los órganos diana, como hipertrofia del ventrículo izquierdo, aumento del grosor de las arterias carótidas, cambios vasculares retinianos e incluso cambios cognitivos sutiles (10-12).

La hipertensión arterial es la expresión clínica de una interacción entre factores genéticos, fisiológicos y bioquímicos que, en circunstancias normales, mantienen la homeostasis cardiovascular. Entre los factores que originan aumento de la PA en la infancia, el sobrepeso posiblemente sea el más importante (13), dado que aumenta en más del 50% el riesgo de que se desarrolle HTA (14-17) Se sabe que los niños con sobrepeso son más proclives a mantenerse obesos, y la adiposidad es el más importante factor de riesgo de PA elevada.

En los últimos años, se han realizado estudios nacionales e internacionales (18-22) sobre HAS en niños y adolescentes, pero la PA de preescolares aún no se ha investigado satisfactoriamente. (23)

Desde el punto de vista preventivo y de salud pública, se está valorando la necesidad de promover la detección, seguimiento y notificación de la hipertensión pediátrica. Sin embargo, existen varias barreras contra la detección sistemática de hipertensión en niños. Los primeros obstáculos podrían surgir en la identificación de niveles límite para la presión arterial elevada que requerirá tratamiento para niños. El diagnóstico de la presión arterial elevada en los niños se basa en la distribución de la presión arterial

en la población y estas distribuciones pueden diferir entre los países. Se enfatiza así, por tanto, en la necesidad de llevar a cabo mediciones repetidas de presión arterial en las distintas visitas clínicas para el diagnóstico de hipertensión arterial.

La segunda barrera en el cribado de la PA es el hecho de que se desconoce el riesgo absoluto de enfermedad cardiovascular asociado con un determinado nivel de presión arterial durante la infancia. Las enfermedades cardiovasculares rara vez se diagnostican antes de los 40 o 50 años, por lo que el riesgo absoluto es bajo o imperceptible durante el período de la infancia. El beneficio para la salud de bajar la presión arterial en niños sería bajo, lo que indica la baja rentabilidad del tratamiento de la presión arterial elevada o la hipertensión en niños. Estos hechos contrastan con la sólida evidencia existente en la población adulta.

El tercer obstáculo es el escaso conocimiento sobre la eficacia y seguridad a largo plazo del inicio del tratamiento antihipertensivo ya en la niñez. La Task Force de EEUU en 2013 declaró que "la evidencia actual es insuficiente para evaluar el balance de beneficios y daños de la detección de hipertensión primaria en niños y adolescentes asintomáticos para prevenir la enfermedad cardiovascular posterior (1).

### 1.3. Síndrome Metabólico.

La obesidad es la acumulación excesiva de tejido adiposo (graso) que conduce a un incremento en el riesgo (presente y futuro) de padecer patologías asociadas, así como un mayor riesgo de mortalidad. Determina la presencia de alteraciones corporales anatómicas y funcionales, derivadas de la adaptación corporal a dicha condición.

La IASO (International Association for the Study of Obesity) ha constatado la tendencia ascendente de la prevalencia de obesidad infantil en todos los países occidentales en las últimas tres décadas, con una evolución hacia la estabilización, e incluso un leve descenso, en los últimos 5 años. En nuestro país, dicha tendencia se ha reproducido en niños de ambos sexos, desde un 4,9% en el año 1984 (estudio PAIDOS'84) a un 9,6% en el año 2012 (Encuesta Nacional de Salud 2011-2012 INE), con un 16,9% de sobrepeso en niñas y un 19,5% en niños. Por otro lado, para establecer el diagnóstico de síndrome metabólico (SM) se evalúan 4 criterios (Tabla1), siendo necesario el cumplimiento de 3 de ellos (considerándose la presencia de obesidad abdominal condición sine qua non en algunas definiciones propuestas). (1)

**Tabla 1.** Criterios diagnósticos para el síndrome metabólico (solo aplicable en niños  $\geq 10$  años)

1. <b>Obesidad</b> (Z-score de IMC $> 2$ SDS) o <b>perímetro abdominal</b> por encima del <b>percentil 90</b> , según autores.
2. <b>Alteraciones del metabolismo de hidratos de carbono</b> , una de las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración de la glucemia en ayunas (glucosa <math>\geq 100</math> y <math>\leq 125</math> mg/dl)</li> <li>- Intolerancia a los hidratos de carbono (glucosa <math>\geq 140</math> y <math>\leq 200</math> mg/dl tras sobrecarga oral de glucosa)</li> <li>- Diabetes mellitus (2 determinaciones en ayunas de glucemia superiores a 126 mg/dl o glucemia <math>\geq 200</math> mg/dl tras sobrecarga oral de glucosa)</li> </ul>
3. <b>Dislipemia</b> (Disminución de HDL-colesterol, elevación de triglicéridos, con variabilidad en el punto de corte según distintas definiciones)
4. <b>Hipertensión arterial</b> sistólica y/o diastólica (TAS y/o TAD $> 95$ para la edad y sexo)

Guerrero-Fernández J, González Casado I. Manual de Diagnóstico y Terapéutica en Endocrinología Pediátrica. ERGON 2018

Desde 1998, la OMS ha considerado que el aumento de peso excesivo es

una epidemia mundial y la obesidad infantil y adolescente es uno de los problemas de salud pública más graves a nivel global (2). La obesidad infantil es un factor de riesgo independiente para la obesidad en la edad adulta: un niño obeso tiene un 80% de probabilidad de permanecer obeso a los 35 años (3).

La prevalencia mundial de niños obesos y con sobrepeso ha aumentado un 47,1% entre 1980 y 2013 (4)). En Europa, la prevalencia combinada de niños con sobrepeso / obesos varía de más del 40% en el sur de Europa a menos del 10% en el norte de Europa (5)

En España, el estudio ALADINO 2015 encontró que la prevalencia de niños con sobrepeso es del 23,2% y la prevalencia de niños obesos del 18,1%. (6). Esto se ha corroborado en Andalucía, donde en una muestra representativa de la población de 2 a 16 años de Almería, un tercio de los niños y adolescentes tenían sobrepeso (7).

La obesidad infanto-juvenil constituye un factor de riesgo para el desarrollo a corto (infancia y adolescencia) y a largo plazo (vida adulta), de complicaciones ortopédicas, respiratorias, cardiovasculares, digestivas, dermatológicas, neurológicas, endocrinas, ciertas formas de cáncer y en general una menor esperanza de vida (8)

La obesidad infantil tiende a mantenerse en la edad adulta produciendo alteraciones en el metabolismo de los carbohidratos y en el perfil lipídico, favoreciendo el desarrollo de hipertensión arterial y el desarrollo precoz de la aterogénesis (9, 10, 11) La obesidad durante la adolescencia aumenta el riesgo de síndrome metabólico(SMet) y la mortalidad cardiovascular en la vida adulta.( 12)

Según el estudio de Martínez-Villanueva et al., la obesidad en algún progenitor determina mayor gravedad de la obesidad y de las alteraciones del metabolismo hidrocarbonado en sus hijos; acentuándose cuando la obesidad es materna o de ambos progenitores, pero sin influir en la posibilidad de éxito terapéutico. (13)

Como ya se ha referido, el origen del desarrollo de la obesidad es multifactorial y poligénico, no existiendo tratamiento curativo en la actualidad, por lo que la prevención es la pieza clave. Así, sabemos que para el inicio o perpetuación de la misma intervienen diversos factores de riesgo metabólicos, psicosociales o ambientales. En los últimos años se está dando

especial importancia a estos factores, ya que poseen una característica común importante, son modificables y ofrecen un posible punto de actuación para controlar esta pandemia. Es incuestionable que, debido a la globalización, los patrones de hábitos de alimentación y vida saludable han cambiado. Las dietas basadas en comida rápida, escasa actividad física, falta de horas de sueño, así como la revolución tecnológica que implica mayor uso de pantallas forman ya una nueva realidad (14,15)

De esta forma se podría explicar cómo los determinantes sociales y los estilos de vida juegan un papel crucial. (16).

El índice de la masa corporal (IMC [kg/m<sup>2</sup>]) es el parámetro antropométrico más utilizado para estimar el contenido de la grasa corporal de un sujeto. No obstante, su interpretación durante la infancia y la adolescencia presenta limitaciones debido a que este índice no es constante y varía ampliamente en función de la edad, del sexo, del estadio madurativo y de la prevalencia de la obesidad de la población, siendo necesario disponer de valores de referencia y expresarlo en forma de valor z-score. El cálculo de este índice es de gran utilidad para relacionar la morbilidad con el grado de obesidad y para monitorizar los efectos del tratamiento a corto y a largo plazo (17-19).

El cociente entre el perímetro de la cintura y la estatura, también denominado índice cintura/talla (ICT), ha sido propuesto como un parámetro de gran interés para la identificación de la obesidad central y el riesgo cardiometabólico. En pacientes pediátricos obesos un valor mayor de 0,5 incrementa en 12 veces el riesgo de presentar síndrome metabólico en comparación con los niños con un IMC normal (20)

Esta epidemia de obesidad infantil es responsable de la aparición de enfermedades metabólicas antes descritas para personas adultas obesas (21).

El SMet se reconoce como un riesgo de salud importante en aumento en adultos, así como en niños y adolescentes. MetS ocurre en 3.3% de la población pediátrica pero 11.9% en niños con sobrepeso y 29.2% en aquellos obesos (22).

Hasta la fecha, no hay consenso sobre una definición de SMet para niños y adolescentes. En EE. UU. hay más de 40 definiciones diferentes de SMet, lo que puede generar confusión en los servicios de salud pediátrica (10).



El diagnóstico temprano de MetS requiere un largo período de tiempo y es costoso, ya que cada parámetro de MetS debe investigarse. Una buena prueba de detección debe ser altamente predictiva y fácil de realizar e interpretar (21).

Se ha desarrollado un nuevo método para la detección temprana de MetS en la población trabajadora, NIM-MetS, libre de biomarcadores que se basa en la medida de variables antropométricas (22, 23). Este método utiliza técnicas no invasivas y se basa en solo dos variables antropométricas: ICT (índice cintura-altura) ( $\geq 0.55$ ) y TA (tensión arterial) ( $\geq 128 / 85$  mmHg). Este método reduce el uso de análisis de sangre para aquellos casos en los que se requiere confirmación. Es un método versátil, económico y fácilmente medible en cualquier entorno de atención médica y tiene una precisión diagnóstica elevada, con alta sensibilidad, especificidad y concordancia clínica con la prueba de referencia (NCEP ATP III) (24).

Dada la ausencia de consenso sobre la definición de síndrome metabólico, lo inestable de su naturaleza, y la falta de claridad sobre el valor predictivo para la salud futura en poblaciones pediátricas, los pediatras están confundidos en lo que se refiere al síndrome metabólico. La alta prevalencia de obesidad pediátrica y la escasez de recursos para abordar el problema de la obesidad en pediatría revela la necesidad de identificar un subconjunto de niños con obesidad o que tienen sobrepeso, y un aumento del riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas, además de complicaciones más allá de las físicas que conlleva la obesidad. A pesar de que la obesidad está, en general, asociada con aumento de la tensión mecánica y posibles manifestaciones ortopédicas, no todos los niños con obesidad muestran desregulación metabólica como consecuencia de su obesidad. La identificación de niños con múltiples trastornos metabólicos permite focalizar las intervenciones hacia los niños con mayor riesgo de enfermedad cardiometabólica.

La Academia Americana de Pediatría recomienda que los pediatras no necesitan usar puntos de corte basados en definiciones de síndrome metabólico. El constructo del síndrome metabólico identifica múltiples componentes de los factores de riesgo que aparecen para agruparse y cuyos orígenes patológicos surgen de la resistencia a insulina y adiposopatía. Muchas discrepancias en las definiciones de este problema de salud derivan

de las diferencias en estos umbrales. Además, para muchos factores de riesgo, el riesgo es un continuo. (9)

La detección de factores de riesgo y la identificación de poblaciones pediátricas con mayor probabilidad de sufrir MetS permitirá detectar pacientes con riesgo cardio-metabólico incrementado y, por lo tanto, jugar un papel central en la atención pediátrica preventiva. Los métodos de detección del síndrome metabólico en la población pediátrica son de gran importancia para identificar a este grupo de pacientes y comenzar un tratamiento adecuado.

La prevalencia de SMet en estudios de población de adolescentes sanos en España, se estima en un 5% (25). González-Jiménez et al (26) realizaron un estudio en 976 niños españoles de 10 a 15 años de edad con criterios de la FID y la prevalencia de SME fue del 4,4% (3,85% en niñas y 5,8% en niños). Por otro lado, el Estudio Helena (27) en una cohorte de 3,528 adolescentes de 12.5 a 17.5 años de 10 países europeos informó una prevalencia de SMet de 2.7 y 3.5% según IDF y NCEP-ATPIII, respectivamente.

Actualmente, existe una creciente preocupación por el MetS y las ECV debido a los problemas de salud durante la edad adulta. Un punto principal es la prevención de estas enfermedades mediante la detección temprana. Se sabe que existen lesiones ateroscleróticas subclínicas precursoras que pueden ser diagnosticadas mediante procedimientos no invasivos, que se han propuesto como complemento de las escalas de evaluación del riesgo cardiovascular (RCV) (28,29).

#### **1.4. Variables antropométricas.**

---

La valoración de la obesidad infantil es más dificultosa que en el adulto, debido a que los niños experimentan continuos cambios en la composición corporal durante el crecimiento y desarrollo, característico de esta etapa de la vida.

El compartimiento graso corporal puede ser medido de forma directa mediante diferentes técnicas como la tomografía computarizada, resonancia magnética, absorciometría dual energética de rayos X, etc. pero estas no se emplean en la práctica clínica diaria, en cambio si disponemos de otras técnicas más accesibles, fáciles y reproducibles, basadas en la antropometría, como son el índice de masa corporal (IMC) o de Quetelet (1), la medición del perímetro de la cintura (PC), el cociente cintura-cadera, la medición de los pliegues cutáneos o el índice nutricional.

El IMC se incrementa desde el nacimiento hasta el año de vida descendiendo posteriormente hasta que de nuevo, a los 5-6 años vuelve a ascender hasta la pubertad. Al punto de inflexión del IMC se le denomina "rebote adiposo" (1).

La obesidad infantil es valorada, normalmente y de modo práctico, con el IMC referenciado a tablas normalizadas (2,3). El IMC, por definición, no diferencia entre masa grasa y magra, teniendo una alta sensibilidad (95-98 %) y menor especificidad (4) (36-66 %). La adiposidad también puede ser medida por el PC (5), se considera un indicador directo del incremento de la grasa visceral. Se conoce que el tejido adiposo visceral es metabólicamente más activo que el subcutáneo (6,7) y más proaterogénico (8), por tanto tiene un importante papel en el desarrollo de ECV (6), cobrando especial interés la grasa visceral intrabdominal (9,10).

Esto apoya que el PC es un buen parámetro de riesgo cardiometabólico en obesos y mejor que el IMC (1), resaltando la importancia de su medición en atención primaria en niños obesos (11,12).

Los niños y adolescentes con obesidad muestran signos de aterosclerosis subclínica, tolerancia a la glucosa y prediabetes. Confiar únicamente en el IMC para definir la obesidad en los niños ha sido cuestionado durante mucho tiempo y hay datos que indican que hasta 25% de los niños con un IMC

normal tendrá una cantidad excesiva de grasa cuando se le mida por otros medios (13) El porcentaje de grasa corporal es un mejor factor de predicción de los riesgos cardiovasculares que el IMC (14).

El PC es aceptado como un buen indicador de masa grasa intrabdominal, pero no es suficiente para distinguir entre tejido adiposo visceral y el tejido adiposo subcutáneo, especialmente en los individuos más obesos (15-18), teniendo menos sensibilidad que las técnicas de imagen (17,19). Además el PC puede presentar sesgos en las determinaciones porque el tamaño corporal tiene una gran influencia en todas las mediciones, es así que el índice cintura-talla (ICT) al ajustar el perímetro de cintura a la estatura ha demostrado mayor utilidad para diagnosticar obesidad visceral y se ha demostrado en diversos estudios su efectividad en la detección de alteraciones metabólicas en la población pediátrica en general (ambos géneros y diversas edades) (13,20-22), cuando el punto de corte de ICT es mayor o igual a 0,5. Un ICT  $\geq$  de 0,5 es un indicador más práctico y eficiente que el IMC para identificar riesgo metabólico (23,24).

El índice de masa corporal (IMC) encuadra al sujeto en un nivel de obesidad (normopeso, sobrepeso u obesidad), la circunferencia de la cintura (CC) y el índice de conicidad (Índice C) identifican la grasa localizada en la región central del cuerpo. Por ello, el índice cintura-talla (ICT), al ajustar el perímetro de cintura a la estatura, se está postulando como una herramienta de mayor utilidad para predecir adiposidad relativa entre los 6 y 14 años (25), diagnosticar obesidad visceral e incluso en la detección de alteraciones metabólicas en la población pediátrica en general (ambos géneros y diversas edades) (24)

En lo que se refiere al valor predictivo de las variables antropométricas para diagnosticar obesidad, el IMC requiere la consulta de valores de referencia (percentiles y edad), por lo cual el perímetro de cintura y el índice cintura-talla resultan ventajosos por su sencillez y facilidad de cálculo e interpretación.

Este índice cintura-talla muestra estabilidad durante las fases de crecimiento, teniendo variaciones mínimas entre los 6 y 14 años a diferencia del perímetro de cintura que puede tener modificaciones durante la pubertad. (26)

Con respecto al perímetro de cintura Maffei y cols, (27) informan que, independientemente del diagnóstico de la obesidad, con un punto de corte

superior a 90 cm, se pueden descubrir alteraciones en el perfil lipídico e hipertensión arterial sistémica en escolares; de igual manera Perichart (28) refiere que un perímetro de cintura mayor que 80 cm es un indicador de hipertensión arterial sistémica, resistencia a la insulina e hipertrigliceridemia. Por lo tanto, parece necesario disponer de herramientas que permitan su detección temprana con el fin de evitar las comorbilidades asociadas. De este modo, se ha evidenciado que las variables antropométricas que permiten valorar la distribución de grasa corporal, como la circunferencia de la cintura (CC), el índice cintura-talla (ICT) o el índice de masa corporal (IMC), son útiles en población infanto-juvenil (29). Además, otras ventajas que presentan son la facilidad de medición, su no invasividad y su sencilla interpretación.

Esta similar capacidad predictiva es consistente con la evidencia de otros trabajos. Li et al., encontraron que el IMC predijo un Área Bajo la Curva de 0.68 y la CC de 0.66, para la discriminación de HTA (30); y Christofaro et al. no hallaron diferencias significativas entre la capacidad predictiva de ambas variables (Áreas Bajo la Curva CC = 0.59, IMC = 0.60;  $p = 0.063$ ) (31). Además, algunos estudios longitudinales han demostrado que ambas variables medidas en la etapa infantil predijeron de forma similar el desarrollo de HTA en la etapa del adulto, algo que no consiguieron otros parámetros como el ICT (32).

El incremento del IMC y del PC se asociaron con un mayor grado de HTA (31, 32). Sin embargo, la fuerza de asociación de las variables con el desarrollo de la HTA es muy dependiente de la población estudiada. En este caso, el rango de edad de la muestra del estudio, la región o área geográfica e incluso las diferencias étnicas parecen repercutir sobre los resultados obtenidos (31,34). Además, también existen variaciones en los criterios existentes para valorar los diferentes riesgos cardiovasculares, algo que también afecta a la HTA. Esto puede provocar que se obtengan resultados diferentes, según los criterios que se utilicen (35)

Las mediciones antropométricas correlacionan mejor con la presión arterial sistólica que con la diastólica, como se ha mostrado de manera clara en diversos trabajos (36, 37, 38, 39). Ortiz-Pinto et al. hallaron que la obesidad general y central a los 4 años, se asoció de forma significativa con el incremento de la Presión Arterial Sistólica (PAS) y la Presión Arterial Diastólica

(PAD) a los 6 años. Esta asociación también la observaron entre quienes desarrollaron obesidad general o central, en el periodo de estudio (40).

El ICT se encuentra en auge por su elevada capacidad predictiva para el riesgo de HTA, sobre todo en adultos (41). En población infanto-juvenil, no existe consenso en relación su capacidad predictiva (31,32,42).

La principal ventaja del ICT es que pone en relación la distribución central de la adiposidad, con respecto a la altura. Sin embargo, mientras otras variables tienen un punto de corte aceptado internacionalmente (PC o IMC), esto no ocurre en el caso del ICT, lo que en algunos casos dificulta su valoración (34, 42).

Es necesario desarrollar modelos más complejos y eficaces (30). Además, debe considerarse la dificultad de establecer puntos de corte óptimos que sirvan para distintas poblaciones y edades, debido a las distintas características de cada una de ellas (31). Este hecho se ha observado incluso en poblaciones de características similares, lo que dificulta más la estandarización (36).

La alteración del tejido adiposo desempeña un rol fundamental en la patogénesis de la HTA (43). La reducción a lo largo del tiempo de los valores de IMC o PC, no se ha asociado con un incremento del riesgo de padecer HTA (40). Por lo tanto, detectar de manera precoz valores elevados de adiposidad central o general, podría favorecer intervenciones tempranas para mejorar el estado de salud de niños y adolescentes. Por lo tanto, a pesar de las limitaciones, no debe olvidarse que son variables sencillas de medir en cualquier entorno clínico, costo-eficientes y han mostrado capacidad asociativa utilizadas en distintos formatos (38,44). Además, se debería profundizar en el estudio de otras variables que podrían ayudar en el diagnóstico, como la circunferencia de la muñeca o los pliegues cutáneos (33, 42).

Dada la importancia del screening de HTA para la prevención temprana, es necesario incluir su valoración en la práctica clínica (39). Esto debe considerarse debido a que la medición de la tensión arterial no se realiza de manera habitual (34, 37, 39). Esta acción sería beneficiosa para detectar el riesgo incluso en aquellos niños y niñas que presenten un acúmulo de adiposidad a nivel abdominal, independientemente de su peso (45). Además, el incremento en el PC se ha asociado con el desarrollo de otros FRCV, por lo

que su aplicabilidad es amplia (36).

NIM-MetS es un nuevo método para la detección de MetS utilizando técnicas no invasivas y basado en dos variables antropométricas: ICT y TA. Este método reduce el uso de análisis de sangre para aquellos casos en los que se requiere confirmación. Se ha propuesto en población laboral como un árbol de decisión clínica compuesto por estos dos predictores (ICT y TA). Es un método versátil, económico y fácilmente medible en cualquier entorno de atención médica con una precisión diagnóstica demostrada, alta sensibilidad, especificidad y concordancia clínica con la prueba de referencia (NCEP ATP III). Recientemente, un número cada vez mayor de estudios ha documentado que el ICT y la relación presión arterial / altura eran índices antropométricos fáciles para la detección de obesidad e hipertensión en niños y adolescentes (46-48).

Un metaanálisis reciente (49) demostró que para evaluar los factores de riesgo cardiometabólicos pediátricos, ICT es conveniente en términos de medición e interpretación, lo cual es ventajoso en la práctica y permite la identificación rápida de niños con factores de riesgo cardiometabólicos en una etapa temprana. El ICT tiene en cuenta la obesidad abdominal y la altura asociada con la acumulación o distribución de grasa corporal (50,51). El ICT permite el mismo valor límite para niños y adultos, es fácil de medir (52) y se puede evaluar en niños y adolescentes, cuya altura y peso cambian a medida que crecen, independientemente de la edad.

Se han estudiado depósitos regionales de grasa visceral extrabdominal, entre ellos, el tejido adiposo epicárdico (TAE), que se encuentra en el corazón, en los surcos auriculo-ventricular e interventricular extendiéndose sobre la pared libre del ventrículo derecho (VD) hasta el ápice del ventrículo izquierdo (VI) y a lo largo de las ramas principales de las arterias coronarias epicárdicas (16, 53-55) debido a su íntima relación con el miocardio y las arterias coronarias, ha brindado nuevos conocimientos acerca de la asociación entre obesidad y ECV (53).

El perfil metabólico del TAE es francamente antagónico dependiendo del contexto metabólico del paciente. En condiciones fisiológicas, el TAE es capaz de sintetizar y secretar adiponectina, la cual posee propiedades antiaterogénicas y antiinflamatorias, relacionándose en diversos estudios con un menor riesgo de infarto agudo al miocardio (56,57). Consistente con lo

anterior, se ha descrito en pacientes con enfermedad arterial coronaria una disminución en la expresión de adiponectina por parte del TAE (58), lo cual podría ser un factor contribuyente en la génesis del proceso arteriosclerótico. Destaca el hallazgo reciente de que la relación entre el espesor del TAE y la enfermedad arterial coronaria es independiente de la presencia o no de obesidad (59), es un determinante independiente de la presencia de oclusión total de las arterias coronarias (60,61) y por ende, debido a que la oclusión total de las coronarias causa inestabilidad de la placa, es posible que el TAE se asocie con mayor vulnerabilidad de la misma.

Diferentes autores han demostrado que el espesor del TAE es significativamente mayor en los obesos desde la edad infantil y la adolescencia, en comparación con aquellos con IMC normal (16,61-64). El espesor del TAE se relaciona significativamente con el tamaño de la cavidad del VD e inclusive con las dimensiones auriculares y el riesgo de fibrilación auricular en individuos obesos (65). Además, se ha demostrado que existe una fuerte asociación entre hipertrofia del ventrículo izquierdo y el espesor del TAE independientemente del grado de adiposidad general del individuo(66).

Los estudios poblacionales han demostrado poca variabilidad intraobservador e interobservador. Además, la medición ecocardiográfica del espesor de la grasa epicárdica es un método no invasivo, confiable, fácilmente reproducible y constituye una medida directa de la verdadera grasa visceral del corazón. La aterosclerosis que acontece en las grandes y medianas arterias, fundamentalmente en las zonas de bifurcación o en las curvaturas, afectando tanto a la capa íntima como a la muscular, esta se acelera en niños obesos con múltiples factores de riesgo.

El grado de ateromatosis puede ser medido in vivo con el grosor de las capas media e íntima de la arteria carótida (GIMc) a través de ultrasonidos de alta resolución (67), según las normas del consenso en adultos de Mannheim (68). El GIMc se incrementa con la edad; en niños sanos de 8- 9 años la media es de 0,51 mm (0,48-0,54 mm), de 10-11 años la media es de 0,52 mm (0,49-0,57mm) y la media en niños de 12-13 años es de 0,54 mm (0,50-0,56 mm) (69). En estudios llevados a cabo en niños con sobrepeso, el rango de GIMc fue de 0.4-0.9 mm y la media de 0.6 mm (desviación estándar de 0.1mm). Se consideró de modo arbitrario el p75 como el valor  $\geq 0.7$  mm, predictivo de



aterosclerosis para cualquier edad (70).

El GIMc ha demostrado una fuerte asociación con el porcentaje de grasa corporal, masa grasa (71) y el IMC (72). La determinación del GIMc permite detectar cambios estructurales tempranos en la pared vascular (73,74) y medir la aterosclerosis en individuos asintomáticos (75). Con la edad, el GIMc aumenta y este incremento está influenciado por los factores de riesgo cardiovascular (76,77), lo que nos permite estratificar el riesgo cardiovascular más allá de los factores de riesgo cardiovascular RCV (FRCV) convencionales (78,79). Es un marcador independiente de ECV y eventos cerebrovasculares (80) y se asocia a un mayor riesgo de morbimortalidad cardiovascular (81-83).

Es la prueba de elección para la detección de la aterosclerosis subclínica debido a que es una prueba no invasiva, fiable, reproducible y de bajo coste. Rego y colaboradores encontraron en 300 pacientes asintomáticos que la grasa epicárdica mostró una asociación significativa con el GIM carotídeo, la calcificación arterial coronaria, el radio ApoB/ApoA1 elevado y la estratificación de riesgo cardiovascular según puntaje de Framingham (84). En población hispanoamericana, Cabrera-Rego y col (85) reportaron valores significativamente mayores del espesor del TAE en niños y adolescentes obesos en comparación con controles, así como una correlación positiva y significativa con el GIMc, la rigidez arterial y variables de la geometría cardíaca.

De igual forma, los estudios in vivo han demostrado una fuerte asociación entre GIMc, como marcador de arteriosclerosis subclínica, y espesor de TAE medido por ecocardiografía (84,86).

### **1.5. Análisis de las nuevas tecnologías como factor promotor de la salud: Involucrar a los niños con problemas metabólicos en la dieta mediterránea en la era de la comida rápida.**

---

Los niños obesos y con sobrepeso comúnmente realizan actividades sedentarias frente a la pantalla (televisión, ordenador o videojuegos) y el grado de adherencia a la dieta mediterránea es menor. (7,8). Además, la actividad física sigue siendo inferior a la deseada. Esta baja frecuencia de niños que practican actividad física preocupa ya que reduce futuros factores de riesgo cardiovascular; el perfil lipídico o la presión arterial parecen ser determinantes para la aparición de enfermedades cardiovasculares, lo que redundaría en una edad adulta más sana (9,10).

La forma más común de lograr un nivel saludable es modificando estos factores de riesgo, mayor IMC y sedentarismo, reduciéndolos al máximo (2,3). En este sentido, numerosos estudios han establecido que el ambiente del hogar y las unidades familiares son los pilares para lograr tales cambios. Por lo tanto, el tratamiento de la obesidad en los niños debe ser focalizado de acuerdo con la unidad y estructura familiar, siempre tratando de involucrar a la familia y los niños (11). Sin embargo, estudios españoles han indicado que incluso con programas específicos, los niños con obesidad mantienen su IMC y no mantienen dietas saludables (6,12). Al mismo tiempo, el informe de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) de 2017 indicó cómo los planes nacionales contra la obesidad infantil dependen de varios factores, como las redes sociales o las políticas (13).

La mayoría de los países utilizan actualmente las redes sociales, también conocidas como social network sites (SNSs), y las nuevas tecnologías son herramientas útiles para las campañas de promoción de la salud pública (14,15). Un estudio realizado en Australia en 2012 indicó que los teléfonos móviles y las redes sociales podrían ser útiles para promover una dieta saludable y mantenerla (16).

Algunos estudios han establecido una relación entre mayor IMC, síndrome metabólico, actividad física y adherencia a la dieta mediterránea en niños del sur de España. Además, estudios limitados han establecido un vínculo entre una dieta saludable y las nuevas tecnologías, como las redes sociales (17-

19).

Las tendencias de los diferentes investigadores y publicaciones también tienen impacto en la salud de los pacientes y en las intervenciones para promover comportamientos más saludables (20).

## Objetivos

El objetivo de este estudio fue conocer la producción de publicaciones sobre obesidad, alimentación saludable y nuevas tecnologías. Además de analizar el vínculo de las nuevas tecnologías, principalmente las redes sociales, con la obesidad en los niños.

## Metodología

### Estructura del estudio

La metodología de este estudio se ha dividido en dos etapas. La primera fue un estudio bibliométrico, y la segunda se centró en un análisis de la relación entre las redes sociales y la obesidad en los niños. Se utilizó el software VOSviewer.

### Análisis bibliométrico

Antes de realizar el análisis bibliométrico, se ha realizado una investigación preliminar en distintas bases de datos utilizando los términos "social media", "obesity", and "children". The preliminary research was ("Metabolic syndrome" AND ("children" OR "teenagers" OR "child") AND ("obesity" OR "overweight" OR "metabolic syndrome") AND ("social media") AND ("Mediterranean diet")); utilizados en PubMed, Web of Sciences (WOS), Scopus y Cochrane, siendo descritas como las bases de datos centrales y más masivas en el campo de la salud (21). Los resultados mostraron que para WOS, las publicaciones fueron similares a Scopus, mientras que en PubMed se obtuvieron menos resultados. La cantidad de documentos fue similar a los resultados obtenidos con Scopus. En general, los documentos obtenidos mediante Scopus incluyeron la mayoría de las publicaciones científicas sobre el tema de la obesidad, las redes sociales y los niños, con un mayor número de artículos, libros electrónicos, disertaciones y documentos de trabajo.

La naturaleza de estos recursos puede causar diferencia significativa entre estas bases de datos y Scopus o WOS. Se tuvo en cuenta cualquier

publicación de las colecciones médica y de salud y base de datos de psicología (Health and Medical Collection and Psychology Database).

#### Recogida de datos

Para este estudio, se utilizó la base de datos Scopus de Elsevier para realizar el análisis. Identificamos estudios de 1974 a 2019 que se referían a las redes sociales, la obesidad o los niños.

Los datos recopilados de esta base de datos, con más de 65 millones de registros y reclamaciones declarados desde 1823 (22,23), se exportan en formato CSV. Incluye autor, título, año, volumen, edición, título de la fuente, número de artículo, número de páginas, citado por el sistema de identificación de objeto digital (DOI), palabras clave, afiliación e ID. Los datos se recopilaron durante mayo de 2020 y se analizaron en junio de 2020 y se empleó la versión 2019 del programa Excel para analizar los datos recopilados.

#### Criterios de exclusión e inclusión

Los criterios de inclusión utilizados para este estudio se centraron en las palabras "SNSs" or "social media", "obesity", and "children". Estos términos se utilizaron en base a los objetivos de este estudio, así como a las variables estudiadas y que tuvieron relevancia en la etapa anterior, ya que el objetivo pretende determinar el vínculo entre las redes sociales y una dieta saludable, principalmente dieta mediterránea. Con los resultados de los términos "SNSs" or "social media" and "diet", los investigadores buscaron interacciones positivas y negativas o aplicaciones de estas redes a la salud. Además, se utilizó el término "obesity" para identificar este resultado específico, determinar las implicaciones, y también para encontrar estudios previos enfocados en el grupo de investigación se incluyó el término "children" en la investigación.

No se incluyeron otros términos, como "teenagers" or "young adults", ya que daría lugar a la inclusión de más datos que no se centraran adecuadamente en los jóvenes. Los operadores booleanos utilizados fueron "OR" y "AND", para vincular los tres términos. Finalmente, otros criterios de inclusión fueron el período de 1974 a 2019 y el tema de las redes sociales y la obesidad.

Los criterios de exclusión se basaron en el tiempo, así como en el uso de términos específicos centrándose en el título, el resumen o las palabras clave. Además, se determinó el tipo de documento para excluir producciones no científicas, como obituarios.

#### Análisis seccional de la estrategia de investigación inicial

Antes del uso de la estrategia de investigación y el análisis de los datos, la estrategia de investigación se dividió en dos secciones. Cada una de estas secciones se centró en las diferentes relaciones entre la dieta mediterránea, la obesidad, los niños y las redes sociales. En la estrategia, el 42,2% tenía como población principal a niños o adolescentes.

La estrategia fue la siguiente: ( ( ( ( TITLE ( {healthy dietary} ) OR ABS ( {healthy dietary} ) OR AUTHKEY ( {healthy dietary} ) ) OR ( TITLE ( {healthy diet} ) OR ABS ( {healthy diet} ) OR AUTHKEY ( {healthy diet} ) ) ) OR ( TITLE ( {healthy dietary} ) OR ABS ( {healthy dietary} ) OR AUTHKEY ( {healthy dietary} ) OR ( TITLE ( {diet} ) OR ABS ( {diet} ) OR AUTHKEY ( {diet} ) OR ( {diet} ) OR AUTHKEY ( {diet} ) ) ) AND ( TITLE ( {cardiovascular disease} ) OR ABS ( {cardiovascular disease} ) OR AUTHKEY ( {cardiovascular disease} ) OR TITLE ( {metabolic syndrome} ) OR ABS ( {metabolic syndrome} ) OR AUTHKEY ( {metabolic syndrome} ) OR TITLE ( {metabolic disease} ) OR ABS ( {metabolic disease} ) OR AUTHKEY ( {metabolic disease} ) OR TITLE ( {obesity} ) OR ABS ( {obesity} ) OR AUTHKEY ( {obesity} ) OR TITLE ( {overweight} ) OR ABS ( {overweight} ) OR AUTHKEY ( {overweight} ) OR TITLE ( {cardiodiabetes} ) OR ABS ( {cardiodiabetes} ) OR AUTHKEY ( {cardiodiabetes} ) OR TITLE ( {hypertension} ) OR ABS ( {hypertension} ) OR AUTHKEY ( {hypertension} ) ) AND ( TITLE ( {social media} ) OR ABS ( {social media} ) OR AUTHKEY ( {social media} ) OR TITLE ( {SNSs} ) OR ABS ( {SNSs} ) OR AUTHKEY ( {SNSs} ) OR TITLE ( {mobile phone} ) OR ABS ( {mobile phone} ) OR AUTHKEY ( {mobile phone} ) OR TITLE ( {ICT} ) OR ABS ( {ICT} ) OR AUTHKEY ( {ICT} ) OR TITLE ( {telemedicine} ) OR ABS ( {telemedicine} ) OR AUTHKEY ( {telemedicine} ) ) ) ) OR ( ( TITLE ( {Mediterranean diet} ) OR ABS ( {Mediterranean diet} ) OR AUTHKEY ( {Mediterranean diet} ) OR ( TITLE ( {Mediterranean sea} ) OR ABS ( {Mediterranean sea} ) OR AUTHKEY ( {Mediterranean sea} ) )

AND TITLE ( {healthy dietary} ) OR ABS ( {healthy dietary} ) OR AUTHKEY ( {healthy dietary} ) ) OR ( TITLE ( {Mediterranean} ) OR ABS ( {Mediterranean} ) OR AUTHKEY ( {Mediterranean} ) AND TITLE ( {healthy diet} ) OR ABS ( {healthy diet} ) OR AUTHKEY ( {healthy diet} ) ) ) AND ( TITLE ( {children} ) OR ABS ( {children} ) OR AUTHKEY ( {children} ) OR TITLE ( {child} ) OR ABS ( {child} ) OR AUTHKEY ( {child} ) OR TITLE ( {adolescent} ) OR ABS ( {adolescent} ) OR AUTHKEY ( {adolescent} ) OR TITLE ( {teenager} ) OR ABS ( {teenager} ) OR AUTHKEY ( {teenager} ) ) AND ( TITLE ( {healthy measure} ) OR ABS ( {healthy measure} ) OR AUTHKEY ( {healthy measure} ) OR TITLE ( {treatment} ) OR ABS ( {treatment} ) OR AUTHKEY ( {treatment} ) OR TITLE ( {prevention} ) OR ABS ( {prevention} ) OR AUTHKEY ( {prevention} ) ) AND ( TITLE ( {cardiovascular disease} ) OR ABS ( {cardiovascular disease} ) OR AUTHKEY ( {cardiovascular disease} ) OR TITLE ( {metabolic syndrome} ) OR ABS ( {metabolic syndrome} ) OR AUTHKEY ( {metabolic syndrome} ) OR TITLE ( {metabolic disease} ) OR ABS ( {metabolic disease} ) OR AUTHKEY ( {metabolic disease} ) OR TITLE ( {obesity} ) OR ABS ( {obesity} ) OR AUTHKEY ( {obesity} ) OR TITLE ( {overweight} ) OR ABS ( {overweight} ) OR AUTHKEY ( {overweight} ) OR TITLE ( {cardiodiabetes} ) OR ABS ( {cardiodiabetes} ) OR AUTHKEY ( {cardiodiabetes} ) OR TITLE ( hypertension ) OR ABS ( hypertension ) OR AUTHKEY ( hypertension ) ) OR ( ( TITLE ( {Mediterranean sea} ) OR ABS ( {Mediterranean sea} ) OR AUTHKEY ( {Mediterranean sea} ) AND ( TITLE ( {healthy dietary} ) OR ABS ( {healthy dietary} ) OR AUTHKEY ( {healthy dietary} ) OR ( {healthy diet} ) OR AUTHKEY ( {healthy diet} ) ) ) AND ( TITLE ( {children} ) OR ABS ( {children} ) OR AUTHKEY ( {children} ) OR TITLE ( {child} ) OR ABS ( {child} ) OR AUTHKEY ( {child} ) OR TITLE ( {adolescent} ) OR ABS ( {adolescent} ) OR AUTHKEY ( {adolescent} ) OR TITLE ( {teenager} ) OR ABS ( {teenager} ) OR AUTHKEY ( {teenager} ) ) AND ( TITLE ( {weight} ) OR ABS ( {weight} ) OR AUTHKEY ( {weight} ) ) AND ( TITLE ( {social media} ) OR ABS ( {social media} ) OR AUTHKEY ( {social media} ) OR TITLE ( {SNSs} ) OR ABS ( {SNSs} ) OR AUTHKEY ( {SNSs} ) OR TITLE ( {mobile phone} ) OR ABS ( {mobile phone} ) OR AUTHKEY ( {mobile phone} ) OR TITLE ( {ICT} ) OR ABS ( {ICT} ) OR AUTHKEY ( {ICT} ) ) )

) ) ) ) ) ). This, based on the health field, connected the terms "social networks", "health", and "young people".

### Análisis

El análisis se basó en estadísticas descriptivas, como las frecuencias de los tipos de documentos, el idioma, las tendencias en las publicaciones científicas, las fuentes primarias, el campo de la publicación, las principales instituciones científicas, las asociaciones entre naciones, los principales autores en el área. y las palabras clave utilizadas. En el caso de las palabras clave, se llevó a cabo una normalización de los términos, ya que muchas de las palabras clave principales tenían forma tanto singular como plural. Las palabras utilizadas no fueron términos MeSH (Medical Subject Headings). Cada variable, como institución, se guardó y analizó por separado.

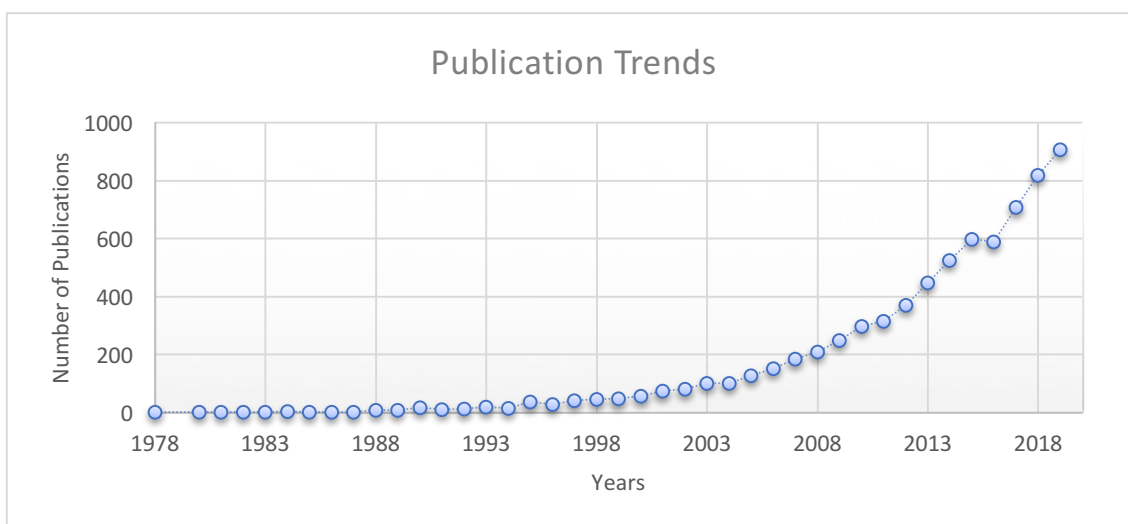
Otro aspecto del análisis fue la determinación de redes utilizando el software VOSviewer (24), un paquete de código abierto generado para hacer y visualizar mapas bibliométricos (25). Los criterios utilizados para crear los mapas fueron 15 como un número mínimo de ocurrencias de una palabra clave, conectando colecciones temáticas y 5 ocurrencias mínimas entre países.

### Resultados

#### Análisis de nuevas tecnologías y obesidad

Se obtuvieron un total de 7.240 documentos entre 1974 y 2019. Las publicaciones fueron de diversa índole; los documentos más publicados fueron los artículos (72,8%), seguido de las revisiones (16%). Los artículos fueron principalmente cuantitativos (84,2%), siendo el tipo significativo de estudios experimentales (43,6%) seguido de los estudios observacionales (32,8%) y cualitativos (15,8%). El resto de los documentos fueron ponencias de congresos (4,3%), un capítulo de libro (4,2%) y otras publicaciones (3%), como apuntes o libros.

