

**INFLUENCIA DE VARIABLES
AMBIENTALES EN EL SOBREPESO Y
OBESIDAD INFANTIL**





Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament d'Infermeria
Departamento de Enfermería

M^a Mercedes Rizo Baeza profesora Titular Universidad en el Departamento de Enfermería de la Universidad de Alicante.

CERTIFICA QUE:

D^a Ana Isabel Gutiérrez Hervás ha realizado el trabajo encaminado a la consecución del título de Doctor, titulado:

“INFLUENCIA DE VARIABLES AMBIENTALES EN EL SOBREPESO Y LA OBESIDAD INFANTIL”

Bajo mi dirección.

De lo cual doy fe en San Vicente del Raspeig Alicante a 31 de mayo de 2016

Ernesto Cortés Castell, Profesor Secretario del Departamento de Farmacología, Pediatría y Química Orgánica de la Universidad Miguel Hernández

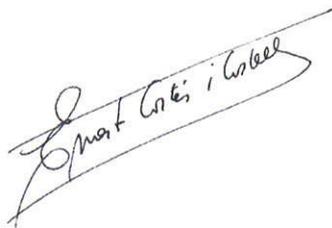
CERTIFICA QUE:

D^a Ana Isabel Gutiérrez Hervás ha realizado el trabajo encaminado a la consecución del título de Doctor, titulado:

" INFLUENCIA DE VARIABLES AMBIENTALES EN EL SOBREPESO Y LA OBESIDAD INFANTIL "

bajo mi dirección.

De lo cual doy fe en San Juan, a 31 de mayo de 2016



Fdo.: Dr. Ernesto Cortés Castell

D. VICENTE FRANCISCO GIL GUILLEN, como
Director de Tesis Doctoral

CERTIFICA:

Que el trabajo "INFLUENCIA DE VARIABLES AMBIENTALES EN EL SOBREPESO Y LA OBESIDAD INFANTIL" realizado por D^a Ana Isabel Gutiérrez Hervás ha sido llevado a cabo bajo mi dirección y se encuentra en condiciones de ser leído y defendido como Tesis Doctoral en la Universidad Miguel Hernández.

Lo que firmo para los oportunos efectos en San Juan de Alicante a Ocho de Junio de Dos Mil Dieciséis.



Fdo. Prof. V. Gil
Director
Tesis Doctoral

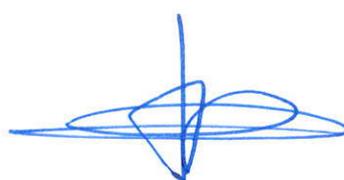


D. JAVIER FERNANDEZ SÁNCHEZ, Director del
Departamento de Medicina Clínica de la Universidad
Miguel Hernández

AUTORIZA:

La presentación y defensa como Tesis Doctoral del trabajo
"INFLUENCIA DE VARIABLES AMBIENTALES EN EL SOBREPESO Y LA
OBESIDAD INFANTIL" presentado por D^a Ana Isabel Gutiérrez
Hervás.

Lo que firmo en San Juan de Alicante a Ocho de Junio de
Dos Mil Dieciséis.



Prof. J. Fernández

Director

Dpto. Medicina Clínica



DEPARTAMENTO DE MEDICINA CLÍNICA

Campus de San Juan. Ctra. de Valencia (N-332), Km. 87 – 03550 San Juan de Alicante
Telf.: 96 5919449 – Fax: 96 5919450
c.electrónico: med.psiqui@umh.es

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a los doctores M^a Mercedes Rizo Baeza, Ernesto Cortés Castell y Vicente Gil Guillén su dedicación, esfuerzo, confianza y apoyo incondicional. De corazón os doy las gracias por descubrirme el mundo de la investigación y por ayudarme a ser mejor investigadora y persona.

A mi pareja, Emilio, por ser el pilar que me sustenta cuando amainan las fuerzas. Gracias por entenderme y apoyarme en cada momento.

A mis padres, por su amor y apoyo incondicionales.

A mis amigas, Irina, Judith y Estela, por comprender mis frecuentes ausencias y animarme a continuar en esta larga andadura.

A todas las demás personas (compañeros de investigación, profesores, padres y niños) e instituciones (colegio, guarderías y Ayuntamiento de Rafal) sin los cuales este proyecto no hubiera sido posible.

SIGLAS, SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

Las siguientes abreviaturas han sido utilizadas en el presente trabajo:

♀	Niña
♂	Niño
AMA	Asociación Médica Americana (<i>American Medical Association</i>)
ADM	Adherencia a la Dieta Mediterránea
B	Coefficiente de Regresión
BIA	Bioimpedancia eléctrica (<i>Bioelectrical Impedance Analysis</i>)
CEIP	Colegio de Educación Infantil y Primaria
CI	Intervalo de Confianza
D	Densidad
DXA/DEXA	Absorciometría radiológica de doble energía (<i>Dual-energy X-ray Absorptiometry</i>)
ICT	Índice cintura-talla
IMC	Índice de Masa Corporal (<i>Body Mass Index</i>)
IOTF	<i>International Obesity Task Force</i>
IQ	Intervalo Intercuartílico
FMI	Índice de Masa Grasa (<i>Fat Mass Index</i>)
FFMI	Índice de Masa Libre de Grasa (<i>Free Fat Mass Index</i>)
GC	Grasa Corporal
LDL	Lipoproteínas de baja densidad (<i>Low Density Lipoprotein</i>)
NAOS	Nutrición, Actividad física y prevención de la Obesidad
NHANES	<i>National Health and Nutrition Examination Survey</i>
RI	Resistencia a la insulina
OR	Odds Ratio
OAC	Coalición de Acción para la Obesidad (<i>Obesity Action Coalition</i>)
OMS/WHO	Organización Mundial de la Salud (<i>World Health Organization</i>)
UNICEF	<i>United Nations International Children's Emergency Fund</i>
Q	Cuartil (<i>Quartile</i>)
RNM	Resonancia Nuclear Magnética
SEEDO	Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad

SM	Síndrome Metabólico
PREDIMED	Prevención Primaria de la Enfermedad Cardiovascular con la Dieta Mediterránea
PRONAF	Programas de Nutrición y Actividad Física
TAC	Tomografía Axial Computarizada
VO2	Volumen de Oxígeno consumido
Zs	Z-Score



Índice de contenido

1.	INTRODUCCIÓN	9
1.1.	CONCEPTO Y DETERMINACIÓN DE LA OBESIDAD INFANTIL	9
1.2.	PREVALENCIA DE OBESIDAD INFANTIL	11
1.3.	ENFERMEDADES ASOCIADAS	16
1.3.1.	Síndrome metabólico.....	18
1.4.	PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE OBESIDAD.....	20
1.4.1.	Índice de masa corporal.....	20
1.4.2.	Perímetro de cintura	22
1.4.3.	Índice cintura-talla.....	23
1.4.4.	Grasa corporal	24
1.5.	VARIABLES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LA OBESIDAD INFANTIL	27
1.5.1.	Dieta	27
1.5.2.	Ejercicio físico.....	29
2.	OBJETIVOS	31
2.1.	OBJETIVO PRINCIPAL	31
2.2.	OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	31
3.	MATERIAL Y MÉTODOS	33
3.1.	POBLACIÓN	33
3.2.	DISEÑO DEL ESTUDIO Y PARTICIPANTES	33
3.2.1.	Criterios de inclusión y exclusión	34
3.3.	VARIABLES Y MEDIDAS	35
3.3.1.	Variables antropométricas.....	35
3.3.2.	Medidas antropométricas	35
3.3.2.	Ingesta alimentaria	41
3.3.3.	Medida de actividad física.....	42
3.4.	SUBGRUPOS EN EL ESTUDIO	42
3.4.1.	Subgrupos según estado nutricional	42
3.4.2.	Subgrupos según tensión arterial.....	43
3.4.3.	Subgrupos según nivel de actividad física	43
3.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	43
3.6.	CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL	44
3.7.	ASPECTOS ÉTICOS	45
4.	RESULTADOS.....	47
4.1.	PARTICIPANTES	47

4.2. DETERMINACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL.....	48
4.2.1. Determinación de la composición corporal.....	49
4.3. PREDICTORES DE SÍNDROME METABÓLICO.....	53
4.4. ACTIVIDAD FÍSICA Y DIETA.....	56
5. DISCUSIÓN.....	61
5.1. ANÁLISIS DE LA PREVALENCIAA DE SOBREPESO Y OBESIDAD.....	61
5.2. DETERMINACIÓN DE LA GRASA CORPORAL.....	61
5.3. INDICADORES DE SÍNDROME METABÓLICO.....	64
5.4. ACTIVIDAD FÍSICA Y DIETA.....	66
6. CONCLUSIONES.....	71
7. BIBLIOGRAFÍA.....	73
8. ANEXOS.....	93
Anexo 1: Cuestionario del estudio.....	95
Anexo 2: Imágenes de medidas caseras mostradas durante la cumplimentación del recordatorio de 24h.....	99
Anexo 3: Aprobación del Comité de ética de la Universidad de Alicante.....	101
Anexo 4: Consentimiento informado firmado por los padres/tutores.....	103
Anexo 5: Artículo publicado.....	107
Anexo 6: Artículos en vía de publicación.....	109
Anexo 6.2. Artículo actimetría.....	111
Anexo 7: Contribuciones a congresos científicos.....	113

Índice de tablas y figuras

Tabla 1	Estudios de la Prevalencia de la Obesidad en niños y adolescentes en la población española	13
Tabla 2	Prevalencia de obesidad en población infantil por grupos de edad y sexo (estudio enKid)	14
Tabla 3	Fundación Thao. Programa de prevención de la obesidad infantil en los municipios	14
Tabla 4	Estado nutricional de los menores según el Z-Score del IMC	48
Tabla 5	Relación entre el porcentaje de grasa corporal, mediante diferentes fórmulas o índices, y el Z-Score del IMC respecto al sexo en niños de 2-7 años	50
Tabla 6	Porcentaje de grasa corporal calculado con diferentes fórmulas para cada grupo de estado nutricional	51
Tabla 7	Valores de la presión arterial sistólica y diastólica, porcentaje de grasa corporal e índice cintura talla según estado de nutrición en niños de 2 a 7 años de edad	54
Tabla 8	Número de niños que presentan valores de presión arterial sistólica igual o superiores al P95 para la edad según estado nutricional	54
Tabla 9	Análisis descriptivo e inferencial de la actividad física de los niños	57
Figura 1	Medición de la talla	36
Figura 2	Medición del perímetro abdominal	37
Figura 3	Medición de algunos de los pliegues cutáneos más relevantes	39
Figura 4	Diagrama de flujo de la participación de niños en el estudio	48
Figura 5	Porcentaje de grasa corporal obtenido mediante la fórmula de Hoffman según el sexo y el estado nutricional de los preescolares	52
Figura 6	Índice cintura-talla según sexo y grupo de estado nutricional	53
Figura 7	Porcentaje de grasa corporal y grado de tensión sistólica	55
Figura 8	Índice cintura-talla respecto al grado de tensión sistólica	56
Figura 9	Porcentaje de dieta según la escala del test Kidmed frente al estado nutricional	59

Resumen

Introducción: El estudio de la obesidad en el niño es un reto importante debido a su incremento general en épocas recientes que ha provocado la puesta en marcha de medidas preventivas. Varios grupos de expertos han recomendado el IMC relacionado con la edad y el sexo como el mejor parámetro antropométrico para la evaluación de la obesidad en los niños y adolescentes entre 2 y 18 años, con este fin surge como nueva vertiente el puntaje Z. La prevalencia de obesidad infantil se ha convertido en un problema de salud pública. Según la OMS, en 2010 alrededor de 43 millones de niños menores de 5 años tenían sobrepeso. A nivel nacional el último estudio realizado, el estudio ALADINO, cifraba la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad en el 35% en estos menores. Además, la obesidad infantil, al igual que en el adulto, está asociada con diversas comorbilidades a largo plazo. Desde el nacimiento y a lo largo de la vida, los principales factores relacionados con el desarrollo de esta patología son la dieta y la realización de ejercicio físico o la inactividad física que realice el niño, por encima de la susceptibilidad genética. El objetivo del presente trabajo es describir y analizar factores relacionados con la situación de sobrepeso y obesidad en la edad infantil (niños/as de 2 a 7 años) en una pequeña población (Rafal) de la provincia de Alicante.

Material y métodos: Se realizó un estudio descriptivo con análisis cuantitativo en niños de 2 a 7 años en el municipio de Rafal (Alicante). Se recogieron las siguientes variables antropométricas: peso, talla, perímetro de cintura y pliegues cutáneos (bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco). Así mismo, se incluyó la toma de tensión arterial sistólica y diastólica. Se calcularon el IMC y sus puntuaciones Z-Score acordes a la edad y el sexo del menor y el índice cintura-talla. Así como, el porcentaje de grasa corporal a partir de los pliegues cutáneos. La ingesta alimentaria se midió con un recordatorio de 24h y el test Kidmed para medida la adherencia a la dieta mediterránea. La actividad física se midió mediante la colocación de actímetros o acelerómetros Actigraph GT3X en la cintura de los niños. Se clasificó a los niños en función del Z-score del IMC, el índice de cintura-talla, el porcentaje de grasa corporal total, los percentiles de presión sistólica y los cuartiles de la actividad física realizada.

El protocolo del presente trabajo fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de Alicante antes de su inicio, los padres o tutores de los menores firmaron un consentimiento informado previa participación en el estudio y se garantizaron los principios de confidencialidad en todo momento.

Resultados: La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad fue del 26%. El porcentaje de grasa corporal obtenido con la fórmula de Hoffman mostró la mejor correlación con el estado nutricional de los niños según el Z-Score del IMC. Del mismo modo los pliegues cutáneos presentaron una relación significativa con el estado nutricional de los menores. El índice cintura-talla también presentó un buen nivel de correlación frente al Z-Score del IMC. El estado nutricional de los preescolares se relacionó de forma significativa con la tensión arterial (sistólica y diastólica), el porcentaje de grasa corporal y la obesidad abdominal mediante índice cintura-talla, pudiendo clasificar estas variables como predictores del síndrome metabólico. Se encontraron los siguientes factores asociados con un elevado nivel de actividad física, con significación estadística: menor estado nutricional, menor edad y un mayor gasto energético. Sin embargo, la ingesta energética y el sexo no mostraron diferencias significativas. No obstante, todos los grupos de estado nutricional presentaron media dentro del rango de necesidad de mejorar el patrón alimentario para ajustarlo al modelo mediterráneo, siguiendo el valor del índice Kidmed.

Conclusiones:

1. La prevalencia de sobrepeso y obesidad son análogas a las de la población general de niños españoles y europeos, cifrándose en un total de 26% (15,1% sobrepeso y 10,9% obesidad) y sin diferencias significativas por género.
2. Hay un porcentaje alto de niños con bajo peso (14,7%).
3. Se muestran eficaces los pliegues cutáneos para la determinación de la grasa corporal mediante la ecuación de Hoffman, siendo diferentes significativamente los porcentajes de grasa calculados según el estado de nutrición.

4. También se muestra eficaz para la detección del sobrepeso y la obesidad infantil el índice cintura-talla, con diferencias significativas entre los grupos de estado de nutrición.
5. Los niños/as en estas edades ya presentan signos asociados al síndrome metabólico cuando padecen obesidad.
6. Los niños/as obesos/as tienen porcentajes de grasa corporal calculada elevados.
7. Los niños/as obesos/as presentan tensión arterial sistólica elevada.
8. Los niños/as obesos/as tienen un índice cintura-talla elevado.
9. La energía ingerida durante 24 horas es más elevada entre los niños/as con obesidad, aunque no se ha mostrado una relación significativa.
10. Todos los grupos de estado nutricional presentaron necesidad de mejorar el patrón alimentario para ajustarlo al modelo mediterráneo, según el test Kidmed.
11. El conjunto de los niños estudiados tiene una actividad física baja, medida mediante actimetría.
12. En el estudio multivariante se observa que son factores de riesgo para una menor actividad física: una mayor edad y un mayor grado del estado de nutrición.
13. Lógicamente, por la teoría del esfuerzo físico, tienen un mayor consumo energético los niños obesos, aunque se muevan menos.
14. Con estas conclusiones es recomendable desarrollar programas de prevención y tratamiento de sobrepeso y obesidad infantil en preescolares que incluyan una valoración antropométrica de los menores y una promoción de hábitos de vida saludable (dieta y ejercicio físico).

Palabras clave: preescolares; obesidad; composición corporal; presión arterial; acelerómetros; dieta.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CONCEPTO Y DETERMINACIÓN DE LA OBESIDAD INFANTIL

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el sobrepeso y la obesidad como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud (OMS, 2016). Además, asociaciones como la *American Medical Association* (AMA) o la *Obesity Action Coalition* (OAC) han clasificado la obesidad como enfermedad. Podemos decir que la obesidad es una enfermedad crónica, compleja y multifactorial que suele iniciarse en la infancia y adolescencia y tiene importantes implicaciones para la salud en la vida adulta (Nadglowski, 2013).

La *United Nations International Children's Emergency Fund* (UNICEF) recibió el Premio Nobel de la Paz por su iniciativa “Un mejor inicio de la vida” cuando su objetivo era proporcionar alimentos a todos los niños. Posteriormente, aunque este problema no estaba resuelto, la OMS estableció una Comisión de Alto nivel para “Terminar con la Obesidad Infantil” incluida en la iniciativa de UNICEF (OMS, 2000).

Durante la infancia y adolescencia la ganancia ponderal es paralela al incremento de altura y existe un equilibrio en el aumento de los diferentes componentes del organismo: masa magra, masa grasa, masa ósea y masa visceral. Sin embargo, la obesidad representa un incremento en el peso corporal asociado a un desequilibrio en las proporciones de los diferentes componentes del organismo con un predominio porcentual de la masa grasa (Ballabriga et al., 2006). Además, el poder determinarla resulta más complejo debido a que durante estos periodos de

crecimiento, tanto la altura como la composición corporal están en continuo cambio (OMS, 2000).

El estudio de la obesidad en el niño es un reto importante debido a su incremento general en épocas recientes que ha provocado la puesta en marcha de medidas preventivas (Coquitt et al., 2016; Bastien et al., 2014). No obstante, la determinación de la obesidad infantil no está tan claramente definida como en la edad adulta, pero se han aceptado de manera global la utilización de puntos de corte basados en la distribución de parámetros antropométricos como el peso, el Índice de Masa Corporal (IMC) o la talla. Existen muchas y diferentes propuestas, guías y recomendaciones, pero el problema básico es la falta de evidencia para establecer una definición precisa que permita delimitar la obesidad en el niño.

Desde 1994 se ha tratado de determinar el estado nutricional de los niños, clasificándolos inicialmente como sobrepeso o riesgo de sobrepeso si presentaban un IMC mayor o igual al percentil 85 y mayor al 95 respectivamente. Ya en 2007 un comité de expertos de la AMA acuñó las definiciones de sobrepeso para el percentil 85 o superior y obesidad para un percentil 95 (Krebs et al., 2007).

Podemos decir que existe prácticamente un consenso para definir el sobrepeso como un IMC situado entre el percentil 85 y el 95 y la obesidad como un IMC igual o mayor del percentil 95 (Power, Lake & Cole, 1997; Prentice, 1998; Serra-Majem et al., 2002), y así se considera en EEUU (Dietz & Robinsons, 1998) y por la OMS (OMS, 2000). En Europa y Asia igualmente se acepta el mismo punto de corte para el sobrepeso, pero considera como obesidad un IMC mayor o igual al percentil 97 (Rolland-Cachera et al., 2001).

Usando el IMC como medida de adiposidad, también se puede definir la obesidad como el estado en aquellos individuos cuyo IMC es igual o superior a un valor determinado para su sexo y edad. En 1997 la OMS definió la obesidad a partir de los 18 años (18-24 años) como un $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$, y el sobrepeso como un $IMC \geq 25 \text{ kg/m}^2$ (Serra et al., 2003). Sobre este consenso, un estudio internacional estableció para cada una de las edades (2-18 años) y sexo los valores del IMC

equivalentes a los valores de IMC 25 y 30 kg/m² a los 18 años (Prentice, 1998; Saxena et al., 2004).

Varios grupos de expertos han recomendado el IMC relacionado con la edad y el sexo, como el mejor parámetro antropométrico para la evaluación de la obesidad en los niños y adolescentes entre 2 y 18 años. Además, se puede obtener fácilmente y tiene una buena correlación con el porcentaje de grasa corporal, especialmente en los valores extremos altos del IMC (Koplan et al., 2005; Krebs et al., 2007; Krebs & Jacobson, 2003; OMS, 2000). Por lo que se acepta como un buen indicador para la estimación de la obesidad en niños de 2 a 18 años, tanto para estudios epidemiológicos como para el cribado clínico (Colomer, 2004).

En el ámbito clínico y epidemiológico, probablemente lo más útil sería la combinación de un valor de IMC superior al percentil 95 en unas tablas de referencia adecuadas de población a estudiar, junto con una estimación de la grasa corporal para asegurar de esta manera la existencia de una elevada adiposidad en el individuo. De este modo se evitaría clasificar como obeso a un individuo con un IMC alto a causa de un aumento de la masa magra o de una constitución corporal atlética (Serra et al., 2003; Whitlock et al., 2005).

La nueva vertiente es el puntaje Z, se trata de un criterio estadístico universal que define la distancia a la que se ubica la medición de un individuo con respecto a la mediana o percentil 50 de la población de referencia para su edad y sexo, en unidades de desviación estándar. De este modo se clasifica el sobrepeso cuando el Z-Score (Zs) es ≥ 1 (una desviación estándar de la mediana) y la obesidad cuando este puntaje es ≥ 2 (Koplan et al., 2005; Krebs et al., 2007).

1.2. PREVALENCIA DE OBESIDAD INFANTIL

La prevalencia de la obesidad en niños se ha incrementado en todo el mundo y se ha configurado en las últimas décadas como un importante problema de salud pública por las dimensiones adquiridas y por su tendencia creciente, sobre todo en

los países desarrollados, aunque en fechas recientes parece haberse estabilizado (Olds et al., 2014).

La Organización Mundial de la Salud ha considerado la obesidad como la “epidemia del siglo XXI” por las dimensiones que ha adquirido y por su impacto sobre la mortalidad, la morbilidad, la calidad de vida y el gasto sanitario.

Respecto a la obesidad infantil, la *International Obesity Task Force* (IOTF) estima que hasta 200 millones de niños en edad escolar (5-17 años) tienen sobrepeso u obesidad. Según la OMS, en 2010 alrededor de 43 millones de niños menores de 5 años tenían sobrepeso. En la Unión Europea más del 20% de los niños en edad escolar tienen sobrepeso o son obesos, lo cual permite estimar que son más de 12 millones de niños (García et al., 2011).

Durante las últimas décadas ha habido un aumento de obesidad infantil alrededor de todo el mundo afectando tanto a países desarrollados como en desarrollo (Popkin et al., 2006; Lobstein 2004). La OMS establece en Estados Unidos una prevalencia de sobrepeso y obesidad del 20-30%, en Europa de 20-30% y en el sureste asiático, oeste del Pacífico y regiones de África del 10-20% (Wang & Lim, 2012). Como consecuencia, está considerada como un problema de salud pública en Europa (Moreno et al., 2013). La prevalencia global de sobrepeso y obesidad se ha incrementado dramáticamente desde 1990, en preescolares, ha aumentado del 4% en 1990 al 7% en 2010. Si esta tendencia continua, la prevalencia podría alcanzar el 9% o 60 millones de niños en 2020 (Wang & Lim, 2012). Esta situación es realmente preocupante de no iniciarse acciones que lo modifiquen.

A nivel nacional son varios los estudios que han tratado de cifrar la prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil, por orden cronológico, cabe citar: Paidós 1984, RICARDIN 1992 y enKID 1998-2000 (tabla 1). Según sus resultados, la prevalencia de la obesidad española en los niños y adolescentes, como mínimo se ha duplicado en los últimos años (Grupo Cooperativo Español para el estudio de Factores de Riesgo Cardiovascular en la infancia y adolescencia en España, 1995; Paidós, 1985; Serra et al., 2003).

Tabla 1. Estudios de la Prevalencia de la Obesidad en niños y adolescentes en la población española.

ESTUDIO AÑO	ÁMBITO	N	EDAD	SEXO	DEFINICIÓN OBESIDAD	%
Paidos, 1984	España	4231	6 – 13	(♀♂)	P. Tricipital \geq 2sd	4,9
		2271	6 – 13	(♂)		5,1
		1960	6 – 13	(♀)		4,6
RICARDIN, 1995	España	11342	6 – 18	(♀♂)	IMC \geq p97	3,0
enKID, 2000	España	3534	2 – 24	(♀♂)	IMC \geq p97	13,9
		1629	2 – 24	(♂)		15,6
		1905	2 – 24	(♀)		12,0

Tras los resultados del estudio enKid se estimó una prevalencia de la obesidad de la población española entre los 2 y los 24 años del 13,9% y un 12,4% para el sobrepeso, lo que tipifica un 26,3% con sobrecarga ponderal. Estas estimaciones están basadas en la definición del sobrepeso como valores del IMC comprendidos entre los percentiles 85 y 97, específicos por edad y sexo, según los valores de referencia en las tablas de Orbegozo y la obesidad para valores del IMC iguales o mayores al percentil 97 (Hernández et al., 1988). La obesidad fue más elevada en el subgrupo de los hombres (15,6%) en comparación con las mujeres (12,0%). Entre los chicos las tasas de prevalencia más elevadas se observaron entre los 6 y los 13 años, sin embargo, en las mujeres este aumento aparece en edades más avanzadas entre los 18 y los 24 años (Serra et al., 2003).

A continuación, se describe la prevalencia de obesidad y sobrepeso por grupos de edad y sexo en la población infantil española, de acuerdo con los criterios propuestos por Cole et al. y según el valor de los percentiles 85 (sobrepeso) y 97 (obesidad) de Orbegozo (Aranceta-Bartrina et al., 2005) (tabla 2).

Tabla2. Prevalencia de obesidad en población infantil por grupos de edad y sexo (estudio enKid) según los percentiles 85 y 97 de Orbeagozo, 1988.