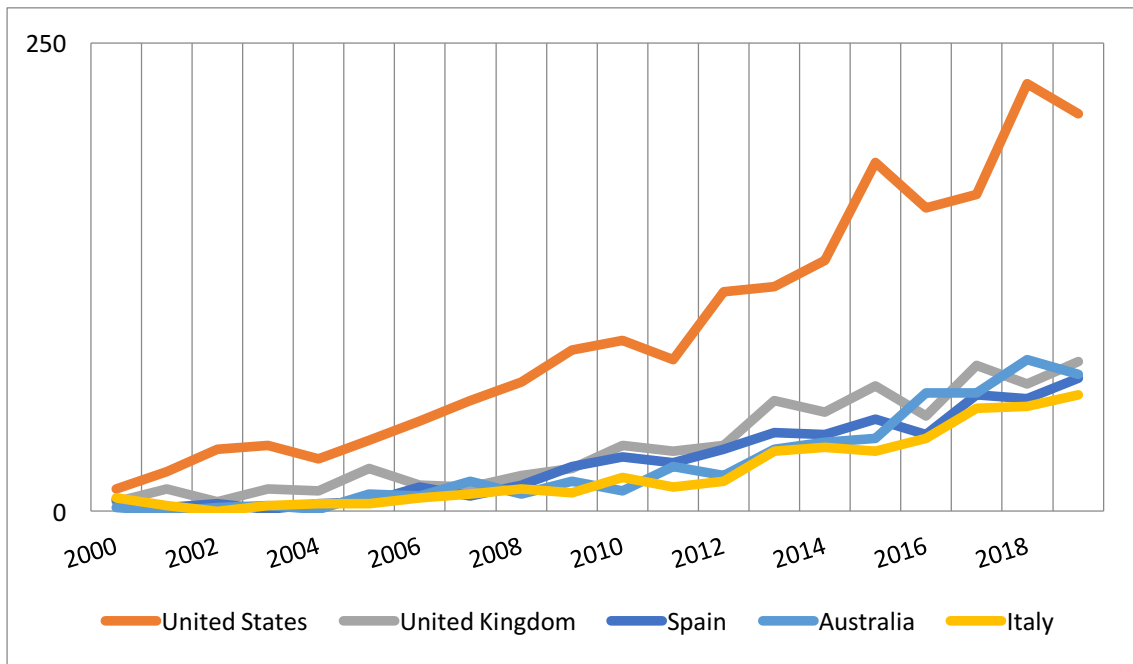
La frecuencia de publicaciones académicas desde 1974 hasta 2019 (Figura 1) mostró un punto de ruptura en el año 2003. A partir de ese momento, la tasa de publicaciones se multiplicó por diez en comparación con 2003 (34 publicaciones) hasta 2019 (402 documentos).



**Figura 1.** Evolución de las publicaciones sobre obesidad, alimentación y nuevas tecnologías durante el período 1974-2019.

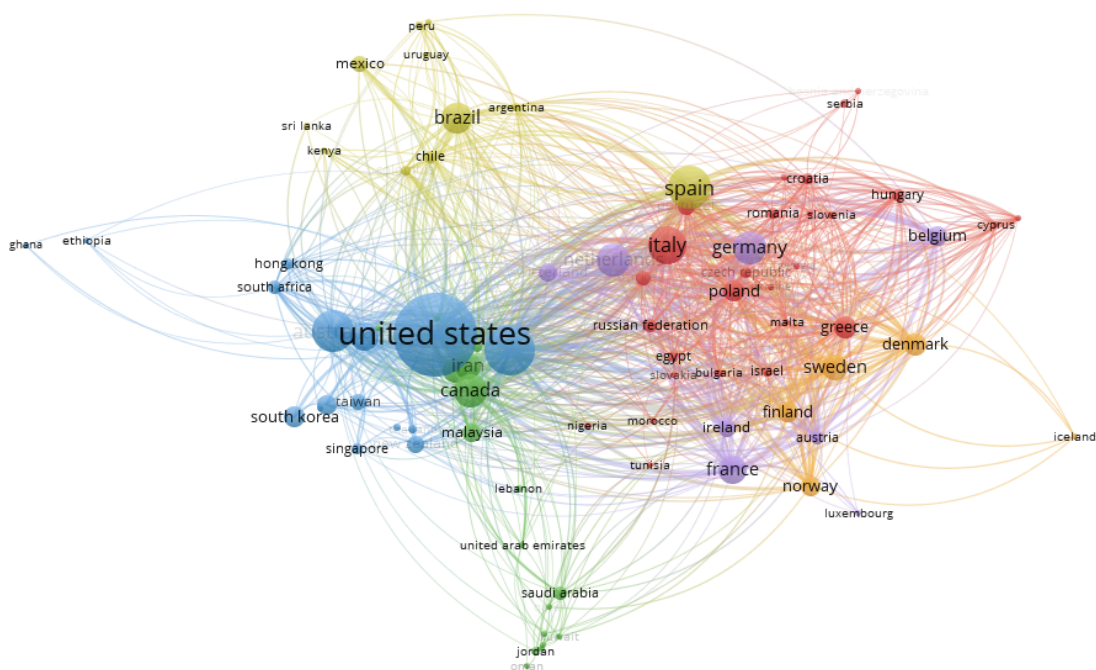
Además, la producción por país (Figura 2) mostró que los países líderes fueron Estados Unidos (2022 documentos), Reino Unido (752 documentos), España (544 documentos), Australia (517 documentos) e Italia (425 documentos). El país con más publicaciones fue Estados Unidos (EE. UU.) (5205), seguido del Reino Unido (Reino Unido) (1577), Australia (1058), Canadá (811) y España (423). Estos resultados coinciden con los centros publicados más habitualmente y el idioma (90,5% en inglés y 3,2% en español). En primer lugar, según la afiliación, los centros de investigación que más publicaron en este período de tiempo fueron Harvard T.H. Chan School of Public Health con 138 publicaciones (EE.UU.), Instituto de Salud Carlos III con 116 (España), Harvard Medical School con 96 (EE.UU.) y Deakin University con 90 (Australia).





**Figura 2.** La tendencia de las publicaciones en los cinco países con mayores tasas durante el período establecido

El análisis de la co-ocurrencia entre países en base a los autores y afiliaciones de los investigadores en los 7.240 documentos se realizó utilizando el software VOSviewer con la técnica de mapeo Vos (Figura 3). De este análisis se obtuvieron seis clusters separados por color, siendo el primero (rojo) formado por el 31,8% de los países liderados por Italia. Este grupo son los países europeos y los países próximos al mar Mediterráneo. El segundo grupo (verde) representa el 20% de las publicaciones, liderado por Canadá, que conecta con varios países árabes y oceánicos. El tercer clúster (azul) está liderado por EE. UU., que representa el 18,8% de las publicaciones y en el que se incluyen otros países con mayores publicaciones (Reino Unido y Australia). Este grupo se basa en América del Norte, Asia y Australia. El clúster amarillo, el cuarto con el 14,1% de publicaciones sobre este tema, está liderado por España, con conexiones con Latinoamérica. El quinto grupo (violeta) se basa en países de Europa central y oriental, representa el 9,4% de las publicaciones y está liderado por Alemania. Finalmente, el último clúster (naranja) está basado en países nórdicos, liderado por Suecia con el 5,9% de las publicaciones.

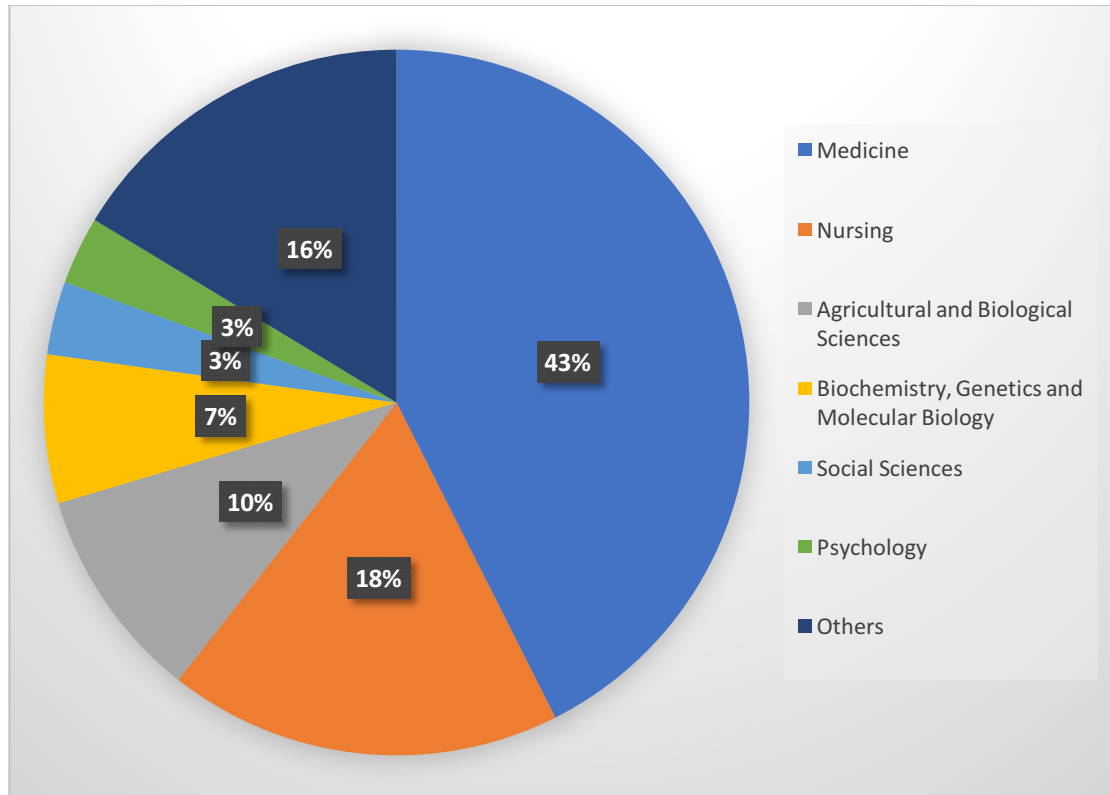


**Figura 3.** La tendencia de las publicaciones en los cinco países con mayores tasas durante el tiempo establecido

Estos resultados parecen coincidir con los autores que más publicaron en este tema siendo de los centros de investigación con mayor documentación y los países centrales (Figura 3). Un ejemplo sería el primer autor (Hu, F.B.) con 33 documentos (índice H = 210; Total de citas = 162358 y total de documentos = 1325) y del Harvard T.H. Escuela Chan de Salud Pública.

Dentro de esta estrategia, el 42,2% de los documentos incluyó los términos "niño" o "adolescente" o "niños" como la población principal del estudio. En este grupo, la mayoría de los documentos volvieron a ser artículos (75,6%), seguidos de reseñas (16,3%) y capítulos de libros (3,9%). Siendo de nuevo, los 3.053 documentos producidos principalmente en EE.UU., Reino Unido, Australia, España e Italia, aunque el lanzamiento de las publicaciones centradas en este grupo fue en 1983. Sorprendentemente, el centro de investigación con mayor número de publicaciones fue la Universidad Deakin con 65 documentos (Australia), difundidos por Harvard TH Chan School of Public Health con 53 (EE.UU.), Universiteit Gent con 53 (Bélgica), Instituto de Salud Carlos III con 51 (España) y The University of Sydney con 45 (Australia).

El análisis de los 7.240 documentos arrojó que la principal área de investigación fue Medicina (43%), seguida de Enfermería (18%) y Ciencias Agrícolas y Biológicas (10%) (Figura 4). La muestra centrada en los niños como población principal es similar, aunque el campo de la Medicina perdió algo (43,6%) alguna relevancia frente a la Enfermería (20,4%).



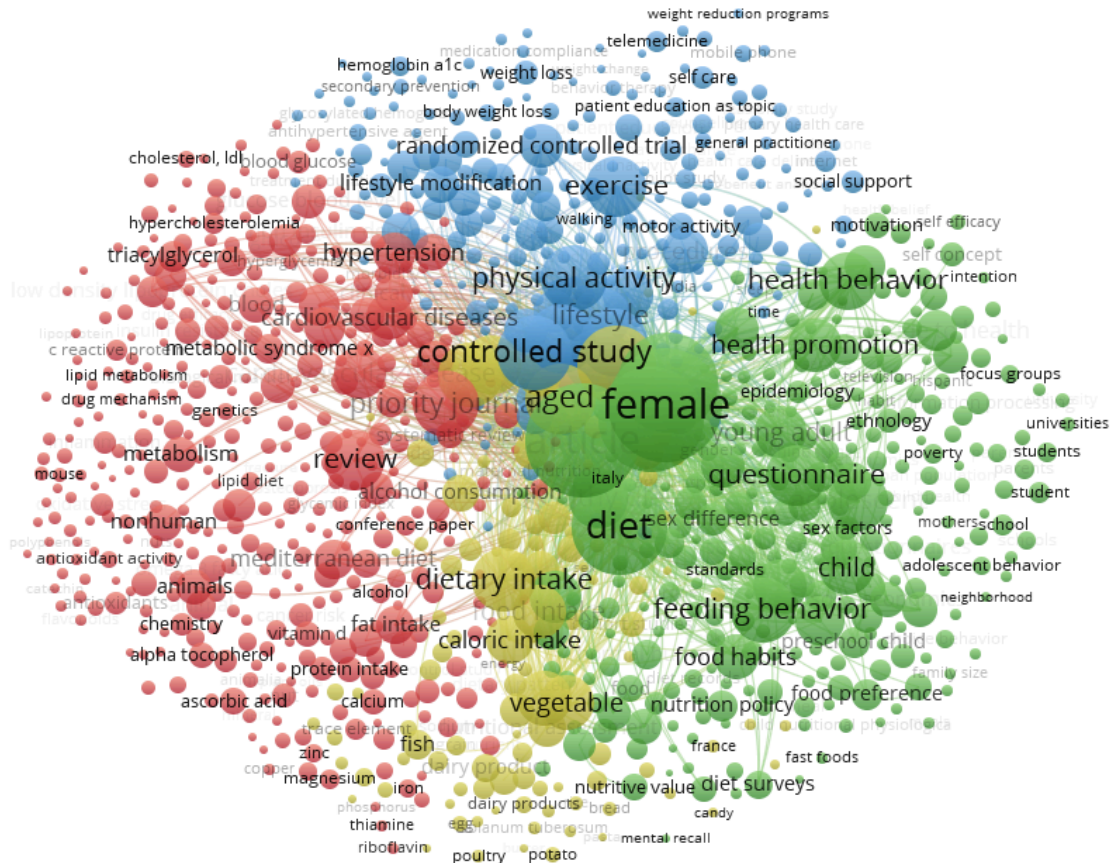
**Figura 4.** Frecuencia de publicaciones según área científica

Los resultados anteriores parecen coincidir con la frecuencia de publicaciones sobre la fuente, ubicándose en primer lugar Nutrients con 169 documentos sobre 7.240, seguido de Public Health Nutrition, con 133, BMC Public Health con 115, American Journal Of Clinical Nutrition con 89, y Appetito con 89, siendo la mayoría de Estados Unidos y Reino Unido y colocándose en el primer cuartil.

El análisis de las palabras clave del índice mostró que las principales palabras clave utilizadas fueron "humano / s" (5.129 documentos), "mujer" (3.302 documentos), "artículo" (3.302 documentos), "hombre" (2.837 documentos) y "dieta". (2.677 documentos). No obstante, el término "humano / s" probablemente se utilizó para distinguir de la investigación con animales, debido a que las coincidencias dentro de los datos se han eliminado

de dicho término.

El análisis de las palabras clave coexistentes seleccionadas por los investigadores en los 7.240 documentos se realizó mediante el software VOSviewer con la técnica de mapeo Vos (Figura 4). A partir de este análisis, se obtuvieron cinco clusters, siendo representados por colores que simbolizan la separación entre palabras clave y la longitud de los círculos la frecuencia de uso (Figura 5). El primer grupo (rojo) está compuesto por 386 términos (34,9% dentro del grupo), teniendo la mayoría de las conexiones los términos "revista prioritaria" (22,4% dentro del grupo), "revisión" (19,8%), "enfermedad cardiovascular" (14,7%) e hipertensión (12,1%). Este clúster se centró en el tema de los indicadores y las enfermedades cardiovasculares y metabólicas dependientes de la población. El segundo grupo (verde) se centró en la promoción de la salud, las conductas alimentarias y los jóvenes (adultos jóvenes y adolescentes). Este clúster representa el 28% de las conexiones, siendo los términos con mayor vinculación, primero, "femenino" (26,7%), seguido de "artículo" (16,5%), "masculino" (14,4%) y "dieta" (13,1%). El siguiente grupo, el azul, que representa el 21,9% de los términos, se basa en actividad física, estudio de control y obesidad. En este conglomerado, el término principal en conexiones es "estudio controlado" (29,2% dentro del conglomerado), seguido de "obesidad" (24,3%). Este clúster es el principal que se centró en la intervención, conectando la obesidad con otros términos como el apoyo social. El cuarto grupo del análisis (amarillo) se basa en la dieta y los factores que contribuyen a un mejor envejecimiento (11,2%), que es el término principal utilizado en la ingesta dietética (32,3%). El último grupo (violeta) se centró en la prevalencia (siendo el único).

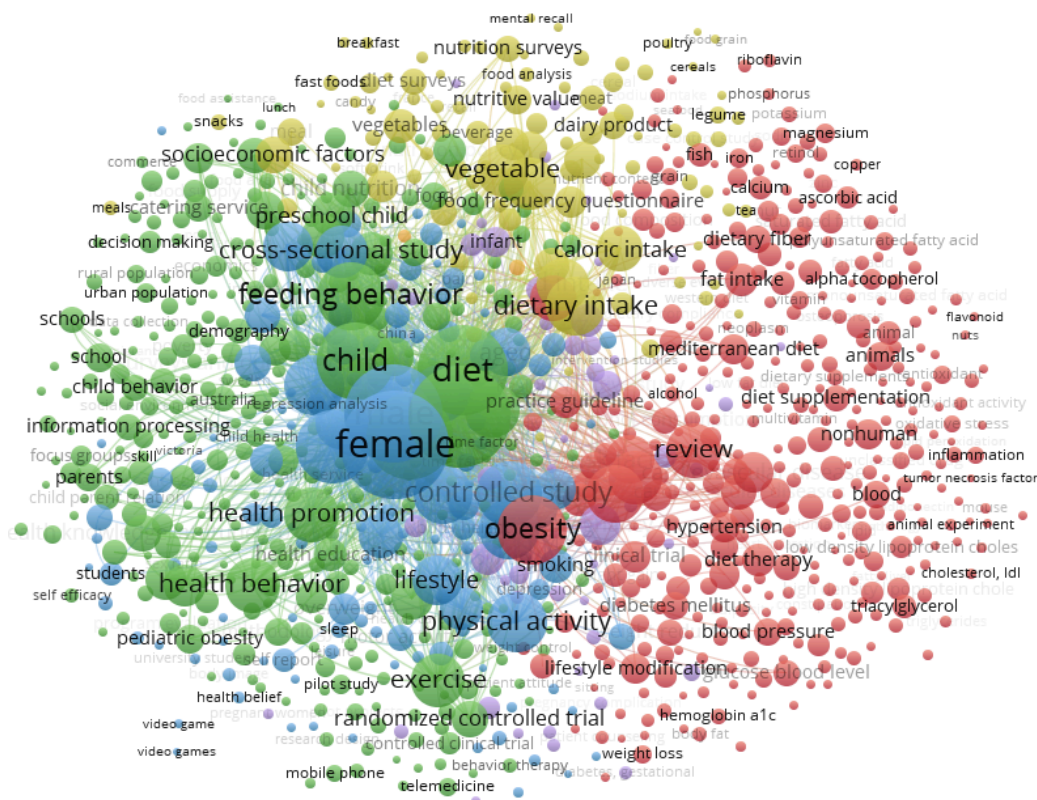


**Figura 5.** Mapeo de concurrencia basado en palabras clave

Sin embargo, los términos "niño" o "redes sociales" fueron secundarios en cada cluster, segundo y tercero respectivamente, representando el 7.1% y el 2.4% de los enlaces de sus conglomerados. A partir de estos resultados se ha realizado un análisis más profundo de los datos de los 3.053 documentos que se enfocaban en niños o adolescentes (Figura 6). En este mapeo se encontró que seis clusters son los más importantes en el número de publicaciones (36,8%), en rojo, se centra en no transmisibles, como la obesidad o la hipertensión, y las enfermedades y factores de riesgo y protectores, como la alimentación y aceite de oliva. El segundo grupo, en verde que representa el 34,7% de las publicaciones, se centró en la nutrición de adolescentes y niños, la conducta alimentaria y los factores sociales. En este cluster se incluyen los social media o redes sociales que tienen más presencia (1,1%) en las publicaciones, incluyendo otros términos como estructura social y marketing.

Además, en esta dieta, la dieta mediterránea solo se ha presentado en el

9,9% de las publicaciones. El tercer grupo que representa el 13,3% en azul se centró en el sexo, los adolescentes, el IMC y el estado emocional. El cuarto cluster (9,6%) en amarillo se centró en la alimentación, desde cereales o verduras hasta comida rápida. Este quinto racimo en violeta que representa el 5,4% se centra en problemas metabólicos y etapas tempranas de la vida y desarrollo infantil. El último grupo en naranja se centra en la investigación de poblaciones en Italia.



**Figura 6.** Mapeo de la concurrencia de los documentos específicos en base a la palabra clave

### Discusión

El análisis bibliométrico mostró cómo la tendencia de las publicaciones crece a partir de la década de 2000 cuando más países tomaron conciencia de la creciente prevalencia de la obesidad y la necesidad de prevenirla, ya que la tasa de obesidad fue aumentando y alcanzando el máximo en 2019 (27,28). Además, este aumento de la obesidad y el sobrepeso podría estar relacionado con que los países con mayor número de publicaciones sean EE.UU., Reino Unido o España, los países cuya prevalencia ha aumentado

más durante la última década (4).

Según la dieta, existía una dieta de muy baja calidad, siendo posible una mejora en la dieta de más de la mitad de los niños. Aunque este estudio no ha podido demostrar que la alta adherencia a la dieta mediterránea sea adecuada para reducir la prevalencia de obesidad, otros estudios demostraron que la adherencia podría verse más afectada como tratamiento que como factor protector (19). Además, el análisis de datos bibliométricos también mostró cómo las dietas y los hábitos saludables parecen ser un tema importante relacionado con las enfermedades cardiovasculares, la obesidad y los problemas metabólicos.

Las puntuaciones medias obtenidas en nuestro estudio de las variables que miden la condición física, test Course Navette, salto horizontal y test abdominal, están por debajo de los puntos de corte establecidos para escolares españoles alineados con estudios previos que indicaban cómo ha disminuido la actividad física en este grupo y en general (9,29). Estos resultados coincidieron con el análisis de los grupos, ya que un grupo significativo en ambos análisis se centró en la actividad física y el ejercicio. En este sentido, este clúster vinculó el subgrupo de adolescentes y la salud y el fitness. Asimismo, es de gran relevancia destacar que la mayoría de los estudios centrados en niños o adolescentes fueron estudios experimentales u observacionales, que están en línea con los de estudios previos en cuanto al predominio del análisis cuantitativo (21).

El índice cintura-talla muestra estabilidad durante las fases de crecimiento, teniendo variaciones mínimas entre los 6 y los 14 años, y parece ser el método más eficaz para determinar la obesidad, coincidiendo con varios estudios (26,30). Quizás este sea el razonamiento de las conexiones y relevancia de las medidas antropométricas en los resultados del análisis bibliométrico, donde estas medidas se ubican en el cluster rojo.

Se encontraron otros problemas de salud en la población, como hipertensión o MetS, lo que refleja la complejidad y los resultados de la alteración del peso. En este sentido, esta preocupación y crecimiento de la codependencia entre la obesidad y los problemas de salud sugiere el análisis de palabras clave y el aumento de publicaciones. Aunque las publicaciones estaban fechadas en 974, las publicaciones cuya población principal eran los niños datan de 1983, estas fechas y el levantamiento parecen coincidir con

los informes de la OMS y las políticas gubernamentales basadas en la infancia (5,28). Además, en esta población, los documentos se centraron en factores determinantes, métodos para disminuir los problemas y la prevalencia de problemas de salud. Un campo excluido fueron las redes sociales, la telemedicina o las nuevas tecnologías que parecen no estar completamente integradas como factores negativos o positivos. Este hallazgo es contrario a estudios anteriores, que han sugerido que los estudios centrados en la nutrición, el fitness y las redes sociales estaban creciendo (31). Con esta base y en una serie de informes que destacan la relevancia de las redes sociales y el marketing relacionado con una dieta saludable y la disminución de la prevalencia de la obesidad, se podría concluir que la tendencia de las publicaciones seguirá aumentando, y otros documentos incluirían las redes sociales (1, 28,32).

En el caso del análisis bibliométrico, las limitaciones son diversas. En primer lugar, la elección de las palabras clave podría haber delimitado la investigación y los datos obtenidos de las bases de datos, y el posterior análisis del índice de palabras clave en lugar de términos MeSH. Esta investigación se centró en incluir diferentes términos para la dieta o los problemas cotidianos en los niños, más que en incorporar otros términos para los niños o las nuevas tecnologías. Además, no se han incluido algunos datos, como los de los autores de este tema. Finalmente, los operadores booleanos utilizados, que fueron "OR" y "AND", pueden haber incluido algunas publicaciones con los términos de la búsqueda, aunque podría considerarse insignificante en función del tamaño de la muestra..

En general, estos hallazgos pueden ayudarnos a comprender por qué la prevalencia continúa creciendo y cómo algunos factores, como la dieta, aún no están integrados o no están activos. Otro aspecto que se debe considerar es que las redes sociales o las nuevas tecnologías parecen no integrarse aún en este tema, lo que podría implicar nuevas metodologías y tratamientos preventivos integradores.

## Conclusiones

Se ha examinado la tendencia en la investigación centrada en las redes sociales focalizadas en los niños y los problemas de salud previos.

Los resultados de esta investigación bibliométrica muestran que el número



de publicaciones en este tema está relacionado con los países con mayor prevalencia de obesidad, lo que también está representado por los principales centros de investigación y los autores con mayor número de publicaciones.

Si bien los principales sectores dentro del tema se enfocaron en factores determinantes, medidas antropométricas, conductas alimentarias y actividad física, otros aspectos como las redes sociales o las nuevas tecnologías no están del todo integrados.

Aún es pronto para definir el papel y la influencia de las redes sociales en este tema, aunque cada vez es mayor el número de trabajos de investigación que estudian las nuevas tecnologías y su potencial efecto sobre la dieta y la actividad.



# HIPÓTESIS

## OBJETIVOS



## **2.1. HIPÓTESIS DE ESTUDIO**

La baja adherencia a la dieta mediterránea, una baja condición física, medidas antropométricas por encima de la normalidad y la elevación de las cifras de PA se relacionan con un aumento del RCV y Smet en el niño.

## **2.2. OBJETIVOS DE ESTUDIO**

1. Conocer el estado de salud cardiovascular y estilos de vida de los escolares prepuberales y púberes de centros educativos de la provincia de Córdoba, así como su relación con el grado de obesidad.

- 1.1. Evaluar la precisión diagnóstica de variables antropométricas para detectar Obesidad.

Se abordan en la publicación:

Vaquero Álvarez M, Romero Saldaña M, Valle Alonso J, Llorente Cantarero FJ, Blancas Sánchez I, Fonseca del Pozo FJ. Estudio de la obesidad en una población infantil rural y su relación con variables antropométricas. *Atención Primaria* 2019;51(6): 341-349. doi: 10.1016/j.aprim.2018.03.007. IF=1,087 (115/165 categoría Medicina General e Interna) Q3

2. Determinar la precisión diagnóstica de variables antropométricas para la detección de la HTA en una población infanto-juvenil.

Se abordan en la publicación:

Vaquero-Álvarez M, Molina-Luque R, Fonseca-Pozo FJ, Molina-Rocio G, López-Miranda J, Romero-Saldaña M. Diagnostic Precision of Anthropometric Variables for the Detection of Hypertension in Children and Adolescents. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(12):E4415. doi: 10.3390/ijerph17124415. IF=2, 849 (32/170 categoría Public Environmental & Occupational Health) Q1

3. Conocer la prevalencia de Smet en niños y adolescentes a través de diferentes guías de definición.

- 3.1. Medir la capacidad de la prueba NIM-MetS, que se había utilizado anteriormente en la población adulta, para la detección precoz de Smet en niños y adolescentes.

Se abordan en la publicación:

Vaquero Álvarez M, Aparicio-Martinez P, Fonseca Pozo FJ, Valle Alonso J, Blancas Sánchez IM, Romero Saldaña M. A Sustainable Approach to the Metabolic Syndrome in Children and Its Economic Burden. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020;17(6):1891. doi: 10.3390/ijerph17061891. IF=2, 849 (32/170 categoría Public Environmental & Occupational Health) Q1.

# PUBLICACIONES





## **3.1. Artículo 1: Estudio de la obesidad en una población infantil rural y su relación con variables antropométricas.**

---





## Atención Primaria

[www.elsevier.es/ap](http://www.elsevier.es/ap)



### ORIGINAL

## Estudio de la obesidad en una población infantil rural y su relación con variables antropométricas



Manuel Vaquero-Álvarez<sup>a,\*</sup>, Manuel Romero-Saldaña<sup>b</sup>, Joaquin Valle-Alonso<sup>c</sup>,  
Francisco Jesús Llorente Cantarero<sup>d</sup>, Isabel María Blancas-Sánchez<sup>d</sup>  
y Francisco Javier Fonseca del Pozo<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Centro de Salud San José, Linares, Jaén, España

<sup>b</sup> Departamento de Seguridad y Salud Laboral, Ayuntamiento de Córdoba, Córdoba, España

<sup>c</sup> Royal Bournemouth Hospital, Bournemouth, Dorset, Reino Unido

<sup>d</sup> Instituto Maimónides de Investigación Biomédica, Córdoba, España

<sup>e</sup> Dispositivos de Cuidados Críticos y Urgencias de Atención Primaria Montoro, Instituto Maimónides de Investigación Biomédica, Córdoba, España

Recibido el 16 de febrero de 2018; aceptado el 20 de marzo de 2018

Disponible en Internet el 19 de mayo de 2018

### PALABRAS CLAVE

Estilo de vida;  
Obesidad;  
Población escolar;  
Antropometría

### Resumen

**Objetivos:** Conocer la prevalencia de obesidad en escolares de educación primaria y secundaria, y evaluar la precisión diagnóstica de variables antropométricas para su detección.

**Diseño:** Estudio transversal. Año 2014.

**Emplazamiento:** Área rural de Córdoba.

**Participantes:** Población estudiantil. Se llevó a cabo un muestreo estratificado por edad, género y centros educativos. Un total de 323 alumnos de 6 a 16 años fueron estudiados, cuyos padres habían firmado el consentimiento informado.

**Mediciones principales:** Se determinó la prevalencia de obesidad y se recogieron variables predictoras sociodemográficas, antropométricas, de condición física y alimentación. Se realizó una regresión logística binaria determinando los valores de *odds ratio* (OR) crudas y ajustadas, se confeccionaron curvas ROC y se determinaron valores de corte, calculando la sensibilidad, la especificidad y el índice de Youden.

**Resultados:** La prevalencia de sobrepeso y obesidad fue del 26,2 y 22,3%, respectivamente. Solo un 15,2% de los escolares realizó dieta mediterránea óptima. El índice cintura-altura (ICT) fue la variable predictiva con mayor OR ajustada (7,1 [4,3-11,6]) y mayor área bajo la curva (0,954 [0,928-0,979]); a partir de un valor de corte global para discriminar obesidad de 0,507, consiguió una sensibilidad del 90% y una especificidad del 87,2%.

**Conclusiones:** La alta prevalencia de obesidad, la media-baja adherencia a la dieta mediterránea y la baja condición física hacen de esta población un objetivo prioritario de actuación para

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [manuel.vaquero1@hotmail.com](mailto:manuel.vaquero1@hotmail.com) (M. Vaquero-Álvarez).

<https://doi.org/10.1016/j.aprim.2018.03.007>

0212-6567/© 2018 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**KEYWORDS**

Lifestyle;  
Obesity;  
School population;  
Anthropometry

la prevención de futuros eventos cardiovasculares. El ICT ha sido el mejor predictor antropométrico de obesidad, recomendándose su uso para el diagnóstico de obesidad en población infantil en detrimento del índice de masa corporal.

© 2018 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Study of obesity in a rural children population and its relationship with anthropometric variables

**Abstract**

**Goals:** To know the prevalence of obesity in primary and secondary school students, and to evaluate the diagnostic accuracy of anthropometric variables for its detection.

**Design:** Cross-sectional study.

**Location:** Rural area of Córdoba. In the year 2014.

**Participants:** Student population. A stratified sampling was performed according to age, gender and educational centers. A total of 323 students from 6 to 16 years were included in the study, all parents had signed informed consent.

**Main measurements:** The prevalence of obesity was determined and sociodemographic, anthropometric, physical condition and dietary predictor variables were collected. A binary logistic regression was performed determining crude and adjusted Odds Ratio (OR) values, ROC curves were obtained and cut-off values were determined, calculating the sensitivity, specificity and Youden index.

**Results:** The prevalence of overweight and obesity was 26.2% and 22.3%, respectively. Only 15.2% of school children had an optimal Mediterranean diet. The waist-height ratio (WtHR) was the predictive variable with the highest adjusted OR 7.1 (4.3-11.6) and the largest area under the curve 0.954 (0.928-0.979), from a global cut-off value to discriminate obesity of 0.507. This gave a sensitivity of 90% and specificity of 87.2%.

**Conclusions:** The high prevalence of obesity, the low-medium adherence to the Mediterranean diet and the low physical fitness make this population a priority target for the prevention of future cardiovascular events. The WtHR has been the best anthropometric predictor of obesity, recommending its use for the diagnosis of obesity in children at the expense of body mass index.

© 2018 The Authors. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

La obesidad infantil es un problema complejo, de origen multifactorial, que requiere intervenciones tanto en la persona (en las diferentes etapas de la vida) como en sus familias y en la comunidad; y van dirigidas fundamentalmente a los comportamientos sobre alimentación y actividad física<sup>1,2</sup>.

La prevalencia mundial de sobrepeso y obesidad infantil combinados ha aumentado en un 47,1% entre 1980 y 2013<sup>3</sup>. En Europa varía entre el 40% del sur y el 10% en el norte<sup>4</sup>. Se estima en un 12,6% la prevalencia de obesidad en jóvenes españoles con edades comprendidas entre los 8 y 17 años, de los cuales 4 de cada 10 jóvenes tienen exceso de peso<sup>5</sup>. Esto ha sido corroborado en Andalucía, donde en una muestra representativa de la población de 2 a 16 años se demostró un 9,5% de obesos y un 22,4% con sobrepeso<sup>6</sup>. Este factor de riesgo cardiovascular (FRCV) aparece asociado a las clases sociales más desfavorecidas y con menos nivel de estudios.

La obesidad se asocia a la aparición de una mayor comorbilidad en la infancia y, su persistencia en la edad adulta, conlleva un mayor riesgo de padecimiento de enfermedades crónicas<sup>5</sup>. El balance energético entre la

actividad física y la ingesta, así como el sedentarismo, son los aspectos más estudiados para explicar la alta incidencia de obesidad infantil<sup>7</sup>.

La forma más común de determinar si una persona tiene sobrepeso u obesidad es calcular el índice de masa corporal (IMC). Es importante tener en cuenta que la cifra de IMC calculada a veces puede ser inexacta porque no cuantifica la adiposidad corporal total, no distingue entre grasa y músculo, ni predice la distribución de grasa corporal. Por lo tanto, puede sobreestimar la adiposidad en un niño con aumento de la masa muscular, como puede ser el caso de un niño atlético, y subestimar la adiposidad en un niño con masa muscular reducida, como un niño sedentario<sup>8</sup>. El IMC a su vez no es ideal para caracterizar el cambio de peso en una población obesa<sup>9</sup> y si bien esta medida es sensible al cambio en niños de peso normal, es menos sensible en los extremos debido a la reducción de la variabilidad en el extremo superior de la distribución del peso<sup>9,10</sup>.

La identificación por medio de indicadores antropométricos de la obesidad puede ser una herramienta adecuada para una detección temprana que lleve a su control. La circunferencia de la cintura (CC) y el índice de conicidad (índice

C) identifican la grasa localizada en la región central del cuerpo. El índice cintura-talla (ICT), al ajustar el perímetro de cintura a la estatura, se está postulando como una herramienta de utilidad para predecir adiposidad relativa entre los 6 y 14 años<sup>11</sup>, diagnosticar obesidad visceral y detectar alteraciones metabólicas en la población pediátrica en general<sup>12</sup>.

El objetivo de nuestro trabajo es conocer la prevalencia de obesidad de escolares en centros educativos de educación primaria y secundaria en la provincia de Córdoba; y evaluar la precisión diagnóstica de variables antropométricas para detectarla.

## Metodología

**Lugar de realización y marco:** comenzamos el estudio de la provincia de Córdoba en la localidad de Pedro Abad, por conveniencia dado que uno de los investigadores trabajaba allí. Se diseñó un estudio transversal. Para ello seleccionamos una muestra aleatoria de niños y adolescentes de educación primaria y secundaria, estratificando por edad, género y centros educativos. Se realizaron 3 charlas informativas en cada uno de los centros educativos en las cuales se explicaron los objetivos y la metodología del trabajo y se resolvió cualquier duda que pudiera surgir; se habilitó un correo electrónico donde poder realizar cualquier consulta posterior.

**Tamaño de la muestra mínimo:** 301 sujetos, a partir de una prevalencia esperada del 12,6% de obesidad<sup>5</sup>, un nivel de confianza del 95% y una precisión del 3,75%.

**Criterios de inclusión:** se incluyeron niños/as y adolescentes de entre 6 y 16 años, que hubieran firmado el consentimiento informado tanto sus padres o representantes legales como el propio alumno y el investigador principal. **Criterios de exclusión:** niños que quedasen fuera del rango de edad, que no hubieran firmado el consentimiento informado.

La recogida de datos se llevó a cabo entre septiembre y diciembre de 2014.

## Variables y mediciones

La variable resultado principal fue la presencia/ausencia de obesidad. Las variables explicativas fueron: antropométricas (peso en kg, altura en cm, IMC, CC en cm, ICT, porcentaje de peso graso [%PG] y peso libre de grasa [%LG]); condición física (*Course Navette*, salto y abdominales); adherencia a la dieta mediterránea (DM); presencia/ausencia de hipertensión arterial (HTA).

## Recogida de datos

Se diseñó un cuaderno de recogida de datos donde se incluían todas las variables. Se formó a 2 médicos que nos ayudaron a recoger los datos, para lo cual hicimos una sesión de 3 h. Las variables de condición física fueron obtenidas por un especialista en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Todas las exploraciones se realizaron en el centro educativo.

En cuanto a la recogida de *datos antropométricos*, se realizaron mediciones estandarizadas de peso, talla, perímetro de cintura y presión arterial.

- El peso, %PG y %LG se obtuvieron a través de un impedanciómetro modelo Omron BF-511<sup>®</sup>, validado para estudios de investigación; los alumnos estaban vestidos con ropa ligera y descalzos. Este dispositivo además nos proporcionaba el IMC una vez introducidos la edad, la altura y el sexo del alumno. Cada escolar fue clasificado según el grado de obesidad empleando las tablas de Melo Salor<sup>13</sup> en función de las desviaciones estándar (DE): sobrepeso (+1 DE); obesidad (+2 DE); obesidad mórbida (+3 DE).
- Para la talla utilizamos un tallímetro portátil, homologado y calibrado modelo Seca 213<sup>®</sup>; se midió con el sujeto en bipedestación y con la espalda en contacto con el tallímetro. Los pies colocados de forma paralela y los tobillos juntos. La cabeza debe estar colocada según el plano de Frankfort, es decir, de manera que se dibuje una línea horizontal que pase por el conducto auditivo y la parte inferior de la órbita del ojo, y paralela al piso.
- Para la medición del perímetro de cintura se utilizó una cinta métrica inextensible, pasándola por la línea imaginaria que transcurre paralela al suelo y por el punto medio entre el borde inferior de la última costilla y la cresta iliaca; se realizaron 2 medidas de la misma.

La *presión arterial* fue medida con esfigmomanómetro automático validado para estudios de investigación, modelo Omron M6 comfort<sup>®</sup>, con manguitos de presión arterial adecuados al perímetro braquial de los pacientes. Se realizaron las mediciones de forma estandarizada. Se define HTA como los niveles de presión arterial sistólica o presión arterial diastólica  $\geq$  al percentil 95 (P95) para una determinada edad, sexo y percentil de talla, siendo necesario registrar al menos 3 determinaciones sucesivas por encima del P95. Asimismo, consideramos pre-HTA los niveles de presión arterial sistólica o presión arterial diastólica  $\geq$  al percentil 90 (P90), pero inferiores al P95. Para la clasificación como hipertensos de los sujetos de estudio se emplearon las tablas propuestas por la Asociación Española de Pediatría (AEP)<sup>14</sup>.

Para determinar la *condición física* se usaron:

- La prueba de *Course Navette*, que mide la capacidad aeróbica máxima mediante un test de campo indirecto e incremental<sup>15</sup>.
- Salto con los pies juntos. Para ello el alumno toma impulso con flexión de piernas y balanceo de brazos, saltando hacia delante manteniendo los pies firmes en el lugar que cae. Se realizan 2 intentos, registrando el mejor intento.
- Prueba de abdominales. El alumno debe intentar realizar el mayor número de flexiones; se registra el número de repeticiones bien ejecutadas.

La *adherencia a la DM* se midió a través del Cuestionario Kidmed<sup>16</sup>. Incluye 16 preguntas que deben responderse de manera afirmativa/negativa (sí/no). Según la puntuación del cuestionario (0-12 puntos) se obtienen 3 grados de calidad de DM:  $\geq 8$  puntos, calidad óptima; 4-7 puntos, necesidad de mejorar la dieta; y  $\leq 3$  puntos, dieta de muy baja calidad.

## Análisis estadístico

En el análisis descriptivo, las variables cuantitativas se han representado por su media y DE y las cualitativas por su frecuencia y porcentaje. Se ha utilizado la prueba de contraste *t* de Student para la comparación de 2 medias y ANOVA para la comparación de 3 o más grupos.

El análisis multivariante por regresión logística contempló modelos de regresión logística ajustados y crudos (OR). Para la modelización, la variable ICT se incluyó transformada logarítmicamente [ $2/(\ln ICT)$ ].

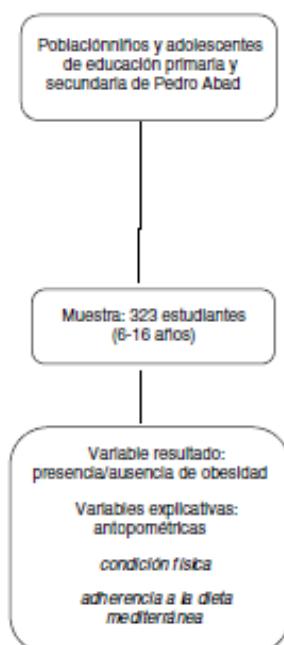
La precisión diagnóstica para detectar obesidad se evaluó mediante curvas ROC (acrónimo de *receiver operating characteristic*, o característica operativa del receptor). Se calcularon la sensibilidad y especificidad, las áreas bajo la curva y los puntos de corte de las principales variables predictoras a través del índice de Youden (mejor sensibilidad y especificidad conjunta).

Los intervalos de confianza y la significación estadística fueron establecidos con una seguridad del 95%.

Se emplearon los programas SPSS versión 22 y Epidat versión 4.2.

## Aspectos éticos

El protocolo de investigación respeta los principios de la Declaración de Helsinki, Asociación Médica Mundial, y Convenio del Consejo de Europa, relativo a Derechos Humanos y Biomedicina. Además, fue aprobado por el comité ético de investigación clínica de referencia. La incorporación al estudio requirió la aceptación del menor, el consentimiento informado de su responsable legal y del investigador principal.



**Esquema del estudio:** Estudio descriptivo transversal realizado en centros escolares del municipio de Pedro Abad (Córdoba), durante el año 2014, para conocer el grado de obesidad de escolares en centros educativos de educación primaria y secundaria; y evaluar la precisión diagnóstica de variables antropométricas para detectarla.

## Resultados

Participaron un total de 323 alumnos (179 de primaria y 144 de secundaria), de los cuales 189 fueron niños (58,5%). En la [tabla 1](#) se muestran los datos antropométricos generales de los escolares estudiados, donde se puede observar que estos parámetros aumentan conforme lo hace la edad (etapas primaria y secundaria). Resulta significativa la asociación de mayor CC y mayor %LG en niños y mayor %PG en las niñas en la etapa de secundaria.

**Variables predictoras de obesidad.** Con respecto a la calificación de los sujetos en función del peso, la prevalencia de obesidad ha sido del 22,3%, la de sobrepeso del 26,2% y la de normopeso del 51,5%. Al analizar los datos en función del sexo, se observa un mayor porcentaje de niñas con normopeso (57%) y de niños con obesidad (27,4%). Hemos encontrado un mayor porcentaje de normopeso en secundaria (61,8%) y una prevalencia superior de obesidad en primaria (31%). Un total de 72 estudiantes presentaron obesidad; de ellos, 45 fueron niños, con una prevalencia del 25,1%, y 27 niñas, con una prevalencia del 21,1%. La comparación mostró un valor de OR cruda = 1,3 ( $p=0,41$ ). La media de edad de los escolares con obesidad fue de 10,2 años (DE = 2,5) frente a 11,7 años (DE = 3) sin obesidad ( $p < 0,001$ ).

La [tabla 2](#) expone las características de la muestra estudiada, los resultados según las variables explicativas (prevalencias y medias) para los grupos con y sin obesidad, y, finalmente, el análisis de regresión logística cruda y ajustada. Las variables explicativas edad (mayor edad media), HTA, %PG y %LG, presión arterial sistólica y condición física (*Course Navette*, salto, abdominales) se han asociado significativamente a obesidad en la regresión logística binaria cruda y ajustada. El ICT obtuvo el valor más alto para la OR ajustada = 7,1, IC 95% (4,3-11,6).

De los obesos, 8 (12,9%) son hipertensos y 54 (87,1%) no hipertensos, con un valor de OR ajustada = 3,5 ( $p < 0,001$ ).