	2-5 años	6-9 años	Total
Total			
Sobrepeso IMC ≥ P85 < P97	9,9(6,8-13,0)	14,5(11,1-17,9)	12,4(11,3-13,5)
Obesidad IMC ≥ P97	11,1(7,9-14,3)	15,9 (12,4-19,4)	13,9(12,7-15,1)
Sobrecarga ponderal total	21,0(16,8-25,2)	30,4(26,0-34,8)	26,3(24,8-27,8)
Varones			
Sobrepeso IMC ≥ P85 < P97	9,3(5,2-13,4)	16,0(11,0-21,0)	14,3(12,6-16,0)
Obesidad IMC ≥ P97	10,8(6,4-15,2)	21,7(16,1-27,3)	15,6(13,8-17,4)
Sobrecarga ponderal total	20,1(14,4-25,8)	37,7(31,1-44,3)	29,9(27,7-32,1)
Mujeres			
Sobrepeso IMC ≥ P85 < P97	10,4(5,9-14,9)	13,0(8,5-17,7)	10,4(9,1-11,9)
Obesidad IMC ≥ P97	11,5(6,8-16,2)	9,8(5,8-13,8)	12,0(10,5-13,5)
Sobrecarga ponderal total	21,9(15,8-28,0)	22,9(17,2-28,6)	22,5(20,6-24,4)

Posteriormente, el Programa Thao-Infantil proporcionó nuevos datos sobre la obesidad infantil en España. Según Thao 2009-2010, realizado en 29 ciudades españolas, un 29,3% de los niños participantes entre los 3 y los 12 años sufre sobrepeso (21,1%) u obesidad (8,2%). El trabajo de campo realizado, que abarca a 26.251 menores, constata los elevados niveles de sobrepeso y obesidad, ya obtenidos en los resultados correspondientes a los años 2008-2009, en especial en pequeños de 3 a 9 años, lo que pone de relieve su incidencia en edades tempranas, reforzando la idea de llevar a cabo acciones preventivas desde los primeros años de vida (tabla 3) (Fundación Thao, 2011).

Tabla 3: Fundación Thao. Programa de prevención de la obesidad infantil en los municipios.

Edad (años)	2008-2009			2009-2010		
	Sobrepeso (%)	Obesidad (%)	Total (%)	Sobrepeso (%)	Obesidad (%)	Total (%)
3-5	14,5	5,5	19,9	15,0	6,3	21,3
6-9	20,5	9,6	30,1	21,7	9,8	31,5
10-12	24,1	7,8	31,9	24,2	7,0	31,2
3-12	20,0	8,0	28,0	21,1	8,2	29,3

Los últimos datos disponibles sobre la prevalencia de la obesidad infantil en España provienen del estudio ALADINO 2010-2011, realizado dentro del marco de la estrategia para la Nutrición, Actividad Física y prevención de la Obesidad (NAOS), que recoge información a partir de una muestra de 7.923 niños de entre 6 y 9 años. Los resultados muestran un alarmante exceso de peso en la población infantil, superior al 45%, estimado según los estándares de crecimiento de la OMS, que confirma la tendencia de convergencia entre géneros en la prevalencia del sobrepeso entre 6 y 9 años, no tanto por el descenso en los niños; ha pasado de 21,7% en 1998-2000 a 20,2% en 2010-2011, sino por el aumento en las niñas; ha pasado de 9,8% a 14,8% en el mismo intervalo temporal (Ministerio de Sanidad, Política e Igualdad, 2011). Según el último plan de salud de la Comunidad Valenciana 2010-2013, la prevalencia combinada de sobrepeso (16,1%) y obesidad (17,1%) se sitúan en el 33,2% (Consellería de Sanitat, 2013).

Destacar que, pese a los datos expuestos, ya hay algunos datos recientes que refieren que el incremento de la obesidad infantil va siendo menos importante y que incluso se está llegando a un “*plateau*” (Olds et al., 2014, Wabitsch et al., 2014) aunque se afirma que la gravedad se está incrementando (Skinner & Skelton, 2014). Igualmente se ha referido que esta tendencia va a ser más llamativa en los niños de menor edad (Olds et al., 2014), especialmente en el caso de la obesidad (Valdés-Pizarro & Royo-Bordonada, 2012). En fechas recientes se han publicados dos estudios; el primero realizado en USA, ha comprobado que este descenso es más llamativo en los niños de 2 a 5 años, el cual se ha cifrado en un 5,5% en el *National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES) (Ogden et al., 2014). Esto se atribuye a un descenso de la ingesta calórica global probablemente favorecida por la educación de la población y por las medidas gubernamentales en relación con el contenido calórico y composición de los alimentos manufacturados (Dietz & Economos, 2015). El segundo estudio es el realizado en Dinamarca con datos de tres cohortes de pacientes de 1988 a 2011, con un total de más de 100.00 pacientes y concluyen que parece mostrarse una tendencia al descenso (Schmidt et al., 2013).

Con todo esto se puede concluir que los verdaderos problemas de la obesidad en el niño es que los niños obesos de hoy seguirán siéndolo con posterioridad y colaborarán al aumento de adultos obesos, con el consiguiente impacto sobre la salud

pública y el consumo de recursos. Por otro lado, se pone de manifiesto que es una situación en la que las medidas adoptadas para su prevención pueden ser eficaces.

1.3. ENFERMEDADES ASOCIADAS

La obesidad infantil, al igual que en el adulto, está asociada con diversos efectos adversos a largo plazo, estos efectos incluyen un mayor riesgo de padecer Diabetes mellitus tipo II, enfermedades degenerativas, apnea obstructiva del sueño, hipertensión arterial y muerte prematura (Berlina, Hamel-Lambertb & DeLamatrec, 2013), así como enfermedades cardiovasculares (Hasnain et al., 2014). Actualmente existe evidencia epidemiológica suficiente para establecer el sobrepeso y la obesidad infantil como factores de riesgo para desarrollar enfermedades crónicas ya desde la niñez, tales como problemas cardiovasculares y diabetes tipo II (Albornoz & Pérez, 2012; Friend, Craig & Turner, 2003), hiperlipidemia e hipertrigliceridemia (Berlina, Hamel-Lambertb & DeLamatrec, 2013), colecistitis, esteatohepatitis no alcohólica (Harrison & Diehl, 2002), osteoartritis y algunos tipos de cáncer (Cummings, Parham & Strain, 2002), así como una mayor prevalencia de Síndrome Metabólico (SM) (Gutiérrez-Hervás et al., 2015).

La distribución de la grasa corporal con predominio central o visceral, incluso en niveles bajos de obesidad, se asocia en el niño a un mayor riesgo de complicaciones metabólicas (Macpherson et al., 2016). El riesgo de enfermedad coronaria y las alteraciones lipídicas plasmáticas se asocian sobre todo con la obesidad troncular o androide, así como otras patologías coronarias, la hipertensión arterial y la Diabetes Mellitus tipo II durante la edad adulta (Park et al., 2012).

Así, las comorbilidades más importantes en la obesidad del niño son:

Hígado graso no alcohólico

La manifestación más frecuente e importante es la esteatosis no alcohólica que llega a producir un cierto grado de inflamación, por lo que se denomina esteatohepatitis no alcohólica. Se sospecha ante la elevación de enzimas hepáticas y el aumento de ecogenicidad hepática y se confirma con biopsia hepática percutánea.

La causa de esta situación guarda relación con la resistencia a la insulina y el metabolismo hepático alterado de los principios inmediatos, sobre todo de las grasas (Schwimmer et al., 2006).

Problemas ortopédicos

Son de diversa índole y generados habitualmente por la mala distribución de una carga excesiva. Precocemente aparece el *genu valgum*, el pie plano y una marcha peculiar que es causa y consecuencia de la distribución anómala de la carga, siendo frecuentes las epifisiolisis de cadera de causa probablemente de origen multifactorial. Suelen quejarse de dolores óseos sobre todo lumbar, no siempre correlacionados con el contenido mineral óseo (Taylor et al., 2000).

Repercusión psicosocial

El aislamiento, la falta de interés por el ambiente, el mal rendimiento escolar y la baja autoestima, así como la depresión son frecuentes y a menudo subestimados en niños obesos (Reilly et al., 2003).

Complicaciones cardiovasculares

La hipertensión arterial es tres veces más frecuente en los niños obesos y guarda relación directa con el IMC. En este sentido han sido de gran interés los estudios de monitorización de tensión arterial ambulatoria (Lurbe et al., 2004).

Se ha comprobado un aumento del espesor de las capas íntima y media de la carótida y una disfunción endotelial, probablemente reversible tras la pérdida de peso. Igualmente se ha observado un incremento de la pared del tabique interventricular y de la pared posterior del ventrículo izquierdo (Wunsch et al., 2006).

Complicaciones respiratorias

Además del conocido factor de riesgo para el padecimiento del asma (Hampton, 2014), las complicaciones respiratorias de la obesidad son de diversa índole. Van desde la disnea de esfuerzo hasta el síndrome de apnea del sueño. Para su estudio se requiere una polisomnografía, que se indica ante somnolencia diurna y/o la existencia de ronquidos e irregularidades en el sueño. Si se demuestra que la

hipoventilación es grave, con cierta frecuencia hay que recurrir a la indicación de un dispositivo de presión positiva continua (Reilly et al., 2003).

Alteraciones de la pubertad

Aunque no existe una patología de la pubertad propia en los niños obesos, sí es conocido el adelanto del inicio puberal más frecuente en las niñas, que guarda relación con la leptina, aunque puede tener otros condicionantes (Wang, 2002).

Síndrome de ovario poliquístico

Aproximadamente el 50 % de los casos de ovario poliquístico se asocia a obesidad, sobre todo si es de predominio abdominal, insulinoresistencia y síndrome metabólico. Recientemente se ha considerado el tratamiento con metformina, además de con antiandrógenos, que es el tratamiento habitual (Nicandri & Hoeger, 2012).

1.3.1. Síndrome metabólico

El síndrome metabólico se presenta con amplias variaciones fenotípicas en personas con una predisposición genética determinada que a su vez está condicionada por factores ambientales. Se caracteriza por la presencia de resistencia a la insulina, asociada a trastornos del metabolismo hidrocarbonado, cifras elevadas de presión arterial, alteraciones lipídicas (hipertrigliceridemia, descensos del colesterol unido a las lipoproteínas de alta densidad (cHDL), presencia de colesterol unido a lipoproteínas de baja densidad (cLDL), aumento de ácidos grasos libres y lipemia postprandial y obesidad, con un incremento de la morbimortalidad de origen aterosclerótico y el riesgo de padecer Diabetes mellitus tipo II (Albornoz & Pérez, 2012; Manzur, Alvear & Alayón, 2008). Como factores ambientales asociados al SM están la obesidad central o abdominal, el sedentarismo, la ingesta de una dieta hipercalórica rica en grasas e hidratos de carbono y el tabaquismo. Las últimas cifras de prevalencia en España son del 23,9% en hombres y del 12,8% en mujeres (Martos-Moreno et al., 2014).

El rápido incremento del sobrepeso y la obesidad a edades cada vez más tempranas, explica la gran prevalencia de este síndrome. Aparece incluso en áreas

geográficas que no solían verse afectadas debido a sus dietas y estilos de vida saludables. Su impacto es enorme y se considera que los gastos para su asistencia sanitaria y social aumenten en un futuro. Su detección y tratamiento precoces son importantes para mejorar los indicadores de salud de la población (Albornoz & Pérez, 2012). Por ello, el SM en niños es el objeto de numerosas investigaciones en la actualidad, debido al aumento de prevalencia en los últimos años (Friend, Criag & Turner, 2013; Tailor et al., 2010), también en niños españoles de temprana edad (Gutiérrez-Hervás et al., 2015; Martos-Moreno et al., 2014).

Para su diagnóstico no existe definición consensuada internacionalmente, pero en la práctica clínica se considera cuando se dan simultáneamente tres o más de sus factores de riesgo: obesidad abdominal, hipertrigliceridemia, aumento de cLDL, hipertensión arterial e hiperglucemia en ayunas.

Sin embargo, la obesidad es el factor con mayor predisponencia (Potenza & Mechanick, 2009) ya que el tejido adiposo, sobre todo el visceral o abdominal, es muy activo en la liberación de distintas sustancias proinflamatorias, que pueden favorecer la resistencia a la insulina (RI) y/o de daño endotelial. El tejido adiposo está considerado un órgano endocrino con secreción hormonal (Álvarez-Castro, 2011). Por otro lado, la obesidad tiene una estrecha relación con la resistencia a la insulina. Generalmente, la RI aumenta con el incremento del contenido de grasa corporal.

En población escolar y preescolar, el cribado de factores de riesgo es complicado respecto a los datos analíticos. Por ello, parece más fácil iniciar como medida del posible riesgo aquellos parámetros que no incluyan una intervención invasiva sobre el niño.

1.4. PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE OBESIDAD

1.4.1. Índice de masa corporal

El IMC es una medición estadística que relaciona el peso y la estatura de una persona. Es uno de los índices que ajusta el peso en función de la talla elevada a una potencia dada. El IMC, dada su baja correlación con la talla y su alta correlación con el peso y los pliegues cutáneos, es mejor medida de adiposidad que el peso para la talla (P/T) y que el índice ponderal (P/T^3) (Forriol et al., 1990; Mei et al., 2002; Power et al., 1997; Prentice, 1998) y por ello, la ITFO y otros autores consideran que es un índice razonable de sobrepeso y probablemente de adiposidad (Dietz & Robinsons, 1998; Geiss et al., 2001).

De los numerosos parámetros e índices antropométricos que se han utilizado para definir el sobrepeso, el IMC es el más utilizado en niños y adolescentes, aunque está sujeto a mucha discusión respecto a su precisión para la estimación de la masa grasa corporal (Maynard et al., 2001). Dado que en la población pediátrica el IMC no sólo varía con el peso sino también con la edad, un mismo IMC puede indicar diferentes porcentajes de masa grasa y de masa grasa total según el grado de maduración sexual, edad, sexo, raza y grado de adiposidad central (Daniels, Khoury & Morrison, 1997; Wells, 2001), lo que obliga a compararlo con valores de referencia ajustados para la edad y el sexo. Al no tener el peso y la talla una distribución normal se debe calcular el Z-score del IMC para la edad y sexo o percentil relativo respecto a una distribución específica del IMC para la edad. Su uso se ha generalizado por sus ventajas como son: su simplicidad y el que no requiere personal muy entrenado para su cálculo, a pesar de que su relación con la masa grasa se ha cuestionado (Cole et al., 2005).

El Z-Score representa el número de desviaciones estándar por encima o por debajo de la media. Es decir, el peso y la talla son transformados en el valor del IMC y éste es transformado en el valor de Z-Score para la edad y el sexo específicos, por lo tanto, no se trata de una simple medida del peso y la talla del niño. Además, el peso se correlaciona con el tejido graso y el porcentaje de masa grasa, es por ello que

se tiende a correlacionar el IMC con el porcentaje de masa grasa. Pero se ha de tener en cuenta que el peso también está influenciado por la masa muscular y el tejido no graso. Es decir, el IMC está relacionado con el tejido graso, pero no es una medida precisa de tejido graso (Daniels, Khoury & Morrison, 1997; Wells, 2001) y es un buen índice para la realización de estudios epidemiológicos, ya que permite comparar los resultados de diversos orígenes.

1.4.1.1. Evolución del IMC

La evolución natural del IMC muestra variaciones escalonadas durante la infancia, con un pico a los 9-12 meses de vida, seguido de un declive progresivo hasta los 6 años y tras ello un segundo aumento que se producirá en el periodo peripuberal que se mantiene hasta la edad adulta. Este segundo aumento es denominado por algunos autores como rebote adiposo (DeBoer, Scharf & Demmer, 2013). Actualmente se asiste a un rebote adiposo precoz en los países desarrollados probablemente en relación con las dietas con alto contenido proteico y bajo contenido en grasas (Rolland-Cachera et al., 2006). Aunque se ha propuesto como factor de riesgo para el desarrollo futuro de obesidad a nivel clínico, la utilidad de la detección del rebote adiposo es limitada, ya que por definición es un dato retrospectivo. Por lo que la identificación de la edad del rebote adiposo, como estrategia para identificar a los niños de riesgo a desarrollar sobrepeso u obesidad, no es mejor que la determinación de los percentiles del IMC (Freedman & Sherry, 2009), pero sí es importante saber que puede ser el indicador de inicio de obesidad posterior y por lo tanto un buen momento para su detección y prevención si procede. Por el contrario, el niño en edad preescolar reduce su adiposidad y mantiene el aumento de peso y de talla.

1.4.1.2. Relación del IMC con la grasa corporal

La masa grasa suele ser estandarizada por el peso corporal y expresado en porcentaje de grasa corporal ($100 \times \text{masa grasa en kg} / \text{peso corporal en kg}$). Sin embargo, existe otra alternativa de expresar la masa grasa en relación a la talla elevada al cuadrado, esto permite el uso del índice de masa grasa (FMI): $\text{masa grasa} / \text{talla}^2$, y por otro lado el índice de masa libre de grasa (FFMI): masa no

grasa/talla². De tal forma que como $FMI+FFMI=IMC$, el uso de estos índices proporcionaría una herramienta para saber si las diferencias del IMC son debidas a la masa grasa o bien a la masa no grasa. Algunos estudios examinan la capacidad del IMC en valores altos para identificar a niños con exceso de grasa corporal. Aunque el IMC no es muy útil para estimar el porcentaje de grasa corporal en niños con peso normal, su sensibilidad aumenta conforme la hace el grado de grasa corporal. En el estudio pediátrico Rossetta se mide la grasa corporal por Absorciometría Radiológica de Doble Energía (DXA) en 1196 niños de 6 a 17 años y estudian la relación del IMC para la edad según los valores del índice de masa grasa (FMI) y el índice de masa libre de grasa (FFMI). Encuentran que la masa grasa aumenta de forma importante sólo cuando el Z-Score del IMC estaba por encima de 1 (percentil 85 según las tablas de la CDC), es decir, aquellos niños que se encontraban en situación de sobrepeso u obesidad. En cambio, la relación del IMC para la edad según el FFMI presenta un comportamiento lineal. Valores de IMC en niños delgados entre 5 y 8 años, muestran una mejor asociación con el FFMI ($r:0.83$) que con el FMI ($r:0.22$), mientras que la masa grasa corporal muestra una buena relación ($r:0.96$) entre los niños con IMC elevados ($IMC \geq$ percentil 85 según las tablas de la CDC). Por todo ello, el análisis del proyecto pediátrico Rosseta indica que el IMC elevado para la edad es un buen índice para determinar el exceso de grasa corporal (Freedman et al., 2013).

1.4.2. Perímetro de cintura

El perímetro de la cintura es la medida antropométrica que mejor representa la distribución de la grasa corporal, siendo un buen medidor de la grasa intraabdominal, responsable de la mayoría de alteraciones metabólicas tanto en niños como en adultos (Aranceta et al., 2003). El perímetro de la cintura está siendo punto de atención como indicador de masa grasa para el riesgo cardiovascular tanto en adultos como en niños. Este interés creciente se debe a la relación encontrada entre el tejido graso visceral y perivisceral con las alteraciones metabólicas en los niños y adultos. Comparado con el IMC, el perímetro de la cintura en los niños parece proporcionar una mejor estimación de la grasa visceral, mientras que el IMC es mejor parámetro para estimar el tejido graso subcutáneo. Varios estudios de regresión multivariante

muestran que el perímetro de la cintura es mejor predictor de insulinoresistencia, alteraciones de la presión arterial y alteraciones lipídicas que el IMC (Krebs et al., 2007).

No existen datos disponibles para determinar el punto de corte del perímetro de la cintura, para identificar a los niños con más grasa visceral o aquellos con mayor riesgo cardiovascular que hayan sido clasificados como sobrepesos u obesos según su IMC. No obstante, este parámetro se está incorporando a las herramientas de medida de obesidad y del riesgo cardiovascular en niños y adolescentes. En el siguiente apartado veremos cómo, con ayuda del índice cintura-talla, podemos clasificar a los menores en sobrepeso u obesidad en función del contenido de grasa abdominal.

1.4.3. Índice cintura-talla

El Índice cintura-talla (ICT) se ha revelado como una importante herramienta para el diagnóstico del SM en adultos. Valores elevados superiores a 0,50 se asocian con elevadas concentraciones de triglicéridos, colesterol y glucosa en sangre, así como con hipertensión arterial en varones y mujeres de distinto origen étnico.

En edad pediátrica, la circunferencia de la cintura va aumentando de forma natural debido al proceso de crecimiento, sin embargo, la relación cintura-talla se mantiene estable. Esto elimina la necesidad de utilizar estándares con valores de referencia para cada edad (como ocurre en el caso del IMC) y permite la determinación de un único punto de corte para cada sexo aplicable a todas las edades.

Gracias a un proyecto financiado en 2005 por el entonces Ministerio de Educación y Ciencia del Gobierno de España, el Grupo de Investigación EPINUT de la Universidad Complutense de Madrid ha estudiado la condición nutricional de 2.319 escolares españoles de entre 6 y 14 años, explorando la validez del ICT para el diagnóstico del sobrepeso y la obesidad infantil y juvenil (Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación, 2016). Según este equipo investigador, lo que hace que este nuevo índice sea un método de diagnóstico válido es que los

resultados de adiposidad relativa obtenidos por ICT no muestran diferencias significativas con los obtenidos mediante ecuaciones más clásicas basadas en la medida de pliegues cutáneos que veremos más adelante. Con base en estas ecuaciones, los investigadores han establecido también los puntos de corte de ICT que determinan cada categoría nutricional en edad pediátrica (Marrodán et., 2013):

Varones:

- Sobrepeso: $ICT > 0.48$
- Obesidad: $ICT > 0.51$

Mujeres:

- Sobrepeso: $ICT > 0.47$
- Obesidad: $ICT > 0.50$

1.4.4. Grasa corporal

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, se ha definido la obesidad en el niño y adolescente como un exceso de grasa corporal y se ha visto que el grado de adiposidad, sobre todo troncular, guarda relación con las distintas comorbilidades, por lo que parece importante y necesario desde el punto de vista clínico intentar su cuantificación con la mayor exactitud posible.

Es conocido que el tejido graso tiene una importante actividad metabólica y su distribución corporal está relacionada con enfermedades cardiovasculares en el adulto, por lo que es importante cuantificar la masa grasa corporal en la práctica clínica diaria. Por este motivo, parece relevante analizar la composición corporal en niños de temprana edad (DeBoer, Scharf & Demmer, 2013). Este parámetro puede ser medido mediante diversos métodos que varían en su sofisticación, precisión, fiabilidad, coste y disponibilidad (Cairns et al., 2013).

1.4.4.1. DXA como patrón oro

El método DXA, analiza las energías de rayos X que han atravesado el organismo, para cada una de las energías, y tras una serie de cálculos, permite dividir el peso corporal en tres compartimientos: masa grasa, masa magra libre de hueso y masa ósea (Kehayias & Valtueña, 2001), es decir permite estudiar la composición

corporal total ya que puede independizar el tejido del hueso de la masa grasa y la masa magra (Fields & Goran, 2000).

Aunque los resultados obtenidos por Tomografía Axial Computarizada (TAC) y la Resonancia Nuclear Magnética (RNM) se habían considerado anteriormente el patrón oro para cuantificar y estudiar la distribución de la grasa corporal, su uso no se ha generalizado debido a la alta radiación de la TAC y de las dificultades que entraña realizar una RNM en niños (Goulding et al., 1996).

Por el contrario, el DXA ha sido considerada como una técnica relativamente simple, exenta de los problemas derivados de la radiación y que permite valorar la adiposidad total y regional en niños (Taylor et al., 2000).

Aunque el DXA no puede diferenciar entre la grasa intra abdominal y la subcutánea, investigaciones en niños han demostrado una gran correlación entre la grasa del tronco y la intraabdominal medida por TAC y/o RNM (Goran et al., 1992). Igualmente ha mostrado una importante correlación con las medidas antropométricas y con los pliegues cutáneos en un estudio realizado sobre una amplia población de niños sanos (Wohlfahrt-Veje et al., 2014), en el que se han generado tablas de referencia del porcentaje de grasa total a las distintas edades.

En resumen, el DXA se considera un método rápido, preciso, seguro y de bajo riesgo. Es por tanto de gran ayuda en el trabajo clínico y el patrón oro para estudios de campo (Kulkarni et al., 2014).

1.4.4.2. Otros métodos de medida de grasa corporal

Pliegues cutáneos

El parámetro ideal para determinar la grasa corporal debería ser sensible, preciso, no invasivo y accesible. Siguiendo estas características, la valoración de la grasa corporal total se puede realizar con la medida de los pliegues cutáneos. La estimación cuantitativa de la grasa corporal total a partir de plicometría puede

obtenerse a partir de varias fórmulas predictivas ideadas especialmente para niños y adolescentes de ambos sexos. Diferentes ecuaciones permiten estimar la densidad corporal. Conociendo ésta, el porcentaje de la grasa puede calcularse utilizando las ecuaciones de Brook, Siri o Slaughter, éstas últimas se han utilizado como patrón de referencia en Reino Unido y algún otro país europeo (Laurson, Eisenmann & Welk, 2011). Del mismo modo, el cálculo de la grasa y del músculo de una sección del brazo, derivado de las mediciones del grosor del pliegue del tríceps y del perímetro del brazo permiten estimar el contenido del compartimiento graso y magro corporal. Podemos decir que los pliegues cutáneos se han mostrado de gran utilidad para diferenciar un niño o adolescente obeso de uno de la misma edad de constitución atlética (Martínez & Pedrón, 2010).

Por otro lado, la medición de los pliegues cutáneos puede ser fuente de errores de interpretación derivados de los resultados de medidas incorrectas realizadas por parte de personal no entrenado adecuadamente y de la dificultad para determinar los puntos precisos en los que se debe realizar la medición. Además, del error intra e interpersonal que se produce en la determinación de esta técnica incluso entre personal entrenado. Estos factores deben ser considerados cuando se usan medidas antropométricas para la determinación de la distribución de la grasa, particularmente cuando se pretende hacer comparaciones entre diferentes géneros o grupos étnicos. De ahí la importancia de disponer de valores de referencia que sean representativos de la población a estudio (Freedman et al., 2004; Sarría et al., 2001).

Estas herramientas antropométricas se han sugerido como ayuda para determinar el exceso de grasa corporal en los niños y adolescentes con sobrepeso definido a partir del IMC (Freedman & Sherry, 2009; Krebs et al., 2007). Así mismo, la determinación de los pliegues cutáneos bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco y el posterior cálculo del porcentaje de grasa corporal con ayuda de las fórmulas de Siri, entre otras, es la metodología recomendada como estándar por la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO) (SEEDO, 1996).

Bioimpedancia eléctrica (BIA)

Este método se basa en principios de conducción eléctrica entre los diferentes tejidos biológicos. Así, los tejidos ricos en agua y electrolitos son menos resistentes al paso de una corriente eléctrica que el tejido adiposo rico en lípidos.

Presenta como ventajas frente a otros métodos de determinación de la composición corporal el ser una técnica no invasiva, indolora, rápida, reproducible por diferentes medidores (sin presentar el error intra e interpersonal que comentábamos anteriormente con los pliegues cutáneos), de bajo coste económico y en la mayoría de los casos portátil.

Sin embargo, presenta una limitación importante; estos instrumentos no están programados para medir niños menores de 5 años, por lo que no es un método accesible para preescolares (Cairns et al., 2013).

1.5. VARIABLES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LA OBESIDAD INFANTIL

Durante la niñez y la adolescencia, los factores ambientales son los principales conductores en el desarrollo de la obesidad. La obesidad es causada por un desequilibrio energético crónico que envuelve tanto los patrones de ingesta dietética como los de actividad física (Kuhl et al., 2014). Diversos factores de riesgos están influyendo en el desarrollo de la obesidad, que incluso comienzan en el periodo prenatal. Desde el nacimiento y a lo largo de la vida, los principales factores relacionados con el desarrollo de esta patología son la dieta y la realización de ejercicio físico o la inactividad física que realice el niño, por encima de la susceptibilidad genética (Colquitt et al., 2016). Por ello, se requieren políticas de salud pública que promuevan intervenciones centradas en ambos factores para la prevención del exceso de adiposidad infantil (Moreno et al., 2013).

1.5.1. Dieta

El sobrepeso y la obesidad infantil suponen en la actualidad un problema de salud pública, por lo que resulta evidente la necesidad de introducir en nuestro

sistema educativo programas de educación e intervención nutricional. Estos, a su vez, deben ser evaluados de forma permanente para que se ajusten lo más posible a ese proceso acelerado de cambios en las conductas alimentarias (Bonet et al., 2007; Dalmau et al., 2007). Las evidencias disponibles hasta el momento indican que una intervención educativa, a través del consejo dietético y la educación nutricional correspondiente, podrían mejorar e influir positivamente en la evolución de los estados de sobrepeso y obesidad entre los más jóvenes en el ámbito escolar (Martínez et al., 2009; Collins et al., 2007; Colquitt et al., 2016). Incluso en edad preescolar, una intervención nutricional que promueva una alimentación sana entre los menores ha resultado efectiva para realizar cambios favorables en su IMC (Hasnain et al., 2014). Además, se ha demostrado que un elevado consumo de alimentos hipercalóricos y bebidas azucaradas han sido sugeridos como factores contribuyentes en la prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil (Kjeldsen et al., 2014).

Del mismo modo, existe una clara relación entre los factores dietéticos y problemas cardiometabólicos en adultos (Schroder et al., 2014; Mente et al., 2009). La prevención de estos problemas cardiovasculares con la dieta mediterránea ha sido demostrada incluso en pacientes de edad y riesgos cardiometabólicos elevados mediante el estudio de Prevención Primaria de la Enfermedad Cardiovascular con la Dieta Mediterránea (PREDIMED) (Estruch et al., 2013). Por lo tanto, una prevención temprana, idealmente en niños, podría ser la mejor estrategia para evitar la incidencia de los factores de riesgo cardiovasculares y la mortalidad prematura. La adopción de una dieta saludable en edades tempranas es crucial para prevenir estas patologías (Funtikova et al., 2015).

Así mismo, estos autores han demostrado que un consumo elevado de sodio, grasas saturadas, carne, comida rápida y bebidas azucaradas relaciona negativamente con la salud cardiovascular de niños y adolescentes. Mientras que, el consumo diario de vitamina D, fibra, ácidos grasos mono y poliinsaturados, frutas y verduras se relacionó positivamente con la salud cardiovascular de estos menores (Funtikova et al., 2015).

Los primeros años de vida pueden ser cruciales para comenzar a implementar intervenciones de prevención que produzcan un impacto en el estilo de vida de los

niños y su posible futuro desarrollo de sobrepeso u obesidad. Políticas de alimentación saludable dirigidas a colectivos pueden ser más afectivas que aquellas que se centran en cambiar los hábitos alimentarios a nivel individual, y además deben incluir a las familias (Moreno et al., 2013).

1.5.2. Ejercicio físico

La importancia del ejercicio físico para el sano desarrollo del niño está bien establecida. Existe evidencia de que un comportamiento sedentario o bajos niveles de actividad física durante la infancia están asociados con un incremento en el riesgo de obesidad infantil, así como, de enfermedades crónicas en la edad adulta, tales como la hipertensión, la resistencia a la insulina y las dislipidemias (Strong, Malina & Blimkie, 2005). Por ello, promover la realización de actividad física es importante en intervenciones diseñadas para reducir el sobrepeso y obesidad infantil y el riesgo de Diabetes mellitus tipo II (Flynn, McNeil & Maloff, 2006; Strong, Malina & Blimkie, 2005).

Los centros educativos son un lugar atractivo y popular para la implementación de intervenciones de actividad física en menores (Carson et al., 2015; Moreno et al., 2013; Vanderloo & Tucker, 2015). Existe evidencia suficiente para apoyar las intervenciones de salud pública dirigidas a aumentar la actividad física en niños preescolares (Arvidsson et al., 2011; Butte et al., 2014; Creamer et al., 2015), principalmente durante los fines de semana en los que presentan comportamientos más sedentarios (Blaes et al., 2011; Kawahara et al., 2011). Se ha demostrado que los niños de menor edad y más saludable estado nutricional son los que realizan una mayor actividad física, así, los preescolares normnutridos son los menores que más actividad física vigorosa realizan (Carson et al., 2015). Por otra parte, se recomienda incluir a los padres en estos programas ya que el nivel de actividad física de los padres influye directamente en los hijos (Ruíz et al., 2011).

La evaluación de los comportamientos sedentarios y los niveles de actividad física durante la niñez es necesaria para entender su relación con futuros problemas

de salud, así como documentar su frecuencia y distribución a lo largo de la población (Pulsford et al., 2011).

Para ello, un método eficaz para la determinación objetiva de la actividad física ha sido probado, frente a métodos de actividad autorreportada que han sido utilizados tradicionalmente en estudios epidemiológicos. De este modo, la acelerometría es una opción atractiva que proporciona la medición objetiva del ejercicio físico realizado por un individuo durante un periodo de tiempo determinado. Además, se trata de un instrumento de coste económico relativamente bajo y por lo tanto es bastante accesible y práctico para la determinación de actividad física en estudios colectivos. Su continuo desarrollo tecnológico con el subsiguiente aumento de vida energética permite recoger la actividad física durante varios días consecutivos y así poder observar los diferentes niveles de actividad física y los periodos de sedentarismo. Consecuentemente, se ha convertido en un instrumento fiable para el estudio de actividad a gran escala, tanto de niños como de adultos (Aguilar-Cordero et al., 2012; Riddoch et al., 2009; Pate et al., 2006).

El acelerómetro proporciona la actividad física tridimensional en cuentas resumidas de un periodo de tiempo concreto que se puede determinar previa medición. Dichas cuentas están altamente relacionadas con el consumo de oxígeno (VO₂) en preescolares por lo que se considera un buen medidor de actividad física para estos menores (Aguilar-Cordero et al., 2012; Moreno et al., 2013; Pulsford et al., 2011).

Las intervenciones que incluyen a comunidades son consideradas más efectivas que aquellas que se dirigen a mejorar estilos de vida de manera individual. El control de la obesidad infantil requiere políticas de intervención para mejorar los factores ambientales correlacionados, tanto una alimentación inadecuada como la inactividad física. Se requieren políticas de salud públicas más sólidas y efectivas para modificar estos estilos de vida poco saludables y prevenir el exceso de peso y adiposidad entre la población infantil (Moreno et al., 2013).

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO PRINCIPAL

- Describir y analizar factores relacionados con la situación de sobrepeso y obesidad en la edad infantil (niños/as de 2 a 7 años) en una pequeña población (Rafal) de la provincia de Alicante.

2.2. OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Valorar la prevalencia de sobrepeso y obesidad en la población infantil de dicha localidad.
- Determinar distintos parámetros antropométricos en los niños de dicha población: peso, altura, perímetro abdominal y pliegues cutáneos.
- Relacionar los parámetros antropométricos con su estado de nutrición.
- Determinar composición de grasa corporal a partir de los parámetros antropométricos más adecuados.
- Evaluar la eficacia de las distintas fórmulas de medida de la composición de grasa corporal a partir de pliegues cutáneos.
- Determinar presencia de predictores de síndrome metabólico en estos niños: grado de obesidad, percentil de tensión arterial, índice de cintura-talla...
- Determinar la ingesta alimentaria diaria mediante recuerdo de lo ingerido durante las 24 horas previas (recordatorio de 24h).

- Registrar la actividad física de los niños/as a través de actimetría y su relación con el estado nutricional.
- Determinar el consumo energético mediante la actividad física y su relación con la ingesta energética.



3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. POBLACIÓN

Rafal es un municipio de la Comunidad Valenciana, España. Cuenta con 3.901 habitantes. El municipio está situado al sureste de la provincia de Alicante, en la comarca de la Vega Baja del Segura, en medio de una zona rural en la cual la mayoría de las poblaciones colindantes viven de la agricultura de frutas, verduras y de la producción de vino. Como consecuencia, sus habitantes tienen un fácil acceso a alimentos representativos de la dieta mediterránea, como frutas y verduras.

El nivel socioeconómico de las familias del municipio era medio-bajo y la proporción de niños con padres inmigrantes del 22,5%, la mayoría de ellos de origen marroquí. La población total de niños censados con edades comprendidas entre 2 a 7 años era de 394 niños.

3.2. DISEÑO DEL ESTUDIO Y PARTICIPANTES

Se realizó un estudio descriptivo con análisis cuantitativo en niños de 2 a 7 años. Dicho estudio se realizó durante el periodo comprendido entre marzo de 2014 y febrero de 2016, invitando a participar a todos los padres de los niños de este rango de edad voluntariamente a través del colegio, las dos guarderías y el ayuntamiento del municipio.

Las reuniones con los padres y profesores se realizaban en la sala de profesores del Colegio de Educación Infantil y Primaria (CEIP) Trinitario Seva, en el que cursaban la mayoría de los niños participantes de este estudio.

Para la recogida de datos, los nutricionistas llevaban a los niños en grupos de 2-4 al aula polivalente del colegio, dependiendo del número de nutricionistas que trabajasen ese día en dicha recogida y de la edad de los pequeños. En las guarderías se llevaba a los niños al rincón de juegos de la clase con ayuda de las cuidadoras. Y en el consultorio médico los niños venían acompañados de sus padres, abuelos o cuidadores.

Durante la valoración antropométrica, los niños hacían un dibujo o jugaban con puzzles o juguetes del aula mientras esperaban su turno para la recogida de datos. Se les ayudaba a descalzarse y quedarse en ropa interior.

3.2.1. Criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión de la muestra aplicados fueron:

- niños de 2 a 7 años de edad;
- cuyos padres hayan sido informados acerca del estudio y hayan leído y firmado el consentimiento informado.

Y como criterios de exclusión:

- niños menores de 2 o mayores de 7 años;
- niños con enfermedades crónicas (diabetes, Síndrome de Down...);
- todos aquellos niños cuyos padres no firmaron el consentimiento informado para participar en este estudio.

3.3. VARIABLES Y MEDIDAS

3.3.1. Variables antropométricas

A todos los participantes se les realizó un protocolo consistente en:

- Somatometría completa: peso, talla, perímetro de cintura y pliegues cutáneos (bicipital, tricípital, subescapular y suprailíaco). Así mismo, se incluyó la toma de tensión arterial sistólica y diastólica.
- Cálculo de los distintos índices: Se calcularon los índices clásicos como el IMC [$\text{Peso}(\text{kg})/\text{Talla}(\text{m})^2$] y sus puntuaciones Z-Score acordes a la edad y el sexo del menor y el índice cintura-talla. Para el cálculo del Z-Score se utilizó el programa Seinaptraker (Sociedad Española de Investigación en Nutrición y Alimentación en Pediatría-SEINAP, 2007), basado en los estándares de la Fundación Orbegozo (Hernández et al., 1988).
- Estudio de la composición corporal mediante plicometría: con los pliegues cutáneos obtenidos se calculó el porcentaje de grasa corporal.

3.3.2. Medidas antropométricas

La recogida de los valores antropométricos se realizó siguiendo el protocolo que se describe a lo largo de este apartado. Se han seguido las recomendaciones de la NHANES (NHANES, 1996) y la OMS (OMS, 2000; WHO, 1995).

Peso

Se utilizó una báscula Seca (761 Clas III), con precisión de 50g. Los niños se colocaban encima del peso, con posición erguida, mirada al frente, ambos pies dentro de la báscula y sin apoyarse con las manos sobre ninguna superficie. Durante esta medida los niños estaban en ropa interior y desprovistos de calzado. La báscula se niveló y calibró antes de cada paciente. Los pesos se realizaron por duplicado y se consideró para el estudio la media aritmética de ambas mediciones.

Talla

Se utilizó un estadiómetro anclado en la pared (Holtain Limited, Crymych, Dyfed U.K.), el cual determina la talla con una precisión de 0,1cm. Los pacientes se midieron de pie, mirando al frente, desprovistos de calzado, con la cabeza erguida y siguiendo el plano de Frankfurt. Este es el plano ideal establecido entre el punto inferior de la órbita y el punto superior del meato auditivo paralelo al suelo (Rogol & Hayden, 2014), se pueden observar tanto dicho plano como los puntos de contacto durante la determinación de la talla en la siguiente figura (figura 1). Además, el nutricionista tenía la precaución de mirar en paralelo hacia el tallímetro en el momento de determinar la talla, para evitar errores de medida.

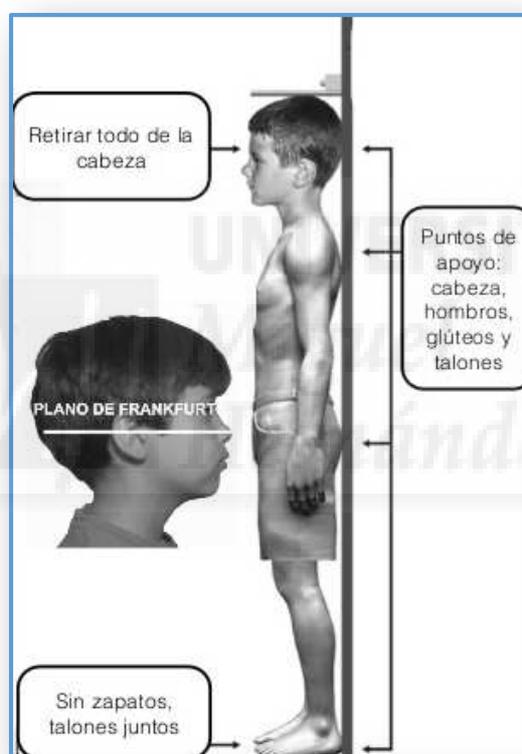


Figura 1: Medición de la talla.

Perímetro abdominal

Para la medición de dicho perímetro se utilizó una cinta métrica no extensible Holtain con precisión de 0,1mm. Todas las mediciones se realizaron por triplicado y se obtuvo media aritmética de los tres resultados.

Se midió con el sujeto de pie, con el abdomen relajado y de frente al examinador, se localizan las crestas iliacas y en una línea que va desde la cresta al borde costal inferior, se calcula a la parte media y se sitúa la cinta en este punto perpendicular al eje corporal. La medición se efectúa al final de la espiración y sin apretar con la cinta métrica. Se utiliza la técnica de cruce para determinar el valor de dicho parámetro (figura 2).



Figura 2. Medición del perímetro abdominal.

Tensión arterial

Se midió la tensión arterial sistólica y diastólica con un tensiómetro digital Omron con dos manguitos pediátricos de diferentes diámetros y uno de adulto de la talla M.

Dicha medida se tomó estando los niños sentados y con el brazo apoyado en una mesa adecuada a su altura, colocando el manguito de talla adecuada a la longitud del brazo (U.S. Department of Health and Human Services, et al., 2004).

PLIEGUES CUTÁNEOS

Se utilizaron dos plicómetros (Holtain Limited, Crymych, Dyfed U.K.), los cuales determinan los pliegues cutáneos con una precisión de 0,1mm Se midieron los pliegues: bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco.

Para la medida de cada uno de estos pliegues, los niños estaban desprovistos de la parte superior de la ropa, en posición erguida, con los pies juntos y los brazos relajados extendidos a ambos lados del cuerpo y mirando hacia el frente. Se tomó el pliegue con el dedo índice y pulgar de la mano izquierda mientras se colocaba el plicómetro con la mano derecha a 1cm de los dedos que sujetaban el pliegue. La lectura se realizaba después de 2 segundos. Se midió cada pliegue por triplicado y para el estudio se utilizó la media aritmética de esas tres medidas.

Pliegue bicipital

Se situaba al paciente de pie con el brazo relajado y ligera rotación externa del hombro. Se tomaba el punto medio entre el acromion y la cabeza del radio y se procedía a tomar el pliegue en la cara anterior del brazo.

Pliegue tricipital

Se siguió la misma técnica que para el pliegue bicipital pero el pliegue se tomó en la cara posterior del brazo (figura 3).

Pliegue subescapular

Se colocó al paciente de pie, erecto y se tomó el pliegue oblicuo, 2cm por debajo del ángulo inferior de la escápula, manteniendo un ángulo de 45° con esta (figura 3).

Pliegue suprailíaco

Se situó al paciente de pie, erecto para tomar el pliegue horizontal, 2cm por encima de la cresta ilíaca, manteniendo un ángulo de 45° (figura 3).

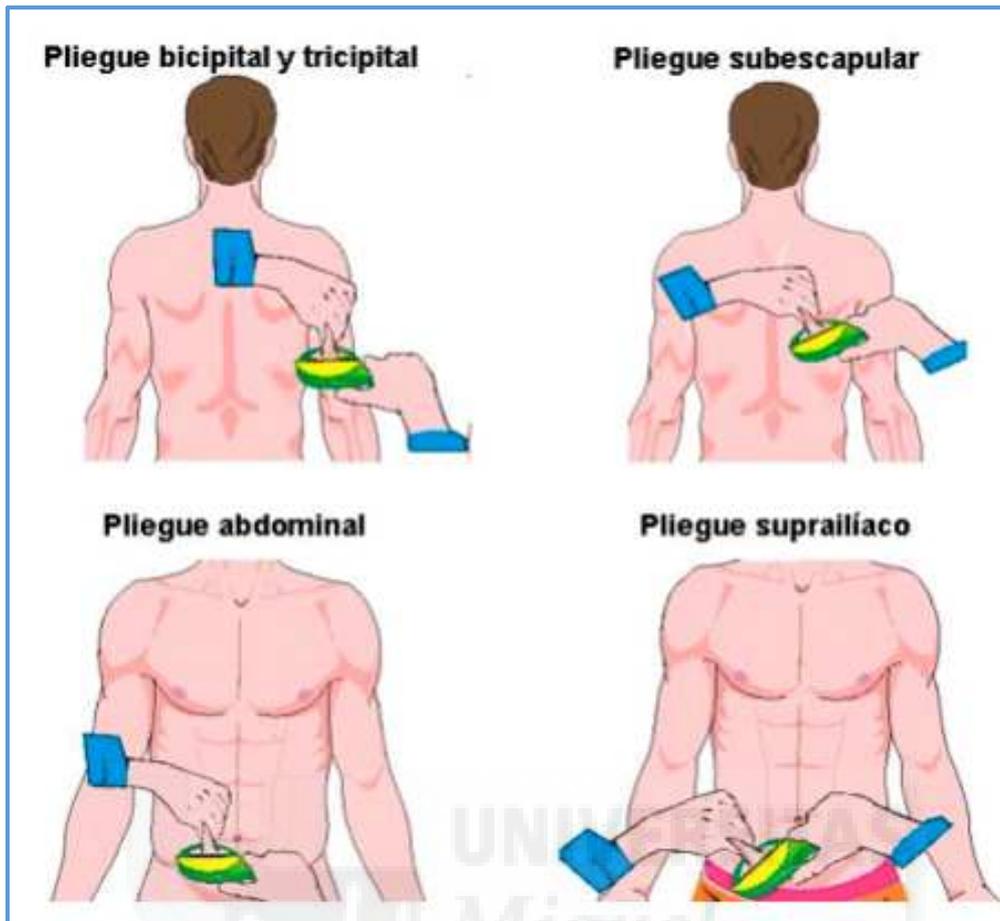


Figura 3. Medición de algunos de los pliegues cutáneos más relevantes.

Con las medidas de dichos pliegues se calculó el porcentaje de grasa corporal con la ayuda de las siguientes ecuaciones:

Brook y Lukaski

i) Chicos $D = [1,1315 + 0,0018 (\text{edad}-2)] - [0,0719 - (0,0006 (\text{edad}-2) * \log (\sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subescapular} + \text{suprailiaco})]$

ii) Chicas $D = [1,1315 + 0,0004 (\text{edad}-2)] - [0,0719 - (0,0003 (\text{edad}-2) * \log (\sum \text{bicipital} + \text{tricipital} + \text{subescapular} + \text{suprailiaco})]$

$$\%GC = (4,95/D - 4,5) \times 100$$

(D=Densidad; GC= Grasa Corporal)

Siri

i) Chicos $D = 1,1690 - 0,0788 * \log (\sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subescapular} + \text{suprailiaco})$

ii) Chicas $D = 1,2063 - 0,0999 * \log (\sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subescapular} + \text{suprailiaco})$

$\%GC = (4,95/D - 4,5) * 100$

Goran

$\%GC = \text{peso} * (0,18 * \text{peso} + 0,23 * \text{subescapular} + 0,13 * \text{triceps} - 3,0) / 100$

Slaughter

i) Chicos $\%GC = \text{peso} * [(1,21 * (\text{triceps} + \text{subescapular}) - 0,008 * (\text{triceps} + \text{subescapular})^2 - 1,7] / 100$

ii) Chicas $\%GC = \text{peso} * [1,33 * (\text{triceps} + \text{subescapular}) - 0,013 * (\text{triceps} + \text{subescapular})^2 - 2,5] / 100$

Deurenberg

i) Chicos $\%GC = \text{peso} * [26,56 * (\log \sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subescapular} + \text{suprailiaco}) - 22,23] / 100$

ii) Chicas $\%GC = \text{peso} * [29,85 * (\log \sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subescapular} + \text{suprailiaco}) - 25,87] / 100$

Huang 1

$\%GC = \text{peso} * (0,632 * \text{peso} - 1,606 * \text{edad} - 1,882 * \text{género} + 3,33) / 100$

(Género 0 = chicas; 1 = chicos; edad en años)

Huang 2

$\%GC = \text{peso} * (0,764 * \text{peso} - 0,471 * \text{talla} + 45,955) / 100$ (talla en cm)

Dezenberg 1

$\%GC = \text{peso} * (0,342 * \text{peso} + 0,256 * \text{triceps} + 0,837 * \text{género} - 7,388) / 100$

(Género 1=chicos; 2=chicas)

Dezenberg 2

$\%GC = \text{peso} * (0,332 * \text{peso} + 0,263 * \text{triceps} + 0,760 * \text{género} + 0,704 - 8,004) / 100$

(Género 1=chicos; 2=chicas)

Hoffman

$\%GC=100[6,371 + 0,488 * \text{peso} + 0,128 * \text{triceps} (11,138 * \text{talla} + 0,645 * \text{género} - 0,188 * \text{edad})/\text{peso}$

(Talla en cm; género 0=chicos; 1=chicas; edad en años)

3.3.2. Ingesta alimentaria

La ingesta de alimentos se midió con un recordatorio de 24h (Ferrari, 2013) (anexo1). Este recordatorio fue cumplimentado por dos nutricionistas entrenados que entrevistaron a los padres o abuelos de los niños ya que estos eran demasiado pequeños para poder rellenarlo, incluso en la mayoría de los casos los niños aún no sabían escribir. Durante la cumplimentación de esta herramienta, los nutricionistas mostraron fotos de las raciones de diferentes alimentos con el objetivo de ayudar a los padres a cuantificar la ingesta de sus hijos (anexo 2). Posteriormente se calculó la ingesta energética diaria (kcal/día). Se plasmó en el siguiente documento:

- Encuesta dietética del día anterior del tipo recordatorio de 24h (Ferrari, 2013), test Kidmed para valorar la Adherencia a la Dieta Mediterránea (ADM) (Serra-Majem et al., 2004) y encuesta de estilo de vida que incluía preguntas acerca de la actividad física, horas de actividades sedentarias (TV, videojuegos...) y horas de sueño (anexo 1). La ingesta energética total se analizó con ayuda del programa EasyDiet, programa de gestión de la consulta de dietista-nutricionista diseñado conjuntamente por Bicentury y la Asociación Española de Dietistas-Nutricionistas. Para cuantificar las cantidades de comida recogidas en el recordatorio de 24h se utilizó la guía de pesos de medidas caseras y raciones habituales para el consumo (Carbajal & Sánchez-Muniz, 2003).

Aunque únicamente tiene un valor orientativo, permite detectar una alimentación cualitativa o cuantitativamente inadecuada y un estilo de vida sedentario. Estas encuestas las rellenaron los padres con ayuda de los nutricionistas entrenados.

También se estudió la ADM mediante el test KidMed que cuenta con una serie de preguntas acerca de la frecuencia de consumo de los diferentes grupos de alimentos representativos de dicha dieta (Serra-Majem et al., 2004).

3.3.3. Medida de actividad física

La actividad física se midió mediante la colocación de actímetros o acelerómetros Actigraph GT3X en la cintura de los niños mediante una cinta elástica. Dicha actividad fue medida de manera ininterrumpida durante 5 días consecutivos que incluían 3 días laborales y 2 festivos. Estos acelerómetros han sido validados para determinar la actividad física en este rango de edad (Aguilar-Cordero et al., 2014; Arvidsson et al., 2011; Pulsford et al., 2011). Se les explicó a los niños y padres que dicho instrumento únicamente podía ser retirado para ducharse o bañarse, ya que debían mantenerlo puesto también durante las horas de sueño. Los padres colaboraron en la recogida de datos tales como: la hora en la que el niño se acostaba y se levantaba y las posibles interrupciones que pudiese haber en el registro de la actividad durante este periodo de tiempo.

Con estos resultados y teniendo en cuenta los días festivos semanales y laborales se calculó la actividad media diaria en cuentas/minuto, utilizando el programa informático ActiLife 6. A partir de dichas cuentas y utilizando el Teorema del esfuerzo, se calculó la energía consumida mediante la actividad física:

$$\text{kcal}/\text{minuto} = 0.0000191 \times \text{cuentas por minuto} \times \text{peso corporal en kg.}$$

3.4. SUBGRUPOS EN EL ESTUDIO

3.4.1. Subgrupos según estado nutricional

Se clasificó a los niños en función del Z-score del IMC en 4 subgrupos: bajo peso $Z_s \leq -1$, normopeso $Z_s -0,99-0,99$, sobrepeso $Z_s \geq 1$ y obesidad $Z_s \geq 2$ (Koplan et al., 2005; Krebs et al., 2007).

También se realizó una clasificación de los niños según el índice de cintura-talla; se consideró sobrepeso en niñas cuando éste era $\geq 0,47$ y $< 0,50$ y obesidad abdominal con $ICT \geq 0,50$. En el caso de los niños, se consideró sobrepeso con $ICT \geq 0,48$ y $< 0,51$ y obesidad $\geq 0,53$ (Marrodán et al., 2013).

Además, se consideró que había un exceso de grasa en los niños que tenían un porcentaje superior al 30% de grasa corporal total (Eisenmann, Helaan & Welk, 2004).