A partir de la puntuación obtenida por los participantes en el *Kidmed*, estos se clasificaron en función de la adherencia a la DM. Para el total de la muestra, los porcentajes de alta ( $\geq 8$ ), media (4-7) y baja ( $\leq 3$ ) adherencia fueron 15,2, 53,9 y 30,9%, respectivamente. La mayoría de los estudiantes, niñas y niños, tanto en primaria como secundaria, presentaron una adherencia media a la DM, sin encontrar diferencias estadísticas. La adherencia a la DM no se ha asociado significativamente a la obesidad.

Con respecto a las variables que miden la condición física, la puntuación media del test *Course Navette* para el total de participantes fue 4,7 (DE = 2,9). En función del sexo, los niños puntuaron más alto (5,5; DE = 3,2) que las niñas (3,7; DE = 1,9) ( $p < 0,001$ ), obteniendo en primaria (3,4; DE = 2) menor puntuación que en secundaria (6,6; DE = 2,9) ( $p < 0,001$ ). El test de salto de longitud sin impulso mostró una puntuación media de 123,7 (DE = 36,5), con puntuaciones superiores en los niños (131,9; DE = 40,2) respecto a las

Tabla 1 Descripción de la muestra según variables antropométricas. Etapas: primaria y secundaria

Total alumnos				
Variable	TotalN= 323	NiñosN= 189	NiñasN= 134	p
Edad, años	11,4 (2,9)	11,5 (2,9)	11,4 (2,9)	0,9
IMC	20,4 (4)	20,5 (3,9)	20,2 (4,2)	0,5
CC, cm	70,5 (10,7)	71,6 (11,1)	68,9 (9,9)	< 0,05
ICT	0,48 (0,07)	0,48 (0,07)	0,47 (0,06)	0,25
% PG	23,9 (8,6)	22,5 (8,2)	25,9 (8,7)	< 0,001
% LG	32,9 (4,6)	34,2 (5,1)	31,1 (3)	< 0,01
Primaria				
Variable	TotalN= 179	NiñosN= 105	NiñasN= 74	p
Edad, años	9,2 (1,6)	9,2 (1,6)	9,2 (1,6)	0,86
IMC	19,6 (4)	19,7 (4,1)	19,3 (3,99)	0,5
CC, cm	68,6 (11,4)	69,6 (12,2)	67,1 (10,2)	0,17
ICT	0,5 (0,07)	0,51 (0,07)	0,49 (0,07)	0,31
% PG	24,5 (8,4)	24,75 (8,4)	24,1 (8,6)	0,63
% LG	30,9 (3,5)	31,2 (3,9)	30,5 (3)	0,21
Secundaria				
Variable	TotalN= 144	NiñosN= 84	NiñasN= 60	p
Edad, años	14,2 (1,4)	14,3 (1,4)	14,2 (1,4)	0,75
IMC	21,5 (3,8)	21,6 (3,5)	21,4 (4,2)	0,78
CC, cm	73,1 (8,9)	74,5 (8,6)	71,3 (9)	0,042
ICT	0,45 (0,05)	0,45(0,05)	0,45(0,05)	0,55
% PG	23,4 (8,7)	19,8 (7,3)	28,3 (8,2)	< 0,001
% LG	35,5 (4,5)	38,1 (3,4)	31,7 (3)	< 0,001

Datos expresados como media (DE).

%LG: porcentaje peso libre de grasa; %PG: porcentaje peso grasa; CC: circunferencia de cintura; ICT: índice cintura-talla; IMC: índice de masa corporal.

niñas (112,1; DE=26,6) ( $p < 0,001$ ); y en primaria (106,4; DE=23,5) menor puntuación que en secundaria (151,9; DE=34,2) ( $p < 0,001$ ). La media del test de abdominales para el total de la muestra fue 15,7 (DE=18,6); en función del sexo, los niños puntuaron más alto (17,6; DE=9,1) que las niñas (12,9; DE=6,9) ( $p < 0,001$ ), mostrando en secundaria (22,7; DE=6,9) mayor puntuación que en primaria (10,5; DE=5,5) ( $p < 0,001$ ).

Evaluación de la precisión diagnóstica de variables antropométricas para detectar obesidad en escolares. Para la obesidad, las áreas bajo la curva para el ICT alcanzaron un valor de 0,954 (0,967 en niños y 0,935 en niñas), lo que indica que este índice antropométrico tiene un valor predictivo positivo alto (68,4%) para detectar niños con obesidad (tabla 3 y fig. 1). El punto de corte de ICT que identifica la obesidad ha sido de 0,507 en niños, con una sensibilidad del 93,3% y especificidad del 89,5%; y de 0,501 para las niñas, con valores de sensibilidad y especificidad del 92,6 y 80,2%, respectivamente (tabla 4).

## Discusión

La prevalencia de sobrepeso en nuestra muestra fue del 26,2% y la de obesidad del 22,3%, mientras que el estudio ENKID<sup>17</sup>, realizado entre los años 1998-2000, en 3.850 niños

españoles de edades comprendidas entre los 2 y 24 años, proporcionó prevalencias para el sobrepeso y la obesidad del 12,4 y 13,9%, respectivamente, a través de tablas de referencia basadas en niños españoles. En el estudio Aladino<sup>18</sup> participaron 10.899 niños de 165 centros escolares españoles y de edades comprendidas entre los 6 y 9 años. Según este estudio de 2015, el 23,2% de los niños tenían sobrepeso y el 18,1% eran obesos. Son datos que nos confirman el progresivo aumento de la obesidad infantil. Los datos de prevalencia de obesidad en el estudio Aladino mostraron porcentajes mayores para el grupo de los chicos (20,4% frente al 15,8% en el grupo de las chicas).

En cuanto a la DM, un 30,9% de los escolares estudiados presentaron una adherencia muy baja, un 53,9% un patrón que puede mejorar y un 15,2% una adherencia óptima; datos similares a los presentados por otros autores, que además muestran la existencia de una asociación con los niveles de práctica de actividad física<sup>19,20</sup>.

Las puntuaciones medias obtenidas en nuestro estudio de las variables que miden la condición física, test *Course Navette*, salto horizontal y test de abdominales, se encuentran por debajo de los puntos de corte establecidos para los escolares españoles<sup>21</sup>; en nuestro estudio los adolescentes mostraron también una peor forma física que el resto de adolescentes en todas las pruebas físicas realizadas.

**Tabla 2** Resultados de análisis de regresión logística binaria cruda y ajustada para obesidad y variables predictoras

	Obesidad		OR cruda IC 95%	P	OR ajustada <sup>a</sup> IC 95%		P
	Sí	No					
Edad	10,2 (2,5)	11,7 (3)	0,84 (0,76-0,9)	< 0,001	0,84 (0,76-0,92)	< 0,001	
Género							
Niñas	27 (21,1%)	101 (78,9%)	1				
Niños	45 (25,1%)	134 (74,9%)	1,3 (0,7-2,2)	0,41			
HTA							
No	54 (18%)	300 (82%)	1		1		
Sí	8 (34,8%)	15 (65,2%)	2,6 (1,5-4,6)	< 0,001	3,5 (1,9-6,5)	< 0,001	
CC	82,2 (9)	67,1 (8,4)	1,2 (1,1-1,3)	< 0,001	1,45 (1,3-1,6)	< 0,001	
ICT <sup>b</sup>	0,57 (0,05)	0,45 (0,04)	7,1 (4,3-11,6)	< 0,001	7,1 (4,3-11,6)	< 0,001	
% PG	33,9 (4,6)	21 (7,1)	1,4 (1,3-1,5)	< 0,001	1,6 (1,4-1,8)	< 0,001	
% LG	30,5 (2,6)	33,6 (4,8)	0,84 (0,78-0,9)	< 0,001	0,8 (0,76-0,88)	< 0,001	
PAS	116,3(13,5)	112,9 (15,3)	1,1 (0,99-1,03)	0,087	1,06 (1,04-1,09)	< 0,001	
PAD	66,7 (10,7)	64,9 (10,4)	1,02 (0,99-1,04)	0,2			
Adh Diet Medit	5,8 (2,3)	5,4 (2,3)	1,06 (0,9-1,2)	0,33			
Navette	3,1 (1,8)	5,3 (2,9)	0,68 (0,59-0,79)	< 0,001	0,65 (0,56-0,75)	< 0,001	
Salto	108,4 (25,6)	131 (37,1)	0,98 (0,97-0,99)	< 0,001	0,98 (0,97-0,99)	< 0,001	
Abdominales	11,9 (8)	17 (8,4)	0,93 (0,89-0,96)	< 0,001	0,92 (0,88-0,95)	< 0,001	

%PG: porcentaje peso grasa; %LG: porcentaje peso libre de grasa; Adh Diet Medit: Kidmed; CC: circunferencia de cintura; HTA: hipertensión arterial; ICT: índice cintura-talla; OR: odds ratio; PAS: presión arterial sistólica; PAD: presión arterial diastólica.  
Pruebas de condición física. Salto: salto de longitud sin impulso; Navette: prueba de Course Navette; Abdominales: prueba de abdominales.  
<sup>a</sup> Ajustada por edad y género.  
<sup>b</sup> Transformada como 2/(ln ICT)<sup>2</sup>.

**Tabla 3** Áreas bajo la curva, error estándar e intervalos de confianza para las principales variables antropométricas que influyen en la obesidad de los escolares

Muestra	Área bajo la curva			
	ABC	Error estándar	ABC IC 95%	p
<b>Total</b>				
CC	0,885	0,022	0,843-0,928	< 0,001
ICT	0,954	0,013	0,928-0,979	< 0,001
% PG	0,933	0,014	0,907-0,960	< 0,001
% LG	0,273	0,029	0,215-0,330	< 0,001
<b>Niños</b>				
CC	0,893	0,027	0,840-0,946	< 0,001
ICT	0,967	0,013	0,941-0,992	< 0,001
% PG	0,975	0,009	0,956-0,993	< 0,001
% LG	0,227	0,035	0,160-0,295	< 0,001
<b>Niñas</b>				
CC	0,876	0,036	0,806-0,946	< 0,001
ICT	0,935	0,026	0,884-0,986	< 0,001
% PG	0,898	0,028	0,844-0,952	< 0,001
% LG	0,249	0,045	0,162-0,336	< 0,001

%LG: porcentaje peso libre de grasa; %PG: porcentaje peso grasa; ABC: área bajo la curva; CC: circunferencia de cintura; ICT: índice cintura-talla.

En lo que se refiere al valor predictivo de las variables antropométricas para diagnosticar la obesidad en la edad infantil, el IMC se construye a partir de mediciones sencillas (peso y talla), pero requiere la consulta de valores de referencia (percentiles y edad), por lo cual la CC y el ICT

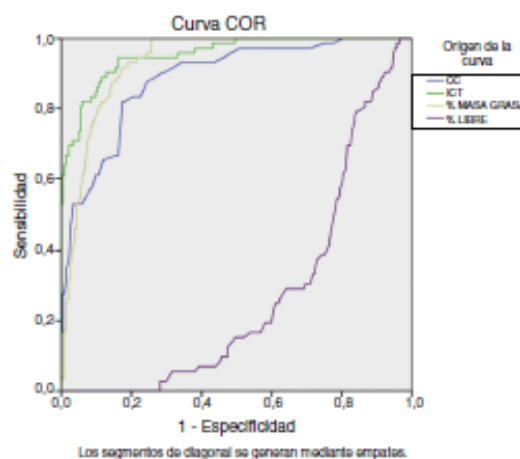


Figura 1 Precisión diagnóstica de obesidad en la muestra total. Curva ROC.

resultan ventajosos por su sencillez y facilidad de cálculo e interpretación.

El ICT muestra estabilidad durante las fases de crecimiento, teniendo variaciones mínimas entre los 6 y 14 años a diferencia del perímetro de cintura, que puede tener modificaciones durante la pubertad<sup>22</sup>. El área bajo la curva, la sensibilidad y la especificidad son valores teóricos que no varían entre poblaciones<sup>23</sup>.



Tabla 4 Predictores antropométricos de obesidad e indicadores de seguridad y validez en la precisión diagnóstica

Muestra total				
Variable	VC	S	E	IJ
CC	72,5	87,5%	75,6%	0,631
ICT	0,507	90,03%	87,2%	0,775
% PG	27,55	91,7%	82,5%	0,742
Niños				
Variable	VC	S	E	IJ
CC	75,75	86,7%	80,5%	0,67
ICT	0,507	93,3%	89,5%	0,828
% PG	25,7	97,8%	85%	0,828
Niñas				
Variable	VC	S	E	IJ
CC	75,75	86,7%	80,5%	0,67
ICT	0,501	92,6%	80,2%	0,728
% PG	30,25	88,9%	81,2%	0,701

%PG: porcentaje peso graso; ABC: área bajo la curva; CC: circunferencia cintura; E: especificidad; ICT: índice cintura-talla; IJ: índice de Youden (diferencia entre la tasa de verdaderos positivos y la de falsos positivos); S: sensibilidad; VC: valor (punto) de corte.

Con respecto a la CC, Maffei et al.<sup>24</sup> informan que, independientemente del diagnóstico de la obesidad, con un punto de corte superior a 90 cm, se pueden descubrir alteraciones en el perfil lipídico e HTA en escolares; de igual manera, Perichart et al.<sup>25</sup> refieren que una CC mayor que 80 cm es un indicador de HTA, resistencia a la insulina e hipertrigliceridemia.

El ICT es el mejor predictor, destacando que con un punto de corte de 0,50 se puede diagnosticar obesidad tanto en niños como en niñas y en cualquier estrato de edad, con una sensibilidad del 90% y una especificidad del 87,2%.

El Plan Integral para la prevención de la obesidad infantil en Andalucía<sup>26</sup> recoge unas tablas para el diagnóstico de obesidad, estratificadas por sexo e IMC. Sin embargo, este trabajo muestra que solo midiendo la talla y la cintura de los escolares, y sin necesidad de realizar cálculos matemáticos ni usar tablas, se puede diagnosticar obesidad con igual eficacia y seguridad.

Con respecto a la presión arterial nuestra prevalencia es muy elevada, con respecto a la de otros países que rondan desde el 1 al 5%, aunque en algunas áreas geográficas alcancen el 10%<sup>27-30</sup>. Sabemos que la presión arterial en la infancia puede variar considerablemente entre visitas e incluso durante la misma visita; de hecho, un estudio en adolescentes encontró que solo el 56% de la muestra tuvo la misma etapa HTA en 3 ocasiones diferentes<sup>31</sup>.

Por otro lado, un estudio realizado en adolescentes con una prevalencia inicial de HTA del 9,4% reportó una disminución al 3,2% luego del tercer control<sup>31</sup>.

Asimismo, en el Belo Horizonte Study<sup>32</sup>, la prevalencia inicial del 6,5% cayó al 3,5% con la segunda medición.

Como limitación del estudio cabe señalar que la prevalencia de obesidad obtenida (23,3%) ha sido superior a la

esperada para el cálculo del tamaño muestral, lo que ha restado precisión al estudio; dato que será tenido en cuenta en los siguientes estudios que este equipo de investigación sigue desarrollando en población infantil. Por otro lado, las últimas guías sobre diagnóstico de HTA en niños recomiendan la toma de la presión arterial con un esfigmomanómetro aneroides para realizar el diagnóstico de HTA, y no con dispositivos oscilométricos<sup>33</sup>.

Como conclusiones, señalamos que el ICT es una medida antropométrica fácil de aplicar, que diagnostica obesidad independientemente de la edad, mostrándose como una herramienta que puede ayudar a una detección de esta enfermedad de forma temprana en población escolar.

Nuestros alumnos tienen una pobre adherencia a la DM. El sobrepeso y la obesidad se relacionan con la edad, la presión arterial sistólica, un mayor %PG en mujeres y un mayor %LG en varones, además de una menor condición física. Se hace imprescindible la intervención por parte de las familias, autoridades sanitarias y educativas para controlar el incremento de la obesidad en la edad infantil que podría dar lugar a enfermedad cardiovascular en la edad adulta.

Como futuras líneas de investigación realizaremos el seguimiento de esta cohorte de alumnos a lo largo del tiempo para ver la evolución de sus parámetros antropométricos; por un lado, vamos a volver a realizar varias tomas de presión arterial en diferentes momentos para comprobar el diagnóstico de HTA y, por otro lado, vamos a valorar la relación de los parámetros antropométricos con parámetros sanguíneos para estudiar la prevalencia de síndrome metabólico en esta población.

### Lo conocido sobre el tema

La prevalencia de la obesidad infantil se considera una de las prioridades de Salud Pública. La identificación por medio de indicadores antropométricos de la obesidad puede ser una herramienta adecuada para una detección temprana que lleve a su control.

### Qué aporta este estudio

Las variables explicativas edad, HTA, presión arterial sistólica, índice cintura-talla, %PG y %LG, y condición física han mostrado asociación significativa con la obesidad.

La relación entre cintura y altura demostró ser un buen marcador de obesidad en niños con edades entre los 6 y 16 años, lo que lo hace recomendable en el campo de la prevención y la detección temprana de esta enfermedad.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### Bibliografía

- Organización Mundial de la Salud. Estrategia Mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Ginebra; 2004 [consultado 16 Feb 2018]. Disponible en: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy\\_spanish\\_web.pdf](http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_spanish_web.pdf)
- Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud: marco para el seguimiento y evaluación de la aplicación. Ginebra; 2009 [consultado 16 Feb 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/DPAIndicators/es/>
- Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014;384:766-81.
- Ahrens W, Pigeot I, Pohlmann H, De Henauw S, Lissner L, Molnar D, et al. Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. *Int J Obes (Lond)*. 2014;38:599-107.
- Sánchez-Cruz JJ, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F, Sánchez MJ. Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Rev Esp Cardiol*. 2013;66:371-6.
- García García E, Vázquez López MA, Galera Martínez R, Alias I, Martín González M, Bonillo Perales A, et al. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes de 2 a 16 años. *Endocrinol Nutr*. 2013;60:121-6.
- Park MH, Falconer C, Viner RM, Kinra S. The impact of childhood obesity on morbidity and mortality in adulthood: a systematic review. *Obes Rev*. 2012;13:985-1000.
- Griffiths C, Gately P, Marchant PR, Cooke CB. Cross-sectional comparisons of BMI and waist circumference in British children: mixed public health messages. *Obesity*. 2012;20:1258-60.
- Cote TJ, Faith MS, Pietrobella A, Heo M. What is the best measure of adiposity change in growing children: BMI, BMI% BMI z-score or BMI centile? *Eur J Clin Nutr*. 2005;59:419-25.
- Paluch RA, Epstein LH, Roemmich JN. Comparison of methods to evaluate changes in relative body mass index in pediatric weight control. *Am J Hum Biol*. 2007;19:487-94.
- Marrodán MD, Martínez Álvarez JR, González-Montero de Espinosa ML, López-Ejeda N, Cabañas MD, Pacheco JL, et al. Estimación de la adiposidad a partir del índice cintura talla: ecuaciones de predicción aplicables en población infantil española. *Nutr Clin Diet Hosp*. 2011;31:45-51.
- Saldívar-Cerón HI, Vázquez-Martínez AL, Barrón-Torres MT. Precisión diagnóstica de indicadores antropométricos: perímetro de cintura índice cintura-talla e índice cintura-cadera para la identificación de sobrepeso y obesidad infantil. *Acta Pediatr Mex*. 2016;37:79-87.
- Melo Salor JA. Fuente: WHO Child Growth Standards for 0-5 years, 2006 and WHO Growth Reference 5-19 years, 2007. Tabla de valores de IMC para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad Infantojuvenil [consultado 16 Feb 2018]. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/distritomalaga/docs/cuidados/anexos/Anexo%201.%20Tabla%20valoracion%20IMC.%20OMS.pdf>
- De la Cerda Ojeda F, Herrero Hernando C. Hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Protoc Diag Ter Pediatr*. 2014;1:171-89.
- Leger LA, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to predict VO<sub>2</sub> max. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1982;49:1-12.
- Serra-Majem L, Ribas L, Ngo J, Ortega RM, García A, Pérez-Rodrigo C, et al. Food, youth and the Mediterranean diet in Spain. Development of Kidmed, Mediterranean Diet Quality Index in children and adolescents. *Public Health Nutr*. 2004;7:931-5.
- Serra ML, Ribas BL, Aranceta BJ, Pérez Rodrigo C, Saavedra Santana P, Peña Quintana L, et al. Childhood and adolescent obesity in Spain. Results of the enKid study (1998-2000). *Med Clin (Barc)*. 2003;121:725-32.
- Ortega RM, López AM, Aparicio A, González Rodríguez LG, Navia Lombán B, Perea Sánchez JM, et al. Estudio ALADINO, 2015. Estudio de vigilancia del crecimiento, alimentación, actividad física, desarrollo infantil y obesidad en España 2015. Madrid: Agencia Española de Consumo Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2016.
- López E, Navarro M, Ojeda R, Brito E, Ruiz JA, Navarro M, et al. Adecuación a la dieta mediterránea y actividad física en adolescentes de Canarias. *Arch Med Deporte*. 2013;30:208-14.
- Navarro-Solera M, González-Carrascosa R, Soriano JM. Estudio del estado nutricional de estudiantes de educación primaria y secundaria de la provincia de Valencia y su relación con la adherencia a la dieta mediterránea. *Rev Esp Nutr Hum Diet*. 2014;18:81-8.
- García-Castañares I. Análisis antropométrico y de la condición física en centros educativos para valorar la prevalencia de obesidad. Prevención y tratamiento de esta enfermedad mediante la actividad física [trabajo fin de grado]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF); 2015.
- Mihalopoulos NL, Holubkov R, Young P, Dai S, Labarthe DR. Expected changes in clinical measures of adiposity during puberty. *J Adolesc Health*. 2010;47:360-6.
- Altman DG, Bland JM. Statistics notes: Diagnostic tests 2: predictive values. *BMJ*. 1994;309:102.
- Maffei C, Pietrobella A, Grezzani A, Provera S, Tatò L. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obes Res*. 2001;9:179-87.
- Perichart-Perera O, Balas-Nakash M, Schiffman-Selechnik E, Barbato-Dosal A, Vadillo-Ortega F. Obesity increases metabolic syndrome risk factors in school-aged children from an urban school in Mexico city. *J Am Diet Assoc*. 2007;107:81-91.
- Martínez A. Plan integral de obesidad infantil de Andalucía: 2007-2012. Sevilla: Consejería de Salud; 2016. [consultado 16

- Feb 2018]. Disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/csalud/galerias/documentos/c.1.c.6.planes\\_estrategias/plan\\_obesidad\\_infantil/plan\\_obesidad\\_infantil.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/csalud/galerias/documentos/c.1.c.6.planes_estrategias/plan_obesidad_infantil/plan_obesidad_infantil.pdf)
27. Sorof JM, Lai D, Turner J, Poffenbarger T, Portman RJ. Overweight, ethnicity, and the prevalence of hypertension in school-aged children. *Pediatrics*. 2004;113(3 pt 1): 475–82.
  28. Marras AR, Bassareo PP, Ruscazio M. The prevalence of paediatric hypertension, emphasising the need to use specific population references: the Sardinian Hypertensive Adolescents Research Programme Study. *Cardiol Young*. 2009;19:233–8.
  29. Bassareo PP, Marras AR, Mercurio G. About the need to use specific population references in estimating paediatric hypertension: Sardinian BP standards (age 11-14 years). *Ital J Pediatr*. 2012;38:1.
  30. Bassareo PP, Mercurio G. Pediatric hypertension: An update on a burning problem. *World J Cardiol*. 2014;6:253–9.
  31. McNiece KL, Poffenbarger TS, Turner JL, Franco KD, Sorof JM, Portman RJ. Prevalence of hypertension and pre-hypertension among adolescents. *J Pediatrics*. 2007;150:640–4, 644.e1.
  32. Oliveira RG, Lamounier JA, Oliveira AD, Castro MD, Oliveira JS. Blood pressure in school children and adolescents – The Belo Horizonte study. *J Pediatr (Rio J)*. 1999;75:256–66.
  33. Rao G. Diagnosis, epidemiology, and management of hypertension in children. *Pediatrics*. 2016;138, e20153616.



## **3.2. Artículo 2: Diagnostic Precision of anthropometric Variables for the Detection of Hypertension in Children and Adolescents.**

---



Article

# Diagnostic precision of anthropometric variables for the detection of hypertension in children and adolescents.

Manuel Vaquero-Álvarez<sup>1</sup>, Rafael Molina-Luque<sup>2\*</sup>, Francisco Javier Fonseca-Pozo<sup>3</sup>, Guillermo Molina-Recio<sup>2</sup>, José López Miranda<sup>4</sup> and Manuel Romero-Saldaña<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Primary Care Emergency Service (SUAP) South Sanitary Area Cordoba, Spain;

[manuel\\_vaquero1@hotmail.com](mailto:manuel_vaquero1@hotmail.com)

<sup>2</sup> Department of Nursing, Faculty of Medicine and Nursing, University of Córdoba. Córdoba, Spain.

Avd Menéndez Pidal No/No, 14004, Córdoba, Spain; [p72molur@uco.es](mailto:p72molur@uco.es)

<sup>3</sup> Grupo Investigación GC12 Clinical and Epidemiological Research in Primary Care, Instituto

Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba (IMIBIC), Hospital Universitario Reina Sofía,

14071 Córdoba, Spain; [fjfonsecapozo@yahoo.es](mailto:fjfonsecapozo@yahoo.es)

<sup>4</sup> Department of Internal Medicine, Maimonides Biomedical Research Institute of Cordoba (IMIBIC),

Reina Sofia University Hospital, University of Cordoba, Cordoba, Spain; [gmsurf75@gmail.com](mailto:gmsurf75@gmail.com)

\* Correspondence: [p72molur@uco.es](mailto:p72molur@uco.es); [rafael.moluq@gmail.com](mailto:rafael.moluq@gmail.com); Tel.: +34957218101

**Abstract: Introduction:** High Blood Pressure (HBP) is a health problem whose prevalence has increased in young population. Overweight and obesity in early ages have been directly related to its development. Due to the impact of HBP, it is necessary to provide tools that facilitate its early diagnosis, being useful anthropometric variables assessing obesity. The objective was to determine the diagnostic accuracy of anthropometric variables to detect HBP. **Methods:** A cross-sectional study was conducted on 265 students aged 6 -16. The diagnosis of HBP was made following the criteria proposed by the Spanish Association of Pediatrics. Through different statistical methods, the association between anthropometric variables of general obesity with HBP was analyzed. **Results:** The WC showed the best diagnostic capability (AUC = 0.729), with a sensitivity and specificity of 72.2% and 76%, respectively, for a cut-off point of 73.5 cm. In the adjusted multivariate analysis, an association was found between HBP and anthropometric variables: WC (OR = 10.7), BMI (OR = 7.5), WHtR (OR = 5.5) and %BF (OR= 5.3) ( $p < 0.05$ ). **Conclusions:** The anthropometric variables studied showed a moderate predictive capacity for HBP, highlighting WC, which showed the strongest association with HBP in the infant and child population.

**Keywords:** Anthropometry; High blood pressure; School population

---

## 1. Introduction

Chronic non-communicable diseases (NCDs) are the leading cause of death worldwide, with cardiovascular diseases (CVDs) causing the largest number of deaths (17.8 million in 2017)<sup>1</sup>. They also represent a public health problem for countries due to their impact on the quality of life of people and their high economic burden<sup>1-3</sup>.

The development of NCDs is linked to cardiovascular risk factors (CRF), where overweight and obesity stand out due to their high presence in our context. The overweight population has continuously increased in recent years, reaching a prevalence of obesity of 12% among adults worldwide by 2015<sup>4,5</sup>. A worrying fact is the high proportion of children and young people who are overweight or obese. In Europe, it estimates that 23.2% of children aged between 2 and 7 years suffer from one or another disorder<sup>6</sup>. Besides, the trend has been observed to be upward overall. Between 1999 and 2016, in children aged 2-13, the prevalence of overweight grew from 20.6% to

21.3% and obesity from 4.4% to 5.7%<sup>7</sup>. In Spain, the prevalence rises to over 30% in the population between 8 and 17 years old<sup>8</sup>.

This fact has caused the development of pathologies that are typically found in older age groups<sup>9</sup>. In this regard, the proportion of the child and adolescent population with high blood pressure or hypertension (HBP) has increased<sup>10,11</sup>. The development of HBP in early ages is associated with a higher probability of suffering from NCDs in the adult stage<sup>12</sup>. Furthermore, it is one of the leading causes of premature mortality, even in a young population<sup>13</sup>. In this sense, researchers have evidenced the importance of early intervention because it could be effective in reducing its impact on health<sup>14</sup>.

Therefore, it seems necessary to have tools for its early detection in order to avoid associated co-morbidities. Thus, it has been shown that the anthropometric variables that allow assessing of the body fat distribution, such as waist circumference (WC), waist-to-height ratio (WHtR) or body mass index (BMI), are useful in the child and youth population<sup>15</sup>. Also, other advantages are the ease of measurement, its non-invasiveness and straightforward interpretation.

For all these reasons, this study aimed to determine the diagnostic accuracy of anthropometric variables for the detection of HBP in a Spanish infant-juvenile population.

## 2. Methods

### 2.1. Design. Population. Sample

A transversal study was carried out on children and adolescents who were studying in primary and secondary schools in Pedro Abad (Córdoba) during 2018. From a population of 2000 subjects, for an expected prevalence of HBP of 6.1%<sup>16</sup>, a safety of 95%, a power of 80% and a precision of 3%, a minimum sample size of 210 students was calculated. The final sample was composed of 265 children and adolescents, selected at random and stratified by age and sex.

Primary and secondary school students aged between 6 and 16 years were included, and they provided informed consent signed by themselves, parents/legal representatives and the principal investigator, depending on the age of the student. Children with rare diseases or cardiac pathology were excluded.

### 2.2. Study variables and measures

Blood pressure (outcome variable), was determined through the systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) in mmHg. The measurement was made three times, with a five-minute interval between measurements and using the average of the last two. The procedure was carried out following the recommendations of the European Society for Hypertension in Children and Adolescents<sup>17</sup>. A research-validated automatic sphygmomanometer, model Omron M6 comfort<sup>®</sup>, was used for measurement, with blood pressure cuffs adapted to the brachial perimeter of the participants. The classification was made following the criteria proposed by the Spanish Association of Paediatrics (AEP), which establishes the percentiles of SBP and DBP for sex, age and size: Normotension (< P90), pre-hypertension ( $\geq$  P90 - < P95) and hypertension ( $\geq$  P95)<sup>18</sup>. Additionally, these criteria were dichotomized into No HBP (< P95) and HBP ( $\geq$  P95).

Besides, the independent variables collected were age (years), sex (boy/girl), body mass index (BMI, kg/m<sup>2</sup>), waist circumference (WC, cm), waist-to-height ratio (WHtR), percentage of body fat (BF%) and fat-free mass (FFM, kg). The nutritional status was assessed according to the World Health Organization criteria for BMI: underweight (< -2SD), normal weight (> -2SD or < +1SD), overweight (> +1SD or < +2SD) and obesity (> +2SD)<sup>19</sup>.

Anthropometric variables were measured following the recommendations of the Reference Manual for the Standardization of Anthropometric Measurements<sup>20</sup>. Bodyweight, %BF and FFM were collected using an Omron BF-511<sup>®</sup> bioimpedance meter. Height was measured using a SECA 213<sup>®</sup> stadiometer. The WC was taken at the midpoint between the lower edge and the last



rib and the highest point of the iliac crest at the end of inspiration and using a flexible stainless-steel tape measure. All the above measurements were measured with an accuracy of 0.1.

### *2.3. Ethical and legal aspects*

The research protocol respected the principles of the Declaration of Helsinki, the World Medical Association, and the Council of Europe Convention on Human Rights and Biomedicine. Inclusion in the study required the acceptance of the minor and the signature of informed consent by the legal representative. Besides, the protocol was approved by the Bioethics Committee of Córdoba.

### *2.4. Statistical analysis*

The quantitative variables were presented with their mean and standard deviation and the qualitative variables with their absolute frequency and percentage. For the contrast of bivariate hypotheses, we used, when necessary, the Student T, the ANOVA, the Mann-Whitney U and Kruskal Wallis tests.

The diagnostic accuracy of the independent variables for detecting HBP was evaluated using ROC (Receiver Operating Characteristic) curves. The area under the curve (AUC), the cut-off point, the sensitivity, the specificity, the predictive values and the validity index of the main predictor variables were calculated through the Youden index (best sensitivity and specificity combined). Different calculations were used for the multivariate analysis:

a. Adjusted multiple line regression using SBP and DBP as the result variable. For determining the goodness-of-fit of the models, the standard error, the adjusted coefficient of determination, the F statistic, the collinearity analysis and the normality of the residues were analyzed.

b. Multiple binary logistic regression using the HBP dichotomized (HBP yes/no) as outcome variable. Two models were developed, one using the independent variables in their continuous quantitative version, and the other using the dichotomized variables according to the best cut-off point obtained in the ROC curves. Adjusted Odds Ratio (OR) values with 95% confidence intervals were determined. Goodness-of-fit of the models was calculated through Cox-Snell's R<sup>2</sup>, Nagelkerke's R<sup>2</sup>, Hosmer-Lemeshow test and 2 log-likelihood.

c. Discriminant Analysis Models adjusted only for quantitative predictive variables. Coefficients were obtained for each linear Fisher discriminant function (suffering or not from HBP). The Box M test was used to contrast the equality of the matrices for the two groups (HBP or Not HBP), and the Wilks Lambda test was used to contrast the discriminant capacity before the predictive variables.

For all statistical analyses, an alpha error probability of less than 5% was accepted and the 95% confidence interval was calculated. Data analysis was performed using the software programs SPSS (v.22.0) and EPIDAT (v.4.2).

## **3. Result**

### *3.1. Description of the sample*

Of the total 265 school children, 54.3% (95%CI 48.1 - 60.4%) were boys. The minimum and maximum ages were 6 and 17 years, respectively. The mean age of the sample was 11.2 years (95%CI 10.9 - 11.6 years), with 11.6 years (95%CI 11.1 - 12.1 years) for boys and 10.9 years (95%CI 10.5 - 11.3 years) for girls ( $p = 0.051$ ).

The overall prevalence of HBP was 6.8% (95%CI 4.1 - 10.5%). Besides, a proportion of 6.3% (95%CI 2.9% - 11.5%) was found among boys, and 7.5% (95%CI 3.5% - 13.7%) among girls ( $p = 0.702$ ).

The overall prevalence of obesity was 23% (95%CI 18.1% - 28.6%), being higher in boys (25% [95%CI 18.2 - 32.9%]) than in girls (20.8% [95%CI 13.8% - 29%]), although without significant differences. **Table 1** shows the main characteristics of the study sample.

**Table 1.** Sample Characteristic.

Variables	Total	Boys	Girls	P
	(n = 265)	(n = 144)	(n =121)	
	Mean or n (SD or %)	Mean or n (SD or %)	Mean or n (SD or %)	
Age (years)	11.2 (2.9)	11.6 (2.9)	10.9 (2.9)	0.051
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20.5 (4.6)	20.7 (4.5)	20.2 (4.7)	NS
Underweight	2 (0.8)	1 (0.7)	1 (0.8)	NS
Normal weight	134 (50.8)	73 (50.7)	61 (50.8)	NS
Overweight	67 (25.4)	34 (23.6)	33 (27.5)	NS
Obesity	61 (23)	36 (25)	25 (20.8)	NS
Extreme Obesity	15 (5.7)	11 (7.6)	4 (3.3)	NS
WC (cm)	66.6 (11.5)	68.8 (12)	64.1 (10.3)	< 0.01
WHtR	0.45 (0.06)	0.46 (0.07)	0.45 (0.05)	NS
BF (%)	24.4 (8.6)	23.6 (8.7)	26.3 (8.3)	< 0.01
FFM (kg)	32 (4.4)	33.5 (4.8)	30.2 (3)	< 0.001
SBP (mmHg)	111.4 (11.3)	112.8 (11.3)	109.6 (11)	< 0.05
DBP (mmHg)	68.5 (6.3)	68.1 (5.9)	69 (6.7)	NS
Normal BP	189 (71.6)	103 (71.5)	86 (71.6)	NS
Pre-Hypertension	57 (21.6)	32 (22.2)	25 (20.8)	NS
High Blood Pressure	18 (6.8)	9 (6.3)	9 (7.5)	NS

BMI: Body mass index; WC: Waist circumference; WHtR: Waist to height ratio; BF: Body fat; FFM: Fat free mass; SBP: Systolic blood pressure; DBP: Diastolic blood pressure; BP: Blood pressure.

### 3.2. Diagnostic accuracy of anthropometric variables for HBP

**Table 2** shows the discriminant capacity of anthropometric variables for the diagnosis of HBP. The WC and BMI stand out with an AUC of 72.9% (95%CI 58.7 - 87.1%) and 71.8% (95%CI 58.3 - 85.3%), respectively. The FFM obtained the lowest AUC (47.8% 95%CI 33.5 - 61.9%), so its use as a predictor variable of HBP was excluded.

On the other hand, WC and BMI obtained the highest diagnostic accuracy (Table 2), with a Youden Index (JI) of 0.48 and 0.46, respectively. The WC for a cut-off point of 73.5 cm, showed a sensitivity of 72.2%, specificity of 76% and validity index of 75.7%. In the case of the BMI, the sensitivity, specificity and validity index obtained were 66.7%, 78.9% and 78%, respectively, for a cut-off point of 23 kg/m<sup>2</sup>. It should be noted that the negative predictive value of all variables studied was above 97%.

**Table 2.** Area under curve for independent variables.

	BMI	BF%	WC	WHtR	FFM
AUC	0.718	0.661	0.729	0.706	0.478
(95%CI)	(0.583 - 0.853)	(0.545 - 0.776)	(0.587 - 0.871)	(0.593 - 0.819)	(0.335 - 0.619)
S.E.	0.069	0.059	0.071	0.059	0.072
p	< 0.01	< 0.05	< 0.01	< 0.05	0.75
Cut-off point	23	25.05	73.5	0.455	
Sensitivity	66.7	82.4	72.2	72.2	
(95% CI)	(42.1 - 91.2)	(61.3 - 100)	(48.8 - 95.7)	(48.8 - 95.7)	
Specificity	78.9	54.7	76	64.6	
(95%CI)	(73.6 - 84.2)	(48.3 - 61.1)	(70.5 - 81.6)	(58.8 - 70.8)	
PPV	18.8	11.2	18.1	13	
(95%CI)	(8.4 - 29.1)	(5.3 - 17.1)	(8.5 - 27.6)	(5.9 - 20.1)	

NPV (95%CI)	97 (94.4 – 99.6)	97.8 (95 – 100)	97.4 (94.9 – 99.9)	97 (94 – 99.9)	
Validity index (95%CI)	78.03 (72.9 – 83.2)	56.5 (50.3 – 52.7)	75.7 (70.4 – 81.1)	65.2 (59.2 – 71.1)	
Youden Index (95%CI)	0.46 (0.23 – 0.68)	0.37 (0.18 – 0.56)	0.48 (0.27 – 0.70)	0.37 (0.15 – 0.58)	

AUC: Area Under Curve; S.E.: Standard Error; BMI: Body mass index; WC: Waist circumference; WHtR: Waist to height ratio; BF: Body fat; FFM: Fat free mass; PPV: Positive Predictive Value; NPV: Negative Predictive Value.

### 3.3. Predictive multivariate models for HBP

**Table 3** shows the characteristics of the sample according to the outcome variable, which allowed us to identify those that could provide relevant information to build predictive models of HBP in children. Initially, all variables except sex and FFM showed significant differences between the group of healthy children and those with hypertension.

**Table 3.** Characteristics of the sample according to HBP.

Variables	Presence of HBP	Absence of HBP	p
Age (years)	12.7 (3)	11.1 (2.9)	<0.01
Sex			
Boys	9 (6.3%)	135 (93.8%)	NS
Girls	9 (7.5%)	111 (92.5%)	
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22.2 (5)	19.8 (4)	< 0.001
≥ 23	12 (18.8%)	52 (81.2%)	< 0.001
< 23	6 (3%)	194 (97%)	
%BF	27.7 (9.2)	23.8 (8.1)	< 0.05
≥ 25	14 (11.2%)	111 (88.8%)	< 0.01
< 25	3 (2.2%)	134 (97.8%)	
FFM (Kg)	31.6 (4.6)	32.8 (4.3)	NS
WC (cm)	71.1 (13.4)	64.9 (10.1)	< 0.001
≥ 73.5	13 (18.1%)	59 (81.9%)	< 0.001
< 73.5	5 (2.6%)	187 (97.4%)	
WHtR	0.48 (0.07)	0.45 (0.06)	< 0.01
≥ 0.46	13 (13%)	87 (87%)	< 0.01
< 0.46	5 (3%)	159 (97%)	

BMI: Body mass index; WC: Waist circumference; WHtR: Waist to height ratio; BF: Body fat; FFM: Fat free mass; HBP: High Blood Pressure.

In order to determine the diagnostic accuracy of each of the anthropometric variables independently, different HBP predictive models were calculated (**Table 4**).

SBP and DBP were used independently in multiple linear regression modelling. In the case of SBP, the variable that obtained the best goodness-of-fit ( $R^2 = 0.467$ ) was WC, followed by BMI ( $R^2 = 0.430$ ). Concerning to DBP, WC, WHtR and BMI showed similar goodness of fit. However, their explanatory capability was low ( $R^2 = 0.171$ ,  $R^2 = 0.153$  and  $R^2 = 0.137$ ).

In the development of binary logistic regression models, anthropometric variables were used in their quantitative and dichotomous versions. The dichotomization (high/low), was performed according to the cut-off value shown in **Table 2**. In both versions, the WC was the one with the highest goodness of fit ( $R^2 = 0.150$  and  $R^2 = 0.183$ , respectively), followed by BMI ( $R^2 = 0.117$  and  $R^2 = 0.148$ ).

The discriminant analysis showed that the WC was the only variable significantly associated with HBP, reaching 72.2% sensitivity. The coefficients of the discriminant function for HBP and normal blood pressure were: WC = 0.621 and constant = -24.64; and WC = 0.532 and constant = -18.21, respectively.

Table 4. Predictive models for high blood pressure.

<b>Multiple Linear Regression adjusted by sex and age</b>					
Dependent variable	Independent Variable	B (S.E.)	p	R <sup>2</sup>	
<b>SBP (mmHg)</b>	BMI	0.598 (0.12)	<0.001	0.43	
	WC	0.334 (0.05)	<0.001	0.467	
	%BF	0.2 (0.06)	<0.01	0.392	
	WHtR	41.3 (8.5)	<0.001	0.428	
<b>DBP (mmHg)</b>	BMI	0.21 (0.009)	<0.05	0.137	
	WC	0.15 (0.04)	<0.05	0.171	
	%BF	0.08 (0.004)	<0.01	0.122	
	WHtR	19.9 (6.04)	<0.01	0.153	
<b>Logistic Regression adjusted by sex and age (Categorical and Quantitative variables)</b>					
Dependent variable	Independent Variable	OR adjusted (CI95%)	p	R <sup>2</sup>	Nagelkerke
<b>HBP (Yes/No)</b>	BMI*	7.5 (2.7 – 20.8)	<0.001	0.148	
	WC*	10.7 (3.4 – 33.5)	<0.001	0.183	
	%BF*	5.3 (1.49 – 19.1)	<0.05	0.122	
	WHtR*	5.5 (1.9 – 16.3)	<0.05	0.145	
<b>HBP (Yes/No)</b>	BMI	1.19 (1.08 – 1.32)	<0.001	0.117	
	WC	1.09 (1.04 – 1.13)	<0.001	0.15	
	%BF	1.06 (1.004 – 1.13)	<0.05	0.083	
	WHtR	1.08 (1.03 – 1.26)	<0.001	0.115	
<b>Discriminant Model adjusted by sex, age, BMI, WHtR and %BF</b>					
Dependent variable	Independent Variable	Sensitivity	Specificity	p	
<b>HBP (Yes/No)</b>	WC	72.2%	72.4%	<0.001	

\*Qualitative variables; CI: Confident Interval, HBP: High Blood Pressure; BMI: Body Mass Index; WC: Waist circumference; BF: Body fat; WHtR: Waist to height ratio; S.E.: Standard Error; OR: Odds Ratio.

#### 4. Discussion

The aim was to determine the diagnostic accuracy of anthropometric variables for the detection of HBP in an infant/juvenile population aged between 6 and 16 years.

The prevalence of HBP found was 6.8%, with no statistically significant differences between boys (6.3%) and girls (7.5%). Besides, 21.6% of schoolchildren were pre-HBP. Although the proportion of children with HBP is higher than that observed by some authors, the results shown in other studies are not homogeneous, either nationally or internationally. There is great variability in the prevalence of pre-HTA, of HBP and in the differences observed between both sexes<sup>7,21,22</sup>. In our case, HBP was diagnosed using the oscillometric method, later confirmed with the auscultation method, to adapt to European recommendations<sup>17</sup>.

This increasing prevalence of HBP has been associated with overweight and obesity, derived from the accumulation of fatty tissue<sup>23</sup>. For this reason, several authors have studied the predictive capacity of anthropometric indices that quantify the distribution of global and abdominal adiposity (WC, WHtR, BMI, BF). In this regard, our results have shown heterogeneity in the association between the variables analyzed and HBP, somewhat in line with recent publications<sup>15,24</sup>.