3.4.2. Subgrupos según tensión arterial

Se crearon 3 grupos para tensión sistólica en función de los percentiles: normotensión ($< p90$), tensión arterial alta ($\geq p90$ y $< p95$) y tensión arterial muy alta ($\geq p95$) siguiendo la definición y clasificación de las recomendaciones de la Sociedad Europea de Hipertensión (Lurbe et al., 2010) y los percentiles para dicha tensión según edad del estudio de Kay (Kay, Sinaiko & Stephen, 2001).

3.4.3. Subgrupos según nivel de actividad física

Se efectuó una clasificación de la actividad física, según los cuartiles (Q) de la actividad física encontrados en nuestro estudio, así: Q1 (sedentaria), Q2 (actividad ligera), Q3 (actividad moderada) y Q4 (actividad elevada), debido a que se carece de valores de normalidad para población de estas edades (Creamer et al., 2015; Butte et al., 2014).

3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para las variables cualitativas se utilizaron frecuencias relativas y absolutas y para las variables cuantitativas medidas centrales (media y mediana) y de dispersión (desviación estándar e intervalo intercuartílico), según corresponde.

Para determinar si existen diferencias significativas en la distribución de variables cualitativas se realizó la prueba χ^2 , y para variables cuantitativas las pruebas paramétricas (test t-Student) o no paramétricas (Test U de Mann-Whitney o de Kruskal-Wallis), según normalidad de la distribución.

Para determinar la posible relación entre las variables se realizó el estudio de regresión lineal de Pearson. Y para verificar la bondad de las fórmulas utilizadas para el cálculo de la grasa corporal respecto a parámetros antropométricos se efectuó el estudio estadístico comparando los porcentajes de grasa obtenidos respecto al estado de nutrición.

En la comparativa entre el cuartil de actividad física, el estado nutricional de los niños, su edad, su sexo y la ingesta energética (kcal/día) se utilizaron las pruebas Kruskal-Wallis y χ^2 de Pearson. Para determinar los factores asociados al nivel de actividad se realizó un modelo de regresión ordinal con nexo de función logística debido a que todas las categorías tenían la misma proporción de sujetos y fueron organizadas de manera creciente. La bondad de ajuste de este método fue determinada mediante la prueba de probabilidad, previas pruebas de líneas paralelas. Todos estos análisis se realizaron con error tipo I al 5% y de cada parámetro relevante se calculó el intervalo intercuartílico asociado.

Todos los análisis comentados se realizaron con el paquete estadístico SPSS IBM 22 y R 2.13.0.

3.6. CÁLCULO DEL TAMAÑO MUESTRAL

Dado que se ha partido del total de la muestra, no se ha realizado estudio del tamaño muestral previo, para ver si el tamaño de la muestra obtenida es el adecuado para los objetivos establecidos. La parte del presente trabajo más limitada por el número de participantes ha sido el de la medida de la actividad, por ello ha sido en este grupo en el que se ha realizado a posteriori dicho análisis. Así, el tamaño muestral fue calculado mediante el test χ^2 de Pearson, el cual fue determinado a través de los siguientes parámetros: error de tipo I del 5%, 9 grados de libertad [(4

niveles de actividad física -1) x (4 grados de estado nutricional -1)], 90% de valor de contraste y valor estadístico multiplicado por n de 0,171 (fue obtenido mediante una muestra piloto de 50 niños). Con estos valores, el tamaño muestral requerido fue de un mínimo de 136 niños (Chow, Wang & Shao, 2008).

3.7. ASPECTOS ÉTICOS

El protocolo del presente trabajo fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de Alicante antes de su inicio (18 de marzo de 2014) (anexo 3). Los padres o tutores de los menores firmaron un consentimiento informado (anexo 4) previa participación en el estudio. Con anterioridad a la firma de dicho consentimiento, los investigadores informaron a los padres acerca del estudio y se garantizaron los principios de confidencialidad en todo momento.



4. RESULTADOS

4.1. PARTICIPANTES

En este apartado hay que distinguir que inicialmente un total de 288 niños participaron en el estudio, lo que supone un 73% de los niños de esas edades del municipio. No obstante, se han ido perdiendo participantes en distintas fases del estudio.

En la siguiente figura se presenta el número de participantes que han ido formando parte del estudio en sus diferentes etapas:

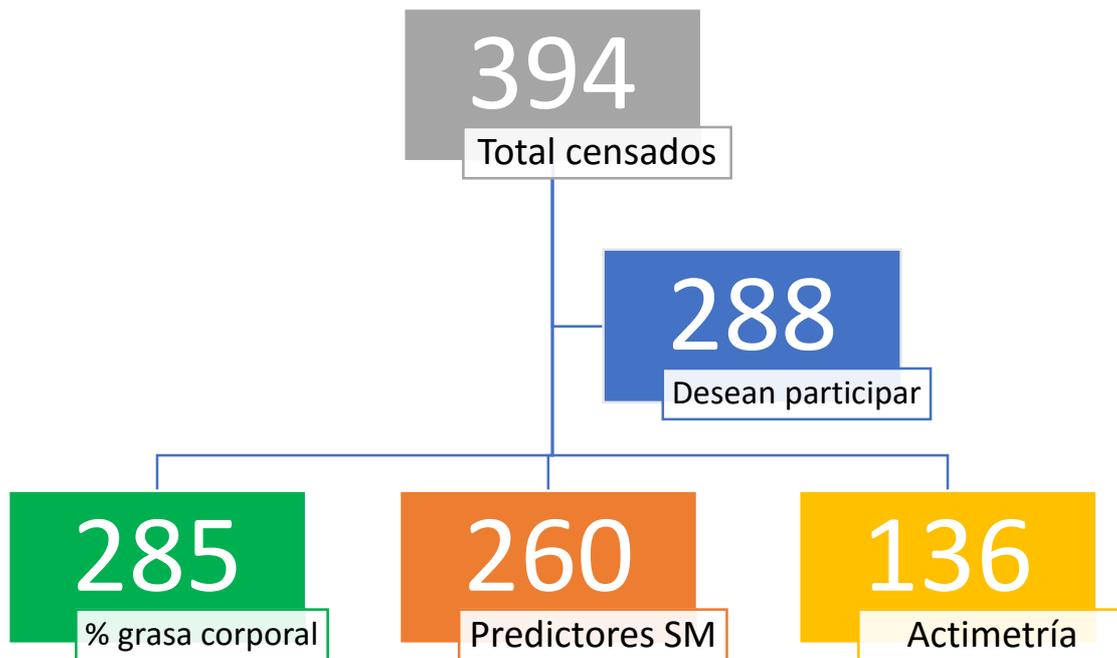


Figura 4. Diagrama de flujo de la participación de niños en el estudio.

4.2. DETERMINACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL

La distribución de género fue similar en todos los grupos de estado nutricional, sin diferencias significativas con el test χ^2 . La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad fue del 26% (Gutiérrez et al., 2014f) (tabla 4).

Tabla 4: Estado nutricional de los menores según el Z-Score del IMC.

Distribución de los niños según sexo y estado nutricional						
Estado nutricional		Bajo peso	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad	Total
Sexo	Niños	20 (14,4%)	85 (61,2%)	19 (13,7%)	15 (10,8%)	139
	Niñas	22 (15,1%)	84 (57,5%)	24 (16,4%)	16 (11,0%)	146
Total		42 (14,7%)	169 (59,3%)	43 (15,1%)	31 (10,9%)	285

4.2.1. Determinación de la composición corporal

El porcentaje de grasa corporal obtenido con la fórmula de Hoffman mostró la mayor correlación con el estado nutricional de los niños según el Z-Score del IMC ($p < 0,001$). Otras fórmulas también obtuvieron diferencias significativas entre el estado nutricional y el porcentaje de grasa corporal en ambos sexos ($p < 0,001$), a excepción de las fórmulas de Brook y Lukaski y la segunda ecuación de Huang que no presentaron una correlación significativa con el estado nutricional (Gutiérrez et al., 2014a) (tabla 5). Del mismo modo los pliegues cutáneos (previo cálculo del porcentaje de grasa corporal) presentaron una relación significativa con el estado nutricional de los menores (Gutiérrez et al., 2014e).

El índice cintura-talla también presentó un buen nivel de correlación frente al Z-Score del IMC, 0,643 en niños y 0,683 en niñas, con un elevado nivel de significación ($p < 0,001$) (Gutiérrez et al., 2014b). Tanto en el cálculo del porcentaje corporal como en el índice cintura-talla, las niñas mostraron una ligera mejor correlación (r^2) (tabla 5).

Tabla 5. Relación entre el porcentaje de grasa corporal, mediante diferentes fórmulas o índices, y el Z-Score del IMC respecto al sexo en niños de 2-7 años.

Fórmula/índice	Sexo	r ² corregida	Anova
Hoffman	Niños	0,789	<0,001
	Niñas	0,772	<0,001
Siri	Niños	0,520	<0,001
	Niñas	0,578	<0,001
Slaughter	Niños	0,507	<0,001
	Niñas	0,571	<0,001
Goran	Niños	0,449	<0,001
	Niñas	0,562	<0,001
Deurenberg	Niños	0,519	<0,001
	Niñas	0,574	<0,001
Dezenberg 1	Niños	0,391	<0,001
	Niñas	0,418	<0,001
Dezenberg 2	Niños	0,393	<0,001
	Niñas	0,419	<0,001
Huang 1	Niños	0,244	<0,001
	Niñas	0,118	<0,001
Huang 2	Niños	0,013	0,096
	Niñas	-0,005	0,562
Brook y Lukaski	Niños	-0,002	0,386
	Niñas	0,001	0,296
Índice cintura-talla	Niños	0,643	<0,001
	Niñas	0,683	<0,001

Respecto al cálculo del porcentaje de grasa corporal, se calcularon la media, la desviación estándar y el intervalo de confianza al 95% para cada ecuación utilizada (Tabla 6). Así, se observó que las fórmulas de Brook y Lukaski y la segunda fórmula de Huang debían ser descartadas porque no presentaron diferencias significativas frente al estado nutricional de los niños según Z-Score del IMC. Por otro lado, las dos fórmulas de Dezenberg parecían subestimar los valores de grasa

corporal, ya que se movían entre 4,9% y 29%. Del mismo modo, la primera ecuación de Huang parecía sobreestimar estos valores ya que proporcionaba porcentajes de grasa corporal entre 26,8 y el 44,3%.

Tabla 6. Porcentaje de grasa corporal calculado con diferentes fórmulas para cada grupo de estado nutricional (media (SD) CI 95%).

Fórmula	Bajo peso	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad	U Mann-Whitney
Hoffman	16,0(4,4)	21,2(3,5)	26,7(2,5)	30,8(3,0)	<0,001
	15,6-17,3	20,7-21,8	25,9-27,4	29,7-31,9	
Siri	14,3(3,5)	17,6(3,9)	22,7(4,6)	29,5(5,6)	<0,001
	13,2-15,3	17,0-18,2	21,3-24,1	27,4-31,6	
Slaughter	12,6(2,8)	15,3(3,3)	19,4(4,6)	26,4(6,6)	<0,001
	11,7-13,5	14,8-15,8	18,0-20,8	24,0-28,9	
Goran	13,2(3,3)	16,2(3,3)	20,3(4,7)	26,0(5,6)	<0,001
	12,2-14,2	15,7-16,7	18,9-21,8	23,9-28,1	
Deurenberg	14,3(2,7)	16,6(3,0)	20,3(4,0)	25,0(4,1)	<0,001
	13,5-15,1	16,2-17,1	19,1-21,6	23,4-26,5	
Dezenberg 1	7,8(6,7)	13,5(6,6)	18,4(8,2)	26,4(7,0)	<0,001
	5,7-9,9	12,5-14,5	15,9-20,9	23,8-29,0	
Dezenberg 2	7,0(6,6)	12,7(6,6)	17,7(8,1)	25,7(7,0)	<0,001
	4,9-9,0	11,7-13,6	15,2-20,1	23,1-28,3	
Huang 1	30,7(12,6)	34,0(10,4)	39,9(5,1)	42,5(5,0)	<0,001
	26,8-34,7	32,4-35,6	38,4-41,5	40,6-44,3	
Huang 2	46,3(24,7)	49,9(20,6)	56,5(21,8)	48,5(13,7)	ns
	38,6-54,0	46,8-53,1	49,8-63,2	43,5-53,5	
Brook y Lukaski	15,0(1,6)	14,8(1,8)	15,4(1,3)	14,4(2,2)	ns
	14,5-15,5	14,5-15,1	14,9-15,8	13,6-15,2	

En este estudio se observó que la ecuación que tenía mejor coeficiente de correlación frente al estado de nutrición fue la de Hoffman, con un nivel de significación muy elevado ($p < 0,001$) (Gutiérrez et al., 2014d). En la siguiente figura, se observó que los porcentajes de grasa corporal fueron mayores en niñas, a pesar de

que no hubo diferencias significativas dentro del mismo grupo de estado nutricional (figura 5).

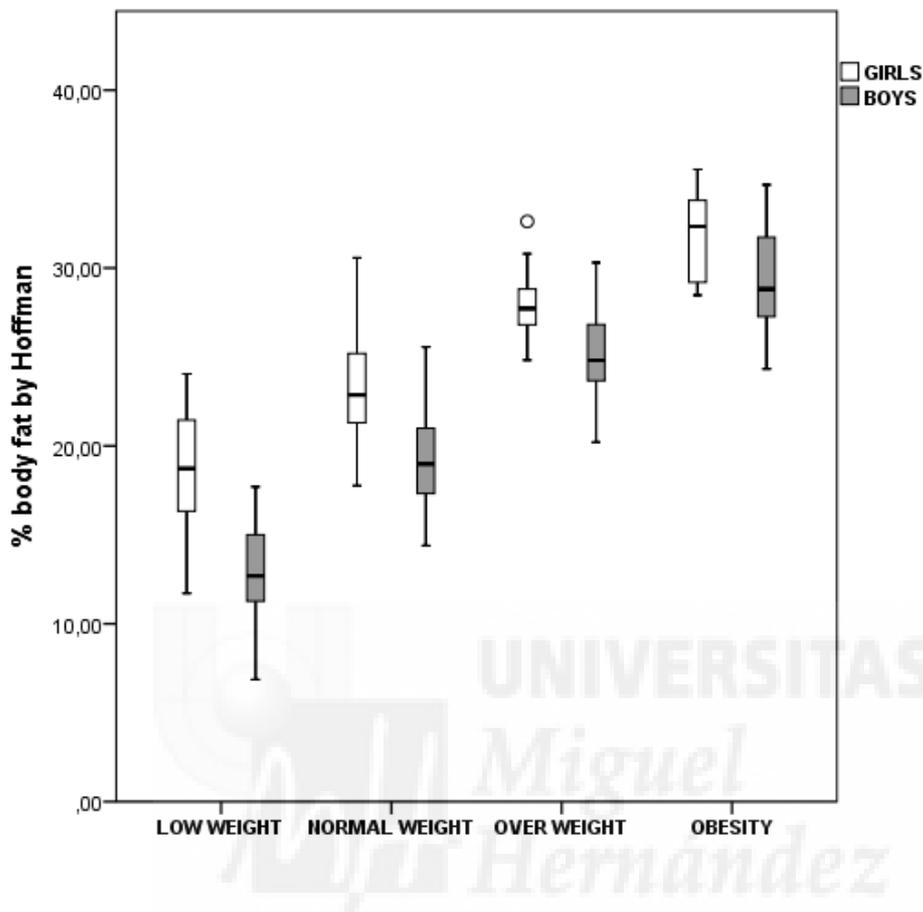


Figura 5. Porcentaje de grasa corporal obtenido mediante la fórmula de Hoffman según el sexo y el estado nutricional de los preescolares.

El índice cintura-talla también mostró una distribución significativamente diferente frente al grupo de estado nutricional ($p < 0,001$) (Test U de Mann-Whitney). Se observó que este índice aumentaba con los grupos de estado nutricional, sin embargo, no mostró evidencia de que existieran diferencias significativas entre sexos (figura 6).

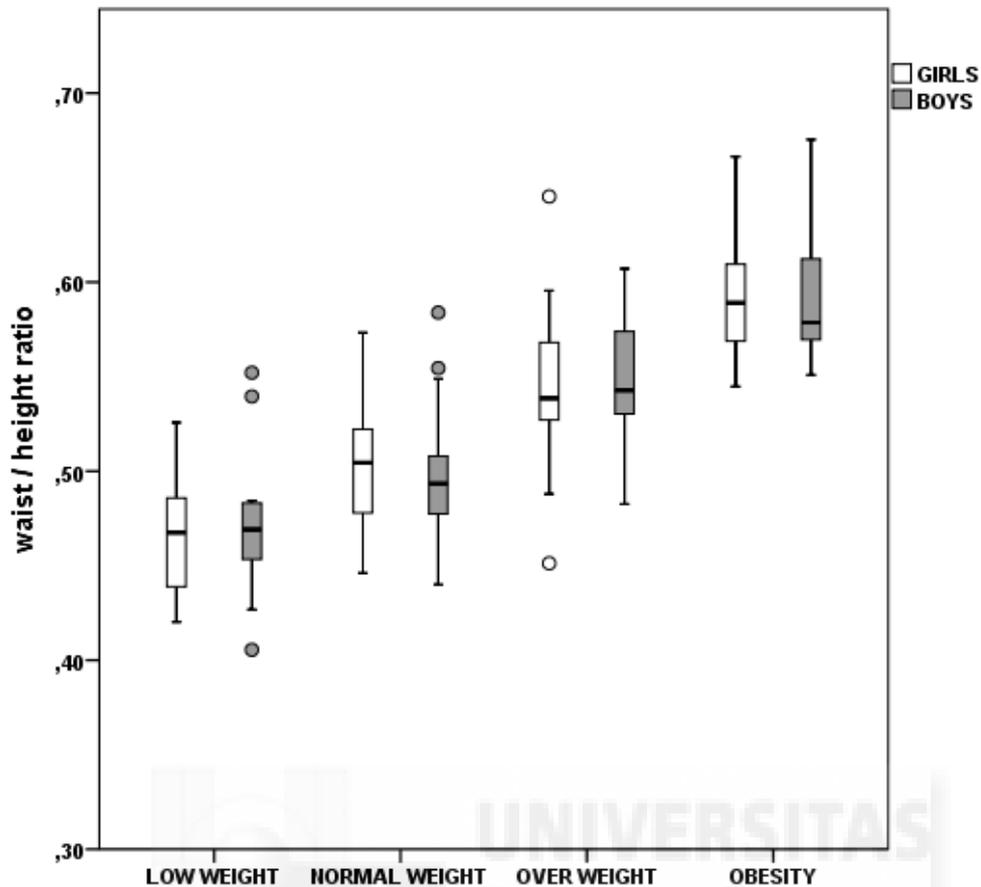


Figura 6. Índice cintura-talla según sexo y grupo de estado nutricional.

4.3. PREDICTORES DE SÍNDROME METABÓLICO

La distribución de los niños de 2 a 7 años de edad en la población estudiada según su estado nutricional fue del 14,6% de bajo peso, 58,1% normopeso, 15% sobrepeso y 12,3% obesidad, con un total del 41,9% de menores con un estado nutricional inadecuado. La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad de esta población fue del 27,3%. La distribución por sexo fue similar en todos los grupos de estado nutricional, sin diferencias significativas según el test de χ^2 .

El estado nutricional de los preescolares, según el Z-Score del IMC, se relacionó de forma significativa según el test Kruskal-Wallis con todas las variables

estudiadas; tensión arterial (sistólica y diastólica), porcentaje de grasa corporal y obesidad abdominal mediante índice cintura-talla (Tabla 7).

Tabla 7. Valores de la presión arterial sistólica y diastólica, porcentaje de grasa corporal e índice cintura talla (media, desviación estándar y mediana) según estado de nutrición en niños de 2 a 7 años de edad.

Estado nutricional	Presión sistólica (mmHg)	Presión diastólica (mmHg)	% Grasa corporal	ICT
Bajo peso (n=38)	90,7(14,3)89,5	57,8(9,7)57,0	16,0(4,4)15,9	0,47(0,03)0,47
Normopeso(n=151)	99,4(14,3)99,8	62,5(10,7)61,0	21,2(3,5)21,2	0,50(0,03)0,50
Sobrepeso (n=39)	101,4(11,1)100,0	66,2(11,0)65,0	26,7(2,5)27,0	0,55(0,04)0,54
Obesidad (n=32)	110,4(18,2)108,5	68,6(12,9)70,0	30,8(3,0)31,1	0,59(0,03)0,59
Test Kruskal-Wallis (p)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Los grupos de tensión arterial sistólica, siguiendo la clasificación citada anteriormente en el apartado de metodología, presentaron una correlación con el estado nutricional de los niños, con diferencias significativas con $p < 0,05$ en el test χ^2 (tabla 8). Los grupos de tensión arterial diastólica también presentaron una correlación con el estado nutricional de los menores.

Tabla 8. Número de niños que presentan valores de presión arterial sistólica igual o superiores al P95 para la edad (Kay, Sinaiko & Stephen, 2001), porcentaje de grasa elevado (Mirza et al., 2004) según Hoffman y sobrepeso u obesidad según el índice cintura-talla (Marrodán et al., 2013) según estado nutricional.

	Bajo peso	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad	Total
Número de niños	38	151	39	32	260
Sistólica alta	2(5.3%)	23(15.2%)	7(17.9%)	13(40.6%)	45(17.3%)
% grasa >30	0	2(1.3%)	2(5.1%)	17(53.1%)	21(8.1%)
Sobrepeso (ICT)	9(23.7%)	53(35.1%)	4(10.2%)	0	66(25.4%)
Obesidad (ICT)	5(13.1%)	61(40.4%)	34(87.2%)	31(96.8%)	131(50.4%)

En el grupo de obesidad se encontró un mayor porcentaje de niños con tensión arterial sistólica alta. Además, la Odds Ratio (OR) mostró un riesgo mayor de hipertensión arterial frente a los normonutridos (OR=4.1 IC95% 1.7-9.8; $p<0,001$).

Los porcentajes de grasa corporal obtenidos presentaron una mayor correlación con el estado de tensión arterial sistólica ($p<0,001$), en el Test Kruskal-Wallis (figura 7). También presentaron correlación con el estado nutricional de los niños según Z-Score de IMC, con diferencias significativas ($p<0,001$). Los clasificados como obesos según grasa corporal presentan mayor riesgo de tensión arterial elevada (OR=84.4; IC95% 17.8-194.0; $p<0,001$).

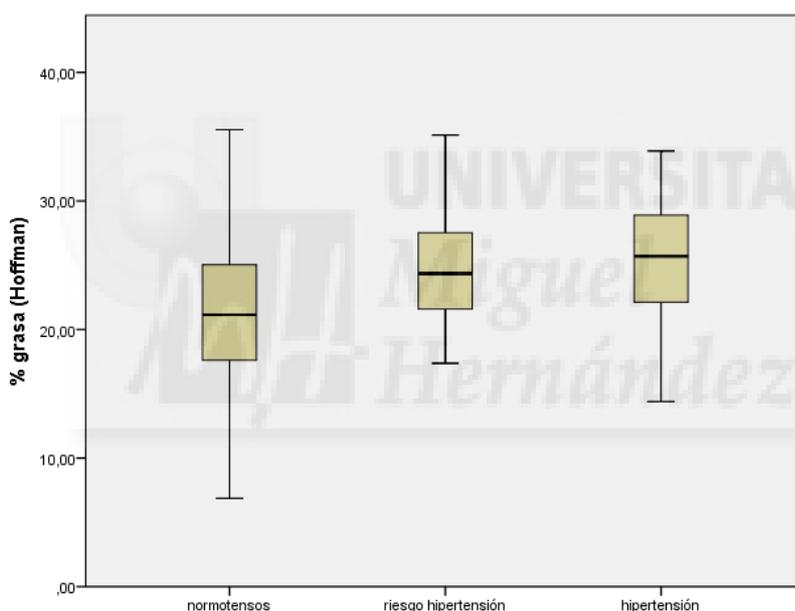


Figura 7. Porcentaje de grasa corporal y grado de tensión sistólica.

Respecto al índice cintura-talla (figura 8), también presentaron un buen nivel de relación frente a los grupos de tensión arterial sistólica ($p<0,001$) del test Kruskal-Wallis.

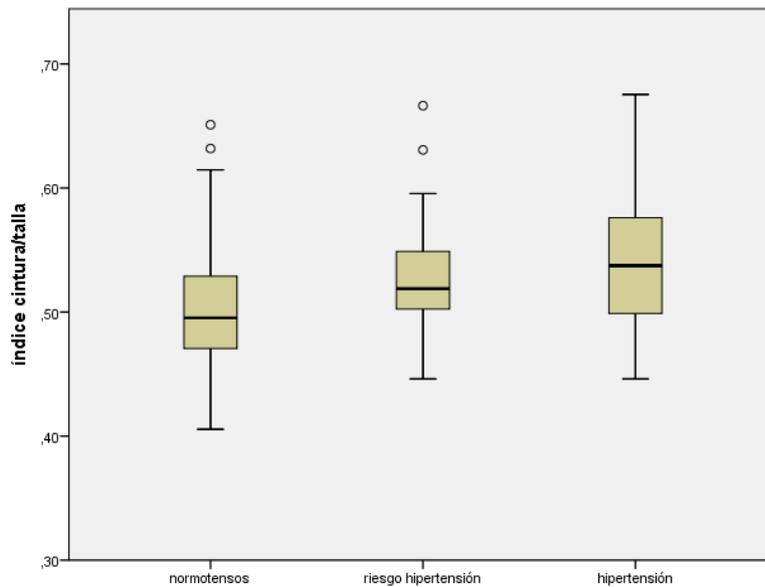


Figura 8. Índice cintura-talla respecto al grado de tensión sistólica.

La distribución según grupos de ICT (tabla 8) es concordante con la clasificación según Z-Score de IMC, aumentando claramente en el caso de la obesidad abdominal según dicho índice con la clasificación de obesos según IMC (96.8%).

4.4. ACTIVIDAD FÍSICA Y DIETA

Se ofreció participar a toda la población de este rango de edad, pero 252 niños (a través de sus padres) rechazaron participar en esta fase del estudio, al requerir un mayor esfuerzo dado que tenían que rellenar las encuestas y llevar, controlar y devolver el actímetro después de llevarlo durante 5 días, y 2 niños más reunieron algún criterio de exclusión. Como resultado, la muestra fue de 136 niños (35% de los niños de este rango de edad del municipio).

En la tabla 9 podemos ver la distribución del estado nutricional de esta muestra: 25 niños con bajo peso (18,4%), 35 niños con normopeso (25,7%), 40 niños con sobrepeso (29,4%) y 36 niños con obesidad (26,5%). La mediana de edad fue de 5,7 con un Intervalo Intercuartílico (IQ) de 2,5. La distribución de sexos fue similar en todos los grupos de estado nutricional, sin diferencias significativas.