Among all the variables analyzed, WC showed a more robust association with HBP, regardless of the statistical method used, followed by BMI. It has been evidenced that the WC is the parameter with the highest AUC (0.729). For a cut-off point of 73.5 cm, it reached a sensitivity, specificity and Youden index of 72.2%, 76% and 0.48, respectively. The BMI, at its cut-off point of 23 kg/m<sup>2</sup>, showed a lower Youden index (0.46) derived from a lower sensitivity (66.7%) and higher specificity (78.9%). This similar predictive ability is consistent with evidence from other works. Yamei et al. found that the BMI showed an AUC of 0.68 and the WC of 0.66, for HBP discrimination<sup>24</sup>. Also, Christofaro et al. found no significant differences between the predictive ability of the two variables ( $WC_{AUC} = 0.59$ ,  $BMI_{AUC} = 0.60$ ;  $p = 0.063$ )<sup>25</sup>. Furthermore, some longitudinal studies have shown that both variables measured in childhood are equally able to predict the development of hypertension in adulthood, something that other parameters such as WHtR and Waist-to-hip ratio do not achieve<sup>26</sup>.

On the other hand, the results have shown that the increase in BMI (OR = 7.5 and OR = 1.19) and WC (OR = 10.7 and OR = 1.07) was more closely associated with HBP suffering than others variables studied, an effect that other studies have shown<sup>25,27</sup>. However, the strength of this association is highly dependent on the population studied. In this case, the age range of the sample, the region or geographical area, and even ethnic differences, seem to have an impact on the results obtained<sup>25,28</sup>. Moreover, there are also variations in the existing criteria for assessing different cardiovascular risks, something which also affects HBP. This fact may lead to different results, depending on the criteria used<sup>29</sup>.

The relationship between anthropometric variables and SBP and DBP was also studied. For SBP, the parameters studied showed the goodness of fit greater than 0.4, with WC ( $R^2 = 0.467$ ) and BMI ( $R^2 = 0.43$ ). Once again, these variables show the best results. In the case of DBP, none of the variables had more than 20% goodness-of-fit. This trend, in which anthropometric measurements correlate better with SBP than with DBP, has been clearly shown by several studies<sup>30-33</sup>. Ortíz-Pinto et al. found that general and central obesity at four years was significantly associated with increased SBP and DBP at six years. This association was also observed among those who developed general or central obesity during the period of study<sup>15</sup>.

The WHtR is gaining an important role because of its high predictive capability for HBP risk, especially in adults<sup>34</sup>. In the child and adolescent population, there is no consensus regarding its predictive capacity<sup>25,26,35</sup>. In our population, although it showed a sensitivity over 70% and 0.428 goodness-of-fit for SBP, it was lower than those mentioned above. The main advantage of the WHtR is that it relates the central distribution of adiposity, with respect to height (an especially important aspect in children of growing age). However, while other variables have an

internationally accepted cut-off point (WC or BMI), this is not the case with the WHtR, which in some cases makes it difficult to assess<sup>28,35</sup>.

Considering all the multivariate methods used, central obesity, measured through the WC, was best associated with the development of HBP. It should be added that it was the only significant variable in the discriminant analysis, reaching a sensitivity and specificity of over 70%. However, it seems difficult to recommend its use to the detriment of other parameters, due to the variability found in previous studies.

In general, the predictive capacity of the variables is moderate, both in our results and those of other studies, which implies the need to develop more complex and effective models<sup>24</sup>. Besides, the difficulty of establishing optimal cut-off points for different populations and ages, due to the different characteristics of them should be considered<sup>35</sup>. Some differences were observed even in populations with similar characteristics, which makes standardization more difficult<sup>30</sup>.

However, alteration of adipose tissue plays a fundamental role in the pathogenesis of HBP<sup>36</sup>. The BMI or WC reduction over time has been associated with a decrease in the risk of developing HBP<sup>15</sup>, which implies that early detection of high values of central or general adiposity should be considered, in order to perform early interventions to improve the health status of children and adolescents. Furthermore, despite the limitations, it should be noted that these are simple variables to measure in any clinical setting, cost-efficient and have shown predictive capacity in different formats (percentiles, z-score, etc.)<sup>32,37</sup>. Also, other variables that could help in the early detection, such as wrist circumference or skin folds, should be studied further<sup>27,35</sup>. These new investigations could increase the number of tools available to decide which ones to use, depending on the resources available.

Given the importance of HBP screening for early detection, the importance of including the assessment of these measures in the clinical routine has been highlighted<sup>33</sup>, especially because blood pressure is not routinely performed in consultations<sup>28,31,33</sup>. This strategy would be beneficial for detecting risk even in those children who present an accumulation of abdominal adiposity, regardless of their weight<sup>38</sup>. Besides, the increase in WC has been associated with the development of other CRFs, so its applicability is wide<sup>30</sup>.

## 5. Limitations

The study has various strengths and limitations. Measurements of all variables were made following international reference manuals, validated and calibrated equipment was used, and the staff was highly qualified. However, although the sample size was kept to the minimum calculated, a larger number of children from various cities would ensure greater validity and applicability of the results.

## 6. Conclusions

Our study has shown that anthropometric indices for assessing general and central adiposity are closely associated with HBP suffering in both female and male child and adolescent populations. Specifically, the WC is the variable that has shown the highest diagnostic accuracy and predictive capacity for the development of HBP, achieving the best results in the different multivariate analyses, which highlights the importance of including the measurement of WC in the physical examination of children and adolescents in different clinical settings and even educational centers.

**Author Contributions:** Conceptualization, Rafael Molina-Luque and Francisco Javier Fonseca-Pozo; Data curation, Manuel Vaquero-Álvarez and Francisco Javier Fonseca-Pozo; Formal analysis, Rafael Molina-Luque and Manuel Romero-Saldaña; Methodology, Rafael Molina-Luque, Guillermo Molina-Recio and Manuel Romero-Saldaña; Writing – original draft, Rafael Molina-Luque; Writing – review & editing, Manuel Vaquero-Álvarez, Francisco Javier Fonseca-Pozo, Guillermo Molina-Recio, José López-Miranda and Manuel Romero-Saldaña.

**Funding:** This research received no external funding.

**Conflicts of Interest:** The authors declare that they have no conflict of interests.

## References

1. Jagannathan R, Patel S, Ali MK, Narayan V. Global Updates on Cardiovascular Disease Mortality Trends and Attribution of Traditional Risk Factors. *Curr. Diabetes Rev.* **2019**, 19(7),44.
2. Ko HY, Lee JK, Shin JY, Jo E. Health-Related Quality of Life and Cardiovascular Disease Risk in Korean Adults. *Korean J. Fam. Med.* **2015**, 36(6), 349–356.
3. Gheorghie A, Griffiths U, Murphy A, Legido-Quigley, Lam P, Perel P. The economic burden of cardiovascular disease and hypertension in low- and middle-income countries: a systematic review. *BMC Public Health.* **2018**, 18(1),975.
4. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet.* **2016**, 387, 1377–1396
5. The GBD 2015 Obesity Collaborators. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *N. Engl. J. Med.* **2017**, 377(1), 13-27.
6. Garrido-Miguel M, Oliveira A, Caverro-Redondo I, Álvarez-Bueno C, Pozuelo-Carrascosa DP, Soriano-Cano A, et al. Prevalence of Overweight and Obesity among European Preschool Children: A Systematic Review and Meta-Regression by Food Group Consumption. *Nutrients.* **2019**, 11(7), E1698.
7. Garrido-Miguel M, Caverro-Redondo I, Álvarez-Bueno C, Rodríguez-Artalejo F, Moreno LA, Ruiz J, et al. Prevalence and Trends of Overweight and Obesity in European Children From 1999 to 2016 A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr.* **2019**, e192430.
8. Sánchez-Cruz JJ, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F, Sánchez MJ. Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Rev. Esp. Cardio.* **2013**, 66(5), 371-376
9. Sahoo K, Sahoo B, Choudhury AK, Sofi NY, Kumar R, Bhadoria AS. Childhood obesity: causes and consequences. *J. Family Med. Prim. Care.* **2015**, 4(2), 187–192.
10. Bell CS, Samuel JP, Samuels JA. Prevalence of Hypertension in Children: Applying the New American Academy of Pediatrics Clinical Practice Guideline. *Hypertension.* **2019**, 73, 148–152.
11. Song P, Zhang Y, Yu J. Global Prevalence of Hypertension in Children: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr.* **2019**, 173(12), 1154-1163.
12. Chen X, Wang Y. Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: a systematic review and meta-regression analysis. *Circulation.* 2008;117:3171-3180.
13. Eslami A, Naghibi SS, Ramezankhani A, Fekri N, Asadi K, Azizi F, et al. Incidence and associated risk factors for premature death in the Tehran Lipid and Glucose Study cohort, Iran. *BMC Public Health.* **2019**, 19, 719.
14. Bundy JD, Li C, Stuchlik P, Bu X, Kelly TN, Mills KT, et al. Systolic Blood Pressure Reduction and Risk of Cardiovascular Disease and Mortality: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *JAMA Cardiol.* **2017**, 2(7), :775-781.
15. Ortiz-Pinto MA, Ortiz-Marrón H, Ferriz-Vidal I, Martínez-Rubio MV, Esteban-Vasallo M, Ordobás-Gavin M, et al. Association between general and central adiposity and development of hypertension in early childhood. *Eur. J. Prev. Cardiol.* **2019**, 26(12), 1326-1334.
16. González-Jiménez E, Montero-Alonso MA, Schmidt-RioValle J. Estudio de la utilidad del índice de cintura-cadera como predictor del riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Nutr. Hosp.* **2013**, 28(6), 1993-1998.
17. Lurbe E, Agabiti-Rosei E, Kennedy J, Dominiczak A, Erdine S, Hirth A, et al. 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents. *J. Hypertens.* **2016**, 34(10), 1887-1920.
18. De la Cerda F, Herrero C. Hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Protoc. Diag. Ter. Pediatr.* **2014**, 1, 171-189.
19. Melo Salor, JA. WHO Child Growth Standards for 0-5years, 2006 and WHO Growth Reference 5-19 years Available online: <http://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/distritomalaga/docs/cuidados/anexos/Anexo%201.%20Tabla%20valoracion%20IMC.%20OMS.pdf> (Accessed on 20 May 2020)

20. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, et al. International standards for anthropometric assessment. Lower Hutt, New Zealand: ISAK, 2011.
21. Aguirre CJ, Sánchez JC, Hernández N, Aguirre FJ, Torres B. Prevalencia de hipertensión arterial en la población infantil de una zona rural. *Aten. Primaria*. 2012, 44(4), e16-17.
22. Morales-Suárez-Varela M, Mohino-Chocano MC, Soler C, Llopis-Morales A, Peraita-Costa I, Llopis-González A. Prevalencia de hipertensión arterial y su asociación con antropometría y dieta en niños (de seis a nueve años): estudio ANIVA. *Nutr. Hosp.* 2019, 36(1), 133-141
23. Sun C, Ponsonby AL, Carlin JB, Bui M, Magnusson CG, Burns TL, et al. Childhood adiposity, adult adiposity, and the ACE gene insertion/deletion polymorphism: evidence of gene–environment interaction effects on adult blood pressure and hypertension status in adulthood. *J Hypertens*. 2018, 36(11), 2168–2176.
24. Li Y, Zou Z, Luo J, Ma J, Ma Y, Jing J, et al. The predictive value of anthropometric indices for cardiometabolic risk factors in Chinese children and adolescents: A national multicenter school-based study. *PLoS One*. 2020, 15(1), e0227954.
25. Christofaro DGD, Farah BQ, Vanderlei LCM, Delfino LD, Tebar WR, Barros MVG, et al. Analysis of different anthropometric indicators in the detection of high blood pressure in school adolescents: a cross-sectional study with 8295 adolescents. *Braz. J. Phys. Ther*. 2018, 22(1), 49-54.
26. Fan H, Zhu Q, Medrano-Gracia P, Zhang X. Comparison of child adiposity indices in prediction of hypertension in early adulthood. *J. Clin. Hypertens. (Greenwich)*. 2019, 21(12), 1858-1862.
27. Kalantari S, Khalili D, Asgari S, Fahimfar N, Hadaegh F, Tohidi M, et al. Predictors of early adulthood hypertension during adolescence: a population-based cohort study. *BMC Public Health*. 2017, 17(1), 915.
28. Andrade GN, Matoso LF, Miranda JWB, Lima TF, Gazzinelli A, Vieira EW. Anthropometric indicators associated with high blood pressure in children living in urban and rural areas. *Rev. Lat. Am. Enfermagem*. 2019, 27,e3150.
29. Zhao M, Bovet P, Ma C, Xi B. Performance of different adiposity measures for predicting cardiovascular risk in adolescents. *Sci Rep*. 2017, 7, 43686.
30. Ma L, Cai L, Deng L, Zhu Y, Ma J, Jing J, et al. Waist Circumference is Better Than Other Anthropometric Indices for Predicting Cardiovascular Disease Risk Factors in Chinese Children--a Cross-Sectional Study in Guangzhou. *J. Atheroscler. Thromb*. 2016, 23(3), 320-329.
31. Rodríguez N, Costa P, Souza T, de Oliveira F, Brener S, Fredrico A, et al. Waist circumference as high blood pressure predictor in school age children. *Ciênc. saúde coletiva*. 2019, 24(5), 1885 – 1893.
32. Rimárová K, Dorko E, Diabelková J, Sulínová Z, Frank K, Baková J, et al. Anthropometric predictors of systolic and diastolic blood pressure considering intersexual differences in a group of selected schoolchildren. *Cent. Eur. J. Public Health*. 2018, 26, Suppl:S4-S11.
33. Gomwe H, Seekoe E, Lyoka P, Marange CS. The relationship between body composition and blood pressure among primary school children in Eastern Cape province, South Africa. *Afr. J. Prim. Health Care Fam. Med*. 2019, 11(1), e1-e6.
34. Deng G, Yin L, Liu W, Liu X, Xiang Q, Qian Z, et al. Associations of anthropometric adiposity indexes with hypertension risk: A systematic review and meta-analysis including PURE-China. *Medicine (Baltimore)*. 2018, 97(48), e13262.
35. Moschonis G, Karatzi K, Androutsos O, Lionis C, Chrousos GP, Manios Y. Anthropometric cut-off values identifying Greek children at risk of hypertension: the Healthy Growth Study. *J. Hum. Hypertens*. 2018, 32(3), 190-196.
36. Flynn JT. Adiposity, the sympathetic nervous system, and childhood primary hypertension. *Hypertension*. 2013, 62, 689-690
37. Dong B, Wang Z, Wang HJ, Ma J. Associations between adiposity indicators and elevated blood pressure among Chinese children and adolescents. *J. Hum. Hypertens*. 2015, 29(4), 236-40.
38. Sahakyan K, Somers V, Rodríguez-Escudero J, Hodge D, Carter R, Sochor O, et al. Normal Weight Central Obesity: Implications for Total and Cardiovascular Mortality. *Ann. Intern. Med*. 2015, 163(11), 827–835.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



### **3.3. Artículo 3: A Sustainable Approach to the Metabolic Syndrome in Children and Its Economic Burden.**

---





Article

# A sustainable approach to the metabolic syndrome in children and its economic burden

Manuel Vaquero Álvarez <sup>1</sup>, Pilar Aparicio-Martinez <sup>2,3</sup>, Francisco Javier Fonseca Pozo <sup>2</sup>, Joaquín

Valle Alonso <sup>4</sup>, Isabel María Blancas Sánchez <sup>1</sup>, Manuel Romero Saldaña<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Grupo Investigación GC09 Nutrigenomics. Metabolic Syndrome, Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba (IMIBIC), Hospital Universitario Reina Sofía, 14071 Córdoba, Spain.; [h02vaalm@uco.es](mailto:h02vaalm@uco.es); [iblanzes\\_blank@hotmail.com](mailto:iblanzes_blank@hotmail.com)

<sup>2</sup> Grupo Investigación GC12 Clinical and Epidemiological Research in Primary Care, Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba (IMIBIC), Hospital Universitario Reina Sofía, 14071 Córdoba, Spain; [n32apmap@uco.es](mailto:n32apmap@uco.es); [fjfonsecapozo@yahoo.es](mailto:fjfonsecapozo@yahoo.es)

<sup>3</sup> Departamento de Enfermería, Fisioterapia y Farmacología, Universidad de Córdoba, Campus de Menéndez Pidal, Córdoba, Spain; [n32apmap@uco.es](mailto:n32apmap@uco.es); [z92rosam@uco.es](mailto:z92rosam@uco.es)

<sup>4</sup> Department of Emergency Medicine, Royal Bournemouth Hospital, Bournemouth, UK, BH7 7DW; [joa51274@hotmail.com](mailto:joa51274@hotmail.com)

\* Correspondence: [n32apmap@uco.es](mailto:n32apmap@uco.es); Tel.: +34679727823

Received: date; Accepted: date; Published: date

**Abstract:** The prevalence of obesity continues to grow, resulting in metabolic syndrome and increasing economic burden for health systems. The objectives were to measure the ability of the NIM-MetS test, previously used in the adults, for the early and sustainable detection of MetS in children and adolescents. Moreover, to determine the economic burden of the children with MetS.

Furthermore, finally, to use and implement the NIM-MetS test, via a self-created online software, as a new method to determine the risk of MetS in children. The method used was an observational study using different instruments (NIM-MetS test, IDF, or Cook) and measures (body mass index). Also, the economic burden was estimated via a research strategy in different databases, e.g., PubMed, to identify previous papers. The results (N=265 children, age from 10-12) showed that 23.1% had obesity and 7.2% hypertension. The prevalence of MetS using the NIM-Mets was 5.7, and the cost of these children was approximate 618,253.99 euros. Finally, a model was obtained and later implemented in a web platform via simulation. The NIM-MetS obtained is a non-invasive method for the diagnosis of risk of MetS in children.

**Keywords:** Metabolic syndrome; pediatrics; sustainable health system

## 1. Introduction

Nutrition has always been a central pillar of the health inside a community. Nevertheless, with the changes in agriculture and the production of food, the nutrition has also been transformed [1]. As a result, the frequency of excessive weight has increased mainly in developed countries,

such as the USA, and developing countries, such as Mexico [2]. Meanwhile, the frequency of undernutrition continues, especially in developing countries, such as Cameroon[2–5].

According to the World Health Organization, overweight and obesity are defined as excessive fat accumulation that presents a risk to health [6]. The frequency of obesity and overweight has tripled since 1975, mainly in high-income countries, caused in high proportion by fast-food consumption and the home environment [7,8]. From that point on, the number of people suffering from overweight in the world has grown in a concerning rate risen to 2 billion people in 2015 [1]. The public concern is based on that overweight and obesity have been linked to cancer, diabetes, or heart problems[9]. Although excessive weight gain is a non-communicable disease and could be prevented, several environmental factors, such as food production, climate change, or mobility, facilitate the escalation of this issue [10–12]. Another part of this problem is the excessive weight gain in the younger population, mainly children and adolescents, caused by several factors, such as the shift towards motorized transportation and consumption of ultra-processed food [10,13].

Since 1998, the World Health Organization (WHO) has considered excessive weight gain to be a global epidemic in children, one of the most severe public health problems in the world [14]. Childhood obesity is an independent risk factor for adulthood obesity: an obese child has an 80% chance of remaining obese at 35 years old [15]. The worldwide prevalence of overweight and obese children combined has risen by 47.1% between 1980 and 2013 [16]. In Europe, the combined prevalence of overweight or obese children ranges from more than 40% in southern Europe to less than 10% in northern Europe [17]. In Spain, the ALADINO 2015 study found the prevalence of overweight children to be 23.2% and the prevalence of obese children 18.1% [18]. These results have been corroborated in Almería, southern Spain, wherein a sample representative of the population aged from 2 to 16 one third of the children and adolescents were overweight [19]. This epidemic of childhood obesity is responsible for the occurrence of metabolic diseases, previously confined to obese adults, whose body mass index is equal to or over 30 [6,20]. The Metabolic Syndrome (MetS) is recognized as an escalating significant health risk in adults as well as in children and adolescents. MetS occurs in 3.3% of the pediatric population but 11.9% in overweight children and 29.2% in those obese [21]. MetS in children has been linked to the risk of cardiovascular disease during adulthood. Although, other factors such as birth weight also have been linked to MetS in children.

Moreover, a previous study carried out by Wang et al. in 2019 showed that MetS prevalence was around 2.5% in a population of Spanish adolescents [22]. Furthermore, this study and other studies showed that there are gender differences in the prevalence of MetS, being more prevalent in men than women[22,23]. Also, previous studies have stated that metabolic syndrome and overweight is connected with micronutrients, such as vitamin D, or social factors, such as eating with familiars or eating with the TV on [24,25]. However, to date, no unified definition exists to assess the risk of MetS in children and adolescents. Therefore, there is a lack of early diagnosis, prevention, and treatment [22].

Children with obesity and metabolic syndrome involved an economic burden. In this sense, the economic cost of the side effects of children and adolescents with overweight was rated in 14.1 billion dollars in 2010 [26]. This economic loss could be higher if the cost of climate change, especially the stress in the agriculture industry, is added to the economic burden resulted from the health effects. Furthermore, the current health programs have not included viable and sustainable to prevent or rapidly detect obesity and especially the Metabolic Syndrome (MetS) in children [1,27]. This problem is based on that there is no consensus on a MetS definition for children and adolescents. In the US, there are over 40 different definitions of MetS, and this can lead to confusion in pediatric health departments [28]. Therefore, the definition of metabolic

syndrome could be selected based on the most common method of determination, which are Cook et al. [29] and de Ferranti et al. [30], International Diabetes Federation (IDF) [31] and NCEP-ATPIII[32]. The early diagnosis of MetS requires an extended timeframe and is costly, as each parameter of MetS must be investigated. A good screening test should be both highly predictive and easy to perform and interpret [31,33]. Based on all the previous statements, early diagnosis of children with a high risk of developing MetS, and type 2 diabetes mellitus or cardiovascular disease later on in life, is highly relevant.

The authors had previously developed a new method for the early detection of MetS in the working population, which was free of biomarkers (non-invasive) and based on anthropometric variables [34,35]. This method uses non-invasive techniques and is based on just two anthropometric variables: Waist-to-Height Ratio (WtHR) ( $\geq 0.55$ ) and Blood Pressure (BP) ( $\geq 128/85$  mmHg). This method reduces the use of blood tests for those cases in which confirmation is required. It is a versatile, economical, and easily measurable method in any healthcare setting and has elevated diagnostic accuracy, with high sensitivity, specificity, and clinical concordance with the reference test (NCEP ATP III) [32]. Based on this, the current study proposed the use of NIM-MetS as a non-invasive method to determine the risk of MetS in children. This method was previously validated and used in adults, but no data regarding its usability in children is available.

The main objective of this study was to validate the NIM-MetS test, previously used in the adult population, for the early and sustainable detection of MetS in children and adolescents. Another main objective was to know the prevalence of MetS in children and adolescents through different definition guides and assess their clinical concordance [29–32]. Also, as a secondary objective for the diagnostic test accuracy study NIM-MetS was compared with the NCEP-ATPIII. Moreover, an added objective was to determine the economic burden of the children with MetS in the community studied. Finally, another secondary objective was to implement the NIM-MetS test as a new method to determine the risk of MetS in children via self-created online software.

## **2. Materials and Methods**

### *2.1. Design and sample*

A cross-sectional study and a diagnostic test accuracy study using a reference population of children and adolescents aged from 6-16 years of age, enrolled in schools in a town of around 3000 inhabitants in the south of Spain. Additionally, a search of the existing evidence base using databases to enable a comparison of costs resulted from the MetS was carried out (PubMed, Web of Sciences, Scopus and Cochrane), being the research strategy ("Metabolic syndrome" AND ("children" OR "pediatric" OR "children") AND ("economic" OR "cost") NOT ("adults" OR "teenagers")). The selection of these databases was based on the characteristics of these instruments since Web of sciences, PubMed, Scopus, and Cochrane have been described as the most extensive and most prominent databases in the health field including protocols, papers, protocols, reviews or meta-analysis [36,37].

The samples were selected by a random procedure and classified by age and sex. The recruitment was carried out in-person, by the authors, from April to June in 2017 at one elementary and one high school in the town. The community selected was from an urban area close to a medium city (Cordoba), although the town selected was the small-medium size, and the children were predominantly from a common area. All the schools were in homogenous zones in terms of standards of living (socioeconomic status), with a medium gross income of 23,647 euros and an average disposable income per capita of households of 19,416 00 euros. The educational centers have different educational and pedagogical features, such as a sports center,

although a school health professional or specific health area was not inside the centers. Nevertheless, the health center and general practitioner were close to the schools, and the town also has an emergency health professional.

The calculation of the sample size was made based on the prevalence of SMet (3.3%). The calculation was based on the equation based on the mean of an unknown sample ( $n = \frac{Z_{\alpha}^2 * S^2}{d^2}$ ) [38]. The Epidat 3.1 was used to carry out the sample calculation. An 80% participation rate was estimated based on the children's population, with an expected prevalence of MetS of 3.3% [22], a confidence level of 95%, and an accuracy of 3.75%.

A sample of 265 children was obtained, of which 144 were boys (54.3%), all of them Caucasian. Also, most of the children were from primary school (70.6%) rather than from high school (78 children). The mean age of the participants was 11.2 (2.9) years, 11.6 in boys, and 10.9 in girls, being significant the difference of age regarding gender ( $p < 0.05$ ).

## 2.2. Procedure

The research project obtained a favorable report from the Research Ethics Committee of Córdoba (Code 260, Reference 3407). One month before the study, a meeting was held with the parents or legal representatives, children, and teachers, where they were informed of the study voluntarily and anonymity of the data.

The inclusion criteria focused on children between 6 and 16 years who had signed informed consent from both the student and parent or legal representative. Children and adolescents that did not meet the inclusion of the previous criteria were excluded.

The students were given two appointments at the school center for physical examination, anthropometric measurements, blood pressure readings, and an electrocardiogram. All were performed at the school by a family doctor with extensive experience. The next day they had a blood test at the local office of the municipality, take the sample by the primary care nurses. The physical examination consisted of cardiac auscultation and palpation of femoral, posterior tibialis, and dorsalis pedis pulses.

## 2.3. Measures and instruments

The measures are taken for the study mainly focused on physical examination, observations, electrocardiogram, and blood tests. Anthropometry measurements were performed at the school by two of the authors being both of them family doctors:

- **Weight.** The weight was measured with the Omron BF511 impedance meter in Kg. The participant was conducted to stand immobile on impedance meter until the weight was stabilized and later written down.
- **Height.** A portable, calibrated stadiometer, model Seca® 213 was used. The participant was in the standing position with their back adjacent with the stadiometer, and their feet placed parallel and ankles together. The head must be placed according to the Frankfort Plane so that a horizontal line is drawn through the auditory canal and the lower part of the eye's orbit, and parallel to the floor [39].

- BMI = [Weight in Kilograms / (Height in Meters x Height in Meters)]. Each student was classified according to the degree of obesity using the Melo's tables [41] into overweight (BMI + 1 SD), obese (BMI + 2 SD), and morbidly obese (BMI + 3 SD). Such tables established overweight and obesity based on modeling according to their prevalence and comparison with previous standards [41]. Moreover, the modeling of these tables was based on a statistical analysis of z-scores.

- Waist Circumference (WC). Two measurements were carried out for the same participant. The participant was placed in a standing position, placing the inextensible tape measure (SECA® model 203). The circumference of the waist was measured by tracing a circumference at the midpoint between the last rib and the iliac crest.

- Waist-to-Height Ratio (WHtR) was calculated as waist circumference divided by height, both measured in centimeters.

- Blood Pressure (BP) was measured with the child seated and using the auscultatory method with a standard aneroid sphygmomanometer.

- For BP measurements, we followed the specific recommendations of the European Hypertension Society issued in 2010 [42]. The diagnostic criteria for hypertension followed the recommendations of the last Report on the Diagnosis, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents [43]. Firstly, the participant was offered to use the toilet before commencing BP measurement. They were then seated in a quiet room for 5 to 10 minutes before BP measurement with their back supported and feet uncrossed. BP was measured in the right arm and at the level of the heart. Different cuff sizes were used according to the average circumference of the arm. The BP was measured at the midpoint between the scapular acromion and the elbow olecranon, with the shoulder in a neutral position and the elbow flexed at 90° [40]. Two measurements were made at least 5 minutes apart, and if one or both were high ( $\geq$  90th percentile), two further measurements were made, and the participant was required to return on a different day for repeat measurement under the same conditions [19]. The tables proposed by the Spanish Association of Pediatrics were used for the classification of hypertensive participants in the study [44].

- Electrocardiogram (ECG). This was performed through standardized technology, using a Philips TC20 electrocardiograph machine. A specialist in family and community medicine interpreted the ECG at the time; however, they were later reviewed by an expert cardiologist [45].

- Blood tests. Venous blood samples were obtained after 12 hours of fasting, in the supine position, and without compression. The samples were gathered in a tube, labeled, and later carried out the blood chemistry test to analyze the basic metabolic panel and a hematocrit. The parameters that were measured were: basal glucose measured in plasma; lipid profile measuring plasma after an overnight fast (total cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol, triglycerides); urea; creatinine; ions; uric acid; C-reactive protein; red blood cell count; leukocytes and platelets in plasma.

- Urine test. The sample required was the second micturition in the morning and was a mid-stream sample. The sample was acquittanced the same day as the electrogram. This test required the participant to discard the first 20-25 milliliters of urine they passed, collect without interruption urine in a container, and then discard the final urine produced.

- The prevalence of MetS was determined according to the following children guidelines of MetS definition: NCEP-ATPIII [32], IDF [31], Cook [29], and Ferranti [30] criteria. Finally, for the diagnostic test accuracy study, NIM-MetS [35] was compared with the NCEP-ATPIII [32].

- For the determination of the economic burden, the reports from the Aladino, Ideas Foundation, and DKV foundation, as well as several statistic databases, were used to determine the cost in 2010 regarding the gross domestic product (GDP)[18,46–49]. Therefore, the results obtained were used as a variable to analyze the cost in 2017 and per child.

#### 2.4. Diagnostic Criteria of Metabolic Syndrome

The definition of the MetS was based on the criteria of Cook et al. [29] and de Ferranti et al. [30], International Diabetes Federation (IDF) [31], and NCEP-ATPIII[32]. Each definition has different criteria for the diagnosis of MetS [50].

In the case of Cook et al. [29], the criteria were fasting glucose  $\geq 110$  mg/dl, abdominal obesity ( $WC \geq 90^{\text{th}}$  percentile according to age and sex), and the presence of at least a clinical feature, including triglycerides  $\geq 110$  mg/dL, HDL-C  $< 40$  mg/dL, and blood pressure  $\geq 90^{\text{th}}$  percentile.

The criteria for de Ferranti et al. [30] were fasting glucose  $\geq 110$  mg/dl, abdominal obesity ( $WC \geq 75^{\text{th}}$  percentile according to age and sex), and the presence of at least a clinical feature, including triglycerides  $\geq 100$  mg/dL, HDL-C  $< 50$  mg/dL, and blood pressure  $\geq 90^{\text{th}}$  percentile.

For the IDF [31] the criteria for diagnosis of MetS were fasting glucose  $\geq 100$  mg/dl, abdominal obesity ( $WC \geq 90^{\text{th}}$  percentile according to age and sex), and the presence of at least a clinical feature, including triglycerides  $\geq 150$  mg/dL, HDL-C  $< 40$  mg/dL, and systolic blood pressure  $\geq 130^{\text{th}}$  mmHg and diastolic blood pressure  $\geq 85$  mmHg.

Finally, for the last definition of NCEP-ATPIII[32] for diagnosis of MetS, the criteria were fasting glucose  $\geq 100$  mg/dl, abdominal obesity ( $WC \geq 90^{\text{th}}$  percentile according to age and sex), and the presence of at least a clinical feature, including triglycerides  $\geq 110$  mg/dL, HDL-C  $< 40$  mg/dL, and blood pressure  $\geq 90^{\text{th}}$  percentile.

Based on the results, in the end, to determine the model, the definition of NCEP-ATPIII[32] was selected for the prevalence of the MetS in this sample.

#### 2.5. Statistical analysis

After obtaining all the data, the SPSS program version. 22 and EPIDAT version. 4.2 were used to analyze such information. Moreover, the different European databases were used to determine the economic burden, being analyzed in an excel shift.

The categorical variables, such as BMI, were described by their absolute and relative frequency. To compare the goodness-of-fit to an average distribution of data from continuous or discrete quantitative variables, if  $N > 50$ , the Kolmogorov-Smirnov test was used with the Lilliefors correction and the graphical representations as histograms, P-P and Q-Q graphs; whereas if  $N < 50$ , the Shapiro-Wilk test was applied. The Levene test contrasted the homoscedasticity of variances. For the comparison of two independent arithmetic means, the Student-t-test or Mann-Whitney U test was used, as indicated. Furthermore, for the comparison of three or more independent means, the ANOVA test was used, or the Kruskal-Wallis test, depending on whether it was a parametric test or not.



A posthoc analysis was performed through Bonferroni and Tukey tests. The comparison of percentages was made using the chi-square test, applying Fisher's exact test, when indicated. For contingency tables with ordinal variables, the Mantel-Haensel Chi2 test was calculated, and the d tests of Somers, Taub, and Tau-c of Kendall. Clinical concordance has been assessed using Cohen's Kappa index. The safety and validity indexes (sensitivity, specificity, negative and positive predictive values, positive and negative likelihood ratios, Youden index, and diagnostic validity) were determined to measure the accuracy of the diagnostic tests. Through functions obtained by discriminant analysis, the factors that best-classified children with MetS were determined. From this data based on previous studies, the economic cost was calculated using the data from children with obesity since economic and prevalence data of the MetS is not available in the Spanish Health System. A posthoc analysis was performed through Bonferroni and Tukey tests. The comparison of percentages was made using the chi-square test, applying Fisher's exact test, when indicated. For contingency tables with ordinal variables, the Mantel-Haensel Chi2 test was calculated, and the d tests of Somers, Tau-b, and Tau-c of Kendall. Clinical concordance has been assessed using Cohen's Kappa index. The safety and validity indexes (sensitivity, specificity, negative and positive predictive values, positive and negative likelihood ratios, Youden index, and diagnostic validity) were determined to measure the accuracy of the diagnostic tests. Through functions obtained by discriminant analysis, the factors that best-classified children with MetS were determined. From this data and based on previous studies, the economic cost was calculated using the data from children with obesity since economic and prevalence data of the MetS is not available in the Spanish Health System [48,49].

The analysis of equality between the matrices of both groups (with and without MetS) was carried out using the MBox test. Moreover, the discriminate capacity of the predictor variables was studied with the Wilks lambda test. For each discriminant model obtained, the safety and validity indices of diagnostic tests were analyzed. The level of statistical significance was set at an alpha error of less than 5% for all statistical tests and the 95% level of confidence for the creation of confidence intervals.

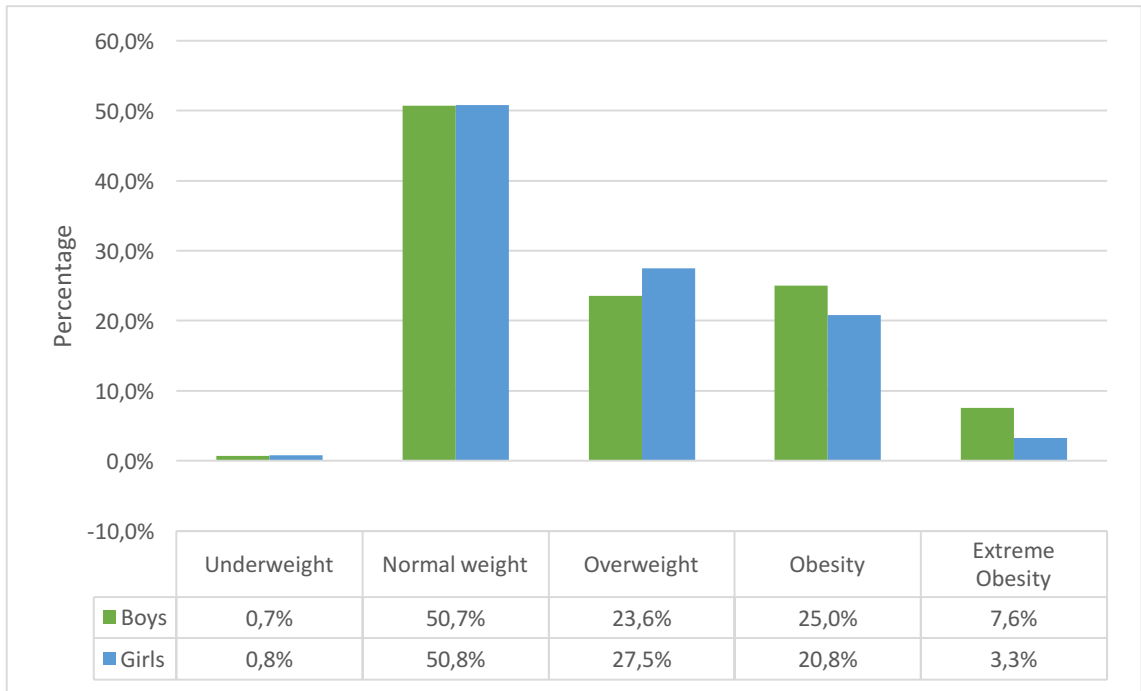
### *2.6. Implementation of the model via a web simulation*

From the model obtained, the software was created to an online simulation via Html5, MySQL, and JavaScript. This software allows us to determine the risk of developing MetS in children based on the parameters (blood pressure and waist-to-height). This simulation is easy to use, ubiquitous, works under any software or operative system, and represents no economic burden for the health system.

## **3. Results**

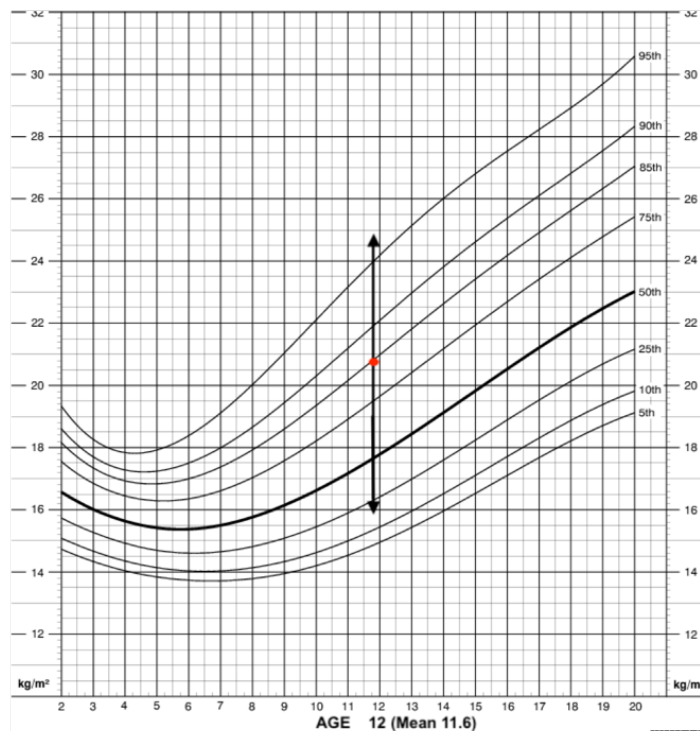
### *3.1. Initial analysis and obesity frequency*

The analysis of the data showed that obesity was 23.1% (61 children out of the 265 children). The number of children with an average weight was 134, representing 50.8 percent. According to sex, the frequencies of the weight showed similar results in girls and boys (Figure 1). However, more boys presented obesity (36 out of 144 boys) and extreme obesity (11 out of 144); meanwhile, more girls presented overweight (33 out of 121) rather than obesity, according to Melo's tables[41] into overweight (BMI + 1 SD), obese (BMI + 2 SD) and morbidly obese (BMI + 3 SD)



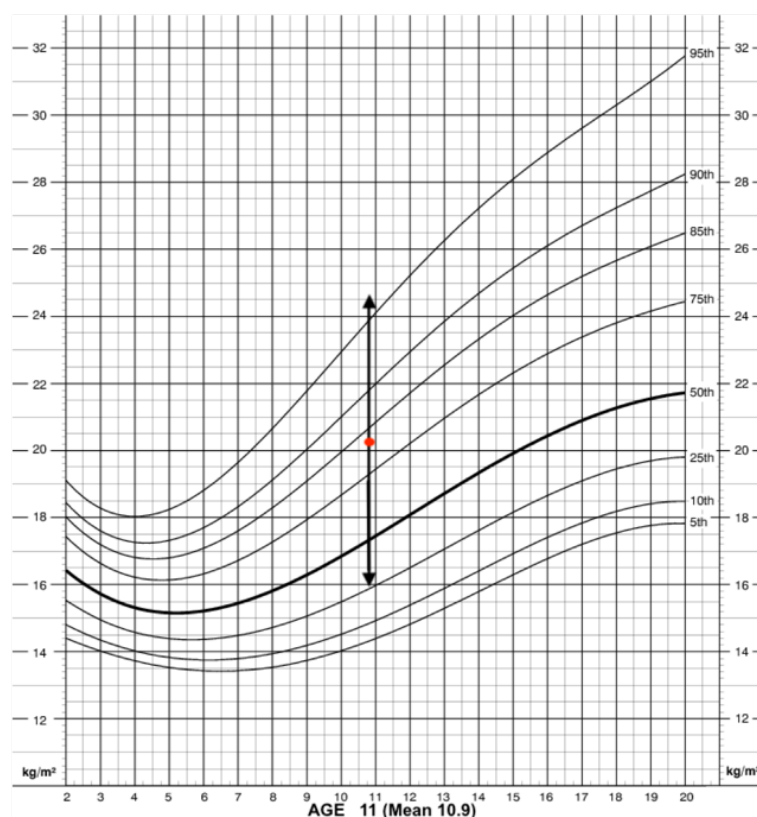
**Figure 1.** Frequency of weight according to sex

The BMI analyzed showed some differences between girls and boys (Figure 1). Nevertheless, the mean of the BMI according to each sex and age were average since the results were between the fifth and 85th percentile (Figure 2 and 3). According to WHO, this range is associated with average weight, being over 85<sup>th</sup> equal to overweight and under 5<sup>th</sup> underweight. The mean of the BMI in the boys showed that most of them were between the 75th and 85th percentile, representing an average weight (redpoint) (Figure 2). The interquartile range in the percentiles (dark arrow) showed that a high number of boys were over the 95<sup>th</sup> percentile, meaning that they suffered from obesity.



**Figure 2.** BMI according to percentiles: boys

For the girls, though the mean of BMI is lower (Table 1), the BMI is similar to the boys. These values were between the 75<sup>th</sup> and 85<sup>th</sup> percentile according to age (Figure 3). This figure showed how most girls had an average or healthy weight, represented by the red point proximate to the 85<sup>th</sup> percentile. Nevertheless, interquartile range, represented by the black arrow, showed how some girls were over the 95<sup>th</sup> percentile and therefore suffered from obesity (Figure 3).



**Figure 3.** BMI according to percentiles: girls

These results matched with no significant p-value (Table 1). Another variable that showed the difference between girls and boys was the waist circumference. The boys showed a higher mean of the WC than girls, and such results were supported by the p-value ( $p < 0.01$ ). However, the waist-to-height Ratio showed no difference between the groups. Another variable analyzed was blood pressure, showing that most people had normal levels of blood pressure. Hypertension reached higher levels in girls than in boys (Table 1).

**Table 1.** Descriptive of the anthropometric measures, blood pressure readings, and biochemical variables

Variable	Sample (N=265)	Boys (N=144)	Girls (N=121)	P-value
BMI	20.5 (4.6)	20.7 (4.5)	20.2 (4.7)	NS
WC	66.6 (11.5)	68.8 (12)	64.1 (10.3)	<0.01
WHtR	0.454 (0.0061)	0.46 (0.066)	0.45 (0.054)	0.11
BF%	2438 (8.6)	23.6 (8.7)	26.3 (8.3)	<0.01
LB%	32 (4.4)	33.5 (4.8)	30.2 (3)	<0.001
SBP	111.4 (11.3)	112.8 (11.3)	109.6 (11)	<0.05
DBP	68.5 (6.3)	68.1 (5.9)	69 (6.7)	NS

Normal BP	190 71.7%	103 71.5%	86 71%	NS
Normal-High	56 21.1%	32 22.2%	25 20.7%	NS
Hypertension	19 7.2%	9 6.3%	10 8.3%	NS
Glucose (G)	75.8 (6.7)	76.3 (6.8)	75.2 (6.6)	0.64
HDL	56.8 (12.8)	57.6 (13.7)	56 (11.7)	NS
HDL<40	17 6.7%	8 5.8%	9 7.7%	0.29
Triglycerides	65 (34)	63 (37,3)	66 (27)	NS
TG>110	26 10.2%	19 13.8%	7 6%	<0.05
Cholesterol total	166.2 (28.8)	169.1 (27.4)	162.9 (30)	0.09
Cholesterol ≥200	35 (13.2%)	22 (15.3%)	13 (10.7%)	NS
PCR	1.25 (4.3)	1.3 (4.9)	1.2 (3.4)	NS

<sup>1</sup> Data are presented as mean ± standard deviation.

<sup>2</sup> No significant p-value (NS);

<sup>3</sup> BMI, body mass index;

<sup>4</sup> HDL-Cholesterol, high-density lipoprotein-Cholesterol;

<sup>5</sup> HOMA-IR, homeostasis model assessment of IR; ATPIII, Third Adult Treatment Panel; IDF, International Diabetes Federation.

As for the performance of biochemical tests, blood analysis was obtained in 254 of the 265 children (95.8%). The prevalence of hypercholesterolemia was 13.2%, higher in boys (15.3%) than in girls (10.7%) without significant differences; 6.7% of the sample had low HDL cholesterol levels (<40 mg / dL) and 10.2% elevated triglycerides (≥110 mg / dL), higher in boys (13.8%) than in girls (6.8%) p<0.05.

### 3.2. Detection of metabolic syndrome and economic burden

Finally, the prevalence of MetS according to the different definition guides was: IDF (1.7%), Cook (5.1%), NCEP-ATPIII (5.1%), NIM-MetS (5.7%) and Ferranti (11%). There were no significant differences according to sex (Table 2).

**Table 2.** Prevalence of the metabolic syndrome

Metabolic syndrome	Sample (N=265)	Boys (N=144)	Girls (N=121)	P-value
MetS (NCEP-ATPIII)	13 (5.1%)	8 (5.8%)	5 (4.3%)	NS
MetS (Cook et. al)	13 (5.1%)	8 (5.8%)	5 (4.3%)	NS
MetS (IDF)	4 (1.6%)	2 (1.6%)	2 (1.7%)	NS

The Kappa clinical concordance index between the different MetS definition guides was used. The clinical concordance between NCEP-ATPIII and Cook has been perfect (K = 1) due to the similarity of the criteria used. The highest clinical concordance was obtained between NCEP-ATPIII and Ferranti, reaching a K = 0.61 (0.43-0.78), followed by NIM-MetS with K = 0.57 (0.34-0.8) and lower with IDF K = 0.46 (0.16-0.75).

The overall clinical concordance between the MetS definition criteria, except for Cook and using the NCEP-ATPIII criteria as a reference test, was analyzed. The global Kappa index was

0.57 (0.44-0.69), finding no significant differences between the different MetS diagnostic guidelines.

The cost derived from the children with MetS was estimated based on the economic burden of children with overweight or obesity [18,46]. The cost was 5,000 million euros in 2010, and the GDP was 1,072,709 million that year, representing 0.5% of GDP from direct cost. This percentage was applied to the year 2017, in which the prevalence of obesity in children was between 22.4 % and 24.6% (11,412,417 children out the 48,563,476 children in Spain) [18,46]. The expense per each child was a mean of 47557.99 euros per year. Therefore, the cost resulted from children with MetS could be approximately 618,253.99 euros in the community studied. This cost could increase up to 723,357.18 euros based on the work if children had hypertension or other health issued problems related to the MetS [26].

### 3.3. Creation of a model to diagnosis MetS in children

A study of diagnostic tests was carried out using NCEP-ATPIII to determine the diagnostic accuracy in children of a non-invasive method of early detection of MetS (cutoff values in adults: WtHR $\geq$ 0.55 and BP $\geq$ 128 / 85 mmHg) (Table 3). The analysis of the NIM-MetS showed a sensitivity of 63.6% and a specificity of 97.5%, with a Youden index of 0.61 and a diagnostic validity (index of validity or proportion of participant s well diagnosed) of 95.9%. The McNemar test showed that there were no differences between the two MetS definition methods.

**Table 3.** Diagnostic accuracy of NIM-METS for MetS in childhood and adolescent population

		NCEP-ATPIII		
		Yes	No	Total
NIM-METS	Yes	8	6	14
	No	5	235	240
	Total	13	241	254
Indicator		Value	CI 95%	
Sensitivity		63.6%	30.7- 96.6	
Specificity		97.5%	95.2 – 99.7	
PPV		53.9%	22.9 – 84.8	
NPV		98.3%	96.4 – 100	
LH +		24.9	10.1 – 61.8	
LH -		0.37	0.17 – 0.82	
VI		95,9%	93.3 – 98.6	
JI		0.61	0.3 – 0.9	

<sup>1</sup>PPV: Positive Predictive Value,

<sup>2</sup>NPV: Negative Predictive Value,

<sup>3</sup>LH: Likelihood Ratio,

<sup>4</sup>VI: Validity Index

The NIM-MetS (adult test) obtained a diagnostic validity of 95.9%, using the NCEP-ATPIII as a reference test, but the sensitivity was 63.6%. In order to improve this disadvantage, three predictive models were obtained by discriminant analysis and were compared to choose which one could be used in a clinical decision tree, and model 1 was the preferred option. The model 1 increased the sensitivity up to 92.3% and the Youden index from 0.61 to 0.82. Therefore, it was proposed to obtain a classification model based on discriminant analysis, including the same variable variables that NIM-MetS (WtHR and BP) handled and, therefore, maintaining the essence of its non-invasive nature (without the need to use analytical variables). Three discriminant models were tested according to the result variable (grouping variable): Model 1.

The grouping variable was dichotomous (MetS + / MetS -); Model 2. The grouping variable was polychotomous (three categories): 0, 1-2, and 3 or more components of MetS; Model 3. The grouping variable was ordinal polychotomous (four categories): 0, 1, 2, and 3 or more components of MetS (Table 4). The cut-off values for WHtR were 0.48 for both sexes.

The results obtained showed how Model 1 obtained the highest Youden index (highest sensitivity and joint specificity) with 0.82 (0.67 -.97), a Sensitivity of 92.3% (74% -100%), Specificity 89.2% (85.1% -93.3%), PPV 31.6% (15.5% -47.7%), NPV 99.5% (98.4% -100%), LHR + 8.6 (5.7-12.7) and LHR -0.09 (0.01-0.57). On the other hand, only Model 1 has fulfilled the theoretical assumptions (MBox and Lambda de Wilks). Finally, with the children classified as MetS according to the Model 1 of discriminant analysis, the cut-off values were obtained for the ICT variable, through the corresponding ROC curve (Figures 4 and 5). The area under the curve was 95.7% (93.3% -98%) and cut-off value for ICT was 0.48 (Sensitivity = 95.2% and Specificity = 87%).

**Table 4.** Comparison of discriminant analysis models for NIM-MetS (Non-Invasive Method for early detection of Metabolic Syndrome)

Grouping variables	Independent variables	Variance-covariance matrices	M Box (p-value)	Wilks's Lambda (p-value)	Sensitivity (CI95%)	Specificity (CI 95%)	Validity Index CI 95%	Youden Index CI 95%	PPV	NPV-
Model 1. Grouping variables (Dichotomous variable: MetS Yes, No according to NCEP criteria)										
MetS	WHtR	4.7 (p=0.56)		0.78	92.3%	86%	89.2%	0.82	31.6%	99.5%
Yes	SBP			(p<0.00)	74%-	81.3%-	85.1%-	0.67-	15.5%-	98.4-
	DBP				100%	90.6%	93.3%	0.97	47.7%	100
MetS										
No										
Model 2. Grouping variables (Components of Metabolic Syndrome according to NCEP criteria)										
0	WHtR									
1-2	SBP	73.3		0.53	84.6%	91.3%	90.9%	0.76	34.4%	99.1%
≥3	DBP	(p<0.001)		(p<0.00)	61.2%-	84.5%-	87.2%-	0.56-	16.4%-	97.6%-
(MetS				0.98	100%	95%	94.7%	0.96	52.4%	100%
yes)				(p<0.05)						
Model 3. Grouping variables (Components of Metabolic Syndrome according to NCEP criteria)										
0	WHtR									
1	SBP	87.3		0.44	69.2%	95%	93.7%	0.64	42.9%	98.3%
2	DBP	(p<0.001)		(p<0.00)	40.3%-	92.1%-	90.5%-	0.39-	19.3%-	96.4%-
≥3				0.97	98.2%	98%	96.9%	0.89	66.4%	100%
(MetS				(p=0.06)						
yes)				0.998						
				(p=0.44)						

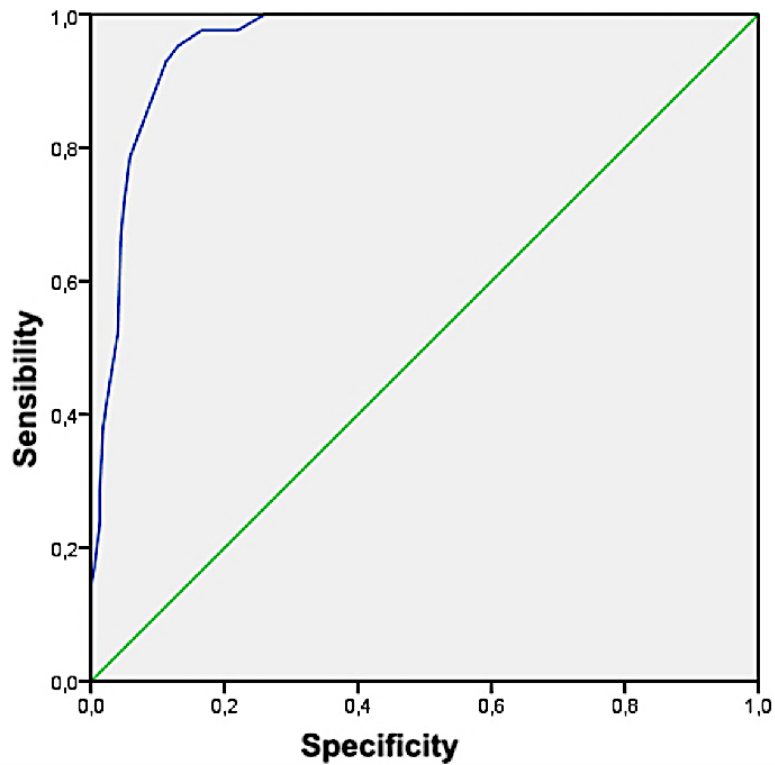


Figure 4. NIM-MetS Model 1 by discriminant analysis

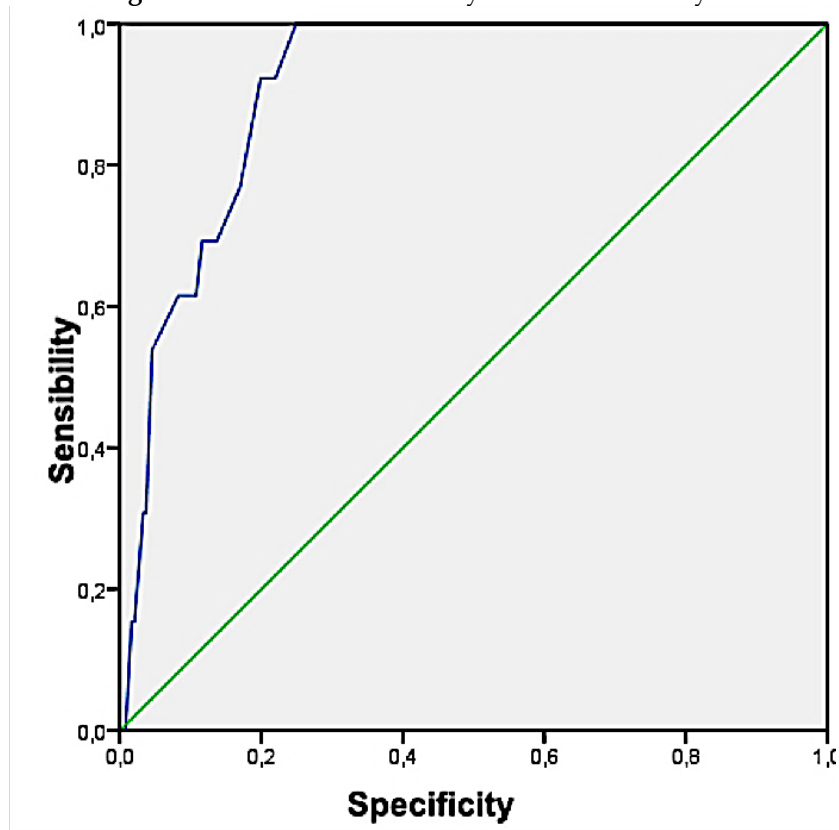


Figure 5. NCEP-ATPIII according to Model 1

Based on the previously stated, the model obtained focused on blood pressure and WC. The discriminant functions were for positive MetS (F0), and negative MetS (F1), in which DBP is the blood pressure, and the WHER is the WC which is calculated dividing the waist (cm) and height (cm) (Model 1).

$$F0 = A + B*WHER + C*DBP$$

$$F1 = A' + B'*WHER + C'*DBP$$

### **Model 1.** Determination of the risk of MetS in children

The accuracy of the model is based on the validity resulting from the sensibility, specificity, and predict values calculated. The Youden index was used to double-check the veracity of the classification and diagnosis (children with or without MetS).

#### *3.4. Implementation of the model*

After the creation of the model, to facilitate its use and later on validation, a web platform based on metabolic syndrome has been created. Such a platform allows the user to determine the risk of MetS based on blood pressure and WC. The platform (<http://www.uco.es/4youthhealth/es/healthylife/metabolic>) is available from any device and is currently available in Spanish. This platform has been created to be a free resource available to the public, being no records of who may use the platform. Moreover, the specific policies of data protection and cookies information are displayed at the bottom of the web platform.

## **4. Discussion**

The current study determined the prevalence of obesity and overweight as well as MetS in children using different guidelines to compare the clinical concordance between them. The prevalence of overweight and obesity is consistent with previous studies that stated the increase of overweight and obese children from 4.2% in 1990 up to 6.7% in 2010 [51,52]. In this sense, several databases and studies have estimated that overweight and obesity are up to 24% in Spain[22,49,53–55]. Also, prior studies have noted the importance of the geographical position, and climate since the higher prevalence of overweight is more common in the Mediterranean countries [55]. Similar results were reported in the Aladin report in which the prevalence of overweight and obesity were different between the north and south of Spain. Nevertheless, less literature was found on the question of the prevalence of overweight or MetS in the pediatric age of 10 to 12 when compared to studies carried out in adults [21,22,54].

One interesting finding was the prevalence of MetS being 5.1%, which is in the range of 1% and 23% established for the MetS pediatric population. However, other studies have described that prevalence can go up to 60% amongst the obese and overweight children [28]. Based on the literature, MetS remains a controversial topic in pediatrics due to a challenging definition in pediatric populations, with more than 40 definitions for childhood MetS, most based on adaptations of adult criteria [51]. Moreover, most of the latest reviews and meta-analysis focused on determining the prevalence of adults or late teenagers using different methods. It is, therefore, not surprising that there is no consensus as to whether or how MetS should be identified in pediatric populations[3,21]. Risk factor screening and identification of pediatric populations with increased MetS risk will allow providers to detect patients at increased cardiometabolic risk and therefore play a central role in preventive pediatric care. Screening methods for metabolic syndrome in the pediatric population are of utmost importance in order to identify this group of patients and begin adequate management.

Another significant result was that the economic burden of the MetS in the pediatric age, showing an elevated that showed cost. Most literature based on adults being carried out in the USA, UK, or China, in which the MetS are increasing, and the direct and indirect cost is imperative to determine the cost-efficiency of new programs, and prevention methods [4,22]. Nonetheless, no data was found regarding the cost of the MetS in pediatric age, whether the direct



or indirect cost [27]. Nevertheless, the lack of information may be limited by the strategy used since this research was not a systematic review, so, therefore, as far as the author's knowledge, there is limited data about the economic burden. Based on that, the results from previous informs and studies were used to determine the direct cost of children with overweight. The cost based on the GDP was similar to other studies, is the cost could up to 0.6% in some areas [18,47]. A possible explanation for this difference might be the disparities between years and geographical zones. A note of caution is due here since no data currently available about the prevalence of MetS in Spain or the total cost resulted from the MetS, and the economic burden could be higher or lower.

The most relevant finding was that the validation of a method for the early detection of MetS in the pediatric population. This method proved to be useful in expanding the understanding regarding the risk of MetS, as well as how the prevalence of MetS could be determined by using anthropometric, metabolic phenotype. Such statements are based on the specificity and sensibility obtained from the model, that presents a method based purely on anthropometric, metabolic phenotype, and defined by WHtR and hypertension. Another result of the study was a difference in the prevalence of MetS according to sex, showing higher levels in males. Nevertheless, the statistical analysis was not significant, so it could consider that the prevalence was homogeneous according to sex. The distribution of participants by sex showed a minimum percentage difference in favor of males that can be considered homogeneous regarding sex. Overall, the prevalence of MetS using the NIM-Mets (5.7%) matches with a previous study that stated how the prevalence of MetS in healthy adolescent population studies in Spain was around 5% [19]. Nevertheless, the exact prevalence of MetS is difficult to identify since the prevalence was distinctive according to each definition, being from 1.6% (IDF criteria) to 5.1% (Cook et al.[29] criteria). These findings are consistent with previous studies that showed how the prevalence was from 1.7% (IDF[32] criteria) up to 11%(de Ferranti et al.[30] criteria) [50,51,56]. In this sense, this statement was also reported by González-Jiménez et al. [55] that showed how using IDF criteria in a sample of 976 Spanish children aged 10–15 years, the prevalence of MetS was 4.4% (3.85% in girls and 5.8% in boys). Moreover, the Helena Study [56] also showed the variation depending on the definition. This study showed how a cohort of 3,528 adolescents aged 12.5-17.5 years from 10 European countries reported a prevalence of MetS of 2.7% and 3.5% according to IDF and NCEP-ATPIII, respectively [56].

We identified the NIM-Mets as a good screening test for MetS in the pediatric population. NIM-MetS is a new method for the screening of MetS using non-invasive techniques and based on two anthropometric variables: WHtR and BP. This method reduces the use of blood tests for those cases in which confirmation is required. It has been proposed as a clinical decision tree composed of these two predictors (WHtR and BP). It is a versatile, economical, and easily measurable method in any healthcare setting with a demonstrated high diagnostic accuracy, high sensitivity, specificity, and clinic concordance with the reference test (NCEP ATP III). A simple anthropometric index to identify the status of central obesity and cardio-metabolic risk factor profiles in groups of average weight and overweight/obese children are selected based on traditional BMI criteria. Recently, an increasing number of studies have documented that WHtR and blood pressure-to-height ratio (BPHR) were suitable anthropometric indexes for the detection of obesity and hypertension in children and adolescents [33,57,58].

WHtR is superior to body mass index and waist circumference for measuring adult cardio-metabolic risk factors. A recent meta-analysis [33] demonstrated that for screening pediatric cardio-metabolic risk factors, WHtR is convenient in terms of measurement and interpretation, which is advantageous in practice and allows for the quick identification of children with cardio-metabolic risk factors at an early age. WHtR takes into account abdominal obesity and height associated with body fat accumulation or distribution. WHtR allows the same boundary value

for children and adults and is easy to measure [59] and can be assessed in children and adolescents, whose height and weight change as they grow regardless of age. Finally, the last finding was the implementation of such a method to be used freely and by general practitioners, teachers, or parents. Based on these results, it could be relevant to the health field since the early implementation of prevention programs and treatment would save up to 60% of the cost of such illness [20,26,60].

These findings raise intriguing questions regarding the nature and extent of MetS in the pediatric age, the economic burden for the societies and increasing the difficulties to maintain the current health systems, the necessity of using a determined detection method the potentiality of the model created. In future investigations, it might be possible to validate the method in a higher sample, determine the prevalence of MetS in different zones in Spain as well as to determine the cost-efficiency of the model created and current economic burden in Spain for pediatric patients

## 5. Conclusions

This paper has argued how the prevalence of overweight and MetS is in the range expected for their growth rate. This study has discussed the reasons for these results may be the lack of research in pediatric age, the discordance, and the lack of a non-invasive method for the screening of MetS in children. Therefore, the current research presented the development of a new method for the screening pediatric MetS using non-invasive techniques and based on just two anthropometric variables: WHtR and BP. This method reduces the use of blood tests for those cases in which confirmation is required. It is a versatile, sustainable, and easily measurable method in any healthcare setting. This new method has shown a high diagnostic accuracy, with high sensitivity, specificity, and clinic concordance with the reference test (NCEP ATP III). Moreover, this study has identified a considerable economic burden of the MetS in children and the lack of data on the cost provoked to the national health system and GDP in Spain. These results add to the rapidly expanding field of MetS in children and the late consequences during adulthood.

This study presents some limitations that must be acknowledged. First, one source of weakness in this study, which could have affected the prevalence of MetS, was the different definitions of diagnosis and, therefore, the single criteria of each definition. Although these findings increase the knowledge in the scientific field, they are limited by the sample and geographical disposition. Based on this, a note of precaution should address since these results focused on Caucasian children from the south of Spain. Moreover, the lack of data regarding the prevalence of MetS in children Spain and the cost resulted from this illness also could be limited by the research strategy and not being this research a systematic review. Based on this previous state, the sources of weakness could have affected the measurements of the sustainable and cost-efficiency of the model. Concerning practical implications, this is a new non-invasive method for the screening of Pediatric MetS based on just two anthropometric variables: WtHR and BP. The new method will reduce the use of invasive tests and is an easily measurable method in any healthcare setting. The diagnostic accuracy, sensitivity, and specificity are high compared with the reference test (NCEP ATP III).

**Author Contributions:** The contributions of the author are: "conceptualization, FJ.F.P., and M.V.A.; methodology, M.V.A., FJ.F.P. and M.R.S. M-J.; validation M.V.A. and M.R.S.; formal analysis, M.V.A. and M.R.S.; investigation, M.V.A., J.V.A, P.A.M., IM.B.S., and FJ.F.P.; resources, FJFP.; data curation, M.R-S.; writing—original draft preparation, M.V.A., P.A.M, FJ.F.P., and M.R.S.; writing—review and editing, M.V.A., FJ.F.P, P.A.M. and J.V.A.; supervision, M.R.S., and FJ.F.P."

**Funding:** This research received no external funding

**Conflicts of Interest:** The authors declare no conflict of interest.

## References

1. Swinburn, B.A.; Kraak, V.I.; Allender, S.; Atkins, V.J.; Baker, P.I.; Bogard, J.R.; Brinsden, H.; Calvillo, A.; De Schutter, O.; Devarajan, R.; et al. The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. *Lancet* **2019**, *393*, 791–846.
2. Mendez, M.A.; Monteiro, C.A.; Popkin, B.M. Overweight exceeds underweight among women in most developing countries. *The American Journal of Clinical Nutrition* **2005**, *81*, 714–721.
3. Diolintzi, A.; Panagiotakos, D.B.; Sidossis, L.S. From Mediterranean diet to Mediterranean lifestyle: a narrative review. *Public Health Nutr.* **2019**, *22*, 2703–2713.
4. Nugent, R.; Levin, C.; Hale, J.; Hutchinson, B. Economic effects of the double burden of malnutrition. *Lancet* **2020**, *395*, 156–164.
5. Uauy, R.; Kain, J.; Mericq, V.; Rojas, J.; Corvalán, C. Nutrition, child growth, and chronic disease prevention. *Annals of Medicine* **2008**, *40*, 11–20.
6. World Health Organization Obesity and overweight Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed on Feb 27, 2020).
7. Slining, M.M.; Ng, S.W.; Popkin, B.M. Food Companies' Calorie-Reduction Pledges to Improve U.S. Diet. *American Journal of Preventive Medicine* **2013**, *44*, 174–184.
8. Fraser, L.K.; Clarke, G.P.; Cade, J.E.; Edwards, K.L. Fast Food and Obesity. *American Journal of Preventive Medicine* **2012**, *42*, e77–e85.
9. Patrick, H.; Nicklas, T.A. A Review of Family and Social Determinants of Children's Eating Patterns and Diet Quality. *Journal of the American College of Nutrition* **2005**, *24*, 83–92.
10. Alevizou, P.; Oates, C.; McDonald, S.; Alevizou, P.J.; Oates, C.J.; McDonald, S. The Well(s) of Knowledge: The Decoding of Sustainability Claims in the UK and in Greece. *Sustainability* **2015**, *7*, 8729–8747.
11. Banister, D. The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy* **2008**, *15*, 73–80.
12. Finkelstein, E.A.; Trogdon, J.G.; Brown, D.S.; Allaire, B.T.; Dellea, P.S.; Kamal-Bahl, S.J. The Lifetime Medical Cost Burden of Overweight and Obesity: Implications for Obesity Prevention. *Obesity* **2008**, *16*, 1843–1848.
13. Poti, J.M.; Braga, B.; Qin, B. Ultra-processed Food Intake and Obesity: What Really Matters for Health—Processing or Nutrient Content? *Curr Obes Rep* **2017**, *6*, 420–431.
14. Speiser, P.; Rudolf, M.; Anhalt, H.; Camacho-Hubner, C.; Chiarelli, F.; Freemark, M.; Gruters, A.; HersHKovitz, E.; Krude, H.; Latzer, Y.; et al. CONSENSUS STATEMENT: Childhood Obesity. **2005**.
15. Guo, S.S.; Wu, W.; Chumlea, W.C.; Roche, A.F. Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr* **2002**, *76*, 653–658.
16. Ng, M.; Fleming, T.; Robinson, M.; Thomson, B.; Graetz, N.; Margono, C.; Mullany, E.C.; Biryukov, S.; Abbafati, C.; Abera, S.F.; et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* **2014**, *384*, 766–781.
17. Ahrens, W.; Pigeot, I.; Pohlabein, H.; De Henauw, S.; Lissner, L.; Molnár, D.; Moreno, L.A.; Tornaritis, M.; Veidebaum, T.; Siani, A.; et al. Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. *Int J Obes (Lond)* **2014**, *38 Suppl 2*, S99–S107.
18. ALADINO E. *Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2015*; Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.: Madrid, 2016; ISBN 690-16-010-3.
19. García García, E.; Vázquez López, M.-Á.; Galera Martínez, R.; Alias, I.; Martín González, M.; Bonillo Perales, A.; Cabrera Sevilla, J.E.; García Escobar, I.; Gómez Bueno, S.; López Ruzafa, E.; et al. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes de 2 a 16 años. *Endocrinología y Nutrición* **2013**, *60*, 121–126.
20. Lakshman, R.; Elks, C.E.; Ong, K.K. Childhood obesity. *Circulation* **2012**, *126*, 1770–1779.
21. Friend, A.; Craig, L.; Turner, S. The prevalence of metabolic syndrome in children: a systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat Disord* **2013**, *11*, 71–80.
22. Wang; Perona; Schmidt-RioValle; Chen; Jing; González-Jiménez Metabolic Syndrome and Its Associated Early-Life Factors among Chinese and Spanish Adolescents: A Pilot Study. *Nutrients* **2019**, *11*, 1568.
23. Regitz-Zagrosek, V.; Lehmkuhl, E.; Weickert, M.O. Gender differences in the metabolic syndrome and their role for cardiovascular disease. *Clin Res Cardiol* **2006**, *95*, 136–147.
24. Alaklabi, A.M.; Alsharairi, N.A. Current Evidence on Vitamin D Deficiency and Metabolic Syndrome in Obese Children: What Does the Evidence from Saudi Arabia Tell Us? *Children (Basel)* **2018**, *5*, 11.

25. Hetherington, M.; Anderson, A.; Norton, G.; Newson, L. Situational effects on meal intake: A comparison of eating alone and eating with others. *Physiology & Behavior* **2006**, *88*, 498–505.
26. Scholze, J.; Alegria, E.; Ferri, C.; Langham, S.; Stevens, W.; Jeffries, D.; Uhl-Hochgraeber, K. Epidemiological and economic burden of metabolic syndrome and its consequences in patients with hypertension in Germany, Spain and Italy; a prevalence-based model. *BMC Public Health* **2010**, *10*, 529.
27. Hernández, Á.; Zomeño, M.D.; Dégano, I.R.; Pérez-Fernández, S.; Goday, A.; Vila, J.; Civeira, F.; Moure, R.; Marrugat, J. Exceso de peso en España: situación actual, proyecciones para 2030 y sobrecoste directo estimado para el Sistema Nacional de Salud. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* **2019**, *72*, 916–924.
28. Magge, S.N.; Goodman, E.; Armstrong, S.C.; COMMITTEE ON NUTRITION; SECTION ON ENDOCRINOLOGY; SECTION ON OBESITY The Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Shifting the Focus to Cardiometabolic Risk Factor Clustering. *Pediatrics* **2017**, *140*, e20171603.
29. Cook, S.; Weitzman, M.; Auinger, P.; Nguyen, M.; Dietz, W.H. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* **2003**, *157*, 821–827.
30. de Ferranti, S.D.; Gauvreau, K.; Ludwig, D.S.; Neufeld, E.J.; Newburger, J.W.; Rifai, N. Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation* **2004**, *110*, 2494–2497.
31. Zimmet, P.; Alberti, G.; Kaufman, F.; Tajima, N.; Silink, M.; Arslanian, S.; Wong, G.; Bennett, P.; Shaw, J.; Caprio, S.; et al. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet* **2007**, *369*, 2059–2061.
32. Expert Panel on Detection, E., and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* **2001**, *285*, 2486–2497.
33. Lo, K.; Wong, M.; Khalechelvam, P.; Tam, W. Waist-to-height ratio, body mass index and waist circumference for screening paediatric cardio-metabolic risk factors: a meta-analysis. *Obes Rev* **2016**, *17*, 1258–1275.
34. Romero-Saldaña, M.; Fuentes-Jiménez, F.J.; Vaquero-Abellán, M.; Álvarez-Fernández, C.; Molina-Rrecio, G.; López-Miranda, J. New non-invasive method for early detection of metabolic syndrome in the working population. *Eur J Cardiovasc Nurs* **2016**, *15*, 549–558.
35. Romero-Saldaña, M.; Fuentes-Jiménez, F.J.; Vaquero-Abellán, M.; Álvarez-Fernández, C.; Aguilera-López, M.D.; Molina-Rrecio, G. Predictive Capacity and Cutoff Value of Waist-to-Height Ratio in the Incidence of Metabolic Syndrome. *Clin Nurs Res* **2019**, *28*, 676–691.
36. Jenkins, D. Scopus – a large abstract and citation database for research | The Orb. *The Orb* 2017.
37. Sweileh, W.M. Research trends on human trafficking: a bibliometric analysis using Scopus database. *Global Health* **2018**, *14*, 106.
38. Cuestas, E. CÁLCULO DE TAMAÑOS MUESTRALES APROXIMADOS: FÓRMULA DE LEHR. *Experiencia Médica* **2008**, *26*, 4.
39. on behalf of the IDEFICS Consortium; Bammann, K.; Huybrechts, I.; Vicente-Rodriguez, G.; Easton, C.; De Vriendt, T.; Marild, S.; Mesana, M.I.; Peeters, M.W.; Reilly, J.J.; et al. Validation of anthropometry and foot-to-foot bioelectrical resistance against a three-component model to assess total body fat in children: the IDEFICS study. *Int J Obes* **2013**, *37*, 520–526.
40. Ostchega, Y.; Prineas, R.J.; Nwankwo, T.; Zipf, G. Assessing Blood Pressure Accuracy of an Aneroid Sphygmomanometer in a National Survey Environment. *Am. J. Hypertens.* **2011**, *24*, 322–327.
41. Melo Salor, J.A. *Child Growth Standards for 0-5 years, 2006 and WHO Growth Reference 5-19 years. Table of BMI values for the diagnosis of childhood overweight and obesity*; World Health Organization, 2017;
42. Lurbe, E.; Cifkova, R.; Cruickshank, J.K.; Dillon, M.J.; Ferreira, I.; Invitti, C.; Kuznetsova, T.; Laurent, S.; Mancia, G.; Morales-Olivas, F.; et al. Manejo de la hipertensión arterial en niños y adolescentes: recomendaciones de la Sociedad Europea de Hipertensión. *Anales de Pediatría* **2010**, *73*, 51.e1-51.e28.
43. Baker-Smith, C.M.; Flinn, S.K.; Flynn, J.T.; Blowey, D.; Carroll, A.E.; Daniels, S.R.; de Ferranti, S.D.; Dionne, J.M.; Falkner, B.; Goodwin, C.; et al. Diagnosis, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. **2018**, *142*, 18.
44. Flynn, J.T.; Kaelber, D.C.; Baker-Smith, C.M.; Blowey, D.; Carroll, A.E.; Daniels, S.R.; de Ferranti, S.D.; Dionne, J.M.; Falkner, B.; Flinn, S.K.; et al. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics* **2017**, *140*, e20171904.
45. Smulyan, H. The Computerized ECG: Friend and Foe. *The American Journal of Medicine* **2019**, *132*, 153–160.

46. García Martín, M.A.; Rueda de Castro, A.M.; Muñoz Rebollo, R.; Conejo Gaspar, G.; Capitán Gutiérrez, J.M. *Sobrepeso y obesidad en escolares de educación primaria de Sevilla*; Observatorio de la salud. servicio de salud área de bienestar social y empleo EXCMO. Ayuntamiento de Sevilla: Sevilla, 2017; p. 50.
47. Ramos Vielba, I.; García Goñi, M. *El reto de la obesidad infantil. la necesidad de una acción colectiva*; Fundación IDEAS, 2011; Vol. 9; ISBN 978-84-15018-91-9.
48. Instituto Nacional de Estadística Producto Interior Bruto (PIB) Available online: [https://www.ine.es/prensa/pib\\_tabla\\_cne.htm](https://www.ine.es/prensa/pib_tabla_cne.htm) (accessed on Dec 1, 2019).
49. Organization for economic co-operation and development Children Well Being: Health and Safety Available online: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?ThemeTreeId=9#> (accessed on Dec 1, 2019).
50. Braga-Tavares, H.; Fonseca, H. Prevalence of metabolic syndrome in a Portuguese obese adolescent population according to three different definitions. *Eur J Pediatr* **2010**, *169*, 935–940.
51. Kassi, E.; Pervanidou, P.; Kaltsas, G.; Chrousos, G. Metabolic syndrome: definitions and controversies. *BMC Med* **2011**, *9*, 48–48.
52. Aranceta-Bartrina, J.; Pérez-Rodrigo, C. Factores determinantes de la obesidad infantil: a propósito del estudio ANIBES. *Nutr Hosp* **2016**.
53. Albert Pérez, E.; Mateu Olivares, V.; Martínez-Espinosa, R.; Molina Vila, M.; Reig García-Galbis, M. New Insights about How to Make an Intervention in Children and Adolescents with Metabolic Syndrome: Diet, Exercise vs. Changes in Body Composition. A Systematic Review of RCT. *Nutrients* **2018**, *10*, 878.
54. DeBoer, M.D. Assessing and Managing the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *Nutrients* **2019**, *11*, 1788.
55. González-Jiménez, E.; Montero-Alonso, M.; Schmidt-RioValle, J.; García-García, C.; Padez, C. 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* **2015**, *54*.
56. Vanlancker, T.; Schaubroeck, E.; Vyncke, K.; Cadenas-Sanchez, C.; Breidenassel, C.; González-Gross, M.; Gottrand, F.; Moreno, L.A.; Beghin, L.; Molnár, D.; et al. Comparison of definitions for the metabolic syndrome in adolescents. The HELENA study. *Eur J Pediatr* **2017**, *176*, 241–252.
57. Mokha, J.S.; Srinivasan, S.R.; Dasmahapatra, P.; Fernandez, C.; Chen, W.; Xu, J.; Berenson, G.S. Utility of waist-to-height ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: the Bogalusa Heart Study. *BMC Pediatr* **2010**, *10*, 73–73.
58. Weili, Y.; He, B.; Yao, H.; Dai, J.; Cui, J.; Ge, D.; Zheng, Y.; Li, L.; Guo, Y.; Xiao, K.; et al. Waist-to-height ratio is an accurate and easier index for evaluating obesity in children and adolescents. *Obesity (Silver Spring)* **2007**, *15*, 748–752.
59. Lee, C.M.Y.; Huxley, R.R.; Wildman, R.P.; Woodward, M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *Journal of Clinical Epidemiology* **2008**, *61*, 646–653.
60. Sassi, F.; Cecchini, M.; Lauer, J.; Chisholm, D. Improving Lifestyles, Tackling Obesity: The Health and Economic Impact of Prevention Strategies. *OECD Health Working Papers* **2009**, *48*, 107.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



## **3.4. Registro Propiedad Intelectual: Aplicación informática para ordenadores y dispositivos móviles.**

---





Desarrollada gracias a la colaboración de D. Adrián Jiménez Calzada y D<sup>a</sup> Pilar Aparicio Martínez de la Universidad de Córdoba.

A partir del modelo obtenido, se creó un software para una simulación en línea a través de HTML5, MySQL y JavaScript. Este software nos permite determinar el riesgo de desarrollar SMet en niños en función de los parámetros (PA e ICT). Esta simulación es fácil de usar, ubicua, funciona con cualquier sistema operativo y no representa una carga económica para el sistema de salud.

La plataforma está disponible desde cualquier dispositivo y actualmente está disponible en castellano (Figuras 7 a 9). Esta plataforma ha sido creada para ser un recurso gratuito disponible para el personal sanitario en general, aunque la puede usar el público en general, ya que no hay registros de quién puede usar la plataforma. Además, las políticas específicas de protección de datos e información de cookies se muestran en la parte inferior de la plataforma web.

Está disponible para su uso gratuito en <http://www.uco.es/4youthhealth/es/healthylife/metabolic>

Los apartados que componen la app son los siguientes:

- Modelo de simulación
- Bibliografía
- Modelo
- Información complementaria

Figura 7. Webapp NIM-MetS. Página de inicio.

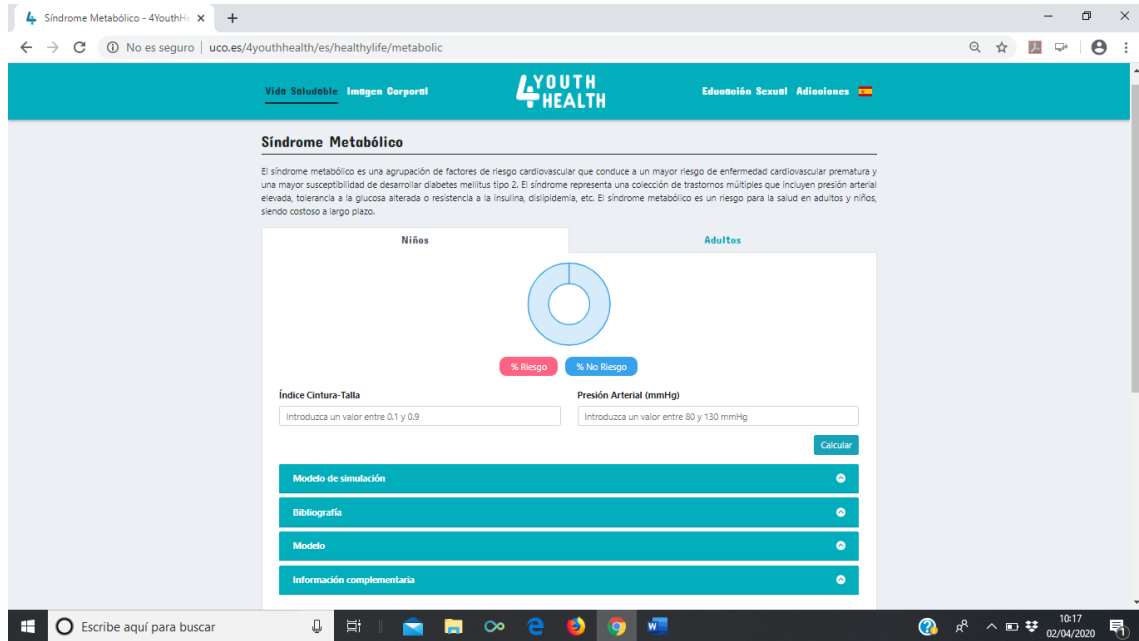


Figura 8. Kids NIM-MetS. Representación de la probabilidad de SMet según variables introducidas.

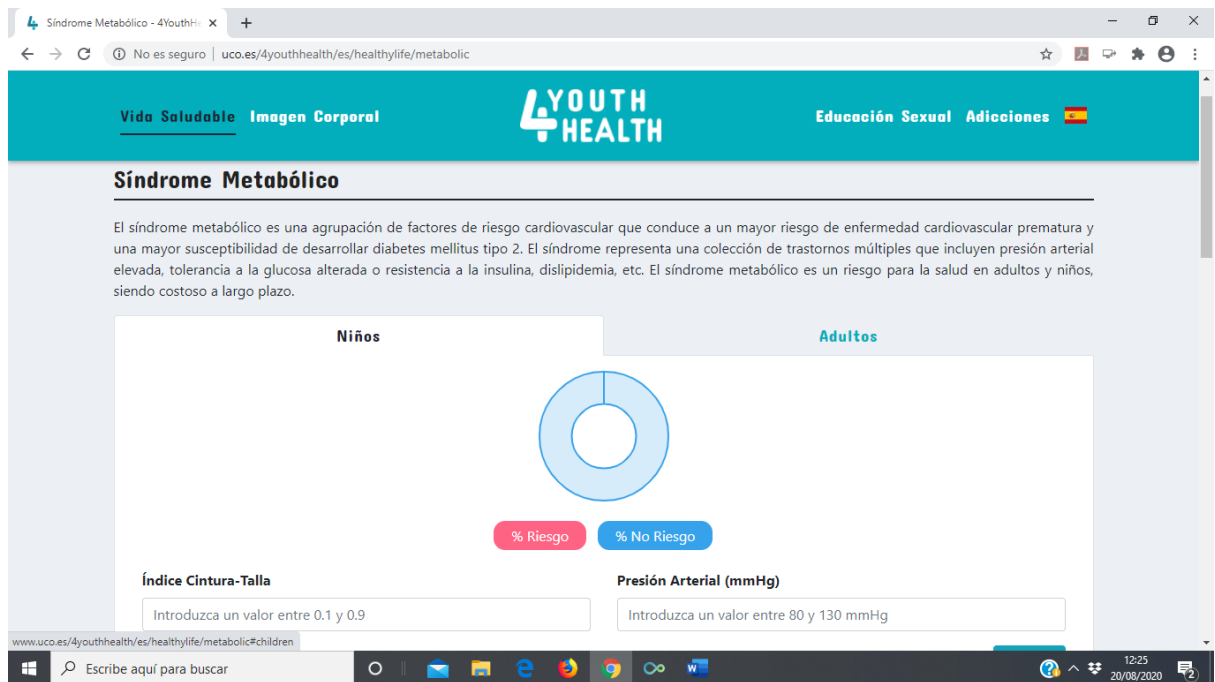
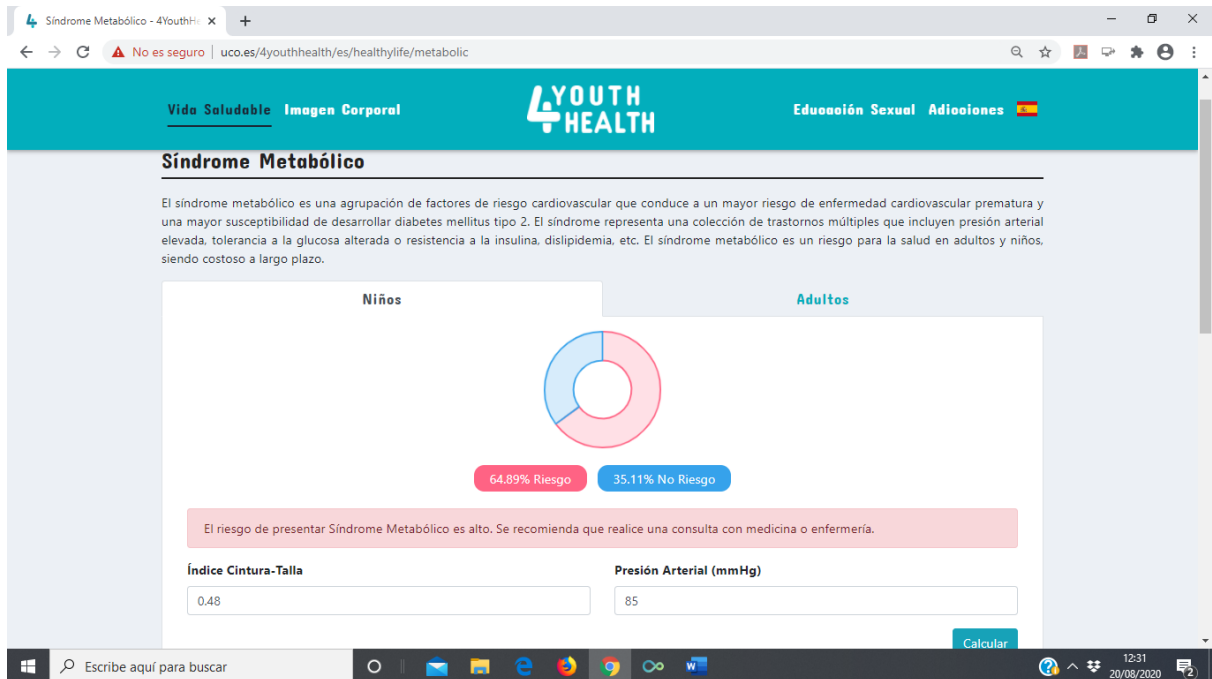


Figura 9. Kids NIM-MetS. Representación de la probabilidad de SMet según índice cintura-talla de 0,48 y presión arterial de 85 mm de Hg.