Tabla 9: Análisis descriptivo (mediana, Q3-Q1) e inferencial de la actividad física de los niños.

Variable	Total n=136	Sedentaria n=32	Ligera n=36	Moderada n=34	Elevada n=34	p ^c	B (IC 95%)	p ^c
Género femenino ^a	62(45,6)	17(53,1)	24(66,7)	20(39,2)	13(38,2)	0,109	-0,19 (-0,88,0,51)	0,600
Estado nutricional ^a :								
Bajo peso	25(18,4)	7(21,9)	4(11,1)	7(20,6)	7(20,6)			
Normopeso	35(25,7)	6(18,8)	6(16,7)	11(32,4)	12(35,3)			
Sobrepeso	40(29,4)	10(31,3)	8(22,2)	11(32,4)	11(32,4)	0,036	-1,55(-2,02,-1,08)	<0,001
Obesidad	36(26,5)	9(28,1)	18(50,0)	5(14,7)	4(11,8)			
Edad (años) ^b	5,7(2,5)	6,0(2,2)	6,3(3,0)	5,3(2,7)	5,3(2,2)	0,154	-1,33(-1,72-0,93)	<0,001
Ingesta energética (kcal/día) ^b	2083(639)	1994(751)	2126(622)	2036(585)	2125(709)	0,718	0,00 (0,00-0,00)	0,363
Consumo energético (kcal) ^b	360(180)	267(135)	371(263)	341(175)	414(121)	<0,001	0,02 (0,02-0,03)	<0,001

Abreviaturas: B, coeficiente de regresión; IC, intervalo de confianza; a, frecuencia absoluta (frecuencia relativa); b, mediana (intervalo intercuartílico); c, valor p obtenido con el test χ^2 Pearson (variables cualitativas) o test de Kruskal-Wallis (variables cuantitativas).

Los niños fueron clasificados según el Z-Score del IMC en 4 subgrupos: bajo peso $Z_s \leq -1$, normopeso $Z_s -0,99-0,99$, sobrepeso $Z_s \geq 1$ y obesidad $Z_s \geq 2$ (Koplan et al., 2005; Krebs et al., 2007).

Bondad del modelo: $\chi^2=96,8$, $p<0,001$. Valor p para las líneas paralelas: $p=0,605$

La actividad diaria total presentó una mediana de 581 (IQ 190) cuentas/minuto. Los cuartiles de intensidad de movimiento fueron establecidos siguiendo los siguientes valores: Q1 ≤ 497 ; Q2 > 497 y ≤ 580 ; Q3 > 580 y ≤ 688 y Q4 ≥ 688 cuentas/minuto. La clasificación de los niños según el estado nutricional y el cuartil de actividad física presentó una distribución con diferencias significativas ($p < 0,001$). Se observó que los preescolares con actividad sedentaria (Q1) fueron en un 31,3% del grupo de sobrepeso y en un 28,1% del grupo de obesidad. En la misma línea, a mayor nivel de actividad física, menor porcentaje de niños obesos; en actividad ligera (Q2) los niños obesos fueron el 50%, en actividad moderada (Q3) ellos supusieron un 14,7% y en actividad física intensa (Q4) un 11,8% (tabla 9).

Se realizó un análisis multivariante de regresión logística binaria que resultó estadísticamente significativo ($p < 0,001$) y la hipótesis de líneas paralelas fue verificada ($p = 0,605$). Se encontraron los siguientes factores asociados con un elevado nivel de actividad física, con significación estadística ($p < 0,005$): menor estado nutricional ($B = -1,55$, 95% CI: -2,02 to -1,08, $p < 0,001$), menor edad ($B = -1,33$, 95% CI: -1,72 to -0,93, $p < 0,001$) y un mayor gasto energético ($B = 0,02$, 95% CI: 0,02 to 0,03, $p < 0,001$). Sin embargo, la ingesta energética y el sexo no mostraron diferencias significativas ($p = 0,363$; $p = 0,600$).

Para analizar la adherencia a la dieta mediterránea se realizó tabulación cruzada entre dicha adherencia y estado nutricional mediante el test Kruskal-Wallis, no se encontraron diferencias significativas (test Kruskal-Wallis, $p = 0,102$). Encontrándose todos los grupos de estado nutricional con la media dentro del rango de necesidad de mejorar el patrón alimentario para ajustarlo al modelo mediterráneo, siguiendo el valor del índice KIDMED (≥ 8 dieta mediterránea óptima; 4-7 necesidad de mejorar patrón alimentario; ≤ 3 dieta de muy baja calidad). En una valoración general, se observa una distribución del 5,2% dieta de muy baja calidad, 58,2% necesidad de mejorar y 36,6% óptima (figura 9) (Gutiérrez et al., 2014c).

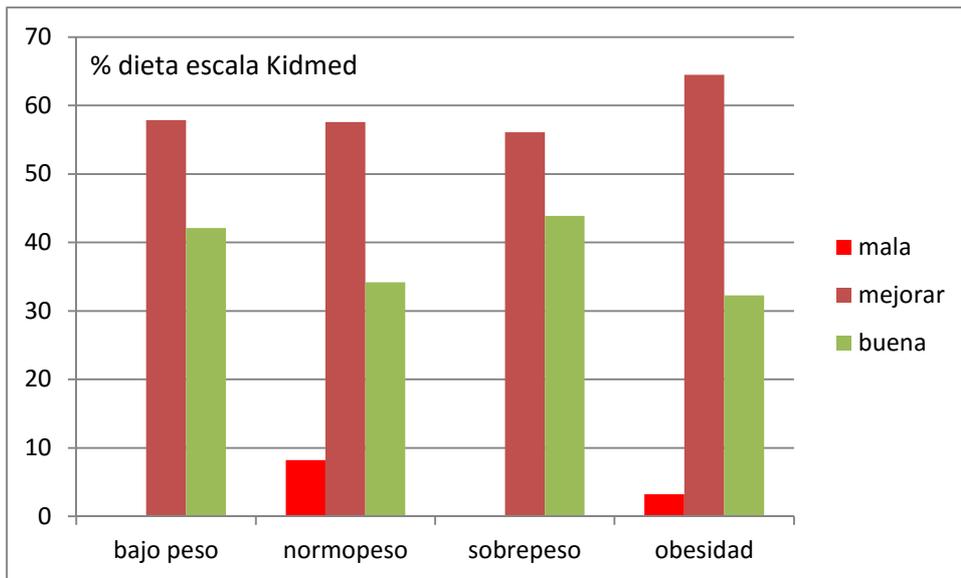


Figura 9. Porcentaje de dieta según la escala del test Kidmed frente al estado nutricional.



5. DISCUSIÓN

5.1. ANÁLISIS DE LA PREVALENCIA DE SOBREPESO Y OBESIDAD

La prevalencia combinada de sobrepeso (15,1%) y obesidad (10,9%) en la población estudiada es del 26%. Estas cifras coinciden con las de 23 estudios internacionales (Quelly & Lieberman, 2011) y con las del estudio Cuatro Provincias llevado a cabo anteriormente en España (Garcés & Oya, 2007). Ya en 2010 la OMS registró a más de 43 millones de niños menores de 5 años obesos o con sobrepeso en todo el mundo. Otros autores también han cifrado la obesidad en niños europeos de edad escolar superior al 20% (García et al., 2011).

Estas cifras se han visto incrementadas en estudio de Programas de Nutrición y Actividad Física (PRONAF) donde se registró a un 45,2% de los menores de edad con obesidad (19,1%) o sobrepeso (26,1%), probablemente esta cifra aumenta debido que se incluyeron menores españoles hasta los 18 años (PRONAF, 2011).

5.2. DETERMINACIÓN DE LA GRASA CORPORAL

La ecuación más adecuada para la determinación de grasa corporal, a partir de pliegues cutáneos, en niños españoles de 2 a 7 años es la fórmula de Hoffman. Además, el índice cintura-talla ha sido efectivo para determinar la obesidad abdominal. Se ha observado una clara relación entre ambos parámetros en todos los grupos de estado nutricional; cuanto mayor es el Z-Score del IMC, mayor porcentaje de grasa corporal y mayor acumulación de esta grasa en la región abdominal tiene el

niño. No se encontraron diferencias significativas entre sexos debido a la falta de una clara diferenciación sexual en este rango de edad.

Por el contrario, la fórmula de Brook y Lukaski y la segunda fórmula de Huang no parecen adecuadas para determinar la grasa corporal en niños españoles de 2 a 7 años; ya que son las únicas que no han presentado correlación con diferencias significativas frente al estado nutricional. Además, se han observado valores de porcentaje sin coherencia; la primera fórmula de Huang parece sobreestimar ya que se mueve entre valores 26,8% y 44,3% de grasa corporal. Igualmente, ambas fórmulas de Dezenberg parecen infravalorar estas cifras, ya que oscilan entre 4,9% y 29% de grasa corporal. Estos porcentajes son demasiado bajos ya que incluso en el grupo de bajo peso no se trata de niños con malnutrición grave. Otros autores, en un estudio con niños mayores, también subrayaron la adecuación de la fórmula de Hoffman en comparación con las de Goran, Slaughter y Huang (Hoffman et al., 2012).

Sin embargo, existen estudios que han determinado que las diferentes ecuaciones de Huang obtienen resultados más precisos que la de Dezenberg (Kehoe et al., 2011), otros apelan a que la primera fórmula de Dezenberg subestima el porcentaje de grasa corporal total (Kehoe et al., 2011; Eisenmann, Helaan & Welk, 2004), mientras que la segunda ecuación lo sobreestima en comparación con resultados de BIA o DXA (Fernández, 2003). También, en comparación con BIA o DXA, la ecuación de Slaughter sobrestima la grasa corporal total (Kehoe et al., 2011) u obtiene resultados similares (Dietz & Robinson, 1998). Del mismo modo, se ha recomendado determinar la fórmula más adecuada para calcular el porcentaje de grasa corporal en niños españoles de 10 a 14 años (Berral et al., 2001).

La grasa corporal obtenida mediante plicometría suele ser comparada con los resultados de DXA o RNM porque estos han sido probados como los métodos más fiables y sensibles en la determinación de la grasa corporal (Zanini et al., 2014; Kulkarni et al., 2014; Karlsson et al., 2013; Crook et al., 2012; Wells & Fewtrell, 2006). No obstante, el análisis del proyecto pediátrico Rosseta indica que el IMC elevado para la edad es un buen índice para determinar el exceso de grasa corporal (Freedman et al., 2013). Igualmente ha mostrado una importante correlación con las

medidas antropométricas y con los pliegues cutáneos en un estudio realizado sobre una amplia población de niños sanos (Wohlfahrt-Veje et al., 2014), en el que se han generado tablas de referencia del porcentaje de grasa total a las distintas edades sin necesidad de utilizar otros métodos como DXA.

Las discrepancias entre los estudios citados anteriormente y nuestro estudio pueden deberse a que los estudios fueron publicados antes de la existencia de la fórmula de Hoffman y a que trabajaron con muestras de niños de mayor edad que nosotros (Berral et al., 2001; Huang, Watkins & Goran, 2003; Kehoe et al., 2011).

El índice cintura-talla ha sido efectivo en la determinación de la obesidad abdominal, del mismo modo que se ha observado en muestras mayores y otras poblaciones (Li et al., 2006; Grupo de investigación EPINUT, 2015). Además, su fácil aplicación ha sido demostrada, ya que no se necesita de investigadores o personal sanitario altamente entrenados y es el mejor predictor de la asociación entre obesidad, enfermedades cardiovasculares y Diabetes mellitus tipo II (Li et al., 2006; Grupo de investigación EPINUT, 2015).

El Z-Score del IMC, los pliegues cutáneos y el índice cintura-talla son parámetros adecuados para diagnosticar la obesidad infantil (IDEFICS Consortium, 2013; Eisenmann, Heelan & Welk, 2004; Grupo de investigación EPINUT, 2015; Li et al., 2006). Sin embargo, unificar los criterios de uso de las fórmulas más recomendadas para la determinación de la grasa corporal se considera necesario, del mismo modo que otros autores han concluido (Huang, Watkins & Goran, 2003; Eisenmann, Heelan & Welk, 2004).

En el presente trabajo se encuentran evidencias de la validez de diferentes fórmulas para la determinación de la composición corporal en la primera infancia, en el caso de menores del sureste español de nivel socioeconómico medio-bajo. Su importancia viene dada por la gran variedad de fórmulas para dicho cálculo presentes en la literatura, los pocos estudios en este rango de edad y la dificultad en la determinación de la composición corporal en preescolares por la inadecuación e inaccesibilidad de muchos instrumentos, como el DXA o el BIA (Eisenmann, Heelan & Welk, 2004; IDEFICS Consortium, 2013). El uso de pliegues cutáneos y su

conversión en porcentaje de grasa corporal, así como la medida del índice cintura-talla pueden ser útiles en el cribado de sobrepeso y obesidad, complementando al Z-Score del IMC. Podrían ser útiles para el diagnóstico y la monitorización de la obesidad infantil en atención primaria, sin la necesidad inicial de emplear métodos de mayor precisión, pero mucho más costosos y agresivos para los niños.

La principal limitación de este estudio es que ha sido realizado en una pequeña población y para que sus resultados sean extrapolables a la población general de este rango de edad sería necesaria su réplica en otras comunidades. En contrapartida, cabe destacar la alta participación, han participado más del 70% de los niños de este rango de edad en la población estudiada.

La contribución más importante de este trabajo es la comparación entre las diferentes fórmulas o índices para determinar la composición corporal de los preescolares españoles, población hasta el momento poco presente en la literatura, y la exclusión de aquellas fórmulas que parecen no resultar apropiadas para estas edades.

5.3. INDICADORES DE SÍNDROME METABÓLICO

Hay un alto porcentaje de niños en las edades de 2 a 7 años que presentan ya alguno de los factores identificativos del síndrome metabólico, ya encontrados en otras poblaciones españolas en niños de edad temprana (Martos-Moreno et al., 2014; Moreno et al., 2014) y en adolescentes de México (Cárdenas-Villareal et al., 2010).

Al igual que en otros estudios, existe una relación significativa entre el estado nutricional de los preescolares y sus valores de tensión arterial (Papandreou, 2011), el porcentaje de grasa corporal (Aguilera, Olza & Gil, 2013; Machado-Rodrigues et al., 2014) y la obesidad abdominal (Arimura et al., 2011; Vitariúsova et al., 2010), siendo todos ellos factores de riesgo para el síndrome metabólico (Arimura et al., 2011; Chen et al., 2011; Dalili et al., 2014; Vitariúsova et al., 2010).

Los valores de presión arterial sistólica están significativamente elevados en los casos de sobrepeso y obesidad, al igual que los porcentajes de grasa corporal. También se ha detectado un mayor número de niños con obesidad abdominal, diagnosticada mediante el ICT, en estos grupos (Marrodán et al., 2013; Rangel-Baltazar & Villalpando, 2014). A medida que aumenta el IMC de los menores estos tienden a acumular más grasa corporal, principalmente en la zona abdominal. Además, se produce un incremento en sus valores de presión arterial.

El sobrepeso y la obesidad infantil, calculado mediante el percentil o Z-Score del IMC, se había relacionado anteriormente con la hipertensión arterial (Dalili et al., 2014; Kay, Sinaiko & Stephen, 2001; Lurbe et al., 2010).

Respecto a la grasa corporal, una revisión resalta su relación con el síndrome metabólico y la posible resistencia a la insulina debido a que el tejido adiposo se considera un órgano endocrino con secreción hormonal (Álvarez-Castro et al., 2011).

El ICT se utiliza para diagnosticar fácilmente la obesidad abdominal en menores (Li et al., 2006; Grupo de investigación EPINUT, 2015), esta obesidad está relacionada tanto con la Diabetes mellitus tipo II como con enfermedades cardiovasculares (Li et al., 2006; Grupo de investigación EPINUT, 2015), siendo estas dos patologías dos de los principales factores de riesgo para el síndrome metabólico (Aguilera, Olza & Gil, 2013; Cárdenas-Villareal et al, 2010). También se ha relacionado recientemente de forma directa el ICT con el síndrome metabólico (Arimura et al., 2011) y la hipertensión arterial (Rangel-Baltazar & Villalpando, 2014).

Igual que en nuestro estudio, se ha determinado que el síndrome metabólico tiene relación directa con el peso del menor, pero no con el sexo ni con la edad en adolescentes (Cárdenas-Villareal et al, 2010). Así mismo, la resistencia a la insulina y los marcadores inflamatorios presentes en el síndrome metabólico están estrechamente relacionados con la obesidad en adolescentes (Aguilar-Cordero et al, 2012).

El presente trabajo muestra evidencia sobre la relación entre el estado nutricional de los preescolares y sus valores de tensión arterial, grasa corporal y obesidad abdominal. Su importancia viene dada por los pocos estudios realizados sobre población de esta edad y la aportación de datos fiables alternativos para analizar el posible riesgo de síndrome metabólico en estos niños, debido a la dificultad de obtener valores analíticos en grupos de riesgo de edades tempranas.

La principal limitación de este estudio es que se ha realizado en una pequeña población y para que estos resultados puedan ser extrapolados a la población general española de estas edades sería necesaria la réplica del estudio en otras comunidades. En contrapartida, cabe destacar la alta participación conseguida, un porcentaje cercano al 70% del total de los niños de estas edades en la población estudiada.

Como aportación más relevante de este estudio, cabe resaltar la relación directa hallada entre el sobrepeso y obesidad con la hipertensión arterial, grasa corporal y obesidad abdominal en preescolares españoles, población hasta el momento poco presente en la literatura. Además, se proponen valores antropométricos más accesibles y fáciles de obtener en niños de temprana edad (ICT y porcentaje de grasa corporal) como alternativa (Álvarez-Castro et al., 2011; Arimura et al., 2011; Cárdenas-Villareal et al., 2010; Chávez et al., 2011; Dalili et al., 2014; Grupo de investigación EPINUT, 2015; Li et al., 2006; Rangel-Baltazar & Villalpando, 2014) para el estudio de los factores de riesgo del síndrome metabólico. Estos valores pueden servir para su cribado y en caso de hallarse elevados recomendar la realización de un estudio con los analitos sanguíneos adecuados (Dalili et al., 2014) que puedan confirmar la presencia de síndrome metabólico, su tratamiento y seguimiento.

5.4. ACTIVIDAD FÍSICA Y DIETA

Existe relación significativa entre una mayor realización de actividad física y un estado nutricional más saludable, una menor edad y un mayor consumo energético.

Como fortalezas del estudio, el presente trabajo muestra evidencia sobre la relación entre la actividad física de los preescolares y su estado nutricional, consumo energético y sexo. Su importancia viene dada por la escasez de estudios realizados en este rango de población y el haberse realizado con un método eficaz para cuantificar objetivamente la actividad física de estos menores.

La principal limitación de este trabajo es que ha sido realizado en una pequeña población, por lo que para extrapolar estos resultados a la población general de este rango de edad sería necesaria su replicación en otras comunidades. Otra posible y común limitación es la subestimación de ingesta alimentaria producida por los padres en el recordatorio de 24h, especialmente en los casos de niños con sobrepeso y obesidad. Para minimizar estas dificultades durante la entrevista a los padres, dos nutricionistas entrenados cumplimentaron el recordatorio mientras enseñaban fotos de raciones de los alimentos a los padres (Ferrari, 2013). En niños de mayor edad se recomienda que sea el propio niño quien cumplimente dicho recordatorio.

La relación entre la actividad física y el estado nutricional ha sido mostrada con anterioridad en niños escolares (Strong, Malina & Blimkie, 2005) y preescolares (Carson et al., 2015). Como los niños con Z-Score de IMC elevados tienen un mayor consumo energético durante la realización de actividad física debido a que su masa corporal es mayor. Por ello, se requieren programas de intervención que integren la realización de ejercicio físico para reducir los niveles de obesidad infantil (Carson et al., 2015; Creamer et al., 2015; Rich, Griffiths & Dezateux, 2012).

La mayoría de los niños tiene un bajo nivel de actividad física, especialmente tienen pocas horas de ejercicio físico moderado o intenso (Colley et al., 2011). Además, otro trabajo mostró la ligera actividad de los niños en los periodos de vigilia (Pulsford et al., 2011).

Por otra parte, del mismo modo que se ha observado en otro estudio, no se han encontrado diferencias significativas entre la actividad diaria y el sexo, incluso en la comparación con ejercicio físico intenso (Arvidsson et al., 2011).

Tampoco se han observado diferencias significativas entre el estado nutricional y la ingesta energética, probablemente debido a las limitaciones que presenta el recordatorio 24h. Así como tampoco se encontraron, en un análisis anterior, diferencias significativas entre el Z-Score del IMC y la ADM entre este grupo de preescolares. No obstante, se ha observado que el conjunto de los preescolares no sigue un patrón alimentario adherido a la dieta mediterránea, ya que un 63,4% de los mismos obtienen puntuaciones asociadas a una dieta de muy baja calidad o con necesidad de mejorar. Se ha detectado un bajo consumo de frutas, verduras y pescados entre los menores. Además, cabe destacar que se trata de una población agrícola de la zona de la huerta mediterránea con total accesibilidad a los alimentos característicos de la dieta mediterránea (Gutiérrez et al., 2014c).

La inadecuación de las fórmulas para calcular el consumo energético procedente del esfuerzo realizado durante la actividad física y la falta de clasificación de niveles o grados de actividad física en preescolares también fue detectada por otros autores (Creamer et al., 2015; Butte et al., 2014). Por ese motivo, en el presente trabajo se ha realizado una clasificación del nivel actividad a partir de los cuartiles obtenidos con nuestros propios datos.

En líneas generales, la actividad física de los menores ha resultado menor de la recomendada. Por ello, se recomienda promover actividades que requieran una mayor actividad física por parte de los menores, tanto en el horario escolar (Vanderloo & Tucker, 2015) como en el periodo de tiempo que pasan con las familias (Ruíz et al., 2011), especialmente durante los fines de semana, en los cuales parece haber una menor actividad física (Vanderloo & Tucker, 2015; Kawahara et al., 2011). Por este motivo, es fundamental incluir los días festivos para monitorizar las conductas más sedentarias (Vanderloo & Tucker, 2015; Kawahara et al., 2011).

La acelerometría ha resultado una herramienta fiable y objetiva para la cuantificación de la actividad física frente a registros de actividad física, que tienden a sobrestimarla (Aguilar-Cordero et al., 2014). Presentan como ventaja que permiten medir los periodos de actividad intensa y sedentaria. Resultan un método fiable para medir la actividad física en un amplio rango de edad, incluyendo la primera infancia

(Aguilar-Cordero et al., 2014; Butte et al., 2014; Pate et al., 2006), y es una herramienta útil para determinar el nivel de actividad física en niños obesos, hasta ahora difíciles de cuantificar (Aguilar-Cordero et al., 2014).



6. CONCLUSIONES

1. La prevalencia de sobrepeso y obesidad son análogas a las de la población general de niños españoles y europeos, cifrándose en un total de 26% (15,1% sobrepeso y 10,9% obesidad) y sin diferencias significativas por género.
2. Hay un porcentaje alto de niños con bajo peso (14,7%).
3. Se muestran eficaces los pliegues cutáneos para la determinación de la grasa corporal mediante la ecuación de Hoffman, siendo diferentes significativamente los porcentajes de grasa calculados según el estado de nutrición.
4. También se muestra eficaz para la detección del sobrepeso y la obesidad infantil el índice cintura-talla, con diferencias significativas entre los grupos de estado de nutrición.
5. Los niños/as en estas edades ya presentan signos asociados al síndrome metabólico cuando padecen obesidad.
6. Los niños/as obesos/as tienen porcentajes de grasa corporal calculada elevados.
7. Los niños/as obesos/as presentan tensión arterial sistólica elevada.

8. Los niños/as obesos/as tienen un índice cintura-talla elevado.
9. La energía ingerida durante 24 horas es más elevada entre los niños/as con obesidad, aunque no se ha mostrado una relación significativa.
10. Todos los grupos de estado nutricional presentaron necesidad de mejorar el patrón alimentario para ajustarlo al modelo mediterráneo, según el test Kidmed.
11. El conjunto de los niños estudiados tiene una actividad física baja, medida mediante actimetría.
12. En el estudio multivariante se observa que son factores de riesgo para una menor actividad física: una mayor edad y un mayor grado del estado de nutrición.
13. Lógicamente, por la teoría del esfuerzo físico, tienen un mayor consumo energético los niños obesos, aunque se muevan menos.
14. Con estas conclusiones es recomendable desarrollar programas de prevención y tratamiento de sobrepeso y obesidad infantil en preescolares que incluyan una valoración antropométrica de los menores y una promoción de hábitos de vida saludable (dieta y ejercicio físico).

7. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar-Cordero MJ, González E, Antelo A, Perona J. 2012. Insulin resistance and inflammation markers: correlations in obese adolescents. *Journal of Clinical Nursing*, 22 (13): 2002-10.

Aguilar-Cordero MJ, Sánchez-López AM, Guisado-Barrilao R, Rodríguez-Blanco R, J. Noack-Segovia J, Pozo-Cano MD. 2014. Descripción del acelerómetro como método para valorar la actividad física en los diferentes períodos de la vida. *Nutrición Hospitalaria*. 29(6):1250-61.

Aguilera CM, Olza J, Gil A. 2013. Genetic susceptibility to obesity and metabolic syndrome in childhood. *Nutrición Hospitalaria*, 28 (5): 44-55.

Albornoz R, Pérez I. 2012. Nutrition and metabolic syndrome. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*. 32 (3): 92-7.

Álvarez-Castro P, Sangiao-Alvarellos S, Brandón-Sandá I, Cordido F. 2011. Función endocrina en la obesidad. *Endocrinología y Nutrición*, 58 (8): 422-32.

Aranceta J, Foz M, Gil B, Jover E, Mantilla T, Millán J et al. 2003. Documento de Consenso: obesidad y riesgo cardiovascular. *Clínica e Investigación en Arterioesclerosis*, 15: 196-233.

Aranceta-Bartrina J, Serra-Majem L, Foz-Sala M, Moreno-Esteban B. 2005. Grupo Colaborativo SEEDO. Prevalencia de obesidad en España. *Medicina Clínica (Barcelona)*, 125(12):460-6.

Arimura ST, Moural BM, Pimentel GD, Silva MR, Sousa MV. 2011. Waist circumference is better associated with high density lipoprotein (HDL-c) than with body mass index (BMI) in adults with metabolic syndrome. *Nutrición Hospitalaria*, 26 (6): 1328-32.

Arvidsson D, Fitch M, Hudes ML, Tudor-Locke C, Fleming SE. 2011. Accelerometer Response to Physical Activity Intensity in Normal-Weight Versus Overweight African American Children. *Journal of Physical Activity and Health*, 2011, 8, 682 -692

Ballabriga A, Carrascosa A. 2006. *Obesidad en la infancia y adolescencia. En: Nutrición en la Infancia y adolescencia. 3ª Ed.* Madrid, España: A Ballabriga y A Carrascosa Eds.

Bastien M, Poirier P, Lemieux I et al. 2014. Overview of epidemiology and contribution of obesity to cardiovascular disease. *Progress in cardiovascular diseases*. 56: 369-381.

Berlina K, Hamel-Lambert J, DeLamatrec C. 2013. Obesity and overweight status health disparities among low-income rural apalachian preschool children. *Children Health Care*. 42(1):15-26.

Berral FJ, Gómez JR, Viana BH, Berral CJ, Carpintero P. 2001. Estudio de la composición corporal en escolares de 10 a 14 años. *Revista Brasileña de Cineantropometría y Desempenho Humano*, 3(1): 20-33.

Blaes A, Baquet G, Van Praagh E, Berthoin S. 2011. Physical activity patterns in French youth—from childhood to adolescence— monitored with high-frequency accelerometer. *American Journal of Human Biology*, 23 (3): 353-8.

Bonet B, Quintanar A, Lindo D, Pérez-Lescure J, Martínez J. 2007. Terapia de grupo para el tratamiento de la obesidad infantil. *Anales de Pediatría* 67 (1): 51-6.

Butte NF, Wong WW, Wilson TA, Adolph AL, Puyau MR, Zakeri IF. 2014. Revision of Dietary Reference Intakes for energy in preschool-age children. *American Journal of Clinical Nutrition*. 100:161-7.

Cairns G, Angus K, Hastings G, Caraher M. 2013. Systematic reviews of the evidence on the nature, extent and effects of food marketing to children. A retrospective summary. *Appetite*, 62:209-15.

Carbajal A, Sánchez-Muniz FJ. 2003. *Nutrición y dietética*. León, España. MT García-Arias, MC García-Fernández Editores. Secretariado de Publicaciones y Medios Audiovisuales. Universidad de León. ISBN: 84-9773-023-2.

Cárdenas-Villarreal VM, López-Alvarenga JC, Bastarrachea RA, Rizo-Baeza MM, Cortés-Castell E. 2010. Prevalencia del síndrome metabólico y sus componentes en adolescentes de la Ciudad de Monterrey, Nuevo León. *Archivos de Cardiología de México*, 80 (1): 19-26.

Carson V, Clark D, Orgen N, Harber V, Kuzik N. 2015. Short-Term Influence of Revised Provincial Accreditation Standards on Physical Activity, Sedentary Behavior, and Weight Status in Alberta, Canada Child Care centers. *Early Childhood Education Journal*.43(6):459-65.

Chávez AG, Lagunes JU, Saramago L, Chassin OA, Argueta SE, Hernández H. 2011. Comparison of anthropometric indices as predictors of cardiovascular and metabolic risk in apparently healthy population. *Revista Mexicana de Cardiología*, 22 (2): 59-67.

Chen SK, Luo JS, Qin YF, Fan X, Tang Q, Feng Y. 2011. Epidemiological study on the association between obesity with metabolic syndrome in obese children and adolescents of Nanning city, Guangxi. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*, 32 (10): 969-72.

Chow S, Wang H, Shao J. 2008. *Sample size calculations in clinical research*. 2nd ed. New York: Chapman & Hall/CRC.

Cole TJ, Faith MS, Pietrobelli A, Heo M. 2005. What is the best measure of adiposity change in growing children: BMI, BMI %, BMI z-score or BMI centile? *European Journal of Clinical Nutrition*. 59(3):419-25.

Colley RC, Garriguet D, Janssen I, Craig CL, Clarke J, Tremblay MS. 2011. Physical activity of Canadian children and youth: accelerometer results from the 2007 to 2009 Canadian Health Measures Survey. *Health Reports*. 22 (1): 15-23.

Collins CE, Warren JM, Neve M, McCoy P, Stokes BA. 2007. Systematic review of interventions in the management of overweight and obese children which include a dietary component. *International Journal of Evidence Based Health Care*, 5(1):2-53.

Colomer RJ. 2004. Prevención de la obesidad infantil. Recomendación. España. Recuperado de: http://www.aepap.org/previnfad/rec_obesidad.

Colquitt JL, Loveman E, O'Malley C, Azevedo LB, Mead E, Al-Khudairy L et al. 2016. Diet, physical activity, and behavioural interventions for the treatment of overweight or obesity in preschool children up to the age of 6 years. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 3. DOI: 10.1002/14651858.CD012105.

Congreso Internacional para el tratamiento del sobrepeso y la obesidad: Programas de Nutrición y Actividad Física (PRONAF); Madrid; 15-17 diciembre 2011; Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid. 2011. Recuperado de: <http://www.pronaf.es/congresopronaf>

Conselleria de Sanitat. 2011. Plan de Salud de la Comunidad Valenciana 2010-2013. Valencia, España. Recuperado de: http://www.san.gva.es/documents/153218/167779/III_Plan_de_Salud_10_13.pdf.

Creamer M, Decker E, De Bourdeaudhuij I, Verloigne M, Manios Y, Cardon G. 2015. The translation of preschoolers' physical activity guidelines into a daily step count target. *Journal of Sports Sciences*. 33:10:1051-7.

Crook TA, Armbya N, Cleves MA, Badger TM, Andres A. 2012. Air displacement plethysmography, dual-energy X-ray absorptiometry, and total body water to evaluate body composition in preschool-age children. *Journal of Academic Nutrition Dietetics*, 112:1993-8.

Cummings S, Parham ES, Strain GW. 2002. American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: weight management. *Journal of American Dietetic Association*. 102 (8): 1145-55.

Dalili S, Mohammadi H, Rezvani SM, Dadashi A, Novin MH, Gholaminejad H et al. 2014. The Relationship Between Blood Pressure, Anthropometric Indices and Metabolic Profile in Adolescents: A Cross Sectional Study. *Indian Journal of Pediatrics*, 2014; 25(5).

Dalmau J, Alonso M, Gómez L, Martínez C, Sierra C. 2007. Obesidad infantil. Recomendaciones del Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. Parte II. Diagnóstico. Comorbilidades. Tratamiento. *An Pediatr (Barc)*, 66: 294-304.

Daniels SR, Khoury PR, Morrison JA. 1997. The utility of body mass index as a measure of body fatness in children and adolescents: differences by race and gender. *Pediatrics*, 99:804 -7.

DeBoer MD, Scharf RJ, Demmer RT. 2013. Sugar-sweetened beverages and weight gain in 2- to 5-year-old children. *Pediatrics*. 132(3):413-20.

Department of Health and Human Services. 1996. The National Center for Health Statistics and Center for Disease Control Prevention. NHANES III Anthropometric Procedures Video. Washington, D.C.

Dietz WH, Economos C. 2015. Progress in the control of childhood obesity. *Pediatrics*, 135: e559.

Dietz WH, Robinson TN. 1998. Use of body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents. *Journal of Pediatrics*, 132:191-3.

Eisenmann JC, Helaan KA, Welk GJ. 2004. Assessing body composition among 3-to-8-year-old children: antropometry, BIA and DEXA. *Obesity Researches*, 12(10):1633-40.

Estruch R, Ros E, Salas-Salvado J, Covas MI, Corella D, Aros F et al. 2013. Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet. *New England Journal of Medicine*, 368(14):1279–90.

Fernández JA. 2003. Estimación de la composición corporal por dos de las ecuaciones de Dezenberg para niños de 5 a 10 años. *Revista Cubana de Salud Pública*, 29(1):37-41.

Ferrari MA. 2013. Intake estimation by means of a 24-hour reminder. *Diaeta (Buenos Aires)*. 31(143):20-5. ISSN 0328-1310.

Fields DA, Goran MI. 2000. Body composition techniques and the four-compartment model in children. *Journal of Applied Physiology*, 89:613-20

Flynn MAT, McNeil DA, Maloff B. 2006. Reducing obesity and related chronic disease risk in children and youth: a synthesis of evidence with ‘best practice’ recommendations. *Obesity Reviews*, 7(1):7–66.

Forriol F, Rother P. 1990. Comportamiento de cuatro índices ponderales con relación al peso y a la altura desde los tres a los diecisiete años. *Anales Españoles de Pediatría*. 33:359-61.

Freedman DS, Ogden CL, Blanck HM, Borrud LG, Dietz WH. 2013. The abilities of body mass index and skinfold thicknesses to identify children with low or elevated levels of dual-energy X-ray absorptiometry – determined body fatness. *Journal of Pediatrics*, 163(1):160-166.

Freedman DS, Sherry B. 2009. The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children. *Pediatrics*, 124(1):S23-34.

Freedman DS, Thornton JC, Mei Z, Wang J, Dietz WH, Pierson RN et al. 2004. Height and adiposity among children. *Obesity Research Journal*, 12(5):846-53.

Friend A, Craig L, Turner S. 2013. The prevalence of metabolic syndrome in children: A systematic review of the literature. *Metabolic Syndrome and Related Disorders*. 11(2):71-80.

Fundación Thao. 2011. Programa de prevención de la obesidad infantil en los municipios. Recuperado de: <http://www.Thaoweb.com/es/publicaciones/estudio-longitudinal-5-municipios-piloto-thao-2007-2011>.

Funtikova A, Navarro E, Bawaked RA, Fito M, Schroder H. 2015. Impact of diet on cardiometabolic health in children and adolescents. *Nutrition Journal*.14:118. DOI 10.1186/s12937-015-0107-z

Garcés C, Oya M. 2007. Factores de riesgo cardiovascular en la edad infantil. Resultados globales del estudio Cuatro Provincias. *Revista española de cardiología*. 60(5):517-24.

García M, Ramos I, Caldera J, Mulas-Granados C, Maroto R, Plaza M, et al. 2011. El reto de la obesidad infantil. La necesidad de una acción colectiva. Informe Julio 2011. Recuperado de: <http://www.fundacionideas.es/sites/default/files/>

Geiss HC, Parhofer KG, Schwandt P. 2001. Parameters of childhood obesity and their relationship to cardiovascular risk factors in healthy prepubescent children. *International Journal of Obesity Related Metabolic Disorders*, 25:830-37.

Goran MI, Gower BA, Treuth M, Nagy TR. 1992. Prediction of intra-abdominal and subcutaneous abdominal adipose tissue in healthy prepuberal children. *International Journal of Obesity Related Metabolic Disorders*, 22:549-58.

Goulding A, Taylor RW, Gold E, Lewis-Barned NJ. 1996. Regional body fat distribution in relation to puberal estate: a dual-energy x-ray absorptiometry study of New Zealand girls and young women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 64:546-51.

Grupo Cooperativo Español para el Estudio de los Factores de Riesgo Cardiovascular en la Infancia y Adolescencia. 1995. Factores de riesgo cardiovascular en la infancia y adolescencia en España. Estudio RICARDIN II: Valores de referencia. *Anuales Españoles de Pediatría*, 43: 11 – 17.

Grupo de investigación EPINUT. 2015. Grupo de Epidemiología Nutricional de la Universidad Complutense de Madrid, España. Recuperado de: <http://www.epinut.ucm.es>.

Gutiérrez AI, Martínez N, García C, Rizo MM, Reig M, Cortés E. 2014a. *Determinación del porcentaje de grasa corporal mediante plicometría en niños de 2 a 7 años*. Nutrición Hospitalaria. 30(1). Póster XVI Reunión de la Sociedad Española de Nutrición y 8as Jornadas de Actualización de la UNAV: Nutrición y ejercicio: binomio saludable vital. SEÑ, en Pamplona 3 al 5 de julio de 2014.

Gutiérrez AI, Martínez N, García C, Rizo MM, Reig M, Cortés E. 2014b. *Obesidad abdominal mediante índice cintura-altura en niños de 2 a 7 años*. Nutr Hosp. 2014;30(1). Póster XVI Reunión de la Sociedad Española de Nutrición y 8as Jornadas de Actualización de la UNAV: Nutrición y ejercicio: binomio saludable vital. SEÑ, en Pamplona 3 al 5 de julio de 2014.

Gutiérrez AI, Martínez N, Reig M, García C, Rizo MM, Cortés E. 2014c. *Adherencia a la Dieta Mediterránea en niños de 2 a 7 años*. Póster VI Congreso de la Fundación Española de Dietistas-Nutricionistas, en Valencia del 16 al 18 de octubre de 2014 (paper).

Gutiérrez AI, Martínez N, Reig M, García C, Rizo MM, Cortés E. 2014d. *Porcentaje de grasa corporal mediante las fórmulas de Hoffman y Brook en niños de 2 a 7 años*. Póster VI Congreso de la Fundación Española de Dietistas-Nutricionistas, en Valencia del 16 al 18 de octubre de 2014 (paper).

Gutiérrez AI, Reig M, Martínez N, García C, Rizo MM, Cortés E. 2014e. *Valoración de pliegues cutáneos en niños (2-7 años) según el estado nutricional*. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 34(1). Póster XVIII Jornadas Nacionales de Nutrición Práctica y IX Congreso Internacional de Nutrición, Alimentación y Dietética, SEDCA, en Madrid 19, 20 y 21 de marzo de 2014.

Gutiérrez AI, Reig M, Martínez N, García C, Rizo MM, Cortés E. 2014f. *Valoración del estado nutricional en niños de 2 a 7 años*. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 34(1). Póster XVIII Jornadas Nacionales de Nutrición Práctica y IX Congreso Internacional de Nutrición, Alimentación y Dietética, SEDCA, en Madrid 19, 20 y 21 de marzo de 2014.

Gutiérrez-Hervás AI, Rizo-Baeza MM, Martínez Amorós N, Cortés-Castell E. 2015. *Presión sistólica, obesidad abdominal y grasa corporal, predictores del síndrome metabólico en preescolares españoles*. *Nutrición Hospitalaria*. 31(5):2109-14. DOI:10.3305/nh.2015.31.5.8685.

Harrison SA, Diehl AM. 2002. *Fat and the liver: a molecular overview*. *Seminars in Gastrointestinal Disease*. 13(1): 3-16.

Hasnain SR, Singer MR, Bradlee ML, Moore LL. 2014. *Beverage intake in early childhood and change in body fat from preschool to adolescence*. *Childhood Obesity*. 10(1):42-9.

Hernández M, Castellet J, García M, Narvaiza JL, Rincón JM, Ruiz I, et al. 1988. Curvas de crecimiento. Instituto de Investigación sobre crecimiento y desarrollo. Bilbao, España. Fundación Orbegozo.

Hoffman DJ, Toro-Ramos T, Sawaya AL, Roberts SB, Rondo P. 2012. Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in Brazilian children. *Annals of Human Biology*. 39(2): 156–60.

Huang T, Watkins M, Goran M. 2003. Predicting total body fat in Latino children. *Obesity Researches*, 11:1992-9.

IDEFICS Consortium. 2013. Validation of anthropometry and foot-to-foot bioelectrical resistance against a three-component model to assess total body fat in children: the IDEFICS study. *International Journal of Obesity*, 37(4):520-6.

Karlsson AK, Kullberg J, Stokland E, Allvin K, Gronowitz E, Svensson PA et al. 2013. Measurements of total and regional body composition in preschool children: A comparison of MRI, DEXA, and anthropometric data. *Obesity* 21:1018-24.

Kawahara J, Tanaka S, Tanaka C, Aoki Y, Yonemoto J. 2011. Estimation of daily inhalation rate in preschool children using a tri-axial accelerometer: a pilot study. *Science Total Environment*, 15; 409 (16): 3073-7.

Kay J, Sinaiko A, Stephen R. 2001. Pediatric hypertension. *American Heart Journal*, 142 (2): 422-32.

Kehayias J, Valtueña S. 2001. Measurement of body fat mass in vivo: from two-compartment techniques to neutron activation analysis and DXA. *Medicina Clínica*, 116:15.

Kehoe SH, Krishnaveni GV, Lubree HG, Wills AK, Guntupalli AM, Veena SR et al. 2011. Prediction of body fat percentage from skinfold and bioimpedance measurements in Indian school children. *European Journal of Clinical Nutrition*, 65(12): 1263–70.

Kjeldsen JS, Hjorth MF, Andersen R, Michaelsen KF, Tetens I, Astrup A et al. 2014. Short sleep duration and large variability in sleep duration are independently associated with dietary risk factors for obesity in Danish school children. *International Journal of Obesity*, 38(1):32-9.

Koplan JP, Liverman CT, Kraak VI; Committee on Prevention of Obesity in Children and Youth. 2005. Preventing childhood obesity: health in the balance: executive summary. *Journal of American Dietetic Association*, 105(1):131-8.

Krebs NF, Himes JH, Jacobson D, Nicklas TA, Guilday P, Styne D. 2007. Assessment of child and adolescent overweight and obesity. *Pediatrics*, 120(4): S193-S228.

Krebs NF, Jacobson MS, American Academy of Pediatrics. 2003. Prevention of pediatric overweight and obesity. *Pediatrics*, 112:424-30.

Kuhl ES, Clifford LM; Bandstra NF; Filigno SS; Yeomans-Maldonado G; Rausch JR; Stark LJ. 2014. Examination of the association between lifestyle behavior changes and weight outcomes in preschoolers receiving treatment for obesity. *Health Psychology*. 33(1):95-8.

Kulkarni B, Mamidi RS, Balakrishna N, Radhakrishna KV. 2014. Body composition assessment in infancy and early childhood: comparison of anthropometry with dual-energy X-ray absorptiometry in low-income group children from India. *European Journal of Clinical Nutrition*, 68:658-663.

Laurson KR, Eisenmann JC, Welk GC. 2011. Body fat percentiles curves for US children and adolescents. *American Journal of Preventive Medicine*, 91(2): 87-92.

Li C, Ford ES, Mokdad AH, Cook S. 2006. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. *Pediatrics*, 118:1390-8.

Lobstein T. 2004. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity Reviews*. 5(1): 4-85.

Lurbe E, Cifkova R, Cruickshank JK, Dillon MJ, Ferreira I, Invitti C et al. 2010. Management of high blood pressure in children and adolescents: recommendations of the European Society of Hypertension. *Hipertensión y Riesgo Vascular*, 27 (2): 47-74

Lurbe E, Sorof JM, Daniels SR. 2004. Clinical and research aspects of ambulatory blood pressure monitoring in children. *Journal of Pediatrics*, 144:7-16.

Machado-Rodrigues AM, Santana A, Gama A, Mourão I, Nogueira H, Rosado V et al. 2014. Active commuting and its associations with blood pressure and adiposity markers in children. *Preventive Medicine*, 69 (1): 132-4.

Macpherson M, De Groh M, Loukine L, Prud'homme D, Dubois L. 2016. Prevalence of metabolic syndrome and its risk factors in Canadian children and adolescents: Canadian health measures survey cycle 1 (2007-2009) and cycle 2 (2009-2011). *Chronic Diseases and Injuries in Canada*, 36(2):32-40.

Manzur F, Alvear C, Alayón A. 2008. Phenotypic and metabolic characterization of the metabolic syndrome in Cartagena de Indias. *Revista Colombiana de Cardiología*. 15: 97-101.

Marrodán MD, Martínez-Álvarez JR, González-Montero M, López-Ejeda N, Cabañas MD, Prado C. 2013. Diagnostic accuracy of waist to height ratio in screening of overweight and infant obesity. *Medicina Clínica (Barcelona)*. 140(7).

Martínez CC, Pedrón C. 2010. Valoración del estado nutricional. Protocolos de Nutrición de la AEP.

Martínez MI, Hernández MD, Ojeda M, Mena R, Alegre A, Alfonso JL. 2009. Desarrollo de un programa de educación nutricional y valoración del cambio de hábitos alimentarios saludables en una población de estudiantes de Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Nutrición Hospitalaria*, 24(4):504-10. ISSN 0212-1611.

Martos-Moreno GA, Gil-Campos M, Bueno G, Bahillo P, Bernal S, Feliu A et al. 2014. Obesity associated metabolic impairment is evident at early ages: Spanish collaborative study. *Nutrición Hospitalaria*. 30(4):787-93.

Maynard LM, Wisemandle W, Roche AF, Chumlea WC, Guo SS, Siervogel RM. 2001. Childhood body composition in relation to body mass index. *Pediatrics*, 107:344-50.

Mei Z, Grummer-Strawn M, Pietrobelli A, Goulding A, Goran MI, Dietz WM. 2002. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *American Journal of Clinical Nutrition*, 75:978-85.

Mente A, De Koning L, Shannon HS, Anand SS. 2009. A systematic review of the evidence supporting a causal link between dietary factors and coronary heart disease. *Archives of Internal Medicine*. 169(7):659-69.

Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. 2011. Estrategia naos. Estudio de prevalencia de obesidad infantil "Aladino". Madrid, España. Recuperado de: <http://www.naos.aesan.mssi.gob.es/naos/ficheros/ficheros/investigacion/ALADINO.pdf>.

Mirza N, Kadow K, Palmer M, Solano H, Rosche C, Yanovski JA. 2004. Prevalence of Overweight among Inner City Hispanic-American Children and Adolescents. *Obesity Research*. 12 (8).

Moreno B, León M, Andrés EM, Ordovás JM, Casanovas JA, Peñalvo JL. 2014. Soluble and insoluble dietary fibre intake and risk factors for metabolic syndrome and cardiovascular disease in middle-aged adults: the AWHS cohort. *Nutrición Hospitalaria*. 30(6):1279-88.

Moreno LA, Bel-Serrat S, Santaliestra-Pasias AM, Rodriguez G. 2013. Obesity prevention in children. Review. *World Review of Nutrition & Dietetics*. 106:119-26.

Nadglowski, J. 2013. Like alcoholism and mental illness, obesity is a disease. *U.S. News & World Report*. 6:1.

Nicandri KF, Hoeger K. 2012. Diagnosis and treatment of polycystic ovarian syndrome in adolescents. *Current Opinion in Endocrinology, Diabetes and Obesity*, 19(6):497-504. *Nutr Hosp* 2009; 24 (4): 504-10.

Ogden CL, Carroll MD, Kit BK, Flegal KM. 2014. Prevalence of childhood and adult obesity in the United States, 2011-2012. *JAMA*, 311(8):806-14.

Olds T, Maher C, Zumin S, Péneau S, Lioret S, Castetbon K et al. 2014. Evidence that the prevalence of childhood overweight is plateauing: data from nine countries. *International Journal of Pediatric Obesity*, 6:342-360.

OMS. 2000. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Informe de un grupo científico de la OMS. Ginebra, Suiza. Serie informes técnicos; 894.

OMS. 2016. Organización Mundial de la Salud Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>.

Paidós. 1985. *Estudio epidemiológico sobre nutrición y obesidad infantil* (1ª ed). Madrid, España. Gráficas Jogamar.

Papandreou D. 2011. Prevalence of hypertension is about 1-2% in African American girls and 0.5% in Caucasian girls aged 9 or 10 years, and prevalence increased with obesity. *Evidence-Based Medicine*, 16 (2): 63-4.

Park MH, Falconer C, Viner RM, Kinra S. 2012. The impact of childhood obesity in morbidity and mortality in adulthood: A systematic review. *Obesity reviews*. 13(11):985-1000.

Pate RR, Almeida MJ, McIver KL, Pfeiffer KA, Dowda M. 2006. Validation and calibration of an accelerometer in preschool children. *Obesity*. 14: 2000-6.

Popkin BM, Conde W, Hou N, Monteiro C. 2006. Is there a lag globally in overweight trends for children compared with adults? *Obesity*, 14: 1846-53.

Potenza MV, Mechanick JI. 2009. The metabolic syndrome: definition, global impact and pathophysiology. *Nutrition in Clinical Practice*. 24: 560-77.

Power C, Lake JK, Cole TJ. 1997. Measurement and long-term health risks of child and adolescents' fatness. *International Journal of Obesity Related Metabolic Disorders*, 21:507-26.

Prentice AM. 1998. Body mass index standards for children. Are useful for clinicians but not for yet for epidemiologists. *BMJ*, 317:1401-2.

Pulsford RM, Cortina-Borja M, Rich C, Kinnaflick FE, Dezateux C, Griffiths LJ. 2011. Actigraph Accelerometer-Defined Boundaries for Sedentary Behaviour and Physical Activity Intensities in 7 Year Old children. *PLoS ONE*, 6(8):e21822. DOI:10.1371/journal.pone.0021822

Quelly SB, Lieberman LS. 2011. Global prevalence of overweight and obesity in preschoolers. *Anthropologischer Anzeiger*, 68(4):437-56.

Rangel-Baltazar E, Villalpando S. 2014. Waist-to-height ratio as a predictor of blood pressure in Mexican children. Follow-up study. *Revista Investigación Clínica*, 66 (1): 17-23.

Reilly JJ, Methven E, McDowell ZC, Hacking B, Alexander D, Stewart L et al. 2003. Health consequences of obesity. *Archives of Diseases in Childhood*, 88:748-2.

Rich C, Griffiths LJ, Dezaux C. 2012. Seasonal variation in accelerometer-determined sedentary behaviour and physical activity in children: a review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 9:49.

Riddoch CJ, Leary SD, Ness AR, Blair SN, Deere K, et al. 2009. Prospective associations between objective measures of physical activity and fat mass in 12–14 years old children: the Avon Longitudinal Study of Parents and Children (ALSPAC). *BMJ* 339: b4544.

Rogol AD, Hayden GF. 2014. Etiologies and early diagnosis of short stature and growth failure in children and adolescents. *The journal of pediatrics*. 164(5):S1-14.e6

Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Maillot M and Bellisle F. 2006. Early adiposity rebound: causes and consequences for obesity in children and adults. *International Journal of Obesity*, 30:S11-7.

Rolland-Cachera MF, Deheger M, Bellisle F. 2001. Définition actuelle et évolution de la fréquence de l'obésité chez l'enfant. *Can Nutr Diét*, 36:108-12.

Ruíz R, Gesell SB, Buchowski MS, Lambert W, Barkin SL. 2011. The relationship between hispanic parents and their preschool-aged children's physical activity. *Pediatrics*, 127 (5): 888- 95.

Sarría A, Moreno LA, García-Llop LA, Fleta J, Morellón MP, Bueno M. 2001. Body mass index, triceps skinfold and waist circumference in screening for adiposity in male children and adolescents. *Acta Pediátrica Española*, 90:387-92.

Saxena S, Ambler G, Cole TJ, Majeed A. 2004. Ethnic group differences in overweight and obese children and young people in England: cross sectional survey. *Archives of Disease in Childhood*, 89:30-6.

Schmidt C, Rokholm B, Sjöberg C, Schou C, Geisler L, Rasmussen M et al. 2013. Trend in prevalence of overweight and obesity in Danish infant, children and adolescents. Are we still on a plateau? *PLoS One*, 24 (8) e69860.

Schroder H, Salas-Salvado J, Martinez-Gonzalez MA, Fito M, Corella D, Estruch R et al. 2014. Baseline adherence to the Mediterranean diet and major cardiovascular events: Prevention with Dieta Mediterranea trial. *JAMA*. 174(10):1690–2.

Schwimmer JB, Deutch R, Haken T, Lavine JE, Stanley C, Behling C. 2006. prevalence of fatty liver in children and adolescents. *Pediatrics*, 118:1388-93.