# CONCLUSIONES



- La adherencia a la dieta mediterránea en nuestro trabajo se califica como media-baja; y se va deteriorando al aumentar la edad.
- La condición física de nuestros escolares se encuentra por debajo de los valores establecidos para los niños y adolescentes españoles.
- La prevalencia de sobrepeso en los estudiantes de primaria y secundaria fue de 26,2% y la de obesidad del 22,3%. El sobrepeso y la obesidad se relacionan con la edad, la presión arterial sistólica, un mayor porcentaje de peso graso en mujeres y un mayor porcentaje de peso libre de grasa en varones, además de una menor condición física.
- El Índice Cintura Talla es una medida antropométrica fácil de aplicar, que diagnostica obesidad independientemente de la edad, mostrándose como una herramienta que puede ayudar a una detección de esta enfermedad de forma temprana en población escolar.
- La prevalencia de hipertensión arterial obtenida ha sido del 6,8%, hallando relación entre hipertensión arterial y las variables edad, obesidad, circunferencia de la cintura, índice cintura talla y porcentaje de peso graso.
- Los índices antropométricos que valoran la adiposidad general y central se asocian moderadamente con el padecimiento de hipertensión arterial en población infantojuvenil. La Circunferencia de la Cintura ha mostrado la mayor exactitud diagnóstica y la mayor capacidad predictiva para hipertensión arterial.
- Se ha desarrollado un nuevo método para la detección de síndrome metabólico pediátrico, utilizando técnicas no invasivas y basado en solo dos variables antropométricas: índice cintura talla y tensión arterial. Este nuevo método ha demostrado una elevada precisión diagnóstica,

con alta sensibilidad, especificidad y concordancia clínica con respecto a la prueba de referencia (National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel III).

- La prevalencia de síndrome metabólico en niños de nuestra población utilizando el nuevo método no invasivo fue de 5,7%.
- Se ha realizado una plataforma web para estimar síndrome metabólico en niños: NIM Kids Mets.



# BIBLIOGRAFÍA



### **Bibliografía Estilos de vida. Obesidad**

1. Piedrola Gil. La salud y sus determinantes. Concepto de medicina preventiva y salud pública. Desigualdades en salud. En: Piedrola Gil. Medicina Preventiva y Salud Pública. Barcelona: Elsevier España, S.L.U.; 2016. p. 3-18..
2. Palenzuela Paniagua SM. Hábitos y conductas relacionados con la salud de los escolares de 6º de primaria de la provincia de Córdoba. [Tesis Doctoral]. Córdoba: Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina; 2010.
3. Organización Mundial de la Salud. Carta de Bangkok para la promoción de un mundo globalizado [Internet]. Ginebra; 2005. [Disponible en: [http://www.who.int/healthpromotion/conferences/6gchp/BCHP\\_esp.pdf](http://www.who.int/healthpromotion/conferences/6gchp/BCHP_esp.pdf)].
4. Davó MC, Gil González D, Vives Cases C, Alvarez Dardet C, La Parra D. Las investigaciones sobre la promoción y educación para la salud en las etapas de infantil y primaria de la escuela española. Una revisión de los estudios publicados entre 1995 y 2005. Gac Sanit. 2008; 22(1):58- 64.
5. Organización Mundial de la Salud. Estrategia Mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Ginebra; 2004. [Disponible en: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy\\_spanish\\_web.pdf](http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_spanish_web.pdf)]
6. Organización Mundial de la Salud. Factores de riesgo cardiovascular. Ginebra; 2016. [Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/facts/fs317/en/>]).
7. Estrategia de promoción de la salud y prevención en el SNS. Resumen Ejecutivo. 2013. <https://www.msssi.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Estrategia/docs/ResumenEjecutivo.pdf>.
8. Hernán García M, Ramos Monserrat M, Fernández Ajuria A. Revisión de los trabajos publicados sobre la promoción de la salud en jóvenes españoles. Rev Esp Salud Pública. 2001; 75: 491-504.

9. Instituto Nacional de Estadística. Madrid; 2019. [Disponible en: [https://www.ine.es/prensa/edcm\\_2018.pdf](https://www.ine.es/prensa/edcm_2018.pdf)
10. Consejería de Salud. III Plan Andaluz de Salud 2003-2008. Junta de Andalucía [Internet]. Sevilla; 2008. [Disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/csalud/galerias/documentos/c\\_1\\_c\\_6\\_planes\\_estrategias/III\\_plan\\_andaluz\\_salud/III\\_plan\\_andaluz\\_salud.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/csalud/galerias/documentos/c_1_c_6_planes_estrategias/III_plan_andaluz_salud/III_plan_andaluz_salud.pdf) ].
11. Consejería de Salud. Plan Integral de la Obesidad Infantil de Andalucía 2007-2011. Junta de Andalucía [Internet]. Sevilla; 2006. [Disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/csalud/galerias/documentos/c\\_1\\_c\\_6\\_planes\\_estrategias/plan\\_obesidad\\_infantil/plan\\_obesidad\\_infantil.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/csalud/galerias/documentos/c_1_c_6_planes_estrategias/plan_obesidad_infantil/plan_obesidad_infantil.pdf)]
12. Observatorio de la infancia en Andalucía. Consejería para la Igualdad y Bienestar Social. Estado de la infancia y adolescencia en Andalucía. Presentación y resumen de cuadernos. Junta de Andalucía. [Internet]. Granada; 2006. [Disponible en: [www.juntadeandalucia.es/observatoriodelainfancia](http://www.juntadeandalucia.es/observatoriodelainfancia)]
13. Secretaria General para el Deporte. Observatorio del Deporte Andaluz. Hábitos y actitudes de los Andaluces en edad escolar ante el deporte, 2006. Avance de resultados: Córdoba. Consejería de Turismo, Comercio y Deporte. Junta de Andalucía; 2006.
14. Pérula de Torres L. Estudio de los hábitos y conductas relacionados con la salud autopercebida [Tesis Doctoral]. Córdoba: Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina; 1995.
15. Gascón Jiménez FJ. Estudio de los hábitos y conductas relacionados con la salud de los escolares de la provincia de Córdoba, excluida la capital [Tesis Doctoral]. Córdoba: Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina; 1995.
16. Mengual Luque P. Estudio de los hábitos y conductas relacionados con la salud de los escolares de la ciudad de Córdoba, 1994/1999. [Tesis Doctoral]. Córdoba: Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina; 2001.
17. Benito Bartolome F, Sánchez Fernández Bernal C. Educación para la salud. An Pediatr Contin. 2007; 5: 205-211.

18. Elder, J.P., Arredondo, E.M, Campbell, N., Baquero, B., Duerksen, S., Ayala, G. et al. (2010). Individual, family, and community environmental correlatos of obesity in latino elementary school children. *J. Sch. Health*, 80 (1), 20-30.
19. Mendoza R, Sagrera MR y JM, Batista. Conductas de los escolares españoles relacionadas con la salud. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid; 1994.
20. Currie C et al. Inequalities in young people ?s health: international report from the HBSC 2006 survey (Health Policy for Children and Adolescents, no5). WHO Regional Office for Europe. Copenhagen; 2006.
21. Pate RR, O'Neill JR. After-school interventions to increase physical activity among youth. *Br J Sports Med*. 2009; 43(1):14-8.
22. Martínez-Gómez D, Ortega FB, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, Veiga OL, Widhalm K, Manios Y, Béghin L, Valtueña J, Kafatos A, Molnar D, Moreno LA, Marcos A, Castillo MJ, Sjöström M; on behalf of the HELENA study group. Excessive sedentary time and low cardiorespiratory fitness in European adolescents: the HELENA study. *Arch Dis Child* 2011; 96: 240-246.
23. Wärnberg J, Moreno LA, Mesana MI, Marcos A; AVENA group. Inflammatory mediators in overweight and obese Spanish adolescents. The AVENA Study. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2004; 28 Suppl 3:S59-63.
24. Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre re?gimen alimentario, actividad fi?sica y salud: marco para el seguimiento y evaluacio?n de la aplicacio?n. Ginebra; 2009. [consultado 16 Febrero 2018]; [Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/DPASIndicators/es/>].
25. Aguilar-Shea AL, Calvo E, Zamorano JL. Grosor íntimo-medial carotídeo y su relación con la función SCORE en España. *Med Clin (Barc)*. 2011;136(15):653-658
26. Mittelman SD, Gilsanz P, Mo AO, Wood J, Dorey F, Gilsanz V. Adiposity Predicts Carotid Intima-Media Thickness in Healthy Children and Adolescents. *J Pediatr* 2010;156:592- 7.
27. Marrodán MD, Martínez Álvarez JR, González-Montero de Espinosa

- ML, López-Ejeda N, Cabañas MD, Pacheco JL, et al. Estimación de la adiposidad a partir del índice cintura talla: ecuaciones de predicción aplicables en población infantil española. *Nutr. clín. diet. hosp*, 2011; 45-51
- 28.Saldivar-Cerón HI, Vázquez-Martínez AL, Barrón-Torres MT. Precisión diagnóstica de indicadores antropométricos: perímetro de cintura, índice cintura-talla e índice cintura-cadera para la identificación de sobrepeso y obesidad infantil. *Acta Pediatr Mex*. 2016 Mar;37(2): 79- 87
- 29.Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014;384:766-81
- 30.Park MH, Falconer C, Viner RM, Kinra S. The impact of childhood obesity on morbidity and mortality in adulthood: a systematic review. *Obes Rev*. 2012;13:985-1000
- 31.Escribano García S, Vega Alonso AT, Lozano Alonso J, Alamo Sanz R, Lleras Muñoz S, Castrodeza Sans J, et al. Patrón epidemiológico de la obesidad en Castilla y León y su relación con otros factores de riesgo de enfermedad cardiovascular. *Rev Esp Cardiol*. 2011;64:63-6.
- 32.Gabriel R, Alonso M, Segura A, Tormo MJ, Artigao LM, Banegas JR, et al; Grupo Cooperativo ERICE. Prevalencia, distribución y variabilidad geográfica de los principales factores de riesgo cardiovascular en España. Análisis agrupado de datos individuales de estudios epidemiológicos poblacionales: estudio ERICE. *Rev Esp Cardiol*. 2008;61:1030-40.
- 33.Bertsen S, Mowinckel P, Carlsen KH, Kolsgaard MLP, Joner G. Obese children playing towards an active lifestyle. *Int J Pediatr Obes*. 2010;5:64-71.
- 34.Martínez-Gómez D, Eisenmann JC, Gómez-Martínez S, Veses A, Marcos A, Veiga OL. Sedentarismo, adiposidad y factores de riesgo cardiovascular en adolescentes. Estudio AFINOS. *Rev Esp Cardiol*. 2010;63:277-85.
- 35.Zapatero A, Barba R, González N, Losa JE, Plaza S, Canora J, et al.

- Influencia de la obesidad y la desnutrición en la insuficiencia cardiaca aguda. *Rev Esp Cardiol.* 2012;65:421-6.
- 36.Rohani M, Jogestrand T, Ekberg M, van der Linden J, Källner G, Jussila R et al. Interrelation between the extent of atherosclerosis in the thoracic aorta, carotid intima-media thickness and the extent of coronary artery disease. *Atherosclerosis* 2005;179:311-
- 37.Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Bautista L, Franzosi MG, Commerford P, et al. Obesity and the risk of myocardial infarction in 27000 participants from 52 countries: a case-control study. *Lancet.* 2005;366:1640-9.
- 38.De Onis M, Blössner M, Borghi E. Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children. *Am J Clin Nutr* 2010;92:1257-1264.
- 39.Estudio ALADINO 2013: Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2013. Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid. 2014.
- 40.Ahrens, W.; Pigeot, I.; Pohlmann, H.; De Henauw, S.; Lissner, L.; Molnár, D.; Moreno, L.A.; Tornaritis, M.; Veidebaum, T.; Siani, A.; et al. Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. *Int J Obes (Lond)* 2014, 38 Suppl 2, S99-S107.
- 41.García García, E.; Vázquez López, M.-Á.; Galera Martínez, R.; Alias, I.; Martín González, M.; Bonillo Perales, A.; Cabrera Sevilla, J.E.; García Escobar, I.; Gómez Bueno, S.; López Ruzafa, E.; et al. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes de 2 a 16 años. *Endocrinología y Nutrición* 2013, 60, 121-126.
- 42.Lakshman, R.; Elks, C.E.; Ong, K.K. Childhood obesity. *Circulation* 2012, 126, 1770-1779.
- 43.Sánchez-Cruz JJ, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F y Sánchez MJ Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Rev Esp Cardiol.* 2013;66(5):371-376
- 44.Martín S, López García-Aranda, Almendro M. Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en la infancia y adolescencia: estudio Carmona. *Clin Invest Arterioscl*, 2005; 17(3):112-21

45. Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición.. Estudio ALADINO 2015: Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2015. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid, 2016. [consultado 24 Junio 2017]; Disponible en : [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/observatorio/Estudio\\_ALADINO\\_2015.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/nutricion/observatorio/Estudio_ALADINO_2015.pdf)
46. Global report. Innovative care for chronic conditions: building blocks for action. Geneva: WHO; 2002
47. Dekkers JC, Podolsky RH, Treiber FA, Barbeau P, Gutin B, Snieder H. Development of general and central obesity from childhood into early adulthood in African American and European American males and females with a family history of cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr.* 2004;79: 661-8
48. Marrugat J, Solanas P, D'Agostino R, Sullivan L, Ordovas J, Cerdas F, et al. Estimación del riesgo coronario en España mediante la ecuación de Framingham calibrada. *Rev Esp Cardiol.* 2003;56:253-61
49. Verdecchia P, Angeli F. Séptimo informe del Joint National Committee para la prevención, detección, evaluación y tratamiento de la hipertensión arterial: el armamento está a punto. *Rev Esp Cardiol.* 2003;56:843-7.
50. Serra ML, Ribas BL, Aranceta BJ, Perez RC, Saavedra SP, Pena QL. [Childhood and adolescent obesity in Spain. Results of the enKid study (1998-2000)]. *Med Clin (Barc).* 2003; 121(19): 725-32
51. Naylor PJ, McKay HA. Prevention in the first place: schools a setting for action on physical inactivity. *Br J Sports Med.* 2009; 43(1):10-3.
52. Ruiz JR, Ortega FB, Meusel D, Harro M, Oja P, Sjostrom M. Cardiorespiratory fitness is associated with features of metabolic risk factors in children. Should cardiorespiratory fitness be assessed in a European health monitoring system? The European Youth Heart Study. *J Public Health.* 2006; 14:94-102.
53. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Vicente-Rodríguez G, Moreno LA, Manios Y, Beghin L, Ottevaere C, Ciarapica D, Sarri K, Dietrich S, Blair SN, Kersting M, Molnar D,



- González-Gross M, Gutiérrez A, Sjöström M, Castillo MJ. Physical fitness levels among European adolescents: The HELENA study. *Br J Sports Med* 2011; 45: 20-29.
54. Ortega F, Ruiz JR, Castillo MJ, González-Gross M, Warnberg J y Gutiérrez A. Low Level of Physical Fitness in Spanish Adolescents. Relevance for Future CV Health (AVENA Study). *Rev Esp Cardiol*. 2005; 58(8), 889-909.
55. Esteban-Cornejo I, Hallal PC, Mielke GI, Menezes AM, Gonçalves H, Wehrmeister F, et al. Physical Activity throughout Adolescence and Cognitive Performance at 18 Years of Age. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(12):2552-7.
56. Maffeis C, Pietrobelli A, Grezzani A, Provera S, Tato L. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obesity research*. 2001;9(3):179-87
57. García-Castañares I. Análisis antropométrico y de la condición física en centros educativos para valorar la prevalencia de obesidad. Prevención y tratamiento de esta enfermedad mediante la actividad física [trabajo fin de grado]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF); 2015.

## **Bibliografía Hipertensión**

1. Rimárová K, Dorko E, Diabelková J, Sulínová Z, Frank K, Baková J, et al. Predictores antropométricos de presión arterial sistólica y diastólica considerando diferencias intersexuales en un grupo de escolares seleccionados. *Cent Eur J Salud pública*. 2018; 26 (Suplemento): S04-11. doi: 10.21101 / cejph.a5536.
2. Sun C, Ponsonby AL, Carlin JB, Bui M, Magnussen CG, Burns TL, et al. Childhood adiposity, adult adiposity, and the ACE gene insertion/deletion polymorphism: evidence of gene—environment interaction effects on adult blood pressure and hypertension status in adulthood. *J Hypertens*. 2018; 36(11): 2168–2176.
3. Ortiz-Pinto MA, Ortiz-Marrón H, Ferriz-Vidal I, Martínez-Rubio MV, Esteban-Vasallo M, Ordobás-Gavin M, et al. Association between general and central adiposity and development of hypertension in early childhood. *Eur J Prev Cardiol*. 2019; 26(12):1326-1334.
4. Li Y, Zou Z, Luo J, Ma J, Ma Y, Jing J, et al. The predictive value of anthropometric indices for cardiometabolic risk factors in Chinese children and adolescents: A national multicenter school-based study. *PLoS One*. 2020; 15(1):e0227954.
5. Flynn JT et al: Update: ambulatory blood pressure monitoring in children and adolescents: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension* 2014 May;63(5):1116–1135
6. Reusz GS, Cseprekal O, Temmar M, Kis E, Cherif AB, Thaleb A, Fekete A, Szabó AJ, Benetos A, Salvi P. Reference values of pulse wave velocity in healthy children and teenagers. *Hypertension*. 2010;56:217–224.
7. Lurbe E, Torro I, Garcia-Vicent C, Alvarez J, Fernández-Fornos JA, Redon J. Blood pressure and obesity exert independent influences on pulse wave velocity in youth. *Hypertension*. 2012;60:550–555.
8. Jagannathan R, Patel S, Ali MK, Narayan V. Global Updates on Cardiovascular Disease Mortality Trends and Attribution of Traditional Risk Factors. *Curr Diabetes Rev*. 2019; 19:44.
9. Ko HY, Lee JK, Shin JY, Jo E. Health-Related Quality of Life and Cardiovascular Disease Risk in Korean Adults. *Korean J Fam Med*. 2015; 36(6): 349–356.
10. Gheorghe A, Griffiths U, Murphy A, Legido-Quigley, Lam P, Perel P. The

economic burden of cardiovascular disease and hypertension in low- and middle-income countries: a systematic review. *BMC Public Health*. 2018; 18:975.

11.NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet*. 2016; 387: 1377–96

12.The GBD 2015 Obesity Collaborators. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *N Engl J Med*. 2017; 377(1):13-27).

13.Torrance B, McGuire KA, Lewanczuk R, McGavock J. Overweight, physical activity and high blood pressure in children: a review of the literature. *Vasc Health Risk Manag* 2007; 3:139–149.

14.Garrison RJ, Kannel WB, Stokes J 3rd, Castelli WP. Incidence and precursors of hypertension in young adults: the Framingham offspring study. *Prev Med* 1987; 16:235–251.

15. Berenson GS. Obesity: a critical issue in preventive cardiology – the Bogalusa Heart Study. *Prev Cardiol* 2005; 8:234–241.

16. Graf C, Rost SV, Koch B, Heinen S, Falkowski G, Dordel S, et al. Data from the StEP TWO programme showing the effect on blood pressure and different parameters for obesity in overweight and obese primary school children. *Cardiol Young* 2005; 15:291–298.

17. Lurbe E. Childhood blood pressure: a window to adult hypertension. *J Hypertens* 2003; 21:2001–2003.

18.Monego ET, Jardim PC. Determinantes de risco para doenças cardiovasculares em escolares. *Arq Bras Cardiol*. 2006;87(1):37-45.

19. Costanzi CB., Halpern R, Rech RR, Bergmann ML, Alli LR, Mattos AP. Fatores associados a níveis pressóricos elevados em escolares de uma cidade de porte médio do sul do Brasil. *J Pediatr*. 2009;85(4):335-40.

20. Naghettini AV, Belem JM, Salgado CM, Vasconcelos Júnior HM, Seronni EM, et al. Avaliação dos fatores de risco e proteção associados à elevação da pressão arterial em crianças. *Arq Bras Cardiol*. 2010;94(4):486-91.

21. Chioloro A, Madeleine G, Gabriel A, Burnier M, Paccaud F, Bovet P. Prevalence of elevated blood pressure and association with overweight in children of a rapidly developing country. *J Hum Hypertens*. 2007;21(2):120-7.

22. Gopinath B, Baur LA, Garnett S, Pfund N, Burlutsky G, Mitchell P. Body mass index and waist circumference are associated with blood pressure in preschool-aged children. *Ann Epidemiol.* 2011;21(5):351-7.)

23. Crispim PA, Peixoto Mdo R, Jardim PC Risk factors associated with high blood pressure in two-to five-year-old children. *Arq Bras Cardiol.* 2014 Jan;102(1):39-46. doi: 10.5935/abc.20130227

### **Bibliografía Síndrome Metabólico**

1. Guerrero-Fernández J, González Casado I. Manual de Diagnóstico y Terapéutica en Endocrinología Pediátrica. ERGON 2018)
2. Speiser PW, Rudolf MC, Anhalt H, Camacho-Hubner C, Chiarelli F, Eliakim A, et al. Obesity Consensus Working Group. Childhood obesity. J Clin Endocrinol Metab. 2005;90:1871-87
3. Guo SS, Wu W, Chumlea WC, Roche AF. Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence. Am J Clin Nutr. 2002;76:653-8.
4. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. Lancet Lond Engl. 2014 Aug 30;384(9945):766-81.
5. Ahrens W, Pigeot I, Pohlmann H, De Henauw S, Lissner L, Molnár D, Moreno LA, Tornaritis M, Veidebaum T, Siani A. Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. International Journal of Obesity. 2014 Sep 1;38:S99-107.
6. ALADINO E. Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España (2016). Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid).
7. García García E, Vázquez López MA, Galera Martínez R, Alias E, Martín González M, Bonillo Perales A. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes de 2 a 16 años. Endocrinol Nutric. 2013;60:121-6).
8. Lakshman R, Elks CE, Ong KK: Childhood obesity. Circulation 2012; 126: 1770-1779.
- Friend A, Craig L, Turner S: The prevalence of metabolic syndrome in children: a systematic review of the literature. Metab Syndr Relat Disord 2013; 11: 71-80.
9. Magge SN, Goodman E, Armstrong SC. The Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Shifting the Focus to Cardiometabolic Risk Factor Clustering. Pediatrics. 2017 Jul 24:e20171603.
10. Lo, K.; Wong, M.; Khalechelvam, P.; Tam, W. Waist-to-height ratio, body mass index and waist circumference for screening paediatric cardio-metabolic

- risk factors: A meta-analysis. *Obes. Rev.* 2016, 17, 1258–1275
11. Yeste D, Carrascosa A. Complicaciones metabólicas de la obesidad infantil. *An Pediatr (Barc)*. 2011;75(2):135.e1–135.e9)
  12. Martínez-Villanueva J, González-Leal R, Argente A, Martos-Moreno GA. La obesidad parental se asocia con la gravedad de la obesidad infantil y de sus comorbilidades, *An Pediatr (Barc)*. 2019;91:422-310)
  13. Nugent, R.; Levin, C.; Hale, J.; Hutchinson, B. Economic effects of the double burden of malnutrition. *Lancet* 2020, 395, 156–164.
  14. Uauy, R.; Kain, J.; Mericq, V.; Rojas, J.; Corvalán, C. Nutrition, child growth, and chronic disease prevention. *Annals of Medicine* 2008, 40, 11–20.
  15. Rimárová K, Dorko E, Diabelková J, Sulínová Z, Frank K, Baková J, et al .. Predictores antropométricos de presión arterial sistólica y diastólica considerando diferencias intersexuales en un grupo de escolares seleccionados. *Cent Eur J Salud pública*. 2018; 26 (Suplemento): S04-11. doi: 10.21101 / cejph.a5536.
  16. World Health Organization Obesity and overweight Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed on Feb 27, 2020).
  17. Slining, M.M.; Ng, S.W.; Popkin, B.M. Food Companies' Calorie-Reduction Pledges to Improve U.S. Diet. *American Journal of Preventive Medicine* 2013, 44, 174–184.
  18. Calañas-Contiente A, Arrizabalaga J, Caixas A, Cordido F, Grupo de Trabajo sobre Obesidad de la Sociedad Española de Endocrinología y Nutrición. Recomendaciones diagnósticas y terapéuticas en el sobrepeso y la obesidad durante la adolescencia *Med Clin (Barc)*., 135 (2010), pp. 265-273)
  19. Lakshman R, Elks CE, Ong KK: Childhood obesity. *Circulation* 2012; 126: 1770–1779.
  20. Friend A, Craig L, Turner S: The prevalence of metabolic syndrome in children: a systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat Disord* 2013; 11: 71–80.
  21. Lo, K.; Wong, M.; Khalechelvam, P.; Tam, W. Waist-to-height ratio, body mass index and waist circumference for screening paediatric cardio-metabolic risk factors: A meta-analysis. *Obes. Rev.* 2016, 17, 1258–1275).
  22. <http://jcheca.github.io/MetS/index.html>

23. Romero-Saldaña M, Fuentes-Jiménez FJ, Vaquero-Abellán M, Álvarez-Fernández C, Molina-Recio G, López-Miranda J. New non-invasive method for early detection of metabolic syndrome in the working population. *European Journal of Cardiovascular Nursing*. 2016 Dec;15(7):549-58.
24. Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA*, 2001; 285: 2486-2497.
25. García García E, Vázquez López MA, Galera Martínez R, Alias E, Martín González M, Bonillo Perales A. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes de 2 a 16 años. *Endocrinol Nutric*. 2013;60:121-6.
26. González-Jiménez et al (25. González-Jiménez E, Montero-Alonso MA, Schmidt-RioValle J, García-García CJ, Padez C. Metabolic syndrome in Spanish adolescents and its association with birth weight, breastfeeding duration, maternal smoking, and maternal obesity: a cross-sectional study. *European journal of nutrition*. 2015 Jun 1;54(4):589-97.
27. Vanlancker T, Schaubroeck E, Vyncke K, Cadenas-Sanchez C, Breidenassel C, González-Gross M, Gottrand F, Moreno LA, Beghin L, Molnár D, Manios Y. Comparison of definitions for the metabolic syndrome in adolescents. The HELENA study. *European journal of pediatrics*. 2017 Feb 1;176(2):241-52
28. Flynn JT, Kaelber DC, Baker-Smith CM, Blowey D, Carroll AE, Daniels SR, de Ferranti SD, Dionne JM, Falkner B, Flinn SK, Gidding SS. Clinical practice guideline for screening and management of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. 2017 Aug 21:e20171904.
29. Kassi E et al. Metabolic syndrome: definitions and controversies. *BMC Med*. 2011;9:48

## **Bibliografía Variables Antropométricas**

1. Sweeting HN. Measurement and definitions of obesity in childhood and adolescence: a field guide for the uninitiated. *Nutr J*. 2007. 26; 6: 32.
2. Hernández M, Castellet J, Narvaíza JL, Rincón JM, Ruiz I, Sánchez E, Sobradillo B, Zurimendi A. Curvas y tablas de crecimiento. Estudio semi-longitudinal. Instituto de investigación sobre crecimiento y desarrollo. Fundación Faustino Orbegozo. Ed Ergón. 2002.
3. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: International survey. *BMJ*. 2000; 320: 1240-3.
4. Cañete R, Gil-Campos M, Aguilera CM, Moya M. Diagnóstico, prevención y tratamiento de la obesidad infantil. En Gil A. Tratado de Nutrición. 2010.
5. Moreno LA, Joyanes M, Mesana MI, González-Gross M, Gil VM, Sarría A, Gutiérrez G, Garault M, Pérez-Prieto R, Bueno M, Marcos A and for AVENE Study Group. Harmonization of antropometric measurements for a multicentre nutrition survey in Spanish adolescents. *Nutrition*. 2003; 19: 481-6.
6. Haslam D y James WP. Obesity. *Lancet*. 2005; 366: 1197-209.
7. Borgman M y McErlean E. What is the metabolic syndrome? Prediabetes and cardiovascular risk. *J Cardiovasc Nursing*. 2006; 285-90.
8. Meyers M y Gokce N. Endothelial dysfunction in obesity: etiological role in atherosclerosis. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2007; 14: 365-9.
9. Iacobellis G, Willens HJ, Barbaro G, Sharma AM. Threshold values of high-risk echocardiographic epicardial fat thickness. *Obesity (Silver Spring)* 2008;16:887-892.
10. Singh N, Singh H, Khanijoun H, Iacobellis G. Echocardiographic assessment of epicardial adipose tissue - a marker of visceral adiposity. *Mcgill J Med* 2007;10:26-30.
11. Canoy D, Boekholdt SM, Wareham N, Luben R, Welch A, Buchan I, Day N, Khaw KT. Body fat distribution and risk of coronary heart disease in men and women in the EPIC-Norfolk cohort: a population-based prospective study involving 2006 events and 224 536 person years of follow-up. *Circulation*. 2007; 116: 2933-43.
12. Barnett AH. The importance of treating cardiometabolic risk factors in patients with type 2 diabetes. *Diab Vasc Dis Res*. 2008; 5. 9-14.
13. Khoury M, Manlhiot C, Dobbin S, Gibson D, Chahal N, Wong H, et al. Role of waist measures in characterizing the lipid and blood pressure assessment of adolescents classified by body mass index. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2012;166:719-24. 13



14. Qiang Zeng, Sheng-Yong Dong, Xiao-Nan Sun, Jing Xie, and Yi Cui. Percent body fat is a better predictor of cardiovascular risk factors than body mass index. *Braz J Med Biol Res.* 2012;45(7):591-600 14
15. Iacobellis G, Assael F, Ribaud M, Zappaterreno A, Alessi G, Di Mario U, Leonetti F. Epicardial fat from echocardiography: a new method for visceral adipose tissue prediction. *Obes Res* 2003;11:304-310.
16. Kim S, Kim H, Jung J, Kim N, Noh Ch, Hong Y. Correlation between epicardial fat thickness by echocardiography and other parameters in obese adolescents. *Korean Circ J* 2012;42:471-478.
17. Iacobellis G, Sharma AM. Epicardial adipose tissue as new cardio-metabolic risk marker and potential therapeutic target in the metabolic syndrome. *Curr Pharm Des* 2007;13:2180-2184.
18. Iacobellis G, Corradi D, Sharma A. Epicardial adipose tissue: anatomic, biomolecular and clinical relationships with the heart. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med* 2005;2:536-543
19. Torres C, Lima-Martínez M, Rosa F, Guerra E, Paoli M, Iacobellis G, Rodney M, Romero-Vecchione E, Luisa Saadtjian M, Zagala M, Rodney H. Epicardial adipose tissue and its association to plasma adrenomedullin levels in patients with metabolic syndrome. *Endocrinol Nutr* 2011;58:401-408.
20. Ashwell M, Gunn P, Gibson S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews.* [Internet]. 2011;13(3):275-86.
21. Bianchini-Quadros MT, Pinheiro-Golda A, Rosendo-Silva RC, Rodríguez-Silva L. Predictive capacity of anthropometric indicators for dyslipidemia screening in children and adolescents. *J Pediatr (Rio J).* [2015;30(20):1-9.
22. Khan HS, Ghormli LE, Jago R, et al. Cardiometabolic risk assessment by body mass index z-score or waist-to-height ratio in a multiethnic sample of sixth graders. *J Obesity.* [Internet]. 2014 [consultado 3 Ago 2015]; ID 421658. Disponible en: <http://www.hindawi.com/journals/job/2014/421658/>.
23. Valle-Leal J, Abundis-Castro L, Hernández-Escareno J y Flores-Rubio S. Índice cintura- estatura como indicador de riesgo metabólico en niños. *Rev Chil Pediatr.* 2016;87(3):180-185
24. Saldivar-Cerón HI, Vázquez-Martínez AL, Barrón-Torres MT. Precisión diagnóstica de indicadores antropométricos: perímetro de cintura, índice cintura-talla e índice cintura-cadera para la identificación de sobrepeso y obesidad infantil. *Acta Pediatr Mex.* 2016 Mar;37(2): 79- 87
25. Marrodán MD, Martínez Álvarez JR, González-Montero de Espinosa ML, López-Ejeda N, Cabañas MD, Pacheco JL, et al. Estimación de la adiposidad a

partir del índice cintura talla: ecuaciones de predicción aplicables en población infantil española. *Nutr. clín. diet. hosp*, 2011; 45-51

26. Keane JF, Fyler DC, Lock JE ed. *Nandas Pediatric Cardiology*. 2n ed Philadelphia, Saunders Elsevier; 2016

27. Maffeis C, Pietrobelli A, Grezzani A, Provera S, Tato L. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obesity research*. 2001;9(3):179-87

28. Perichart-Perera O, Balas-Nakash M, Schiffman-Selechnik E, Barbato-Dosal A, Vadillo-Ortega F. Obesity increases metabolic syndrome risk factors in school-aged children from an urban school in Mexico city. *Journal of the American Dietetic Association*. 2007; 107(1):81-91.

29. Marrugat J, Solanas P, D'Agostino R, Sullivan L, Ordovas J, Cordón F, et al. Estimación del riesgo coronario en España mediante la ecuación de Framingham calibrada. *Rev Esp Cardiol*. 2003;56:253-61

30. Li Y, Zou Z, Luo J, Ma J, Ma Y, Jing J, et al. The predictive value of anthropometric indices for cardiometabolic risk factors in Chinese children and adolescents: A national multicenter school-based study. *PLoS One*. 2020; 15(1):e0227954

31. Christofaro DGD, Farah BQ, Vanderlei LCM, Delfino LD, Tebar WR, Barros MVG, et al. Analysis of different anthropometric indicators in the detection of high blood pressure in school adolescents: a cross-sectional study with 8295 adolescents. *Braz J Phys Ther*. 2018; 22(1):49-54.

32. Fan H, Zhu Q, Medrano-Gracia P, Zhang X. Comparison of child adiposity indices in prediction of hypertension in early adulthood. *J Clin Hypertens (Greenwich)*. 2019;21(12):1858-1862

33. Kalantari S, Khalili D, Asgari S, Fahimfar N, Hadaegh F, Tohidi M, et al. Predictors of early adulthood hypertension during adolescence: a population-based cohort study. *BMC Public Health*. 2017; 17(1):915

34. Andrade GN, Matoso LF, Miranda JWB, Lima TF, Gazzinelli A, Vieira EW. Anthropometric indicators associated with high blood pressure in children living in urban and rural areas. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2019; 27:e3150

35. Zhao M, Bovet P, Ma C, Xi B. Performance of different adiposity measures for predicting cardiovascular risk in adolescents. *Sci Rep*. 2017; 7:43686

36. Ma L, Cai L, Deng L, Zhu Y, Ma J, Jing J, et al. Waist Circumference is Better Than Other Anthropometric Indices for Predicting Cardiovascular Disease Risk Factors in Chinese Children--a Cross-Sectional Study in Guangzhou. *J Atheroscler Thromb*. 2016; 23(3):320-9

37. Rodríguez N, Costa P, Souza T, de Oliveira F, Brener S, Fredrico A, et al. Waist circumference as high blood pressure predictor in school age children. *Ciênc. saúde coletiva*. 2019; 24(5): 1885 – 1893

38. Rimárová K, Dorko E, Diabelková J, Sulínová Z, Frank K, Baková J, et al. Anthropometric predictors of systolic and diastolic blood pressure considering intersexual differences in a group of selected schoolchildren. *Cent Eur J Public Health*. 2018; 26 Suppl:S4-S11.
39. Gomwe H, Seekoe E, Lyoka P, Marange CS. The relationship between body composition and blood pressure among primary school children in Eastern Cape province, South Africa. *Afr J Prim Health Care Fam Med*. 2019; 11(1):e1-e6
40. Ortiz-Pinto MA, Ortiz-Marrón H, Ferriz-Vidal I, Martínez-Rubio MV, Esteban-Vasallo M, Ordobás-Gavin M, et al. Association between general and central adiposity and development of hypertension in early childhood. *Eur J Prev Cardiol*. 2019; 26(12):1326-1334
41. Deng G, Yin L, Liu W, Liu X, Xiang Q, Qian Z, et al. Associations of anthropometric adiposity indexes with hypertension risk: A systematic review and meta-analysis including PURE-China. *Medicine (Baltimore)*. 2018; 97(48):e13262. doi: 10.1097/MD.00000000000013262
42. Moschonis G, Karatzi K, Androutsos O, Lionis C, Chrousos GP, Manios Y. Anthropometric cut-off values identifying Greek children at risk of hypertension: the Healthy Growth Study. *J Hum Hypertens*. 2018; 32(3):190-196
43. Flynn JT. Adiposity, the sympathetic nervous system, and childhood primary hypertension. *Hypertension*. 2013;62:689-690
44. Dong B, Wang Z, Wang HJ, Ma J. Associations between adiposity indicators and elevated blood pressure among Chinese children and adolescents. *J Hum Hypertens*. 2015; 29(4):236-40.
45. Sahakyan K, Somers V, Rodríguez-Escudero J, Hodge D, Carter R, Sochor O, et al. Normal Weight Central Obesity: Implications for Total and Cardiovascular Mortality. *Ann Intern Med*. 2015; 163(11): 827-835
46. Mokha JS, Srinivasan SR, Dasmahapatra P, et al. Utility of waist-to-height ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: the Bogalusa Heart Study. *BMC Pediatr*. 2010;10:73
47. Weili Y, Yao H, Dai J, Cui J, Ge D, Zheng Y, et al. Waist-to-height ratio is an accurate and easier index for evaluating obesity in children and adolescents. *Obesity*. 2007; 15: 748-52
48. Lu Q, Ma CM, Yin FZ, Liu BW, Lou DH, Liu XL. How to simplify the diagnostic criteria of hypertension in adolescents. *J Hum Hypertens*. 2011;25(3):159-163).
49. Lo K, Wong M, Khalechelvam P, Tam W. Waist-to-height ratio, body mass index and waist circumference for screening paediatric cardio-metabolic risk factors: a meta-analysis. *Obes Rev*. 2016; 17(12):1258-1275.

50. Hsieh, S.D.; Yoshinaga, H. Do people with similar waist circumference share similar health risks irrespective of height? *Tohoku J. Exp. Med.* 1999, 188, 55–60.
  51. Revenga-Frauca, J.; González-Gil, E.; Bueno-Lozano, G.; de Miguel-Etayo, P.; Velasco-Martínez, P.; Rey-López, J.; Bueno-Lozano, O.; Moreno, L. Abdominal fat and metabolic risk in obese children and adolescents. *J. Physiol. Biochem.* 2009, 65, 415–420
  52. Ashwell, M.; Hsieh, S.D. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2005, 56, 303–307
  53. Lima-Martínez M, Iacobellis G. Grasa epicárdica: una nueva herramienta para la evaluación del riesgo cardiometabólico. *Hipertens Riesgo Vasc* 2011;28:63-68.
  54. Ozdemir O, Hizli S, Abaci A, Agladioglu K, Aksoy S. Echocardiographic measurement of epicardial adipose tissue in obese children. *Pediatr Cardiol* 2010;31:853-860.
  55. Lima-Martínez M, Balladares N, Torres C, Guerra E, Contreras M. Medición ecocardiográfica de la grasa epicárdica. *Imagen Diagn* 2011;2:23-26.
  56. Pischon T, Girman CJ, Hotamisligil GS, Rifai N, Hu FB, Rimm EB. Plasma adiponectin levels and risk of myocardial infarction in men. *JAMA.* 2004;291:1730-7.
  57. Schulze MB, Shai I, Rimm EB, Li T, Rifai N, Hu FB. Adiponectin and future coronary heart disease events among men with type 2 diabetes. *Diabetes.* 2005;54:534-9.
  58. Iacobellis G, Pistilli D, Gucciardo M, Leonetti F, Miraldi F, Brancaccio G, et al. Adiponectin expression in human epicardial adipose tissue in vivo is lower in patients with coronary artery disease. *Cytokine.* 2005;29:251-5.
  59. Iacobellis G, Lonn E, Lamy A, Singh N, Sharma AM. Epicardial fat thickness and coronary artery disease correlate independently of obesity. *Int J Cardiol.* 2011;146:452-4.
  60. Ueno K, Anzai T, Jinzaki M, Yamada M, Jo Y, Maekawa Y, et al. Increased epicardial fat volume quantified by 64-multidetector computed tomography is associated with coronary atherosclerosis and totally occlusive lesions. *Circ J.* 2009;73: 1927-33
  61. Konishi M, Sugiyama S, Sugamura K, Nozaki T, Ohba K, Matsubara J, et al. Association of pericardial fat accumulation rather than abdominal obesity with coronary atherosclerotic plaque formation in patients with suspected coronary artery disease. *Atherosclerosis.* 2010;209:573-8.
71. Ozdemir O, Hizli S, Abaci A, Agladioglu K, Aksoy S. Echocardiographic

measurement of epicardial adipose tissue in obese children. *Pediatr Cardiol* 2010;31:853-860.

62. Shin JH. Is the measurement of epicardial fat in obese adolescents valuable? *Korean Circ J.* 2012;42:447-448.

63. Mazur A, Ostanski M, Telega G, Malecka-Tendera E. Is epicardial fat tissue a marker of metabolic syndrome in obese children? *Atherosclerosis* 2010; 211:596-600.

64. Iacobellis G. Relation of epicardial fat thickness to right ventricular cavity size in obese subjects. *Am J Cardiol.* 2009;104:1601-2.

65. Iacobellis G, Ribaud MC, Zappaterreno A, Iannucci CV, Leonetti F. Relation between epicardial adipose tissue and left ventricular mass. *Am J Cardiol.* 2004;94:1084-7.

66. Skilton MR y Celermajer DS. Endothelial dysfunction and arterial abnormalities in childhood obesity. *Int J Obes.* 2006; 30: 1041-9.

67. Touboul PJ, Hennerici MG, Meairs S, Adams H, Amarenco P, Bornstein N, Csiba L, Desvarieux M, Ebrahim S, Fatar M, Hernandez Hernandez R, Jaff M, Kownator S, Prati P, Rundek T, Sitzler M, Schminke U, Tardif JC, Taylor A, Vicaute E, Woo KS, Zannad F, Zureik

68. Mannheim carotid intima-media thickness consensus (2004-2006). An update on behalf of the Advisory Board of the 3rd and 4th Watching the Risk Symposium, 13th and 15th European Stroke Conferences, Mannheim, Germany, 2004, and Brussels, Belgium, 2006. *Cerebrovasc Dis.* 2007; 23: 75-80.

69. Böhm B, Hartmann K, Buck M, Oberhoffer R. Sex differences of carotid intima-media thickness in healthy children and adolescents. *Atherosclerosis.* 2009; 206: 458-63.

70. Reinehr T, Wunsch R, Sousa G, Toschke AM. Relationship between metabolic syndrome definitions for children and adolescents and intima-media thickness. *Atherosclerosis.* 2008; 199: 193-200.

71. Contreras-Vázquez C, Rivera-Villanueva R, Ruiz-Ochoa D, Bocanegra-Kanagúsico A, Millán-Sánchez N, Moreno-Castillo E, León-Hernández S, Lugo-Álvarez I. Aumento del grosor íntima-media carotídeo y esteatosis hepática en pacientes pediátricos con obesidad y anomalías metabólicas. *Anales de Radiología México* 2015;14:395-410.

72. Jourdan C, Wühl E, Litwin M, Fahr K, Trelewicz J, Jobs K, et al. Normative values for intima-media thickness and distensibility of large arteries in healthy adolescents. *J Hypertens* 2005;23:1707-15.

73. Amato M, Montorsi P, Ravani A, Oldani E, Galli S, Ravagnani PM, et al. Carotid intima-media thickness by B-mode ultrasound as surrogate of coronary atherosclerosis: correlation with quantitative coronary

angiography and coronary intravascular ultrasound findings. *Eur Heart J*. 2007;28:2094-101.

74. Bae JH, Kim WS, Rihal CS, Lerman A. Individual measurement and significance of carotid intima, media, and intima-media thickness by B-mode ultrasonographic image processing. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2006;26:2380-5.

75. Bard RL, Kalsi H, Rubenfire M, Wakefield T, Fex B, Rajagopalan S, et al. Effect of carotid atherosclerosis screening on risk stratification during primary cardiovascular disease prevention. *Am J Cardiol*. 2004;93:1030-2.

76. Zanchetti A, Crepaldi G, Bond MG, Gallus GV, Veglia F, Ventura A, et al. Systolic and pulse blood pressures (but not diastolic blood pressure and serum cholesterol) are associated with alterations in carotid intima-media thickness in the moderately hypercholesterolaemic hypertensive patients of the Plaque Hypertension Lipid Lowering Italian Study. *PHYLLIS Study Group. J Hypertens*. 2001;19:79-88.

77. Junyent M, Gilabert R, Núñez I, Corbella E, Cofána M, Zambón D, et al. Ecografía femoral en la evaluación de la aterosclerosis preclínica. Distribución de valores del grosor íntima-media y frecuencia de placas de ateroma en una cohorte comunitaria española. *Med Clin (Barc)*. 2008;131:566-71.

78. Ros E, Zambón D, Gilabert R. Técnicas de diagnóstico de aterosclerosis preclínica y su utilización para mejorar la predicción del riesgo cardiovascular. *Clin Invest Arterioscler*. 2002;14:187-97.

79. Kastelein JJP, De Groot E, Sakatsing R. Atherosclerosis measured by B-mode ultrasonography: effects of statin therapy on disease progression. *Am J Med*. 2004;116 Suppl 6:S31-36.

80. Sharma K, Blaha MJ, Blumenthal RS, Musunuru K. Clinical and research applications of carotid intima-media thickness. *Am J Cardiol*. 2009;103:1316-20).

81. Lorenz MW, Markus HS, Bots ML, Rosvall M, Sitzer M. Prediction of clinical cardiovascular events with carotid intima-media thickness: a systematic review and metaanalysis. *Circulation*. 2007;115:459-67.

82. Roman M, Naqvi T, Gardin J, Gerhard-Herman M, Jaff M, Mohler E. Clinical application of noninvasive vascular ultrasound in cardiovascular risk stratification: a report from the American Society of Echocardiography and the Society for Vascular Medicine and Biology. *Vascular Medicine*. 2006;11:201-11.