Serra LL, Ribas L, Aranceta J, Pérez C, Saavedra P, Peña L. 2003. Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio enKid (1998 - 2000). *Medicina Clínica (Barcelona)*, 121:725-32.

Serra-Majem L, Aranceta-Bartrina J, Pérez-Rodrigo C, Moreno-Esteban B, Tojo-Sierra R, Delgado-Rubio A. 2002. *Curvas de referencia para la tipificación ponderal. Población Infantil y Juvenil* (1ª ed). Madrid, España. IM&C SA.

Serra-Majem L, Ribas-Barba L, Ngo de la Cruz J, Ortega-Anta RM, Pérez-Rodrigo C, Aranceta-Bartrina J. 2004. *Alimentación, jóvenes y dieta mediterránea en España. Desarrollo del KIDMED, índice de calidad de la dieta mediterránea en la infancia y la adolescencia*. Madrid, España. Serra-Majem L, Aranceta-Bartrina J editores. Alimentación infantil y juvenil. Masson.

Skinner AC, Skelton JA. 2014. Prevalence and trends in obesity and severe obesity among children in the United States. *Jama Pediatric*, 168:561-6.

Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación. 2016. Recuperado de: <http://www.nutricion.org/noticias/noticia.asp?id=55>

Sociedad Española de Investigación en Nutrición y Alimentación en Pediatría-SEINAP, Nestlé Nutrition Institute and InterCath Medical-One, 2007. Aplicación Informática para gestión de pacientes y cálculos auxológicos y nutricionales en Pediatría. Nestlé Nutriition Institute.

Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO). 1996. Consenso español 1995 para la evaluación de la obesidad y para la realización de estudios epidemiológicos. *Medicina Clínica (Barcelona)*. 107: 782-7.

Strong WB, Malina RM, Blimkie CJR. 2005. Evidence based physical activity for school-age youth. *Journal of Pediatrics*, 146:732-7.

Tailor AM, Peeters M, Norat T, Vineis P, Romaguera, D. 2010. An update on the prevalence of the metabolic syndrome in children and adolescents (Review). *International Journal of Pediatric Obesity*, 5 (3): 202-13.

Taylor RW, Jones IE Williams SM Goulding A. 2000. Evaluation of waist circumference, waist-to-hip ratio, and conicity index as screening tools for high trunk fat mass, as measured by dual-energy X –ray absorptiometry, in children aged 13-19 y. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72:490-5.

U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute. 2004. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics*. 114: 555-76.

Valdés Pizarro J, Royo-Bordonada MA. 2012. Prevalence of childhood obesity in Spain: national health survey 2006-2007. *Nutrición hospitalaria*. 27(1):154-60. Doi: 10.1590/S0212-16112012000100018.

Vanderloo LM, Tucker P. 2015. Weekly trends in preschoolers's physical activity and sedentary time in childcare. *International Journal of environmental research and public health*, 2:3:2454-64.

Vitariusova E, Košťálová L, Pribilincová Z, Hlavatá A, Kovács L. 2010. Occurrence of metabolic syndrome and its components in obese children. *Cesk Pediatric*, 65 (2): 55-61.

Wabitsch M, Mons A, Kromeyer-Hauschild K. 2014. Unespected plateauing of childhood obesity rates in developed countries. *BMC Medicine*,12-17.

Wang Y, Lim H. 2012. The global childhood obesity epidemic and the association between socio-economic status and childhood obesity (Review). *International review of psychiatry*. 24(3): 176-88.

Wang Y. 2002. Is obesity associated with early sexual maturation the association in American boys versus girls. *Pediatrics*, 110:903-5.

Wells JCK & Fewtrell MS. 2006. Measuring body composition. *Archives of Diseases in Childhood*, 91:612–617. doi: 10.1136/adc.2005.085522

Wells JCK. 2001. A critique of the expression of paediatric body composition data. *Archives of Diseases in Childhood*, 85:67-72.

Whitlock EP, Williams SB, Gold R, Smith PR, Shipman SA. 2005. Screening and interventions for childhood overweight: a summary of evidence for the US Preventive Services Task Force. *Pediatrics*, 116:e125-44.

Wohlfahrt-Veje C, Tinggaard J, Winther K, Mouritsen A, Hagen CP, Mieritz MG et al. 2014. Body fat throughout childhood in 2647 Danish children: agreement of BMI, waist circumference, skinfolds with dual X-ray absorptiometry. *European Journal of Clinical Nutrition*, 68:664-670.

World Health Organization. 1995. Expert Committee on Physical Status. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Geneva, Switzerland.

Wunsch R, de Sousa G, Toshke AM, Reinehr T. 2006. Intima-media thickness in children before and after weight loss. *Pediatrics*, 118:2334-40.

Zanini RV, Santos IS, Gigante DP, Matijasevich A, Barros FC, Barros AJ. 2014. Body composition assessment using DEXA in six-year-old children: the 2004 Pelotas Birth Cohort, Rio Grande do Sul State, Brazil. *Cadernos de Saude Publica*, 30:2123-33.



8. ANEXOS





Anexo 1: Cuestionario del estudio

RECUERDO DE 24h

Apunta todo lo que comió tu hijo/a ayer durante todo el día de ayer, con todos los detalles posibles.

Ejemplo de comida:

- ☺ Sopa de fideos y pollo. Fruta. MAL
- ☺ Medio plato hondo de fideos y 1 filete de pechuga de pollo rebozada. Cuatro dedos de pan y una pera pequeña. BIEN.

DESAYUNO		Hora:
ALMUERZO		Hora:
COMIDA		Hora:
MERIENDA		Hora:
CENA		Hora:
ANTES DE DORMIR		Hora:
BEBIDA DURANTE EL DÍA		
ACEITE UTILIZADO EN EL DÍA	Cantidad aproximada por persona:	

CUESTIONARIO

1. ¿Tu hijo padece alguna enfermedad? ¿Y alergia o intolerancia?
 Sí ¿Cuál? Sí ¿Cuál?
 No No

2. ¿Tiene hermanos?
 Sí Número de hermanos: Lugar que ocupa entre ellos:
 No

3. ¿Cómo viene al colegio habitualmente?
 Andando En coche
 En bici En autobús escolar

4. ¿Cuántas horas de ejercicio (fuera del colegio) hace a la semana?
 Ninguna
Si hace ejercicio, ¿qué tipo de ejercicio hace?
 Alrededor de 1 hora a la semana Alrededor de 4 horas a la semana
 Alrededor de 2 horas a la semana Alrededor de 3 horas a la semana 5 horas a la semana o más
 Alrededor de 3 horas a la semana 5 horas a la semana o más

5. ¿Cuántas horas al día suele ver la televisión o vídeos y utilizar el ordenador, consola o móvil?
 Ninguna
 Menos de 1 hora al día Alrededor de 3 horas al día
 Alrededor de 1 hora al día Alrededor de 4 horas al día
 Alrededor de 2 horas al día Alrededor de 5 horas o más al día

6. ¿A qué hora se suele ir a dormir entre semana? ¿y el fin de semana?

7. ¿A qué hora se suele levantar entre semana? ¿y el fin de semana?

8. ¿Cuántos vasos de agua toma a lo largo del día?
 2-3 vasos 5-6 vasos
 3-4 vasos 6 o más vasos

9. Indica el número de comidas que hace al día.
 Dos: desayuno almuerzo comida merienda cena
 Tres: desayuno almuerzo comida merienda cena
 Cuatro: desayuno almuerzo comida merienda cena
 Cinco o más: desayuno almuerzo comida merienda cena
 otra: _____

10. ¿Fue alimentado con lactancia materna? Sí No
Lactancia materna exclusiva hasta: meses

CUESTIONARIO DE ADHERENCIA A LA DIETA MEDITERRÁNEA

TEST KIDMED (marca la respuesta correcta)

1. Toma una fruta o zumo de fruta cada día: Sí No
2. Toma una segunda fruta cada día: Sí No
3. Toma verdura fresca (ensalada) o cocida una vez al día: Sí No
4. Toma verdura fresca (ensalada) o cocida más de una vez al día: Sí No
5. Toma pescado con regularidad (al menos 2-3 veces a la semana): Sí No
6. Va una vez o más a la semana a un centro de comida rápida (hamburguesería, pizzería, etc.): Sí No
7. Le gustan las legumbres (lentejas, garbanzos...): Sí No
8. Toma pasta o arroz casi a diario (5 o más veces a la semana): Sí No
9. Desayuna cereales o pan: Sí No
10. Toma frutos secos habitualmente (al menos 2-3 veces a la semana): Sí No
11. Nunca desayuna o sólo a veces: Sí No
12. Empleáis aceite de oliva en casa: Sí No
13. Desayuna un lácteo (leche, yogur...): Sí No
14. Desayuna bollería industrial (galletas, magdalenas): Sí No
15. Toma 2 yogures o un trozo de queso cada día: Sí No
16. Toma varias veces al día dulces o golosinas: Sí No

ÍTEMS COMPLEMENTARIOS AL TEST

17. Toma entre 3 y 6 huevos a la semana: Sí No
18. Toma carne casi a diario (5 o más veces a la semana): Sí No
19. Toma legumbres (lentejas, garbanzos...) una o más veces por semana: Sí No
20. Toma algún alimento a media mañana cada día o casi cada día: Sí No
21. Toma algún alimento a media tarde cada día o casi cada día: Sí No
22. Come en el comedor escolar: Sí No

CUESTIONARIO PARA PADRE/MADRE O TUTOR/A

1. ¿Cómo consideras que come tu hijo/a? ¿Por qué?

- Bien
- Regular
- Mal
- Normal

.....
.....
.....

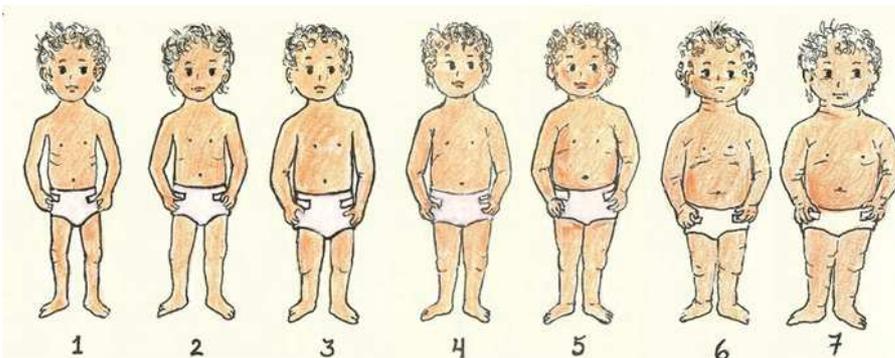
2. ¿Con qué grupo/s de alimentos debes esforzarte más para que tu hijo lo/s incluya en su alimentación?

- Lácteos
- Frutas
- Verduras
- Carnes
- Pescados
- Huevos
- Legumbres
- Cereales

Referido a la anterior pregunta, ¿consigues que los coma?

- Sí, con poco esfuerzo
- Sí, pero esforzándome mucho
- Rara vez
- No, nunca

3. ¿Qué imagen te recuerda más a tu hijo/a (con toda sinceridad)?:



Anexo 2: Imágenes de medidas caseras mostradas durante la cumplimentación del recordatorio de 24h.

Guía de la mano para la cantidad de ración

Verduras: Una ración es la capacidad de 2 manos juntas.

Grasas: No de ser más grande que la punta de un dedo.

Proteínas: La ración es del tamaño de la palma de la mano.

Hidratos: Las porciones han de ser del tamaño de un puño cerrado.

Queso: La ración adecuada equivale al grosor de 2 dedos.

Helados: Dos porciones tendrán el tamaño de un puño.

5 dedos 5 comidas al día

Ejemplo de 2 raciones de intercambio



1 vaso medidor de alimento cocido



Las manos nos dicen cuánto

Pasta
Las porciones han de ser del tamaño de un puño cerrado.

Helado
Dos porciones tendrían el tamaño de un puño.

Verduras y hortalizas
Una ración consta de lo que quepa en dos manos juntas.

Mantequilla
Una rebanada de pan no debe tener más que la punta de un dedo de mantequilla.

Queso
La porción adecuada equivale a unos dos dedos.

Legumbres
La porción debe ser el equivalente al tamaño de la palma de una mano.

DESAYUNO ALMUERZO CENA
COMIDA MERIENDA
CINCO DEDOS CINCO COMIDAS AL DÍA

El secreto para medir las porciones de tu dieta con tus manos

85 gr
Carne vacuna, aves o pescado
Tamaño de la palma

1 taza
Hortalizas, arroz o pasta cocidos, frutas y pan
Tamaño de un puño cerrado

28 gr
Frutas secas y semillas
Equivalente a la mano llena

2 tazas
Ensalada
Tamaño de dos manos abiertas

1 cucharada
Manteca, margarina, aceite
Equivalente a la punta del pulgar

28 gr
Queso
Equivalente a un pulgar

Anexo 3: Aprobación del Comité de ética de la Universidad de Alicante.



Universitat d'Alacant Universidad de Alicante

Vicerectorat d'Investigació, Desenvolupament i Innovació
Vicerrectorado de Investigación, Desarrollo e Innovación

AMPARO NAVARRO FAURE, Presidenta del Comitè de Ètica i Vicerectora de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad de Alicante,

INFORMA:

Que el Comitè de Ètica de la Universidad de Alicante, reunida en fecha 18 de marzo de 2014, una vez estudiada la documentación presentada del proyecto de investigación para trabajo de tesis **"Influencia de variables biológicas y ambientales en el sobrepeso y obesidad en preescolares."**, cuyo investigador principal es **M^a Mercedes Rizo Baeza**, dio su visto bueno para la realización del citado proyecto.

Y para que conste a los efectos oportunos se firma el presente en Alicante, a dieciocho de marzo de dos mil catorce.

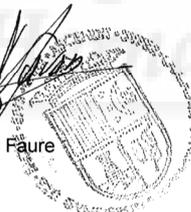
AMPARO NAVARRO FAURE, Presidenta del Comitè de Ètica i Vicerectora d'Investigació, Desenvolupament i Innovació de la Universitat d'Alacant,

INFORMA:

Que el Comitè de Ètica de la Universitat d'Alacant, reunida amb data 18 de març de 2014, una vegada estudiada la documentació presentada del projecte d'investigació **"Influencia de variables biológicas y ambientales en el sobrepeso y obesidad en preescolares."**, l'investigador principal del qual és **M^a Mercedes Rizo Baeza**, va donar el seu vistiplau per a la realització de l'esmentat projecte.

I perquè conste als efectes oportuns es firma el present a Alacant, a divuit març de dos mil catorze.

Amparo Navarro Faure



Tel. 96 590 3476 - Fax 96 590 9875
Campus de Sant Vicent del Raspeig
Ap. 99 E-03080 Alacant
e-mail: vr.investi@ua.es
web: <http://web.ua.es/es/vr-investi>



CONSENTIMIENTO INFORMADO

INFORMACIÓN PARA PADRE/MADRE O TUTOR

TÍTULO: Influencia de variables biológicas y ambientales en el estado nutricional de preescolares.

1. Objetivos de estudio:

Analizar el estado nutricional en preescolares comprobando la relación entre la dieta, la actividad física y la alteración de marcadores del ritmo circadiano y el bajo peso, sobrepeso u obesidad en edades de 2 a 7 años.

2. ¿En qué consiste el estudio?

Valorar la relación entre el estado nutricional del niño y su alimentación, actividad física y las hormonas relacionadas con los ritmos circadianos.

3. ¿Por qué este estudio?

Debido a la alta prevalencia de obesidad en nuestra población es interesante valorar qué factores pueden ser considerados como predictores para prevenir dicha patología.

4. Modalidad del estudio:

Es un estudio descriptivo, observacional con análisis cuantitativo, centrado en la provincia de Alicante, en el municipio de Rafal.

5. Riesgos del estudio:

El estudio no conlleva ningún riesgo, ya que no se usará ningún método invasivo; llevando a cabo únicamente la valoración antropométrica (peso, talla, perímetro abdominal, pliegues cutáneos y tensión arterial), la cumplimentación de una encuesta nutricional con registro dietético de 24h, la cuantificación de actividad física con actimetría y la recogida de saliva con salivetes estériles.

6. Confidencialidad y derechos:

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de

los de esta investigación en los que serán utilizados de forma estadística totalmente anónimos.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante la participación de su hijo/a en él. Igualmente, podrá retirar al menor del proyecto en cualquier momento sin que eso le perjudique en ninguna forma. Si alguna de las preguntas durante la entrevista le parecen incómodas, tiene usted el derecho de hacérselo saber al investigador o de no responderlas. Si en algún momento lo desea los investigadores le informarán de los resultados del estudio. Puede renunciar a su participación en el estudio en el momento que lo desee.

Yo

DNI/Pasaporte,

He leído las hojas informativas que me han sido entregadas.

He tenido oportunidad de efectuar preguntas sobre el estudio.

He recibido respuestas satisfactorias.

He recibido suficiente información en relación con el estudio.

He hablado con el investigador.

Entiendo que la participación es voluntaria.

Entiendo que se puede abandonar el estudio:

- Cuando lo desee.
- Sin que tenga que dar explicaciones.
- También he sido informado de forma clara, precisa y suficiente de los siguientes extremos que afectan a los datos personales que se contienen en este consentimiento y en la ficha o expediente que se abra para la investigación:

- a. Estos datos serán tratados y custodiados con respeto a la intimidad de mi hijo/a y a la vigente normativa de protección de datos.

- b. Sobre estos datos me asisten los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición que podré ejercitar mediante solicitud ante el investigador responsable.

Declaro que he leído y conozco el contenido del presente documento, comprendo los compromisos que asumo y los acepto expresamente. Y, por ello, firmo este consentimiento informado de forma voluntaria para MANIFESTAR MI DESEO DE PARTICIPACIÓN EN ESTE ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN sobre la influencia de variables biológicas y ambientales en el sobrepeso y obesidad infanto-juvenil: importancia de la cronobiología, hasta que decida lo contrario.

Al firmar este consentimiento no renuncio a ninguno de mis derechos. Recibiré una copia de este consentimiento para guardarlo y poder consultarlo en el futuro.

Nombre del menor o participante en el estudio:

Nombre del padre/madre o tutor:

DNI/Pasaporte:

Firma:

Fecha:

Nombre del investigador:

DNI

Firma:

Fecha:





Anexo 5: Artículo publicado.

Gutiérrez-Hervás AI, Rizo-Baeza MM, Martínez Amorós N, Cortés-Castell E. 2015. Presión sistólica, obesidad abdominal y grasa corporal, predictores del síndrome metabólico en preescolares españoles. *Nutricion Hospitalaria*. 31(5):2109-14. DOI:10.3305/nh.2015.31.5.8685.







Original/Síndrome metabólico

Presión sistólica, obesidad abdominal y grasa corporal, predictores del síndrome metabólico en preescolares españoles

Ana Isabel Gutiérrez Hervás¹, María Mercedes Rizo Baeza², Natalia Martínez Amorós²
y Ernesto Cortés Castell¹

¹Universidad Miguel Hernández. ²Universidad de Alicante. España.

Resumen

Se plantea como objetivo determinar la presencia de predictores de síndrome metabólico en niños de 2 a 7 años en relación a su estado nutricional.

Método: Estudio descriptivo con análisis cuantitativo en 260 niños de 2-7 años (135 niñas y 125 niños), 66% del total censados. Se midieron parámetros antropométricos y tensión arterial y se calcularon IMC, grasa corporal según Hoffman e índice cintura-talla (ICT). Se realizaron subgrupos con Z-Score del IMC según edad y sexo (bajo peso, normopeso, sobrepeso y obesidad), según grasa corporal (normal y con exceso), ICT (normal y obesidad abdominal) y tensión sistólica (normotensos e hipertensos según edad y sexo). Se utilizó como variable principal la clasificación según Z-Score del IMC.

Resultados: La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad fue del 27%, sin diferencias por sexo. El estado nutricional relacionó significativamente con tensión arterial, grasa corporal e índice cintura-talla. Mayor porcentaje de obesos con tensión arterial sistólica alta que de normonutridos (OR=4.1; IC95% 1.7-9.8; p<0,001). Mayor riesgo de hipertensión en obesidad abdominal (OR=84.4; IC95% 17.8-194.0; p<0,001). El ICT correlaciona con los grupos de tensión arterial sistólica (p<0,001). La distribución según ICT es concordante con la de Z-Score de IMC, aumentando la obesidad abdominal con el IMC (en el 96.8% de obesos coinciden ambos criterios).

Conclusión: Se presenta una relación directa entre sobrepeso y obesidad con hipertensión arterial, grasa corporal y obesidad abdominal en preescolares. Se muestra la validez de valores antropométricos accesibles (ICT y porcentaje de grasa corporal) para estudiar factores de riesgo del síndrome metabólico.

(Nutr Hosp. 2015;31:2109-2114)

DOI:10.3305/nh.2015.31.5.8685

Palabras clave: Presión arterial. Grasa corporal. Obesidad abdominal. Composición corporal. Preescolares.

Correspondencia: Ernesto Cortés Castell.
E-mail: ernesto.cortes@umh.es

Recibido: 31-I-2015.
Aceptado: 20-II-2015.

SYSTOLIC PRESSURE, ABDOMINAL OBESITY AND BODY FAT, METABOLIC SYNDROME PREDICTORS IN SPANISH PRESCHOOLERS

Abstract

Objective: The aim of this paper is to determine the presence of metabolic syndrome predictors in 2-to-7-year-old children according to nutrition state.

Method: A descriptive study with quantitative analysis was conducted in 260 2-to-7-year-old children (135 girls and 125 boys), 66% of the total census. Anthropometric parameters and blood pressure were measured and BMI, body fat by Hoffman and waist-to-height ratio (ICT) were calculated. Subgroups according BMI Z-Score by age and gender (low weight, normal weight, overweight and obesity), body fat (normal and excess), ICT (normal and abdominal obesity) and systolic pressure (normotensive and hypertensive by age and gender) were performed. BMI Z-Score classification was primary endpoint used.

Results: Combined prevalence of overweight and obesity was 27%, with no difference by sex. Nutritional state was significantly associated with blood pressure, body fat and abdominal obesity as waist-to-height ratio. Higher percentage of obese children had high systolic blood pressure versus normal weight children (OR = 4.1; 95% CI 1.7-9.8; p <0.001). Higher hypertension risk was found in abdominal obesity group (OR = 84.4, 95% CI 17.8-194.0; p <0.001). ICT correlates with groups of systolic blood pressure (p <0.001). Distribution by ICT is consistent with the BMI Z-Score ones, increasing abdominal obesity with BMI (in 96.8% of obese match both criteria).

Conclusion: A direct relation between overweight and obesity with hypertension, body fat and abdominal obesity in preschoolers is presented. It is showed the validity of accessible anthropometric (ICT and body fat percentage) to study metabolic syndrome risk factors.

(Nutr Hosp. 2015;31:2109-2114)

DOI:10.3305/nh.2015.31.5.8685

Key words: Systolic pressure. Body fat. Obesity. Abdominal. Body composition. Children preschool.

Introducción

El síndrome metabólico (SM) se presenta con amplias variaciones fenotípicas en personas con una predisposición genética determinada que a su vez está condicionada por factores ambientales. Se caracteriza por la presencia de resistencia a la insulina, asociada a trastornos del metabolismo hidrocarbonado, cifras elevadas de presión arterial, alteraciones lipídicas (hipertrigliceridemia, descenso de HDL-Colesterol, presencia de LDL-Colesterol tipo B, aumento de ácidos grasos libres y lipemia postprandial) y obesidad, con un incremento de la morbimortalidad de origen aterosclerótico^{1,2} y el riesgo de padecer Diabetes Mellitus tipo II². Como factores ambientales asociados al SM están la obesidad central o abdominal, el sedentarismo, la ingesta de una dieta hipercalórica rica en grasas e hidratos de carbono y el tabaquismo. Las últimas cifras de prevalencia en España son del 23,9% en hombres y del 12,8% en mujeres³.

El rápido incremento del sobrepeso y la obesidad a edades cada vez más tempranas, explica la gran prevalencia de este síndrome. Aparece incluso en áreas geográficas que no solían verse afectadas debido a sus dietas y estilos de vida saludables. Su impacto es enorme y se considera que los gastos para su asistencia sanitaria y social aumenten en un futuro. Su detección y tratamiento precoces son importantes para mejorar los indicadores de salud de la población¹. Por ello, el SM en niños es el objeto de numerosas investigaciones en la actualidad, debido al aumento de prevalencia en los últimos años^{4,5} también en niños españoles de temprana edad⁶.

Para su diagnóstico no existe definición consensuada internacionalmente, pero en la práctica clínica se considera cuando se dan simultáneamente tres o más de sus factores de riesgo: obesidad abdominal, hipertrigliceridemia, hipercolesterolemia debida a un aumento del LDL, hipertensión arterial e hiperglucemia en ayunas.

Sin embargo, la obesidad es el factor con mayor predisponencia⁷ ya que el tejido adiposo, sobre todo el visceral o abdominal, es muy activo en la liberación de distintas sustancias proinflamatorias, que pueden favorecer la resistencia a la insulina (RI) y/o de daño endotelial. El tejido adiposo está considerado un órgano endocrino con secreción hormonal⁸. Por otro lado, la obesidad tiene una estrecha relación con la resistencia a la insulina. Generalmente, la RI aumenta con el incremento del contenido de grasa corporal. Por ese motivo, el estado nutricional de los menores mediante el índice de masa corporal y la acumulación de grasa corporal han sido los principales factores estudiados en nuestra investigación.

En población de preescolares y escolares, el cribado de factores de riesgo es complicado respecto a los datos analíticos. Más fácil es iniciar como medida del posible riesgo aquellos parámetros que no incluyan una intervención invasiva sobre el niño. En el presente

trabajo se han utilizado las medidas de tensión arterial y diferentes parámetros antropométricos con este fin. Se ha planteado como objetivo determinar la presencia de estos factores de riesgo de síndrome metabólico en niños de 2 a 7 años en relación a su estado de nutrición.

Material y métodos

Diseño. Se realizó un estudio descriptivo con análisis cuantitativo en niños de 2 a 7 años.

Población. La población total es de 394 niños de 2 a 7 años censados. Es un pueblo de la provincia de Alicante (Rafal), situado en una zona rural con nivel socioeconómico familiar medio-bajo y con un 22,5% de niños con padres inmigrantes, de origen mayoritariamente marroquí. Dicho estudio se realizó durante el periodo comprendido entre junio y diciembre de 2013, invitando a participar a todos los niños voluntariamente a través del colegio, guarderías y ayuntamiento.

Participantes. Un total de 260 niños participaron en el estudio, 135 niñas (52%) de edad media 5,0 (SD 1,5) años y 125 niños (48%) de 5,1 (SD 1,4) años. Lo que supone un 66% de los niños de esas edades del municipio.