83. Arévalo Lorigo JC, Carretero Gómez J. Proteína C reactiva y grosor íntima-media carotídeo en pacientes con ictus isquémico aterotrombótico. *Med Clin (Barc)*. 2009;133:496-500.

84. Rego JO, Iacobellis G, Sarmientos JC, Mustelier JV, Aquiles EW, Rodríguez VM, et al. Epicardial fat thickness correlates with ApoB/ ApoA1

ratio, coronary calcium and carotid intima media thickness in asymptomatic subjects. *Int J Cardiol* 2011;151:234-36.

85. Cabrera-Rego JO, Iacobellis G, Castillo-Herrera JA, Valiente-Mustelier J, Gandarilla-Sarmientos JC, Marín-Juliá SM, Navarrete-Cabrera J. Epicardial fat thickness correlates with carotid intima-media thickness, arterial stiffness, and cardiac geometry in children and adolescents. *Pediatr Cardiol* 2014;35:450-456.

86. Natale F, Tedesco MA, Mocerino R, de Simone V, di Marco GM, Aronne L, et al. Visceral adiposity and arterial stiffness: echocardiographic epicardial fat thickness reflects, better than waist circumference, carotid arterial stiffness in a large population of hypertensives. *Eur J Echocardiogr*. 2009;10:549-55

## **Bibliografía Nuevas Tecnologías**

1. Freeman, B.; Kelly, B.; Vandevijvere, S.; Baur, L. Young adults: beloved by food and drink marketers and forgotten by public health? *Health Promot. Int.* 2016, 31, 954–961, doi:10.1093/heapro/dav081.
2. Jones, S.C.; Lynch, M. Non-advertising alcohol promotions in licensed premises: does the Code of Practice ensure responsible promotion of alcohol? *Drug Alcohol Rev* 2007, 26, 477–485, doi:10.1080/09595230701494390.
3. Marck, C.H.; De Livera, A.M.; Brown, C.R.; Neate, S.L.; Taylor, K.L.; Weiland, T.J.; Hadgkiss, E.J.; Jelinek, G.A. Health outcomes and adherence to a healthy lifestyle after a multimodal intervention in people with multiple sclerosis: Three year follow-up. *PLoS One* 2018, 13, e0197759, doi:10.1371/journal.pone.0197759.
4. Sharma, S.; Shivpuri, A.; Shivpuri, A. Childhood Obesity: Review of a growing Problem. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry* 2012, 5, 237–241, doi:10.5005/jp-journals-10005-1175.
5. Valerio, G.; Baroni, M.G.; Brufani, C.; Forziato, C.; Grugni, G.; Licenziati, M.R.; Maffei, C.; Miraglia Del Giudice, E.; Morandi, A.; Pacifico, L.; et al. Childhood obesity classification systems and cardiometabolic risk factors: a comparison of the Italian, World Health Organization and International Obesity Task Force references. *Ital J Pediatr* 2017, 43, 19, doi:10.1186/s13052-017-0338-z.
6. Rodríguez, C.C.; Soria, M.D.G.; Ávila, R.E. Los obesos permanecen obesos. Evolución de la obesidad infanto-juvenil en un centro de salud durante 5 años. *Sociedad de Pediatría de Andalucía Occidental y Extremadura* 2019, 26, 35–40.
7. Farajian, P.; Risvas, G.; Karasouli, K.; Pounis, G.D.; Kastorini, C.M.; Panagiotakos, D.B.; Zampelas, A. Very high childhood obesity prevalence and low adherence rates to the Mediterranean diet in Greek children: The GRECO study. *Atherosclerosis* 2011, 217, 525–530, doi:10.1016/j.atherosclerosis.2011.04.003.
8. Mariscal-Arcas, M.; Rivas, A.; Velasco, J.; Ortega, M.; Caballero, A.M.; Olea-Serrano, F. Evaluation of the Mediterranean Diet Quality Index (KIDMED) in children and adolescents in Southern Spain. *Public Health Nutr.* 2009, 12, 1408–1412, doi:10.1017/S1368980008004126.
9. Garcia, L.M.T.; da Silva, K.S.; Del Duca, G.F.; da Costa, F.F.; Nahas,



M.V. Sedentary behaviors, leisure-time physical inactivity, and chronic diseases in Brazilian workers: a cross sectional study. *J Phys Act Health* 2014, 11, 1622–1634, doi:10.1123/jpah.2012-0423.

10. Finkelstein, E.A.; Brown, D.S.; Trogon, J.G.; Segel, J.E.; Ben-Joseph, R.H. Age-Specific Impact of Obesity on Prevalence and Costs of Diabetes and Dyslipidemia. *Value in Health* 2007, 10, S45–S51, doi:10.1111/j.1524-4733.2006.00154.x.

11. Burrows, T.; Hutchesson, M.; Chai, L.K.; Rollo, M.; Skinner, G.; Collins, C. Nutrition Interventions for Prevention and Management of Childhood Obesity: What Do Parents Want from an eHealth Program? *Nutrients* 2015, 7, 10469–10479, doi:10.3390/nu7125546.

12. Costa Dias Pitangueira, J. EFECTIVIDAD DE PROGRAMAS DE INTERVENCIÓN EN LA PREVENCIÓN Y EN EL. NUTRICION HOSPITALARIA 2015, 1455–1464, doi:10.3305/nh.2015.31.4.7809.

13. Organisation for Economic; Co-operation and Development Obesity Update 2017;; 2017; p. 16;.

14. Wrieden, W.L.; Levy, L.B.' Change4Life Smart Swaps': quasi-experimental evaluation of a natural experiment. *Public Health Nutr.* 2016, 19, 2388–2392, doi:10.1017/S1368980016000513.

15. Chung, C.-F.; Agapie, E.; Schroeder, J.; Mishra, S.; Fogarty, J.; Munson, S.A. When Personal Tracking Becomes Social: Examining the Use of Instagram for Healthy Eating. In *Proceedings of the Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*; ACM: Denver Colorado USA, 2017; pp. 1674–1687.

16. Bahn, S.; Barratt-Pugh, L. Emerging Issues of Health and Safety Training Delivery in Australia: Quality and Transferability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2012, 62, 213–222, doi:10.1016/j.sbspro.2012.09.035.

17. Wang; Perona; Schmidt-RioValle; Chen; Jing; González-Jiménez Metabolic Syndrome and Its Associated Early-Life Factors among Chinese and Spanish Adolescents: A Pilot Study. *Nutrients* 2019, 11, 1568, doi:10.3390/nu11071568.

18. Echeverría, G.; McGee, E.; Urquiaga, I.; Jiménez, P.; D'Acuña, S.; Villarroel, L.; Velasco, N.; Leighton, F.; Rigotti, A. Inverse Associations between a Locally Validated Mediterranean Diet Index, Overweight/Obesity,

and Metabolic Syndrome in Chilean Adults. *Nutrients* 2017, 9, 862, doi:10.3390/nu9080862.

19. Franquesa, M.; Pujol-Busquets, G.; García-Fernández, E.; Rico, L.; Shamirian-Pulido, L.; Aguilar-Martínez, A.; Medina, F.; Serra-Majem, L.; Bach-Faig, A. Mediterranean Diet and Cardiometabolic Syndrome: A Systematic Review through Evidence-Based Answers to Key Clinical Questions. *Nutrients* 2019, 11, 655, doi:10.3390/nu11030655.

20. Anderson, E.L.; Steen, E.; Stavropoulos, V. Internet use and Problematic Internet Use: a systematic review of longitudinal research trends in adolescence and emergent adulthood. *International Journal of Adolescence and Youth* 2017, 22, 430–454, doi:10.1080/02673843.2016.1227716.

21. Sweileh, W.M. Research trends on human trafficking: a bibliometric analysis using Scopus database. *Global Health* 2018, 14, 106, doi:10.1186/s12992-018-0427-9.

22. Burnham, J.F. Scopus database: a review. *Biomed Digit Libr* 2006, 3, 1, doi:10.1186/1742-5581-3-1.

23. Jenkins, D. Scopus – a large abstract and citation database for research | The Orb. *The Orb* 2017.

24. Centre for Science and Technology Studies, Leiden University VOSviewer Available online: <https://www.vosviewer.com>.

25. van Eck, N.J.; Waltman, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics* 2010, 84, 523–538, doi:10.1007/s11192-009-0146-3.

26. Schröder, H.; Ribas, L.; Koebnick, C.; Funtikova, A.; Gomez, S.F.; Fíto, M.; Perez-Rodrigo, C.; Serra-Majem, L. Prevalence of Abdominal Obesity in Spanish Children and Adolescents. Do We Need Waist Circumference Measurements in Pediatric Practice? *PLoS ONE* 2014, 9, e87549, doi:10.1371/journal.pone.0087549.

27. Gracia-Arnaiz, M. Taking measures in times of crisis: The political economy of obesity prevention in Spain. *Food Policy* 2017, 68, 65–76, doi:10.1016/j.foodpol.2017.01.001

28. Wang, H.; Zhai, F. Programme and policy options for preventing obesity in China: Options for preventing obesity in China. *Obes Rev* 2013, 14, 134–140, doi:10.1111/obr.12106.

29. Rose, T.; Barker, M.; Maria Jacob, C.; Morrison, L.; Lawrence, W.;

Strömmer, S.; Vogel, C.; Woods-Townsend, K.; Farrell, D.; Inskip, H.; et al. A Systematic Review of Digital Interventions for Improving the Diet and Physical Activity Behaviors of Adolescents. *Journal of Adolescent Health* 2017, 61, 669–677, doi:10.1016/j.jadohealth.2017.05.024.

30. Aguilar-Morales, I.; Colin-Ramirez, E.; Rivera-Mancía, S.; Vallejo, M.; Vázquez-Antona, C. Performance of Waist-To-Height Ratio, Waist Circumference, and Body Mass Index in Discriminating Cardio-Metabolic Risk Factors in a Sample of School-Aged Mexican Children. *Nutrients* 2018, 10, 1850, doi:10.3390/nu10121850.

31. Shadroo, S.; Yoosefi Nejad, M.; Bali, A.O.; Hosseinzadeh, M.; Delghandi, M. sadat A comparison and analysis of the Twitter discourse related to weight loss and fitness. *Netw Model Anal Health Inform Bioinforma* 2020, 9, 23, doi:10.1007/s13721-020-00228-9.

32. Boyland, E.J.; Harrold, J.A.; Kirkham, T.C.; Halford, J.C.G. Persuasive techniques used in television advertisements to market foods to UK children. *Appetite* 2012, 58, 658–664, doi:10.1016/j.appet.2011.11.017.

### **Bibliografía Artículo Atención Primaria**

1. Organización Mundial de la Salud. Estrategia Mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. Ginebra; 2004. [consultado 16 Febrero 2018]; [Disponible en: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy\\_spanish\\_web.pdf](http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_spanish_web.pdf)]

2. Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud: marco para el seguimiento y evaluación de la aplicación. Ginebra; 2009. [consultado 16 Febrero 2018]; [Disponible en: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/DPASindicators/es/>].

3. Ng M, Fleming T, Robinson M et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014; 384:766–81. 2

4. Ahrens W, Pigeot I, Pohlmann H, et al. Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. *International Journal of Obesity*. 2014;38:S99-107.

5. Sánchez-Cruz JJ, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F et al. Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Revista*

Española de Cardiología. 2013;66(5):371–376.

6. García García E, Vázquez López MA, Galera Martínez R et al. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes de 2 a 16 años. *Endocrinología y Nutrición*. 2013;60:121-6.

7. Park MH, Falconer C, Viner RM et al. The impact of childhood obesity on morbidity and mortality in adulthood: a systematic review. *Obesity Reviews* 2012; 13:985–1000.

8. Griffiths C, Gately P, Marchant PR, Cooke CB. Cross-Sectional Comparisons of BMI and Waist Circumference in British Children: Mixed Public Health Messages. *Obesity*. 2012 Jun 1;20(6):1258-60.

9. Cole TJ, Faith MS, Pietrobelli A, Heo M. What is the best measure of adiposity change in growing children: BMI, BMI%, BMI z-score or BMI centile?. *European journal of clinical nutrition*. 2005 Mar;59(3):419.

10. Paluch RA, Epstein LH, Roemmich JN. Comparison of methods to evaluate changes in relative body mass index in pediatric weight control. *American Journal of Human Biology*. 2007 Jul 1;19(4):487-94.

11. Marrodán MD, Martínez Álvarez JR, González-Montero de Espinosa ML et al. Estimación de la adiposidad a partir del índice cintura talla: ecuaciones de predicción aplicables en población infantil española. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 2011; 31(3):45-51.

12. Saldivar-Cerón HI, Vázquez-Martínez AL, Barrón-Torres MT. Precisión diagnóstica de indicadores antropométricos: perímetro de cintura, índice cintura-talla e índice cintura-cadera para la identificación de sobrepeso y obesidad infantil. *Acta Pediátrica de México*. 2016;37(2): 79- 87.

13. Melo Salor, JA. Fuente: WHO Child Growth Standards for 0-5 years, 2006 and WHO Growth Reference 5-19 years, 2007. Tabla de valores de IMC para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad infantojuvenil. [consultado 16 Febrero 2018]; [Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/distritomalaga/docs/cuidados/anexos/Anexo%201.%20Tabla%20valoracion%20IMC.%20OMS.pdf>].

14. de la Cerda Ojeda F, Herrero Hernando C. Hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Protocolos diagnósticos y terapéuticos en Pediatría*. 2014; 1:171-89.

15. Leger LA, Lambert J. A maximal multistage 20-m shuttle run test to

predict VO2 max. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*. 1982;49:1-12.

16. Serra-Majem L, Ribas L, Ngo J, Ortega RM, García A, Pérez-Rodrigo C et al. Food, youth and the mediterranean diet in Spain. Development of kidmed, mediterranean diet quality index in children and adolescents. *Public Health Nutrition* 2004; 7: 931-935.

17. Serra ML, Ribas BL, Aranceta BJ et al. Childhood and adolescent obesity in Spain. Results of the enKid study (1998-2000). *Medicina Clínica* 2003; 121(19): 725-32.

18. Ortega RM, López-AM, Aparicio A et al. Estudio ALADINO 2015: Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2015. Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Madrid, 2016.

19. López E, Navarro M, Ojeda R et al. Adecuación a la dieta mediterránea y actividad física en adolescentes de Canarias. *Archivos de Medicina del Deporte* 2013;30(4):208-214.

20. Navarro-Solera M, González-Carrascosa R, Soriano JM. Estudio del estado nutricional de estudiantes de educación primaria y secundaria de la provincia de Valencia y su relación con la adherencia a la Dieta Mediterránea. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*. 2014; 18(2): 81 – 88.

21. García-Castañares I. Análisis antropométrico y de la condición física en centros educativos para valorar la prevalencia de obesidad. Prevención y tratamiento de esta enfermedad mediante la actividad física [trabajo fin de grado]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF); 2015.

22. Mihalopoulos NL, Holubkov R, Young Pel al. Expected changes in clinical measures of adiposity during puberty. *The Journal of adolescent health*. 2010;47(4):360-6.

23. Altman DG, Bland JM. *Statistics Notes: Diagnostic tests 2: predictive values*. *British Medical Journal* 1994; 309: 102

24. Maffeis C, Pietrobelli A, Grezzani A et al. Waist circumference and cardiovascular risk factors in prepubertal children. *Obesity research*. 2001;9(3):179-87.

25. Perichart-Perera O, Balas-Nakash M, Schiffman-Selechnik E et al. Obesity

increases metabolic syndrome risk factors in school-aged children from an urban school in Mexico city. *Journal of the American Dietetic Association*. 2007; 107(1):81-91.

26. Martínez A. Plan integral de obesidad infantil de Andalucía: 2007-2012. Sevilla: Consejería de Salud, 2016. [consultado 16 Febrero 2018]; [Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/csalud/galerias/documentos/c1c6planesestrategias/planobesidadinfantil/planobesidadinfantil.pdf>].

27. Sorof JM, Lai D, Turner J, Poffenbarger T, et al. Overweight, ethnicity, and the prevalence of hypertension in school- aged children. *Pediatrics* 2004;113(3 pt 1):475-82.

28. Marras AR, Bassareo PP, Ruscazio M. The prevalence of paediatric hypertension, emphasising the need to use specific population references: the Sardinian Hypertensive Adolescents Research Programme Study. *Cardiology in the Young* 2009;19(3):233-8.

29. Bassareo PP, Marras AR, Mercurio G. About the need to use specific population references in estimating paediatric hypertension: Sardinian BP standards (age 11-14 years). *Italian Journal of Pediatrics* 2012;38:1.

30. Bassareo PP, Mercurio G. Pediatric hypertension: An update on a burning problem. *World Journal of Cardiology* 2014;6(5):253-9.

31. McNiece KL, Poffenbarger TS, Turner JL, Franco KD, Sorof JM, Portman RJ. Prevalence of hypertension and pre- hypertension among adolescents. *The Journal of Pediatrics*. 2007;150(6):640-644, 644.e1

32. McNiece KL, Poffenbarger TS, Turner JL, Franco KD, et al. Prevalence of hypertension and pre-hypertension among adolescents. *The Journal of Pediatrics* 2007;150(6):640-4, 644e1.

33. Oliveira RG, Lamounier JA, Oliveira AD, Castro MD, et al. Blood pressure in school children and adolescents - The Belo Horizonte study. *Jornal de Pediatria* 1999;75(4):256-66.

34. Rao G. Diagnosis, Epidemiology, and Management of Hypertension in Children. *Pediatrics*. 2016;138(2):e20153616

### **Bibliografía Artículo Hipertensión MDPI**

1. Jagannathan R, Patel S, Ali MK, Narayan V. Global Updates on Cardiovascular Disease Mortality Trends and Attribution of Traditional Risk Factors. *Curr. Diabetes Rev.* 2019, 19(7),44.
2. Ko HY, Lee JK, Shin JY, Jo E. Health-Related Quality of Life and Cardiovascular Disease Risk in Korean Adults. *Korean J. Fam. Med.* 2015, 36(6), 349–356.
3. Gheorghe A, Griffiths U, Murphy A, Legido-Quigley, Lam P, Perel P. The economic burden of cardiovascular disease and hypertension in low- and middle-income countries: a systematic review. *BMC Public Health.* 2018, 18(1),975.
4. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet.* 2016, 387, 1377–1396
5. The GBD 2015 Obesity Collaborators. Health Effects of Overweight and Obesity in 195 Countries over 25 Years. *N. Engl. J. Med.* 2017, 377(1), 13-27.
6. Garrido-Miguel M, Oliveira A, Cavero-Redondo I, Álvarez-Bueno C, Pozuelo-Carrascosa DP, Soriano-Cano A, et al. Prevalence of Overweight and Obesity among European Preschool Children: A Systematic Review and Meta-Regression by Food Group Consumption. *Nutrients.* 2019, 11(7), E1698.
7. Garrido-Miguel M, Cavero-Redondo I, Álvarez-Bueno C, Rodríguez-Artalejo F, Moreno LA, Ruiz J, et al. Prevalence and Trends of Overweight and Obesity in European Children From 1999 to 2016 A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr.* 2019, e192430.
8. Sánchez-Cruz JJ, Jiménez-Moleón JJ, Fernández-Quesada F, Sánchez MJ. Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Rev. Esp. Cardio.* 2013, 66(5), 371-376
9. Sahoo K, Sahoo B, Choudhury AK, Sofi NY, Kumar R, Bhadoria AS. Childhood obesity: causes and consequences. *J. Family Med. Prim. Care.* 2015, 4(2), 187–192.
10. Bell CS, Samuel JP, Samuels JA. Prevalence of Hypertension in Children: Applying the New American Academy of Pediatrics Clinical Practice Guideline. *Hypertension.* 2019, 73, 148–152.

11. Song P, Zhang Y, Yu J. Global Prevalence of Hypertension in Children: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Pediatr.* 2019, 173(12), 1154-1163.
12. Chen X, Wang Y. Tracking of blood pressure from childhood to adulthood: a systematic review and meta-regression analysis. *Circulation.* 2008;117:3171-3180.
13. Eslami A, Naghibi SS, Ramezankhani A, Fekri N, Asadi K, Azizi F, et al. Incidence and associated risk factors for premature death in the Tehran Lipid and Glucose Study cohort, Iran. *BMC Public Health.* 2019, 19, 719.
14. Bundy JD, Li C, Stuchlik P, Bu X, Kelly TN, Mills KT, et al. Systolic Blood Pressure Reduction and Risk of Cardiovascular Disease and Mortality: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *JAMA Cardiol.* 2017, 2(7), :775-781.
15. Ortiz-Pinto MA, Ortiz-Marrón H, Ferriz-Vidal I, Martínez-Rubio MV, Esteban-Vasallo M, Ordobás-Gavin M, et al. Association between general and central adiposity and development of hypertension in early childhood. *Eur. J. Prev. Cardiol.* 2019, 26(12), 1326-1334.
16. González-Jiménez E, Montero-Alonso MA, Schmidt-RioValle J. Estudio de la utilidad del índice de cintura-cadera como predictor del riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Nutr. Hosp.* 2013, 28(6), 1993-1998.
17. Lurbe E, Agabiti-Rosei E, Kennedy J, Dominiczak A, Erdine S, Hirth A, et al. 2016 European Society of Hypertension guidelines for the management of high blood pressure in children and adolescents. *J. Hypertens.* 2016, 34(10), 1887-1920.
18. De la Cerda F, Herrero C. Hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Protoc. Diag. Ter. Pediatr.* 2014, 1, 171-189.
19. Melo Salor, JA. WHO Child Growth Standards for 0-5years, 2006 and WHO Growth Reference 5-19 years Available online: <http://www.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/distritomalaga/docs/cuidados/anexos/Anexo%201.%20Tabla%20valoracion%20IMC.%20OMS.pdf> (Accessed on 20 May 2020)
20. Stewart A, Marfell-Jones M, Olds T, et al. International standards for anthropometric assessment. Lower Hutt, New Zealand: ISAK, 2011.
21. Aguirre CJ, Sánchez JC, Hernández N, Aguirre FJ, Torres B. Prevalencia



de hipertensión arterial en la población infantil de una zona rural. *Aten. Primaria*. 2012, 44(4), e16-17.

22. Morales-Suárez-Varela M, Mohino-Chocano MC, Soler C, Llopis-Morales A, Peraita-Costa I, Llopis-González A. Prevalencia de hipertensión arterial y su asociación con antropometría y dieta en niños (de seis a nueve años): estudio ANIVA. *Nutr. Hosp.* 2019, 36(1), 133-141

23. Sun C, Ponsonby AL, Carlin JB, Bui M, Magnussen CG, Burns TL, et al. Childhood adiposity, adult adiposity, and the ACE gene insertion/deletion polymorphism: evidence of gene—environment interaction effects on adult blood pressure and hypertension status in adulthood. *J Hypertens.* 2018, 36(11), 2168–2176.

24. Li Y, Zou Z, Luo J, Ma J, Ma Y, Jing J, et al. The predictive value of anthropometric indices for cardiometabolic risk factors in Chinese children and adolescents: A national multicenter school-based study. *PLoS One*. 2020, 15(1), e0227954.

25. Christofaro DGD, Farah BQ, Vanderlei LCM, Delfino LD, Tebar WR, Barros MVG, et al. Analysis of different anthropometric indicators in the detection of high blood pressure in school adolescents: a cross-sectional study with 8295 adolescents. *Braz. J. Phys. Ther.* 2018, 22(1), 49-54.

26. Fan H, Zhu Q, Medrano-Gracia P, Zhang X. Comparison of child adiposity indices in prediction of hypertension in early adulthood. *J. Clin. Hypertens. (Greenwich)*. 2019, 21(12), 1858-1862.

27. Kalantari S, Khalili D, Asgari S, Fahimfar N, Hadaegh F, Tohidi M, et al. Predictors of early adulthood hypertension during adolescence: a population-based cohort study. *BMC Public Health*. 2017, 17(1), 915.

28. Andrade GN, Matoso LF, Miranda JWB, Lima TF, Gazzinelli A, Vieira EW. Anthropometric indicators associated with high blood pressure in children living in urban and rural areas. *Rev. Lat. Am. Enfermagem*. 2019, 27,e3150.

29. Zhao M, Bovet P, Ma C, Xi B. Performance of different adiposity measures for predicting cardiovascular risk in adolescents. *Sci Rep*. 2017, 7, 43686.

30. Ma L, Cai L, Deng L, Zhu Y, Ma J, Jing J, et al. Waist Circumference is Better Than Other Anthropometric Indices for Predicting Cardiovascular Disease Risk Factors in Chinese Children--a Cross-Sectional Study in Guangzhou. *J. Atheroscler. Thromb.* 2016, 23(3), 320-329.

31. Rodríguez N, Costa P, Souza T, de Oliveira F, Brener S, Fredrico A, et al. Waist circumference as high blood pressure predictor in school age children. *Ciênc. saúde coletiva*. 2019, 24(5), 1885 – 1893.
32. Rimárová K, Dorko E, Diabelková J, Sulínová Z, Frank K, Baková J, et al. Anthropometric predictors of systolic and diastolic blood pressure considering intersexual differences in a group of selected schoolchildren. *Cent. Eur. J. Public Health*. 2018, 26, Suppl:S4-S11.
33. Gomwe H, Seekoe E, Lyoka P, Marange CS. The relationship between body composition and blood pressure among primary school children in Eastern Cape province, South Africa. *Afr. J. Prim. Health Care Fam. Med*. 2019, 11(1), e1-e6.
34. Deng G, Yin L, Liu W, Liu X, Xiang Q, Qian Z, et al. Associations of anthropometric adiposity indexes with hypertension risk: A systematic review and meta-analysis including PURE-China. *Medicine (Baltimore)*. 2018, 97(48), e13262.
35. Moschonis G, Karatzi K, Androutsos O, Lionis C, Chrousos GP, Manios Y. Anthropometric cut-off values identifying Greek children at risk of hypertension: the Healthy Growth Study. *J. Hum. Hypertens*. 2018, 32(3), 190-196.
36. Flynn JT. Adiposity, the sympathetic nervous system, and childhood primary hypertension. *Hypertension*. 2013, 62, 689-690
37. Dong B, Wang Z, Wang HJ, Ma J. Associations between adiposity indicators and elevated blood pressure among Chinese children and adolescents. *J. Hum. Hypertens*. 2015, 29(4), 236-40.
38. Sahakyan K, Somers V, Rodríguez-Escudero J, Hodge D, Carter R, Sochor O, et al. Normal Weight Central Obesity: Implications for Total and Cardiovascular Mortality. *Ann. Intern. Med*. 2015, 163(11), 827–835.

### **Bibliografía Artículo Síndrome Metabólico MDPI**

1. Swinburn, B.A.; Kraak, V.I.; Allender, S.; Atkins, V.J.; Baker, P.I.; Bogard, J.R.; Brinsden, H.; Calvillo, A.; De Schutter, O.; Devarajan, R.; et al. The Global Syndemic of Obesity, Undernutrition, and Climate Change: The Lancet Commission report. *Lancet* 2019, 393, 791–846.
2. Mendez, M.A.; Monteiro, C.A.; Popkin, B.M. Overweight exceeds underweight among women in most developing countries. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2005, 81, 714–721.
3. Diolintzi, A.; Panagiotakos, D.B.; Sidossis, L.S. From Mediterranean diet to Mediterranean lifestyle: a narrative review. *Public Health Nutr.* 2019, 22, 2703–2713.
4. Nugent, R.; Levin, C.; Hale, J.; Hutchinson, B. Economic effects of the double burden of malnutrition. *Lancet* 2020, 395, 156–164.
5. Uauy, R.; Kain, J.; Mericq, V.; Rojas, J.; Corvalán, C. Nutrition, child growth, and chronic disease prevention. *Annals of Medicine* 2008, 40, 11–20.
6. World Health Organization Obesity and overweight Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed on Feb 27, 2020).
7. Slining, M.M.; Ng, S.W.; Popkin, B.M. Food Companies' Calorie-Reduction Pledges to Improve U.S. Diet. *American Journal of Preventive Medicine* 2013, 44, 174–184.
8. Fraser, L.K.; Clarke, G.P.; Cade, J.E.; Edwards, K.L. Fast Food and Obesity. *American Journal of Preventive Medicine* 2012, 42, e77–e85.
9. Patrick, H.; Nicklas, T.A. A Review of Family and Social Determinants of Children's Eating Patterns and Diet Quality. *Journal of the American College of Nutrition* 2005, 24, 83–92.
10. Alevizou, P.; Oates, C.; McDonald, S.; Alevizou, P.J.; Oates, C.J.; McDonald, S. The Well(s) of Knowledge: The Decoding of Sustainability Claims in the UK and in Greece. *Sustainability* 2015, 7, 8729–8747.
11. Banister, D. The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy* 2008, 15, 73–80.
12. Finkelstein, E.A.; Trogdon, J.G.; Brown, D.S.; Allaire, B.T.; Dellea, P.S.; Kamal-Bahl, S.J. The Lifetime Medical Cost Burden of Overweight and Obesity: Implications for Obesity Prevention. *Obesity* 2008, 16, 1843–1848.
13. Poti, J.M.; Braga, B.; Qin, B. Ultra-processed Food Intake and Obesity:

What Really Matters for Health—Processing or Nutrient Content? *Curr Obes Rep* 2017, 6, 420–431.

14. Speiser, P.; Rudolf, M.; Anhalt, H.; Camacho-Hubner, C.; Chiarelli, F.; Freemark, M.; Gruters, A.; HersHKovitz, E.; Krude, H.; Latzer, Y.; et al. CONSENSUS STATEMENT: Childhood Obesity. 2005.

15. Guo, S.S.; Wu, W.; Chumlea, W.C.; Roche, A.F. Predicting overweight and obesity in adulthood from body mass index values in childhood and adolescence. *Am J Clin Nutr* 2002, 76, 653–658.

16. Ng, M.; Fleming, T.; Robinson, M.; Thomson, B.; Graetz, N.; Margono, C.; Mullany, E.C.; Biryukov, S.; Abbafati, C.; Abera, S.F.; et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2014, 384, 766–781.

17. Ahrens, W.; Pigeot, I.; Pohlmann, H.; De Henauw, S.; Lissner, L.; Molnár, D.; Moreno, L.A.; Tornaritis, M.; Veidebaum, T.; Siani, A.; et al. Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. *Int J Obes (Lond)* 2014, 38 Suppl 2, S99–S107.

18. ALADINO E. Estudio de Vigilancia del Crecimiento, Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2015.; Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad.: Madrid, 2016; ISBN 690-16-010-3.

19. García García, E.; Vázquez López, M.-Á.; Galera Martínez, R.; Alias, I.; Martín González, M.; Bonillo Perales, A.; Cabrera Sevilla, J.E.; García Escobar, I.; Gómez Bueno, S.; López Ruzafa, E.; et al. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes de 2 a 16 años. *Endocrinología y Nutrición* 2013, 60, 121–126.

20. Lakshman, R.; Elks, C.E.; Ong, K.K. Childhood obesity. *Circulation* 2012, 126, 1770–1779.

21. Friend, A.; Craig, L.; Turner, S. The prevalence of metabolic syndrome in children: a systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat Disord* 2013, 11, 71–80.

22. Wang; Perona; Schmidt-RioValle; Chen; Jing; González-Jiménez Metabolic Syndrome and Its Associated Early-Life Factors among Chinese and Spanish Adolescents: A Pilot Study. *Nutrients* 2019, 11, 1568.

23. Regitz-Zagrosek, V.; Lehmkuhl, E.; Weickert, M.O. Gender differences

in the metabolic syndrome and their role for cardiovascular disease. *Clin Res Cardiol* 2006, 95, 136–147.

24. Alaklabi, A.M.; Alsharairi, N.A. Current Evidence on Vitamin D Deficiency and Metabolic Syndrome in Obese Children: What Does the Evidence from Saudi Arabia Tell Us? *Children (Basel)* 2018, 5, 11.

25. Hetherington, M.; Anderson, A.; Norton, G.; Newson, L. Situational effects on meal intake: A comparison of eating alone and eating with others. *Physiology & Behavior* 2006, 88, 498–505.

26. Scholze, J.; Alegria, E.; Ferri, C.; Langham, S.; Stevens, W.; Jeffries, D.; Uhl-Hochgraeber, K. Epidemiological and economic burden of metabolic syndrome and its consequences in patients with hypertension in Germany, Spain and Italy; a prevalence-based model. *BMC Public Health* 2010, 10, 529.

27. Hernández, Á.; Zomeño, M.D.; Dégano, I.R.; Pérez-Fernández, S.; Goday, A.; Vila, J.; Civeira, F.; Moure, R.; Marrugat, J. Exceso de peso en España: situación actual, proyecciones para 2030 y sobrecoste directo estimado para el Sistema Nacional de Salud. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* 2019, 72, 916–924.

28. Magge, S.N.; Goodman, E.; Armstrong, S.C.; COMMITTEE ON NUTRITION; SECTION ON ENDOCRINOLOGY; SECTION ON OBESITY The Metabolic Syndrome in Children and Adolescents: Shifting the Focus to Cardiometabolic Risk Factor Clustering. *Pediatrics* 2017, 140, e20171603.

29. Cook, S.; Weitzman, M.; Auinger, P.; Nguyen, M.; Dietz, W.H. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003, 157, 821–827.

30. de Ferranti, S.D.; Gauvreau, K.; Ludwig, D.S.; Neufeld, E.J.; Newburger, J.W.; Rifai, N. Prevalence of the metabolic syndrome in American adolescents: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Circulation* 2004, 110, 2494–2497.

31. Zimmet, P.; Alberti, G.; Kaufman, F.; Tajima, N.; Silink, M.; Arslanian, S.; Wong, G.; Bennett, P.; Shaw, J.; Caprio, S.; et al. The metabolic syndrome in children and adolescents. *Lancet* 2007, 369, 2059–2061.

32. Expert Panel on Detection, E., and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults Executive Summary of The Third Report of The National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, And

Treatment of High Blood Cholesterol In Adults (Adult Treatment Panel III). JAMA 2001, 285, 2486–2497.

33. Lo, K.; Wong, M.; Khalechelvam, P.; Tam, W. Waist-to-height ratio, body mass index and waist circumference for screening paediatric cardio-metabolic risk factors: a meta-analysis. *Obes Rev* 2016, 17, 1258–1275.

34. Romero-Saldaña, M.; Fuentes-Jiménez, F.J.; Vaquero-Abellán, M.; Álvarez-Fernández, C.; Molina-Recio, G.; López-Miranda, J. New non-invasive method for early detection of metabolic syndrome in the working population. *Eur J Cardiovasc Nurs* 2016, 15, 549–558.

35. Romero-Saldaña, M.; Fuentes-Jiménez, F.J.; Vaquero-Abellán, M.; Álvarez-Fernández, C.; Aguilera-López, M.D.; Molina-Recio, G. Predictive Capacity and Cutoff Value of Waist-to-Height Ratio in the Incidence of Metabolic Syndrome. *Clin Nurs Res* 2019, 28, 676–691.

36. Jenkins, D. Scopus – a large abstract and citation database for research | The Orb. *The Orb* 2017.

37. Sweileh, W.M. Research trends on human trafficking: a bibliometric analysis using Scopus database. *Global Health* 2018, 14, 106.

38. Cuestas, E. CÁLCULO DE TAMAÑOS MUESTRALES APROXIMADOS: FÓRMULA DE LEHR. *Experiencia Médica* 2008, 26, 4.

39. on behalf of the IDEFICS Consortium; Bammann, K.; Huybrechts, I.; Vicente-Rodriguez, G.; Easton, C.; De Vriendt, T.; Marild, S.; Mesana, M.I.; Peeters, M.W.; Reilly, J.J.; et al. Validation of anthropometry and foot-to-foot bioelectrical resistance against a three-component model to assess total body fat in children: the IDEFICS study. *Int J Obes* 2013, 37, 520–526.

40. Ostchega, Y.; Prineas, R.J.; Nwankwo, T.; Zipf, G. Assessing Blood Pressure Accuracy of an Aneroid Sphygmomanometer in a National Survey Environment. *Am. J. Hypertens.* 2011, 24, 322–327.

41. Melo Salor, J.A. Child Growth Standards for 0-5 years, 2006 and WHO Growth Reference 5-19 years. Table of BMI values for the diagnosis of childhood overweight and obesity; World Health Organization, 2017;

42. Lurbe, E.; Cifkova, R.; Cruickshank, J.K.; Dillon, M.J.; Ferreira, I.; Invitti, C.; Kuznetsova, T.; Laurent, S.; Mancia, G.; Morales-Olivas, F.; et al. Manejo de la hipertensión arterial en niños y adolescentes: recomendaciones de la Sociedad Europea de Hipertensión. *Anales de Pediatría* 2010, 73, 51.e1-51.e28.

43. Baker-Smith, C.M.; Flinn, S.K.; Flynn, J.T.; Blowey, D.; Carroll, A.E.; Daniels, S.R.; de Ferranti, S.D.; Dionne, J.M.; Falkner, B.; Goodwin, C.; et al. Diagnosis, Evaluation, and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. 2018, 142, 18.
44. Flynn, J.T.; Kaelber, D.C.; Baker-Smith, C.M.; Blowey, D.; Carroll, A.E.; Daniels, S.R.; de Ferranti, S.D.; Dionne, J.M.; Falkner, B.; Flinn, S.K.; et al. Clinical Practice Guideline for Screening and Management of High Blood Pressure in Children and Adolescents. Pediatrics 2017, 140, e20171904.
45. Smulyan, H. The Computerized ECG: Friend and Foe. The American Journal of Medicine 2019, 132, 153–160.
46. García Martín, M.A.; Rueda de Castro, A.M.; Muñoz Rebollo, R.; Conejo Gaspar, G.; Capitán Gutiérrez, J.M. Sobrepeso y obesidad en escolares de educación primaria de sevilla; Oservatorio de la salud. servicio de salud área de bienestar social y empleo EXCMO. Ayuntamiento de Sevilla: Sevilla, 2017; p. 50;.
47. Ramos Vielba, I.; García Goñi, M. El reto de la obesidad infantil. la necesidad de una acción colectiva; Fundación IDEAS, 2011; Vol. 9; ISBN 978-84-15018-91-9.
48. Instituto Nacional de Estadística Producto Interior Bruto (PIB) Available online: [https://www.ine.es/prensa/pib\\_tabla\\_cne.htm](https://www.ine.es/prensa/pib_tabla_cne.htm) (accessed on Dec 1, 2019).
49. Organization for economic co-operation and development Children Well Being: Health and Safety Available online: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?ThemeTreeId=9#> (accessed on Dec 1, 2019).
50. Braga-Tavares, H.; Fonseca, H. Prevalence of metabolic syndrome in a Portuguese obese adolescent population according to three different definitions. Eur J Pediatr 2010, 169, 935–940.
51. Kassi, E.; Pervanidou, P.; Kaltsas, G.; Chrousos, G. Metabolic syndrome: definitions and controversies. BMC Med 2011, 9, 48–48.
52. Aranceta-Bartrina, J.; Pérez-Rodrigo, C. Factores determinantes de la obesidad infantil: a propósito del estudio ANIBES. Nutr Hosp 2016.
53. Albert Pérez, E.; Mateu Olivares, V.; Martínez-Espinosa, R.; Molina Vila, M.; Reig García-Galbis, M. New Insights about How to Make an Intervention in Children and Adolescents with Metabolic Syndrome: Diet, Exercise vs.

Changes in Body Composition. A Systematic Review of RCT. *Nutrients* 2018, 10, 878.

54. DeBoer, M.D. Assessing and Managing the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *Nutrients* 2019, 11, 1788.

55. González-Jiménez, E.; Montero-Alonso, M.; Schmidt-RioValle, J.; García-García, C.; Padez, C. 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* 2015, 54.

56. Vanlancker, T.; Schaubroeck, E.; Vyncke, K.; Cadenas-Sanchez, C.; Breidenassel, C.; González-Gross, M.; Gottrand, F.; Moreno, L.A.; Beghin, L.; Molnár, D.; et al. Comparison of definitions for the metabolic syndrome in adolescents. The HELENA study. *Eur J Pediatr* 2017, 176, 241–252.

57. Mokha, J.S.; Srinivasan, S.R.; Dasmahapatra, P.; Fernandez, C.; Chen, W.; Xu, J.; Berenson, G.S. Utility of waist-to-height ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: the Bogalusa Heart Study. *BMC Pediatr* 2010, 10, 73–73.

58. Weili, Y.; He, B.; Yao, H.; Dai, J.; Cui, J.; Ge, D.; Zheng, Y.; Li, L.; Guo, Y.; Xiao, K.; et al. Waist-to-height ratio is an accurate and easier index for evaluating obesity in children and adolescents. *Obesity (Silver Spring)* 2007, 15, 748–752.

59. Lee, C.M.Y.; Huxley, R.R.; Wildman, R.P.; Woodward, M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *Journal of Clinical Epidemiology* 2008, 61, 646–653.

60. Sassi, F.; Cecchini, M.; Lauer, J.; Chisholm, D. Improving Lifestyles, Tackling Obesity: The Health and Economic Impact of Prevention Strategies. *OECD Health Working Papers* 2009, 48, 107.



# ANEXOS



# **Anexo I. Cuaderno Recogida Datos**



**Colegio:**

**Curso:**

**Nombre:**

ANTROPOMETRÍA		
Talla:	Peso:	IMC (peso/talla <sup>2</sup> mtrs):
% FAT (grasa)	% Musculo	M. Basal
Perímetro cintura (cm)	Índice cint./talla (cm)	

ANAMNESIS. EXPLORACIÓN FÍSICA			
¿Padeces alguna enfermedad?			
Sí	No	NS/NC	
¿Cómo se llama?			
¿Realizas algún tratamiento?			
Sí	No	NS/NC	
¿Cómo se llama?			
¿Has presentado alguno de los siguientes?			
	Sí	No	NS/NC
Antecedentes de dolor o malestar torácico			
Síncope/mareo o presíncope inexplicado			
Disnea, ahogo o fatiga inexplicada			
Detección previa de soplo cardíaco			
Diagnóstico de HTA			

								Sí	No
Soplos									
Extratonos									
Pulso									
Femoral Dcho		Femoral Izq		Pedio Dcho		Pedio Izq			
Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No		
Presión Arterial								Sistólica	Diastólica
Presión Arterial 1									
Presión Arterial 2									
Presión Arterial 3									
Media									

ELECTROCARDIOGRAMA				
Frecuencia	PR	QRS	QT	QTc
Eje P		Eje QRS		Eje T

ACTIVIDAD FÍSICA																
Course Navette										Palier número.						
Etapa	Vel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	8,5	20	40	60	80	100	120	140								
2	9	160	180	200	220	240	260	280	300							
3	9,5	320	340	360	380	400	420	440	460							
4	10	480	500	520	540	560	580	600	620							
5	10,5	640	660	680	700	720	740	760	780	800						
6	11	820	840	860	880	900	920	940	960	980						
7	11,5	1000	1020	1040	1060	1080	1100	1120	1140	1160	1180					
8	12	1200	1220	1240	1260	1280	1300	1320	1340	1360	1380					
9	12,5	1400	1420	1440	1460	1480	1500	1520	1540	1560	1580					
10	13	1600	1620	1640	1660	1680	1700	1720	1740	1760	1780	1800				
11	13,5	1820	1840	1860	1880	1900	1920	1940	1960	1980	2000	2020				
12	14	2040	2060	2080	2100	2120	2140	2160	2180	2200	2220	2240	2260			
13	14,5	2280	2300	2320	2340	2360	2380	2400	2420	2440	2460	2480	2500			
14	15	2520	2540	2560	2580	2600	2620	2640	2660	2680	2700	2720	2740	2760		
15	15,5	2780	2800	2820	2840	2860	2880	2900	2920	2940	2960	2980	3000	3020		
16	16	3040	3060	3080	3100	3120	3140	3160	3180	3200	3220	3240	3260	3280		
17	16,5	3300	3320	3340	3360	3380	3400	3420	3440	3460	3480	3500	3520	3540	3560	
18	17	3580	3600	3620	3640	3660	3680	3700	3720	3740	3760	3780	3800	3820	3840	
19	17,5	3860	3880	3900	3920	3940	3960	3980	4000	4020	4040	4060	4080	4100	4120	4140
20	18	4160	4180	4200	4220	4240	4260	4280	4300	4320	4340	4360	4380	4400	4420	4440

**Abdominales 30 segundos:**

Salto 1		Salto 2		Salto media	
Mano derecha 1	Mano derecha 2	Mano izquierda 1	Mano izquierda 2		

**TEST KIDMED**

(marcar con una X la respuesta correcta)

		SI	NO
1	Tomas una fruta o zumo de fruta cada día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Tomas una segunda fruta cada día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Tomas verdura fresca (ensalada) o cocida una vez al día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Tomas verdura fresca (ensalada) o cocida más de una vez al día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Tomas pescado con regularidad (al menos 2-3 veces a la semana)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Vas una vez o mas a la semana a un centro de comida rápida (hamburguesería)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Tomas legumbres (lentejas, garbanzos...) más de 1 vez en semana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Tomas pasta o arroz casi a diario (5 o más veces a la semana)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Desayunas cereales o pan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Tomas frutos secos habitualmente (al menos 2-3 veces a la semana)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Utilizas aceite de oliva en casa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Nunca desayunas o sólo a veces	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Desayunas un lácteo (leche, yogur, queso...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Desayunas bollería industrial (galletas, magdalenas, pastelitos)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	Tomas 2 yogures o un trozo de queso (40g) cada día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Tomas dulces o golosinas varias veces al día	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Puntuación Total (Índice KIDMED)</b>		<input type="text"/>	





# **Anexo III. Indicios de Calidad.**



# 27<sup>º</sup> CONGRESO MÉDICO SAHTA MÁLAGA



15<sup>as</sup> JORNADAS DE ENFERMERIA · 12<sup>as</sup> JORNADAS DE FARMACÉUTICOS

9, 10 y 11 de noviembre **2017** Hotel NH Málaga

## CERTIFICADO DE PREMIO

El Comité Científico otorga el presente diploma:

### Premio a la Mejor Comunicación Oral

Titulada:

**292/26. Evaluación de la precisión diagnóstica de variables antropométricas para detectar hipertensión en escolares**

del/de los autor/es

**Manuel Vaquero Álvarez; Manuel Romero Saldaña;  
Francisco José Fonseca del Pozo;  
Francisco Jesús Llorente Cantarero**

presentada en el  
**27º Congreso de la Sociedad Andaluza de Hipertensión Arterial y Riesgo Vascular,**  
celebrado en el Hotel NH Málaga,  
del 9 al 11 de Noviembre de 2017.

En Málaga, a 11 de Noviembre de 2017

**Dr. D. Juan Diego Mediavilla García**  
*Presidente de la SAHTA*

**Dr. D. Francisco J. Fuentes Jiménez**  
*Secretario de la SAHTA*

**Dr. D. Pedro Valdivieso Felices**  
*Presidente del Comité Científico*



# CREANDO REDES DOCTORALES

**Vol. VI: “La generación del  
conocimiento”**



Estudio de la activación de macrófagos peritoneales en ovejas infectadas por <i>Fasciola hepática</i> .....	183
<b>SÁNCHEZ CENOS, Julia</b>	
Caracterización molecular de miR-213-3p como nuevo biomarcador de la función del tejido adiposo .....	187
<b>SERRIÑO BENZAL, Alejandro</b>	
Influencia del propofol e isoflurano en los marcadores bioquímicos del líquido cefalorraquídeo en perros sanos durante la anestesia .....	189
<b>VÁQUERO ÁLVAREZ, Manuel</b>	
Valor predictivo de las variables antropométricas en el diagnóstico de la hipertensión en población escolar .....	193
<b>VILASCO AGUIAR, Inmaculada</b>	
Efectos de la acción directa de las kinpeptinas sobre neuronas GnRH en el control del metabolismo energético .....	197
<b>VENTURA, Sergio</b>	
Efectos del anil de metileno en el tratamiento del síndrome de isquemia-reperfusion intestinal en conejos .....	201
<b>CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES</b>	
<b>ACCIONI, Francesca</b>	
Disolventes supramoleculares para la determinación de los niveles salivares del péptido endógeno Opiorfina .....	205
<b>BARCÓN VILLEGAS, Isabel</b>	
Exploitation of wheat straw using pulping process and selective precipitation of the resulting Speckel® black liquor .....	209
<b>BELLIDO-CARRERAS, Natividad</b>	
Análisis transcriptómico de la respuesta inmune intestinal frente a <i>Salmonella Typhimurium</i> .....	213
<b>BENÍTEZ DE LA TORRE, Almudena</b>	

### Valor predictivo de las variables antropométricas en el diagnóstico de la hipertensión en población escolar

Manuel Vaquero Álvarez, Manuel Romero Saldaña, Francisco Javier Fonseca del Pozo, José López Miranda

Universidad de Córdoba. Facultad de Medicina y Enfermería. Departamento de Medicina.  
E-mail: manuel\_vaquero1@hotmail.com

#### Summary

A cross-sectional study was carried out to determine the cardiovascular health status in a primary and secondary school population, belonging to the province of Córdoba. Random sample of 323 children and adolescents. The result variable has been arterial hypertension; for the classification as hypertensive subjects of the study, the tables proposed by the Spanish Pediatric Association were used. The explanatory variables were: anthropometric, weight (kg), height (cm), body mass index, waist circumference (cm), waist size index, percentage of fat weight, physical condition, through Course-Navette test, jump and sit-ups; and adherence to the Mediterranean diet, through the Kidmed questionnaire. A logistic regression analysis was performed that provided adjusted OR. We found an association between hypertension and the variables: age (OR = 1.1 (1.02 - 1.2)), being obese (OR = 3.6 (1.95 - 6.5)), CC (OR = 1.09 (1.06-1.12)), ITC (OR = 1.5 (1.3 - 1.7)) and percentage fat weight (OR = 1.1 (1.06 - 1.13)). The anthropometric indicators body mass index and waist circumference obtained the best validity parameters to discriminate high blood pressure, and are advantageous for their simplicity and ease of calculation and interpretation.

#### Resumen

Se lleva a cabo un estudio transversal para conocer el estado de salud cardiovascular en una población escolar de primaria y secundaria, perteneciente a la provincia de Córdoba. Muestra aleatoria de 323 niños y adolescentes. La variable resultado ha sido la hipertensión arterial; para la clasificación como hipertensos de los sujetos de estudio se emplearon las tablas propuestas por la Asociación Española de Pediatría. Las variables explicativas fueron: antropométricas, peso (kg), altura (cm), índice masa Corporal, circunferencia de cintura (CC) (cm), índice cintura talla (ICT), porcentaje de peso graso; condición física, a través de prueba de Course-Navette, salto y abdominales; y adherencia a la dieta mediterránea, mediante el Cuestionario Kidmed. Se realizó un análisis de regresión logística que proporcionó OR ajustados. Encontramos asociación entre hipertensión arterial y las variables: edad (OR= 1,1 (1,02 - 1,2)), ser obeso (OR= 3,6 (1,95 - 6,5)), CC, (OR= 1,09 (1,06 - 1,12)), ITC (OR= 1,5 (1,3 - 1,7)) y porcentaje peso graso (OR= 1,1 (1,06 - 1,13)). Los indicadores antropométricos índice de masa corporal y perímetro de cintura obtuvieron los mejores parámetros de validez para discriminar la presión arterial elevada, y resultan ventajosos por su sencillez y facilidad de cálculo e interpretación.

#### Introducción

La hipertensión arterial sistémica es un factor de riesgo cardiovascular. La presión arterial elevada en población infantil puede causar hipertensión arterial en la edad adulta, sobre todo en niños y adolescentes con tendencia a desarrollar exceso de peso durante el crecimiento. La

identificación por medio de indicadores antropométricos de la presión arterial elevada, puede ser una herramienta adecuada para una detección temprana que lleve a su control [1].

Nuestro objetivo ha sido evaluar la precisión diagnóstica de variables antropométricas para detectar Hipertensión arterial.

### Metodología

Estudio transversal, realizado en centros escolares de Pedro Abad (Córdoba) en una muestra aleatoria de 323 niños y adolescentes de educación primaria y secundaria. Variable resultado principal ha sido la presencia/ausencia de enfermedad cardiovascular, hipertensión arterial, obesidad. Para la clasificación como hipertensos de los sujetos de estudio se emplearon las tablas propuestas por la AEP. Las variables explicativas fueron: antropométricas, peso (kg), altura (cm), índice masa corporal, circunferencia de cintura (cm), índice cintura talla, porcentaje de peso graso; condición física y adherencia a la dieta mediterránea. Análisis estadístico: análisis multivariante que contempló modelos de regresión logística ajustados y crudos (OR). La precisión diagnóstica para detectar hipertensión se evaluó mediante curvas ROC (Receiver Operating Characteristic). Se calcularon la sensibilidad y especificidad, las áreas bajo la curva (ABC) y los puntos de corte de las principales variables predictoras que diagnostican la hipertensión.

### Resultados

Encontramos asociación entre hipertensión arterial, al aplicar el análisis multivariante ajustado, y las variables: edad (OR= 1.1 (1.02 - 1.2)), ser obeso (OR= 3.6 (1.95 - 6.5)), CC, (OR= 1.09 (1.06 -1.12)), ICT (OR= 1.5 (1.3 - 1.7)) y % peso graso (OR= 1.1 (1.06 - 1.13)).

Los valores de los puntos de corte de los indicadores antropométricos como predictores de presión arterial elevada y sus respectivas, sensibilidad y especificidad, se detallan en la Tabla 1. Se puede apreciar que, entre los indicadores antropométricos del IMC, de la CC y del ICT obtuvieron los mejores porcentajes de sensibilidad y de especificidad para discriminar la presión arterial elevada.

Las áreas bajo la curva ROC del IMC, de la CC, del ICT y porcentaje de masa graso, como predictores de presión arterial elevada en jóvenes y los respectivos intervalos de confianza (IC 95%) se pueden observar en la Figura 1. El IMC, la CC, el porcentaje de peso graso y el ICT asumieron las mayores áreas.

Tabla 1. Predictores antropométricos de la Hipertensión Arterial

Muestra Total N= 323					
Variable	ABC IC 95%	VC	S	E	LF
IMC	75,3 (69,6 - 81)	20,35	74,2%	67,3%	0,419
CC	74,5 (68,6-80,4)	73,5	64%	74,2%	0,382
ICT	65,6 (58,9-74,5)	0,495	53,9%	71,9%	0,258
% Peso Graso	67,9 (61,3-74,5)	24,9	69,7%	62,7%	0,324

IMC: índice de masa corporal, CC: circunferencia cintura, ICT: índice cintura talla, %PG: porcentaje peso graso. ABC: área bajo la curva. VC: valor (punto) de corte, S: sensibilidad, E:



especificidad; U: índice de Youden (diferencia entre la tasa de verdaderos positivos y la de falsos positivos)

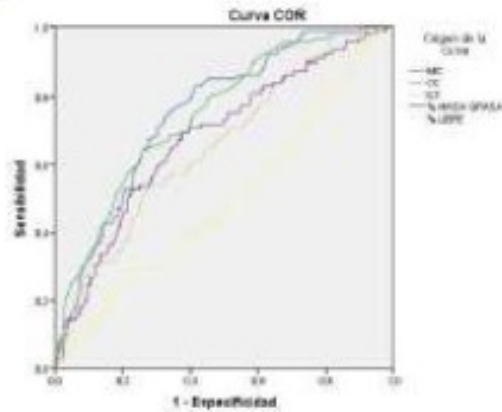


Figura 1. Precisión Diagnóstica Hipertensión Arterial

#### Conclusiones.

Los indicadores antropométricos índice de masa corporal y perímetro de cintura obtuvieron los mejores parámetros de validez para discriminar la presión arterial elevada.

#### Bibliografía

[1] Verdecchia P, Angeli F. Séptimo informe del Joint National Committee para la prevención, detección, evaluación y tratamiento de la hipertensión arterial: el armamento está a punto. Rev Esp Cardiol. 2003;56:843-7.





ORIGINAL

## Estudio de la obesidad en una población infantil rural y su relación con variables antropométricas



Manuel Vaquero-Álvarez<sup>a,\*</sup>, Manuel Romero-Saldaña<sup>b</sup>, Joaquín Valle-Alonso<sup>c</sup>,  
Francisco Jesús Llorente Cantarero<sup>d</sup>, Isabel María Blancas-Sánchez<sup>d</sup>  
y Francisco Javier Fonseca del Pozo<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Centro de Salud San José, Linares, Jaén, España

<sup>b</sup> Departamento de Seguridad y Salud Laboral, Ayuntamiento de Córdoba, Córdoba, España

<sup>c</sup> Royal Bournemouth Hospital, Bournemouth, Dorset, Reino Unido

<sup>d</sup> Instituto Maimónides de Investigación Biomédica, Córdoba, España

<sup>e</sup> Dispositivos de Cuidados Críticos y Urgencias de Atención Primaria Montoro, Instituto Maimónides de Investigación Biomédica, Córdoba, España

Recibido el 16 de febrero de 2018; aceptado el 20 de marzo de 2018

Disponible en Internet el 19 de mayo de 2018

### PALABRAS CLAVE

Estilo de vida;  
Obesidad;  
Población escolar;  
Antropometría

### Resumen

**Objetivos:** Conocer la prevalencia de obesidad en escolares de educación primaria y secundaria, y evaluar la precisión diagnóstica de variables antropométricas para su detección.

**Diseño:** Estudio transversal. Año 2014.

**Emplazamiento:** Área rural de Córdoba.

**Participantes:** Población estudiantil. Se llevó a cabo un muestreo estratificado por edad, género y centros educativos. Un total de 323 alumnos de 6 a 16 años fueron estudiados, cuyos padres habían firmado el consentimiento informado.

**Mediciones principales:** Se determinó la prevalencia de obesidad y se recogieron variables predictoras sociodemográficas, antropométricas, de condición física y alimentación. Se realizó una regresión logística binaria determinando los valores de *odds ratio* (OR) crudas y ajustadas, se confeccionaron curvas ROC y se determinaron valores de corte, calculando la sensibilidad, la especificidad y el índice de Youden.

**Resultados:** La prevalencia de sobrepeso y obesidad fue del 26,2 y 22,3%, respectivamente. Solo un 15,2% de los escolares realizó dieta mediterránea óptima. El índice cintura-altura (ICT) fue la variable predictiva con mayor OR ajustada (7,1 [4,3-11,6]) y mayor área bajo la curva (0,954 [0,928-0,979]); a partir de un valor de corte global para discriminar obesidad de 0,507, consiguió una sensibilidad del 90% y una especificidad del 87,2%.

**Conclusiones:** La alta prevalencia de obesidad, la media-baja adherencia a la dieta mediterránea y la baja condición física hacen de esta población un objetivo prioritario de actuación para

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: manuelvaquero1@hotmail.com (M. Vaquero-Álvarez).

<https://doi.org/10.1016/j.aprim.2018.03.007>

0212-6567/© 2018 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**KEYWORDS**

Lifestyle;  
Obesity;  
School population;  
Anthropometry

la prevención de futuros eventos cardiovasculares. El ICT ha sido el mejor predictor antropométrico de obesidad, recomendándose su uso para el diagnóstico de obesidad en población infantil en detrimento del índice de masa corporal.

© 2018 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Study of obesity in a rural children population and its relationship with anthropometric variables

**Abstract**

**Goals:** To know the prevalence of obesity in primary and secondary school students, and to evaluate the diagnostic accuracy of anthropometric variables for its detection.

**Design:** Cross-sectional study.

**Location:** Rural area of Córdoba. In the year 2014.

**Participants:** Student population. A stratified sampling was performed according to age, gender and educational centers. A total of 323 students from 6 to 16 years were included in the study, all parents had signed informed consent.

**Main measurements:** The prevalence of obesity was determined and sociodemographic, anthropometric, physical condition and dietary predictor variables were collected. A binary logistic regression was performed determining crude and adjusted Odds Ratio (OR) values, ROC curves were obtained and cut-off values were determined, calculating the sensitivity, specificity and Youden Index.

**Results:** The prevalence of overweight and obesity was 26.2% and 22.3%, respectively. Only 15.2% of school children had an optimal Mediterranean diet. The waist-height ratio (WTHR) was the predictive variable with the highest adjusted OR 7.1 (4.3-11.6) and the largest area under the curve 0.954 (0.928-0.979), from a global cut-off value to discriminate obesity of 0.507. This gave a sensitivity of 90% and specificity of 87.2%.

**Conclusions:** The high prevalence of obesity, the low-medium adherence to the Mediterranean diet and the low physical fitness make this population a priority target for the prevention of future cardiovascular events. The WTHR has been the best anthropometric predictor of obesity, recommending its use for the diagnosis of obesity in children at the expense of body mass index.

© 2018 The Authors. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

La obesidad infantil es un problema complejo, de origen multifactorial, que requiere intervenciones tanto en la persona (en las diferentes etapas de la vida) como en sus familias y en la comunidad; y van dirigidas fundamentalmente a los comportamientos sobre alimentación y actividad física<sup>1,2</sup>.

La prevalencia mundial de sobrepeso y obesidad infantil combinados ha aumentado en un 47,1% entre 1980 y 2013<sup>3</sup>. En Europa varía entre el 40% del sur y el 10% en el norte<sup>4</sup>. Se estima en un 12,6% la prevalencia de obesidad en jóvenes españoles con edades comprendidas entre los 8 y 17 años, de los cuales 4 de cada 10 jóvenes tienen exceso de peso<sup>5</sup>. Esto ha sido corroborado en Andalucía, donde en una muestra representativa de la población de 2 a 16 años se demostró un 9,5% de obesos y un 22,4% con sobrepeso<sup>6</sup>. Este factor de riesgo cardiovascular (FRCV) aparece asociado a las clases sociales más desfavorecidas y con menos nivel de estudios.

La obesidad se asocia a la aparición de una mayor comorbilidad en la infancia y, su persistencia en la edad adulta, conlleva un mayor riesgo de padecimiento de enfermedades crónicas<sup>5</sup>. El balance energético entre la

actividad física y la ingesta, así como el sedentarismo, son los aspectos más estudiados para explicar la alta incidencia de obesidad infantil<sup>7</sup>.

La forma más común de determinar si una persona tiene sobrepeso u obesidad es calcular el índice de masa corporal (IMC). Es importante tener en cuenta que la cifra de IMC calculada a veces puede ser inexacta porque no cuantifica la adiposidad corporal total, no distingue entre grasa y músculo, ni predice la distribución de grasa corporal. Por lo tanto, puede sobreestimar la adiposidad en un niño con aumento de la masa muscular, como puede ser el caso de un niño atlético, y subestimar la adiposidad en un niño con masa muscular reducida, como un niño sedentario<sup>8</sup>. El IMC a su vez no es ideal para caracterizar el cambio de peso en una población obesa<sup>9</sup> y si bien esta medida es sensible al cambio en niños de peso normal, es menos sensible en los extremos debido a la reducción de la variabilidad en el extremo superior de la distribución del peso<sup>9,10</sup>.

La identificación por medio de indicadores antropométricos de la obesidad puede ser una herramienta adecuada para una detección temprana que lleve a su control. La circunferencia de la cintura (CC) y el índice de conicidad (índice

- Feb 2018]. Disponible en: [http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/csalud/galerias/documentos/C.1.C.6.planes\\_estrategias/plan\\_obesidad\\_infantil/plan\\_obesidad\\_infantil.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/salud/sites/csalud/galerias/documentos/C.1.C.6.planes_estrategias/plan_obesidad_infantil/plan_obesidad_infantil.pdf)
27. Sorof JM, Lai D, Turner J, Poffenbarger T, Portman RJ. Overweight, ethnicity, and the prevalence of hypertension in school-aged children. *Pediatrics*. 2004;113(3 pt 1): 475-82.
  28. Marras AR, Bassareo PP, Ruscazio M. The prevalence of paediatric hypertension, emphasising the need to use specific population references: the Sardinian Hypertensive Adolescents Research Programme Study. *Cardiol Young*. 2009;19:233-8.
  29. Bassareo PP, Marras AR, Mercurio G. About the need to use specific population references in estimating paediatric hypertension: Sardinian BP standards (age 11-14 years). *Ital J Pediatr*. 2012;38:1.
  30. Bassareo PP, Mercurio G. Pediatric hypertension: An update on a burning problem. *World J Cardiol*. 2014;6:253-9.
  31. McNiece KL, Poffenbarger TS, Turner JL, Franco KD, Sorof JM, Portman RJ. Prevalence of hypertension and pre-hypertension among adolescents. *J Pediatrics*. 2007;150:640-4, 644.e1.
  32. Oliveira RG, Lamounier JA, Oliveira AD, Castro MD, Oliveira JS. Blood pressure in school children and adolescents – The Belo Horizonte study. *J Pediatr (Rio J)*. 1999;75:256-66.
  33. Rao G. Diagnosis, epidemiology, and management of hypertension in children. *Pediatrics*. 2016;138, e20153616.





Article

## Diagnostic Precision of Anthropometric Variables for the Detection of Hypertension in Children and Adolescents

Manuel Vaquero-Álvarez <sup>1</sup>, Rafael Molina-Luque <sup>2,\*</sup>, Francisco Javier Fonseca-Pozo <sup>3</sup>,  
Guillermo Molina-Recio <sup>3</sup>, José López-Miranda <sup>4</sup> and Manuel Romero-Saldaña <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Primary Care Emergency Service (SUAP) South Sanitary Area, 14850 Córdoba, Spain; manuel\_vaquero1@hotmail.com

<sup>2</sup> Department of Nursing, Faculty of Medicine and Nursing, University of Córdoba, 14004 Córdoba, Spain; gmrsurf75@gmail.com (G.M.-R.); manuelromerosal@gmail.com (M.R.-S.)

<sup>3</sup> Grupo Investigación GC12 Clinical and Epidemiological Research in Primary Care, Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba (IMIBIC), Hospital Universitario Reina Sofía, 14004 Córdoba, Spain; ffonsecapozo@yahoo.es

<sup>4</sup> Department of Internal Medicine, Maimonides Biomedical Research Institute of Cordoba (IMIBIC), Reina Sofía University Hospital, University of Cordoba, 14004 Córdoba, Spain; jlopezmir@gmail.com

\* Correspondence: p72molur@uco.es or rafael.moluq@gmail.com; Tel.: +34-957-218-101

Received: 20 May 2020; Accepted: 17 June 2020; Published: 19 June 2020

**Abstract:** *Introduction:* High blood pressure (HBP) is a health problem the prevalence of which has increased in young populations. Overweight and obesity in early ages have been directly related to its development. Due to the impact of HBP, it is necessary to provide tools that facilitate its early diagnosis, with useful anthropometric variables being those that assess obesity. The objective of this paper was to determine the diagnostic accuracy of anthropometric variables to detect HBP. *Methods:* A cross-sectional study was conducted on 265 students aged 6–16. The diagnosis of HBP was made following the criteria proposed by the Spanish Association of Pediatrics. Through different statistical methods, the association between anthropometric variables of general obesity with HBP was analyzed. *Results:* Waist circumference (WC) showed the best diagnostic capacity (area under the receiver operating characteristic curve = 0.729), with a sensitivity and specificity of 72.2% and 76%, respectively, for a cut-off point of 73.5 cm. In the adjusted multivariate analysis, an association was found between HBP and anthropometric variables: WC (odds ratio (OR) = 10.7), body mass index (OR = 7.5), waist-to-height ratio (OR = 5.5) and body fat percentage (OR = 5.3) ( $p < 0.05$ ). *Conclusions:* The anthropometric variables studied showed a moderate predictive capacity for HBP, highlighting WC, which showed the strongest association with HBP in the infant and child population.

**Keywords:** anthropometry; high blood pressure; school population

### 1. Introduction

Chronic non-communicable diseases (NCDs) are the leading cause of death worldwide, with cardiovascular diseases (CVDs) causing the largest number of deaths (17.8 million in 2017) [1]. They also represent a public health problem for countries due to their impact on the quality of life of people and their high economic burden [1–3].

The development of NCDs is linked to cardiovascular risk factors (CRF), where overweight and obesity stand out due to their high presence in our context. The overweight population has

continuously increased in recent years, reaching a prevalence of obesity of 12% among adults worldwide by 2015 [4,5]. A worrying fact is the high proportion of children and young people who are overweight or obese. In Europe, it is estimated that 23.2% of children aged between 2 and 7 years are living with one or another disorder [6]. Besides, the trend has been observed to be upward overall. Between 1999 and 2016, in children aged 2–13, the prevalence of overweight grew from 20.6% to 21.3% and obesity from 4.4% to 5.7% [7]. In Spain, the prevalence rises to over 30% in the population between 8 and 17 years old [8].

This fact has caused the development of pathologies that are typically found in older age groups [9]. In this regard, the proportion of the children and adolescents with high blood pressure or hypertension (HBP) has increased [10,11]. The development of HBP in early ages is associated with a higher probability of NCDs in adulthood [12]. It is one of the leading causes of premature mortality [13]. Early intervention might lower associated morbidity [14].

It seems necessary to have tools for its early detection in order to avoid associated co-morbidities. It has been shown that anthropometric variables that allow assessment of the body fat distribution, such as waist circumference (WC), waist-to-height ratio (WHtR) or body mass index (BMI), are useful in child and youth populations [15]. Other advantages of these variables are the ease of measurement, non-invasiveness and straightforward interpretation.

This study aimed to determine the diagnostic accuracy of anthropometric variables for the detection of HBP in a Spanish pediatric population.

## 2. Methods

### 2.1. Design Population Sample

A cross-sectional study was carried out on children and adolescents who were studying in primary and secondary schools in Pedro Abad (Córdoba) during 2018. From a population of 2000 subjects, for an expected prevalence of HBP of 6.1% [16], a safety of 95%, a power of 80% and a precision of 3%, a minimum sample size of 210 students was calculated. The final sample was composed of 265 children and adolescents, selected at random and stratified by age and sex.

Primary and secondary school students aged between 6 and 16 years were included, and they provided informed consent signed by themselves, parents/legal representatives and the principal investigator, depending on the age of the student. Children with rare diseases or cardiac pathology were excluded.

### 2.2. Study Variables and Measures

Blood pressure (outcome variable) was determined through systolic blood pressure (SBP) and diastolic blood pressure (DBP) readings in mmHg. The measurement was made three times, with a five-minute interval between measurements, using the average of the last two. The procedure was carried out following the recommendations of the European Society for Hypertension in Children and Adolescents [17]. A research-validated automatic sphygmomanometer, model Omron M6 comfort® (Kyoto, Japan), was used for measurement, with blood pressure cuffs adapted to the brachial circumference of the participants. The classification was made following the criteria proposed by the Spanish Association of Paediatrics (AEP), which establishes the percentiles of SBP and DBP for sex, age and size: Normotension (<P90), pre-high blood pressure (pre-HBP) (≥P90 – <P95) and HBP (≥P95) [18]. Additionally, these criteria were dichotomized into No HBP (<P95) and HBP (≥P95).

The independent variables collected were age (years), sex (boy/girl), BMI (kg/m<sup>2</sup>), WC (cm), WHtR, body fat percentage (BF%) and fat-free mass (FFM, kg). Nutritional status was assessed according to the World Health Organization criteria for BMI: underweight (< -2SD), normal weight (> -2SD or < +1SD), overweight (> +1SD or < +2SD) and obesity (> +2SD) [19].

Anthropometric variables were measured following the recommendations of the Reference Manual for the Standardization of Anthropometric Measurements [20]. Bodyweight, BF% and FFM were collected using an Omron BF-511® (Omron Healthcare, Hoofddorp, The Netherlands)



23. Sun, C.; Ponsonby, A.L.; Carlin, J.B.; Bui, M.; Magnussen, C.G.; Burns, T.L.; Lehtimäki, T.; Wardrop, N.H.; Juonala, M.; Viikari, J.S.A.; et al. Childhood adiposity, adult adiposity, and the ACE gene insertion/deletion polymorphism: Evidence of gene–Environment interaction effects on adult blood pressure and hypertension status in adulthood. *J. Hypertens.* **2018**, *36*, 2168–2176.
24. Li, Y.; Zou, Z.; Luo, J.; Ma, J.; Ma, Y.; Jing, J.; Zhang, X.; Luo, C.; Wang, H.; Zhao, H.; et al. The predictive value of anthropometric indices for cardiometabolic risk factors in Chinese children and adolescents: A national multicenter school-based study. *PLoS ONE* **2020**, *15*, e0227954.
25. Christofaro, D.G.D.; Farah, B.Q.; Vanderlei, L.C.M.; Delfino, L.D.; Tebar, W.R.; Barros, M.V.G.; Ritti-Dias, R.M. Analysis of different anthropometric indicators in the detection of high blood pressure in school adolescents: A cross-sectional study with 8295 adolescents. *Braz. J. Phys. Ther.* **2018**, *22*, 49–54.
26. Fan, H.; Zhu, Q.; Medrano-Gracia, P.; Zhang, X. Comparison of child adiposity indices in prediction of hypertension in early adulthood. *J. Clin. Hypertens. Greenwich* **2019**, *21*, 1858–1862.
27. Kalantari, S.; Khalili D.; Asgari, S.; Fahimfar, N.; Hadaegh, F.; Tohidi, M.; Azizi, F. Predictors of early adulthood hypertension during adolescence: A population-based cohort study. *BMC Public Health* **2017**, *17*, 915.
28. Andrade, G.N.; Matoso, L.F.; Miranda, J.W.B.; Lima, T.F.; Gazzinelli, A.; Vieira, E.W. Anthropometric indicators associated with high blood pressure in children living in urban and rural areas. *Rev. Lat. Am. Enfermagem.* **2019**, *27*, e3150.
29. Zhao, M.; Bovet, P.; Ma, C.; Xi, B. Performance of different adiposity measures for predicting cardiovascular risk in adolescents. *Sci. Rep.* **2017**, *7*, 43686.
30. Ma, L.; Cai, L.; Deng, L.; Zhu, Y.; Ma, J.; Jing, J.; Chen, Y. Waist Circumference is Better Than Other Anthropometric Indices for Predicting Cardiovascular Disease Risk Factors in Chinese Children—A Cross-Sectional Study in Guangzhou. *J. Atheroscler. Thromb.* **2016**, *23*, 320–329.
31. Rodríguez, N.; Costa, P.; Souza, T.; de Oliveira, F.; Brenner, S.; Fredrico, A.; Valente, M.A.S.; Velloso-Rodrigues, C. Waist circumference as high blood pressure predictor in school age children. *Ciênc. Saúde Coletiva* **2019**, *24*, 1885–1893.
32. Rimárová, K.; Dorko, E.; Diabelková, J.; Sulínová, Z.; Frank, K.; Baková, J.; Uhrin, T.; Makovický, P.; Pelechová, N.; Konradyová, N. Anthropometric predictors of systolic and diastolic blood pressure considering intersexual differences in a group of selected schoolchildren. *Cent. Eur. J. Public Health* **2018**, *26*, S4–S11.
33. Gomwe, H.; Seekoe, E.; Lyoka, P.; Marange, C.S. The relationship between body composition and blood pressure among primary school children in Eastern Cape province, South Africa. *Afr. J. Prim. Health Care Fam. Med.* **2019**, *11*, e1–e6.
34. Deng, G.; Yin, L.; Liu, W.; Liu, X.; Xiang, Q.; Qian, Z.; Ma, J.; Chen, H.; Wang, Y.; Hu, B.; et al. Associations of anthropometric adiposity indexes with hypertension risk: A systematic review and meta-analysis including PURE-China. *Med. Baltim.* **2018**, *97*, e13262.
35. Moschonis, G.; Karatzi, K.; Androustos, O.; Lionis, C.; Chrousos, G.P.; Manios, Y. Anthropometric cut-off values identifying Greek children at risk of hypertension: The Healthy Growth Study. *J. Hum. Hypertens.* **2018**, *32*, 190–196.
36. Flynn, J.T. Adiposity, the sympathetic nervous system, and childhood primary hypertension. *Hypertension* **2013**, *62*, 689–690.
37. Dong, B.; Wang, Z.; Wang, H.J.; Ma, J. Associations between adiposity indicators and elevated blood pressure among Chinese children and adolescents. *J. Hum. Hypertens.* **2015**, *29*, 236–240.
38. Sahakyan, K.; Somers, V.; Rodríguez-Escudero, J.; Hodge, D.; Carter, R.; Sochor, O.; Coutinho, T.; Jensen, M.D.; Roger, V.L.; Singh, P.; Lopez-Jimenez, F. Normal Weight Central Obesity: Implications for Total and Cardiovascular Mortality. *Ann. Intern. Med.* **2015**, *163*, 827–835.



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).





Article

# A Sustainable Approach to the Metabolic Syndrome in Children and Its Economic Burden

Manuel Vaquero Alvarez <sup>1</sup>, Pilar Aparicio-Martinez <sup>2,3,\*</sup>, Francisco Javier Fonseca Pozo <sup>2</sup>, Joaquín Valle Alonso <sup>4</sup>, Isabel María Blancas Sánchez <sup>1</sup> and Manuel Romero-Saldaña <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Grupo Investigación GC09 Nutrigenomics, Metabolic Syndrome, Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba (IMIBIC), Hospital Universitario Reina Sofía, 14071 Córdoba, Spain; h02vaalm@uco.es (M.V.A.); iblanzes\_blank@hotmail.com (I.M.B.S.)

<sup>2</sup> Grupo Investigación GC12 Clinical and Epidemiological Research in Primary Care, Instituto Maimónides de Investigación Biomédica de Córdoba (IMIBIC), Hospital Universitario Reina Sofía, 14071 Córdoba, Spain; ffonsecapozo@yahoo.es

<sup>3</sup> Departamento de Enfermería, Fisioterapia y Farmacología, Universidad de Córdoba, Campus de Menéndez Pidal, 14071 Córdoba, Spain; z92rosam@uco.es

<sup>4</sup> Department of Emergency Medicine, Royal Bournemouth Hospital, Bournemouth BH7 7DW, UK; joa51274@hotmail.com

\* Correspondence: n32apmap@uco.es; Tel: +34-679-727-823

Received: 21 February 2020; Accepted: 9 March 2020; Published: 14 March 2020



**Abstract:** The prevalence of obesity continues to grow, resulting in metabolic syndrome and increasing economic burden for health systems. The objectives were to measure the ability of the NIM-MetS test, previously used in the adults, for the early and sustainable detection of the Metabolic Syndrome (MetS) in children and adolescents. Moreover, to determine the economic burden of the children with MetS. Furthermore, finally, to use and implement the NIM-MetS test, via a self-created online software, as a new method to determine the risk of MetS in children. The method used was an observational study using different instruments (NIM-MetS test, International Diabetes Federation (IDF), or Cook) and measures (body mass index). Additionally, the economic burden was estimated via a research strategy in different databases, e.g., PubMed, to identify previous papers. The results (N = 265 children, age from 10–12) showed that 23.1% had obesity and 7.2% hypertension. The prevalence of MetS using the NIM-Mets was 5.7, and the cost of these children was approximate 618,253,99 euros. Finally, a model was obtained and later implemented in a web platform via simulation. The NIM-MetS obtained is a non-invasive method for the diagnosis of risk of MetS in children.

**Keywords:** Metabolic syndrome; pediatrics; sustainable health system

## 1. Introduction

Nutrition has always been a central pillar of the health inside a community. Nevertheless, with the changes in agriculture and the production of food, the nutrition has also been transformed [1]. As a result, the frequency of excessive weight has increased mainly in developed countries, such as the USA, and developing countries, such as Mexico [2]. Meanwhile, the frequency of undernutrition continues, especially in developing countries, such as Cameroon [2–5].

According to the World Health Organization, overweight and obesity are defined as excessive fat accumulation that presents a risk to health [6]. The frequency of obesity and overweight has tripled since 1975, mainly in high-income countries, caused in high proportion by fast-food consumption and the home environment [7,8]. From that point on, the number of people suffering from overweight in the world has grown in a concerning rate, having risen to 2 billion people in 2015 [1]. The public concern is, based on that, overweight and obesity have been linked to cancer, diabetes, or heart

problems [9]. Although excessive weight gain is a non-communicable disease and could be prevented, several environmental factors, such as food production, climate change, or mobility, facilitate the escalation of this issue [10–12]. Another part of this problem is the excessive weight gain in the younger population, mainly children and adolescents, caused by several factors, such as the shift towards motorized transportation and consumption of ultra-processed food [10,13].

Since 1998, the World Health Organization (WHO) has considered excessive weight gain to be a global epidemic in children, one of the most severe public health problems in the world [14]. Childhood obesity is an independent risk factor for adulthood obesity: an obese child has an 80% chance of remaining obese at 35 years old [15]. The worldwide prevalence of overweight and obese children combined has risen by 47.1% between 1980 and 2013 [16]. In Europe, the combined prevalence of overweight or obese children ranges from more than 40% in southern Europe to less than 10% in northern Europe [17]. In Spain, the ALADINO 2015 study found the prevalence of overweight children to be 23.2% and the prevalence of obese children 18.1% [18]. These results have been corroborated in Almería, southern Spain, wherein a sample representative of the population aged from 2 to 16 one third of the children and adolescents were overweight [19]. This epidemic of childhood obesity is responsible for the occurrence of metabolic diseases, previously confined to obese adults, whose body mass index is equal to or over 30 [6,20]. The Metabolic Syndrome (MetS) is recognized as an escalating significant health risk in adults as well as in children and adolescents. MetS occurs in 3.3% of the pediatric population but 11.9% in overweight children and 29.2% in those obese [21]. MetS in children has been linked to the risk of cardiovascular disease during adulthood. Although, other factors such as birth weight also have been linked to MetS in children.

Moreover, a previous study carried out by Wang et al. in 2019 showed that MetS prevalence was around 2.5% in a population of Spanish adolescents [22]. Furthermore, this study and other studies showed that there are gender differences in the prevalence of MetS, being more prevalent in men than women [22,23]. Additionally, previous studies have stated that metabolic syndrome and overweight is connected with micronutrients, such as vitamin D, or social factors, such as eating with familiars or eating with the TV on [24,25]. However, to date, no unified definition exists to assess the risk of MetS in children and adolescents. Therefore, there is a lack of early diagnosis, prevention, and treatment [22].

Children with obesity and metabolic syndrome involve an economic burden. In this sense, the economic cost of the side effects of children and adolescents with overweight was rated at 14.1 billion dollars in 2010 [26]. This economic loss could be higher if the cost of climate change, especially the stress in the agriculture industry, is added to the economic burden resulted from the health effects. Furthermore, the current health programs have not included viable and sustainable to prevent or rapidly detect obesity and especially the Metabolic Syndrome (MetS) in children [1,27]. This problem is based on that there is no consensus on a MetS definition for children and adolescents. In the US, there are over 40 different definitions of MetS, and this can lead to confusion in pediatric health departments [28]. Therefore, the definition of metabolic syndrome could be selected based on the most common method of determination, which are Cook et al. [29] and de Ferranti et al. [30], International Diabetes Federation (IDF) [31], and NCEP-ATPIII [32]. The early diagnosis of MetS requires an extended timeframe and is costly, as each parameter of MetS must be investigated. A good screening test should be both highly predictive and easy to perform and interpret [31,33]. Based on all the previous statements, early diagnosis of children with a high risk of developing MetS, and type 2 diabetes mellitus or cardiovascular disease later on in life, is highly relevant.

The authors had previously developed a new method for the early detection of MetS in the working population, which was free of biomarkers (non-invasive) and based on anthropometric variables [34,35]. This method uses non-invasive techniques and is based on just two anthropometric variables: Waist-to-Height Ratio (WtHR) ( $\geq 0.55$ ) and Blood Pressure (BP) ( $\geq 128/85$  mmHg). This method reduces the use of blood tests for those cases in which confirmation is required. It is a versatile, economical, and easily measurable method in any healthcare setting and has elevated diagnostic accuracy, with high sensitivity, specificity, and clinical concordance with the reference test (NCEP ATP

45. Smulyan, H. The Computerized ECG: Friend and Foe. *Am. J. Med.* **2019**, *132*, 153–160. [CrossRef] [PubMed]
46. García Martín, M.A.; Rueda de Castro, A.M.; Muñoz Rebollo, R.; Conejo Gaspar, G.; Capitán Gutiérrez, J.M. *Sobrepeso y Obesidad en Escolares de Educación Primaria de Sevilla*; Observatorio de la salud. servicio de salud área de bienestar social y empleo EXCMO, Ayuntamiento de Sevilla: Sevilla, Spain, 2017; p. 50.
47. Ramos Vielba, I.; García Goñi, M. *El reto de la obesidad infantil. la necesidad de una acción colectiva*; Fundación IDEAS: Madrid, Spain, 2011; Volume 9, ISBN 978-84-15018-91-9.
48. Instituto Nacional de Estadística Producto Interior Bruto (PIB). Available online: [https://www.ine.es/prensa/pib\\_tabla\\_cre.htm](https://www.ine.es/prensa/pib_tabla_cre.htm) (accessed on 1 December 2019).
49. Organization for Economic Co-Operation and Development Children Well Being: Health and Safety. Available online: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?ThemeTreeId=9#> (accessed on 1 December 2019).
50. Braga-Tavares, H.; Fonseca, H. Prevalence of metabolic syndrome in a Portuguese obese adolescent population according to three different definitions. *Eur. J. Pediatr.* **2010**, *169*, 935–940. [CrossRef] [PubMed]
51. Kassi, E.; Pervanidou, P.; Kaltsas, G.; Chrousos, G. Metabolic syndrome: Definitions and controversies. *BMC Med.* **2011**, *9*, 48. [CrossRef] [PubMed]
52. Aranceta-Bartrina, J.; Pérez-Rodrigo, C. Factores determinantes de la obesidad infantil: A propósito del estudio ANIBES. *Nutr. Hosp.* **2016**. [CrossRef]
53. Albert Pérez, E.; Mateu Olivares, V.; Martínez-Espinosa, R.; Molina Vila, M.; Reig García-Galbis, M. New Insights about How to Make an Intervention in Children and Adolescents with Metabolic Syndrome: Diet, Exercise vs. Changes in Body Composition. A Systematic Review of RCT. *Nutrients* **2018**, *10*, 878. [CrossRef]
54. DeBoer, M.D. Assessing and Managing the Metabolic Syndrome in Children and Adolescents. *Nutrients* **2019**, *11*, 1788. [CrossRef]
55. González-Jiménez, E.; Montero-Alonso, M.; Schmidt-RioValle, J.; García-García, C.; Padez, C. 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.* **2015**, *54*, 589–597. [CrossRef]
56. Vanlancker, T.; Schaubroeck, E.; Wyncke, K.; Cadenas-Sanchez, C.; Breidenassel, C.; González-Gross, M.; Gottrand, F.; Moreno, L.A.; Beghin, L.; Molnár, D.; et al. Comparison of definitions for the metabolic syndrome in adolescents. The HELENA study. *Eur. J. Pediatr.* **2017**, *176*, 241–252. [CrossRef]
57. Mokha, J.S.; Srinivasan, S.R.; Dasmahapatra, P.; Fernandez, C.; Chen, W.; Xu, J.; Berenson, G.S. Utility of waist-to-height ratio in assessing the status of central obesity and related cardiometabolic risk profile among normal weight and overweight/obese children: The Bogalusa Heart Study. *BMC Pediatr.* **2010**, *10*, 73. [CrossRef]
58. Weili, Y.; He, B.; Yao, H.; Dai, J.; Cui, J.; Ge, D.; Zheng, Y.; Li, L.; Guo, Y.; Xiao, K.; et al. Waist-to-height ratio is an accurate and easier index for evaluating obesity in children and adolescents. *Obesity (Silver Spring)* **2007**, *15*, 748–752.
59. Lee, C.M.Y.; Huxley, R.R.; Wildman, R.P.; Woodward, M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: A meta-analysis. *J. Clin. Epidemiol.* **2008**, *61*, 646–653. [CrossRef] [PubMed]
60. Sassi, F.; Cecchini, M.; Lauer, J.; Chisholm, D. Improving Lifestyles, Tackling Obesity: The Health and Economic Impact of Prevention Strategies. *OECD Health Work. Pap.* **2009**, *48*, 107.



© 2020 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).





## REGISTRO GENERAL DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

Según lo dispuesto en la Ley de Propiedad Intelectual (Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril), quedan inscritos en este Registro los derechos de propiedad intelectual en la forma que se determina seguidamente:

### NÚMERO DE ASIENTO REGISTRAL 04 / 2020 / 3334

**Título:** NIM Kids Mets Nuevo metodo no invasivo para la deteccion temprana del sindrome metabolico en poblacion escolar

**Objeto de propiedad intelectual:** Página electrónica (web) o multimedia

**Clase de obra:** Página web

**Lugar de divulgación:** UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

**Fecha de divulgación:** 21/06/2019

### PRIMERA INSCRIPCIÓN

#### *Autor/es y titular/es originarios de derechos*

- **Apellidos y nombre:** APARICIO MARTINEZ, Pilar

**Nacionalidad:** España

**D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** 45943713V

**Parte de la obra de la que es autor:** 20 % DISEÑO, PLANIFICACIÓN, TRATAMIENTO DE DATOS y DIFUSIÓN

- **Apellidos y nombre:** VAQUERO ÁLVAREZ, Manuel

**Nacionalidad:** España

**D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** 30997988Z

**Parte de la obra de la que es autor:** 20% PLANIFICACION Y DESARROLLO DEL MODELO Y COORDINACIÓN

- **Apellidos y nombre:** JIMÉNEZ CALZADA, Adrián

**Nacionalidad:** España

**D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** 03147447N

**Parte de la obra de la que es autor:** 20% DESARROLLADOR INFORMÁTICO

- **Apellidos y nombre:** VAQUERO ABELLAN, Manuel

**Nacionalidad:** España

**D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** 30438711M

**Parte de la obra de la que es autor:** 10 % Planificación y Codirección del contenido Web

- **Apellidos y nombre:** MARTINEZ JIMENEZ, Pilar

**Nacionalidad:** España

**D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** 30424784Q

**Parte de la obra de la que es autor:** 10 % Planificación y Coodirección del contenido web

*(Continúa la inscripción)*

04/2020/3334



• **Apellidos y nombre:** ROMERO SALDAÑA, Manuel

**Nacionalidad:** España

**D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** 30549475R

**Parte de la obra de la que es autor:** 10 % Planificación y Codirección en la obtención del modelo

• **Apellidos y nombre:** FONSECA DEL POZO, Francisco Javier

**Nacionalidad:** España

**D.N.I./N.I.F./Pasaporte:** 30468331R

**Parte de la obra de la que es autor:** 10 % Planificación y Coordinación de la modelización

### ***Datos de la solicitud***

**Núm. solicitud:** RTA-00728-2020

**Fecha de presentación y efectos:** 12/05/2020

**Hora:** 20:02

Firma del Registrador/a

Firmado: Juan Cristobal Jurado Vela





UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