Los criterios de inclusión de la muestra aplicados fueron: niños de 2 a 7 años de edad; cuyos padres hayan sido informados acerca del estudio y hayan leído y firmado el consentimiento informado. Como criterios de exclusión: niños menores de 2 o mayores de 7 años; con enfermedades crónicas (diabetes, Síndrome de Down...) y todos aquellos niños cuyos padres no firmaron el consentimiento informado para participar en este estudio. Las mediciones antropométricas a los niños fueron realizadas en el aula polivalente del colegio, en las guarderías y la consulta de pediatría del consultorio médico de la población.

Instrumentos. Se utilizó una báscula Seca, un tallímetro, dos cintas métricas y dos plicómetros Holtan y un tensiómetro digital Omron con dos manguitos pediátricos de diferentes diámetros y uno de adulto de la talla M. Los parámetros fueron medidos por dos nutricionistas entrenados. Se recogieron: peso, talla, circunferencia abdominal, tensión arterial y los pliegues cutáneos: bicipital, tricípital, subescapular y supraíliaco.

El estudio fue previamente aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Alicante.

Procedimiento. En la valoración antropométrica, los nutricionistas llevaban a los niños al aula polivalente en grupos de 4, donde hacían un dibujo o jugaban con puzzles o juguetes del aula mientras esperaban su turno para la recogida de datos. Se les ayudaba a descalzarse y quedarse en ropa interior y se procedía al pesado, tallado, toma de la tensión arterial, medida de cintura y pliegues cutáneos enumerados anteriormente por triplicado siguiendo las recomendaciones de la National Health and Nutrition Examination Study (NHANES)⁹ y la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹⁰. La tensión arterial se midió estando los niños sentados y con el brazo apoyado en una mesa adecuada a su altura, colocando el

manguito de talla adecuada a la longitud del brazo¹¹. En las mediciones llevadas a cabo en la consulta de pediatría los niños acudían acompañados de sus padres.

Variables. Con los parámetros obtenidos se calcularon el Índice de Masa Corporal (IMC) (kg/m²) y el Z-score del IMC en relación a su edad y sexo con ayuda del programa Seinaptraker. Se clasificó a los niños en función del Z-score del IMC en 4 subgrupos: bajopeso Zs ≤-1, normopeso Zs -0,99-0,99, sobrepeso Zs ≥1 y obesidad Zs ≥2.

También se calcularon el índice cintura/talla (ICT) (cm/cm) y el porcentaje de grasa corporal, utilizando los pliegues cutáneos y la ecuación de Hoffman¹² para el cálculo del contenido de grasa corporal total (GC):

$$\%GC = 100[6.371 + 0.488 * \text{peso} + 0.128 * \text{tricipital} (11.138 * \text{altura} + 0.645 * \text{género} - 0.188 * \text{edad})/\text{peso}.$$

(Altura en cm; género 0=chicos; 1=chicas; edad en años)

Con estos resultados se crearon diferentes grupos para cada variable: con el ICT se consideró sobrepeso en niñas cuando este era ≥0.47 y <0.50 y obesidad abdominal con ICT ≥0.50 y en niños sobrepeso con ICT ≥0.48 y <0.51 y obesidad ≥51¹³. Por otra parte, se consideró que había un exceso de grasa en los niños que tenían un porcentaje superior al 30% de grasa corporal total¹⁴. Además se crearon 3 grupos para tensión sistólica: normotensión (<p90), tensión arterial alta (≥p90 y <p95) y tensión arterial muy alta (≥p95) siguiendo la definición y clasificación de las recomendaciones de la Sociedad Europea de Hipertensión¹⁵ y los percentiles para dicha tensión según edad del estudio de Kay¹⁶.

Análisis estadístico. Se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 22.0. Para determinar si existen diferencias significativas en la distribución de los niños y niñas según su estado de nutrición se realizó la prueba Chi cuadrado. Para determinar correlaciones se realizó el estudio de regresión lineal del porcentaje de grasa corporal calculado con la fórmula de Hoffman frente al Z-Score del IMC en ambos sexos, así como del índice cintura/talla. Así mismo, para verificar la bondad de la fórmula utilizada se realizó el estudio estadístico entre los porcentajes de grasa obtenidos según estado de nutrición. Por último, se realizó la prueba el estudio de regresión lineal de la tensión arterial frente al Z-Score

del IMC con las pruebas Chi cuadrado, el test Kruskal-Wallis y la OR. Se consideró significación estadística para p<0.05.

Resultados

La distribución de los niños de 2 a 7 años de edad en la población estudiada según su estado nutricional fue del 14,6% de bajopeso, 58,1% normopeso, 15% sobrepeso y 12,3% obesidad, con un total del 41,9% de menores con un estado nutricional inadecuado. La prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad de esta población fue del 27%. La distribución por sexo fue similar en todos los grupos de estado nutricional, sin diferencias significativas según el test de Chi cuadrado.

El estado nutricional de los preescolares, según el Z-Score del IMC, se relacionó de forma significativa según el test Kruskal-Wallis con todas las variables estudiadas; tensión arterial (sistólica y diastólica), porcentaje de grasa corporal y obesidad abdominal mediante índice cintura-talla (Tabla I).

Los grupos de tensión arterial sistólica, siguiendo la clasificación citada anteriormente en el apartado de metodología, presentaron una correlación con el estado nutricional de los niños, con diferencias significativas con p<0,05 en el test Chi-cuadrado (Tabla II). Los grupos de tensión arterial diastólica también presentaron una correlación con el estado nutricional de los menores.

En el grupo de obesidad se encontró un mayor porcentaje de niños con tensión arterial sistólica alta. Además, la OR mostró un riesgo mayor de hipertensión arterial frente a los normonutridos (OR=4.1 IC95% 1.7-9.8; p<0,001).

Los porcentajes de grasa corporal obtenidos presentaron una mayor correlación con el estado de tensión arterial sistólica, (p<0,001) en el Test Kruskal-Wallis (Figura 1). También presentaron correlación con el estado nutricional de los niños según Z-Score de IMC, con diferencias significativas (p<0,001). Los clasificados como obesos según grasa corporal presentan mayor riesgo de tensión arterial elevada (OR=84.4; IC95% 17.8-194.0; p<0,001).

Respecto al índice cintura/talla (Figura 2), también presentaron un buen nivel de correlación frente a los

Tabla I

Valores de la presión arterial sistólica y diastólica, porcentaje de grasa corporal e índice cintura talla (media, desviación estándar y mediana) según estado de nutrición en niños de 2 a 7 años de edad

Estado nutricional	Presión sistólica (mm Hg)	Presión diastólica (mm Hg)	% Grasa corporal	ICT
Bajo peso (n=38)	90,7(14,3)89,5	57,8(9,7)57,0	16,0(4,4)15,9	0,47(0,03)0,47
Normopeso (n=151)	99,4(14,3)99,8	62,5(10,7)61	21,2(3,5)21,2	0,50(0,03)0,50
Sobrepeso (n=39)	101,4(11,1)100,0	66,2(11,0)65,0	26,7(2,5)27,0	0,55(0,04)0,54
Obesidad (n=32)	110,4(18,2)108,5	68,6(12,9)70,0	30,8(3,0)31,1	0,59(0,03)0,59
Test Kruskal-Wallis (p)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Tabla II

Número de niños que presentan valores de presión arterial sistólica igual o superiores al P95 para la edad¹⁶, porcentaje de grasa elevado¹⁴ según Hoffman y sobrepeso u obesidad según el índice cintura/talla¹³ según estado nutricional

	Grupo IMC				Total
	Bajo peso	Normopeso	Sobrepeso	Obesidad	
Número de niños	38	151	39	32	260
Sistólica alta	2(5.3%)	23(15.2%)	7(17.9%)	13(40.6%)	45(17.3%)
% grasa >30	0	2(1.3%)	2(5.1%)	17(53.1%)	21(8.1%)
Sobrepeso según Índice cintura/talla	9(23.7%)	53(35.1%)	4(10.2%)	0	66(25.4%)
Obesidad según Índice cintura/talla	5(13.1%)	61(40.4%)	34(87.2%)	31(96.8%)	131(50.4%)

grupos de tensión arterial sistólica ($p < 0,001$) del test Kruskal-Wallis. La distribución según grupos de ICT (Tabla II) es concordante con la clasificación según Z-Score de IMC, aumentando claramente en el caso de la obesidad abdominal según dicho índice con la clasificación de obesos según IMC (96.8%).

Discusión

Hay un alto porcentaje de niños en las edades de 2 a 7 años que presentan ya alguno de los factores identificativos del síndrome metabólico, ya encontrados en otras poblaciones españolas en niños de edad temprana⁶ y en adolescentes de México¹⁷.

Al igual que en otros estudios, existe una relación significativa entre el estado nutricional de los preescolares y sus valores de tensión arterial¹⁸, el porcentaje de grasa

corporal^{19,20} y la obesidad abdominal^{21,22}, siendo todos ellos factores de riesgo para el síndrome metabólico²¹⁻²⁴.

Los valores de presión arterial sistólica están significativamente elevados en los casos de sobrepeso y obesidad, al igual que los porcentajes de grasa corporal. También se ha detectado un mayor número de niños con obesidad abdominal, diagnosticada mediante el ICT, en estos grupos^{13,25}. A medida que aumenta el IMC de los menores estos tienden a acumular más grasa corporal, principalmente en la zona abdominal. Además, se produce un incremento en sus valores de presión arterial.

El sobrepeso y la obesidad infantil, calculado mediante el percentil o Z-Score del IMC, se había relacionado anteriormente con la hipertensión arterial^{15,16,24}.

Respecto a la grasa corporal, una revisión resalta su relación con el síndrome metabólico y la posible resistencia a la insulina debido a que el tejido adiposo se considera un órgano endocrino con secreción hormonal⁸.

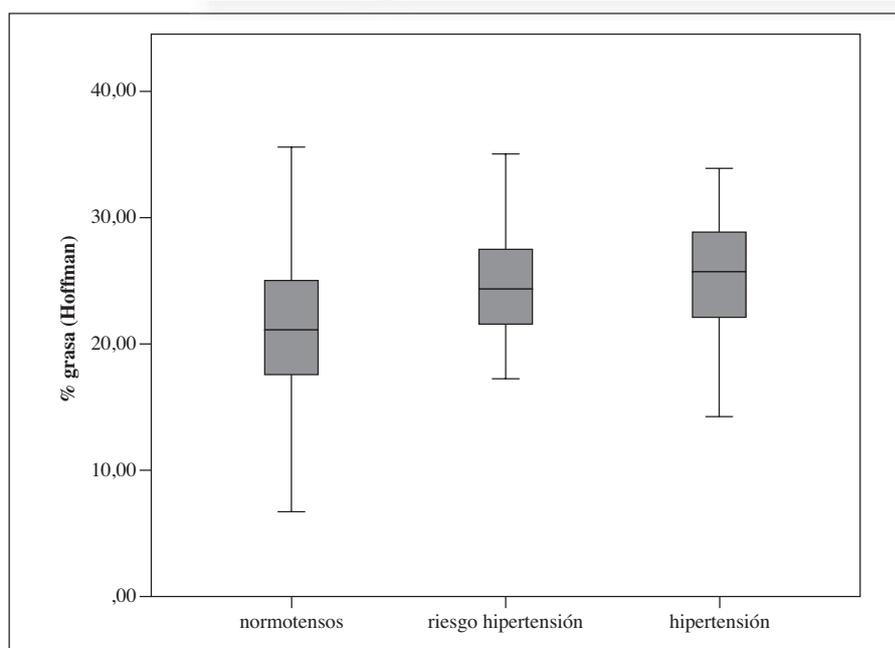


Fig. 1.—Porcentaje de grasa corporal y estado de tensión sistólica.

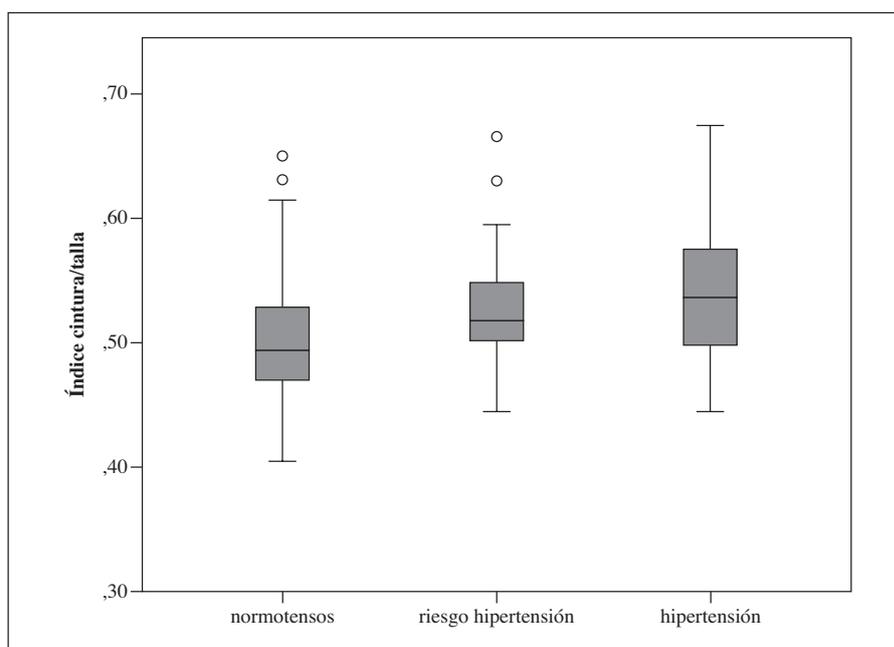


Fig. 2.—Índice cintura talla respecto al grado de tensión sistólica.

El ICT se utiliza para diagnosticar fácilmente la obesidad abdominal en menores^{26,27}, esta obesidad está relacionada tanto con la Diabetes Mellitus tipo II como con enfermedades cardiovasculares^{26,27}, siendo estas dos patologías dos de los principales factores de riesgo para el síndrome metabólico^{17,20}. También se ha relacionado recientemente de forma directa el ICT con el síndrome metabólico²² y la hipertensión arterial²⁵.

Igual que en nuestro estudio, se ha determinado que el síndrome metabólico tiene relación directa con el peso del menor, pero no con el sexo ni con la edad en adolescentes¹⁷. Así mismo, la resistencia a la insulina y los marcadores inflamatorios presentes en el síndrome metabólico están estrechamente relacionados con la obesidad en adolescentes²⁸.

Fortalezas y limitaciones. El presente trabajo muestra evidencia sobre la relación entre el estado nutricional de los preescolares y sus valores de tensión arterial, grasa corporal y obesidad abdominal. Su importancia viene dada por los pocos estudios realizados sobre población de esta edad y la aportación de datos fiables alternativos para analizar el posible riesgo de síndrome metabólico en estos niños, debido a la dificultad de obtener valores analíticos en grupos de riesgo de edades tempranas.

La principal limitación de este estudio es que se ha realizado en una pequeña población y para que estos resultados puedan ser extrapolados a la población general española de estas edades sería necesaria la réplica del estudio en otras comunidades. En contrapartida, cabe destacar la alta participación conseguida, un porcentaje cercano al 70% del total de los niños de estas edades en la población estudiada.

Como aportación más relevante de este estudio, cabe resaltar la relación directa hallada entre el sobre-

peso y obesidad con la hipertensión arterial, grasa corporal y obesidad abdominal en preescolares españoles, población hasta el momento poco presente en la literatura. Además, se proponen valores antropométricos más accesibles y fáciles de obtener en niños de temprana edad (ICT y porcentaje de grasa corporal) como alternativa^{8,17,22,24-27,29} para el estudio de los factores de riesgo del síndrome metabólico. Estos valores pueden servir para su cribado y en caso de hallarse elevados recomendar la realización de un estudio con los análisis sanguíneos adecuados²⁴ que puedan confirmar la presencia de síndrome metabólico, su tratamiento y seguimiento.

Agradecimientos

Ayuntamiento de Rafal, Colegio Trinitario Seva, Guarderías Scooby-Doo y Walt Disney.

Todos los autores han contribuido intelectualmente en el trabajo, reúnen las condiciones de autoría y han aprobado la versión final del mismo. En su nombre, declaro que el trabajo es original y no ha sido previamente publicado ni está en proceso de revisión por ninguna otra revista. Así como que tampoco existe ningún conflicto de intereses ni ninguna relación económica.

Referencias

1. Albornoz R, Pérez I. Nutrition and metabolic syndrome. *Nutr Clin Diet Hosp.* 2012; 32 (3): 92-7.
2. Manzur F, Alvear C, Alayón A. Phenotypic and metabolic characterization of the metabolic syndrome in Cartagena de Indias. *Rev Colomb Cardiol.* 2008; 15: 97-101.

3. Moreno B, León M, Andrés EM, Ordovás JM, Casanovas JA, Peñalvo JL. Soluble and insoluble dietary fibre intake and risk factors for metabolic syndrome and cardiovascular disease in middle-aged adults: the AWHs cohort. *Nutr Hosp.* 2014; 30 (6): 1279-88.
4. Friend A, Craig L, Turner S. The prevalence of metabolic syndrome in children: A systematic review of the literature. *Metab Syndr Relat D.* 2013; 11 (2): 71-80.
5. Tailor AM, Peeters M, Norat T, Vineis P, Romaguera, D. An update on the prevalence of the metabolic syndrome in children and adolescents (Review). *Int J Pediatr Obes.* 2010 ;5 (3): 202-13.
6. Martos-Moreno GA, Gil-Campos M, Bueno G, Bahillo P, Bernal S, Feliu A et al. Obesity associated metabolic impairment is evident at early ages: Spanish collaborative study. *Nutr Hosp.* 2014; 30 (4): 787-93.
7. Potenza MV, Mechanick JI. The metabolic syndrome: definition, global impact and pathophysiology. *Nutr Clin Pract.* 2009; 24: 560-77.
8. Álvarez-Castro P, Sangiao-Alvarellos S, Brandón-Sandá I, Cordido F. Función endocrina en la obesidad. *Endocrinol Nutr.* 2011; 58 (8): 422-32.
9. The National Center for Health Statistics and Center for Disease Control Prevention. NHANES III Anthropometric Procedures Video. Department of Health and Human Services. Washington, D.C. 1996.
10. Expert Committee on Physical Status. Physical Status: The Use and Interpretation of Anthropometry. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 1995.
11. U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health, National Heart, Lung, and Blood Institute. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics.* 2004; 114: 555-76.
12. Hoffman DJ, Toro-Ramos T, Sawaya AL, Roberts SB, Rondo P. Estimating total body fat using a skinfold prediction equation in Brazilian children. *Ann Human Biol.* 2012; 39 (2): 156-60.
13. Marrodán MD, Martínez-Álvarez JR, González-Montero M, López-Ejeda N, Cabañas MD, Prado C. Diagnostic accuracy of waist to height ratio in screening of overweight and infant obesity. *Med Clin (Barc).* 2013; 140(7).
14. Mirza N, Kadow K, Palmer M, Solano H, Rosche C, Yanovski JA. Prevalence of Overweight among Inner City Hispanic-American Children and Adolescents. *Obes Res.* 2004; 12 (8).
15. Lurbe E, Cifkova R, Cruickshank JK, Dillon MJ, Ferreira I, Invitti C et al. Management of high blood pressure in children and adolescents: recommendations of the European Society of Hypertension. *Hipertens Riesgo Vasc.* 2010; 27 (2): 47-74
16. Kay J, Sinaiko A, Stephen R. Pediatric hypertension. *Am Heart J.* 2001; 142 (2): 422-32.
17. Cárdenas-Villarreal VM, López-Alvarenga JC, Bastarrachea RA, Rizo-Baeza MM, Cortés-Castell E. Prevalencia del síndrome metabólico y sus componentes en adolescentes de la Ciudad de Monterrey, Nuevo León. *Arch Cardiol Mex.* 2010; 80 (1): 19-26.
18. Papandreou D. Prevalence of hypertension is about 1-2% in African American girls and 0.5% in Caucasian girls aged 9 or 10 years, and prevalence increased with obesity. *Evid-Based Med.* 2011; 16 (2): 63-4.
19. Machado-Rodrigues AM, Santana A, Gama A, Mourão I, Nogueira H, Rosado V et al. Active commuting and its associations with blood pressure and adiposity markers in children. *Prev Med.* 2014; 69 (1): 132-4.
20. Aguilera CM, Olza J, Gil A. Genetic susceptibility to obesity and metabolic syndrome in childhood. *Nutr Hosp.* 2013; 28 (5): 44-55.
21. Vitariúsova E, Košťálová L, Pribilincová Z, Hlavatá A, Kovács L. Occurrence of metabolic syndrome and its components in obese children. *Cesk Pediatr.* 2010; 65 (2): 55-61.
22. Arimura ST, Moura BM, Pimentel GD, Silva MR, Sousa MV. Waist circumference is better associated with high density lipoprotein (HDL-c) than with body mass index (BMI) in adults with metabolic syndrome. *Nutr Hosp.* 2011; 26 (6): 1328-32.
23. Chen SK, Luo JS, Qin YF, Fan X, Tang Q, Feng Y. Epidemiological study on the association between obesity with metabolic syndrome in obese children and adolescents of Nanning city, Guangxi. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi.* 2011; 32 (10): 969-72.
24. Dalili S, Mohammadi H, Rezvany SM, Dadashi A, Novin MH, Gholaminejad H et al. The Relationship Between Blood Pressure, Anthropometric Indices and Metabolic Profile in Adolescents: A Cross Sectional Study. *Indian J Pediatr.* 2014; 25 (5). (Article in press).
25. Rangel-Baltazar E, Villalpando S. Waist-to-height ratio as a predictor of blood pressure in Mexican children. Follow-up study. *Rev Invest Clin.* 2014; 66 (1): 17-23.
26. Li C, Ford ES, Mokdad AH, Cook S. Recent trends in waist circumference and waist-height ratio among US children and adolescents. *Pediatrics.* 2006; 118: 1390-8.
27. Grupo de investigación de epidemiología nutricional EPINUT de la Universidad Complutense de Madrid. Consulta el 26 de diciembre de 2014. Disponible en: [http:// www.epinut.ucm.es](http://www.epinut.ucm.es)
28. Aguilar MJ, González E, Antelo A, Perona J. Insulin resistance and inflammation markers: correlations in obese adolescents. *J Clin Nurs.* 2012; 22 (13): 2002-10.
29. Chávez AG, Lagunes JU, Saramago L, Chassin OA, Argueta SE, Hernández H. Comparison of anthropometric indices as predictors of cardiovascular and metabolic risk in apparently healthy population. *Rev Mex Cardiol.* 2011; 22 (2): 59-67.

Anexo 6: Artículos en vía de publicación.

Anexo 6.1. Artículo porcentaje de grasa corporal.

Gutiérrez-Hervás A1, M, Rizo-Baeza MM, Juste-Ruíz M, Gil-Guillén V, Cortés-Castell E. 2016. Estimation of body fat among 2-to-7-year-old Spanish children by different skinfolds equations and waist-to-height ratio. *European Journal of Pediatrics*.





European Journal of Pediatrics

Estimation of body fat among 2-to-7-year-old Spanish children by different skinfolds equations and waist-to-height ratio

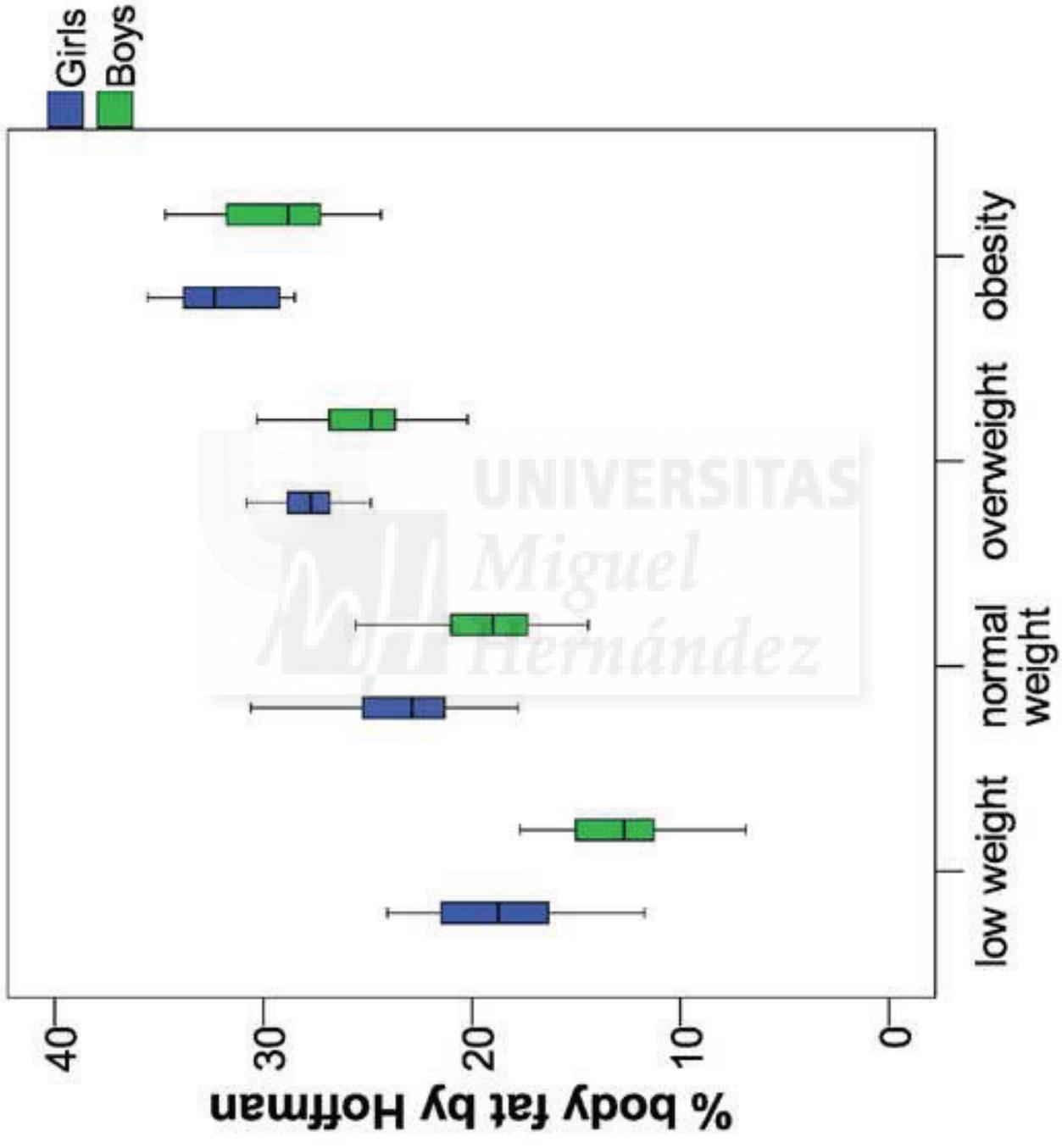
--Manuscript Draft--

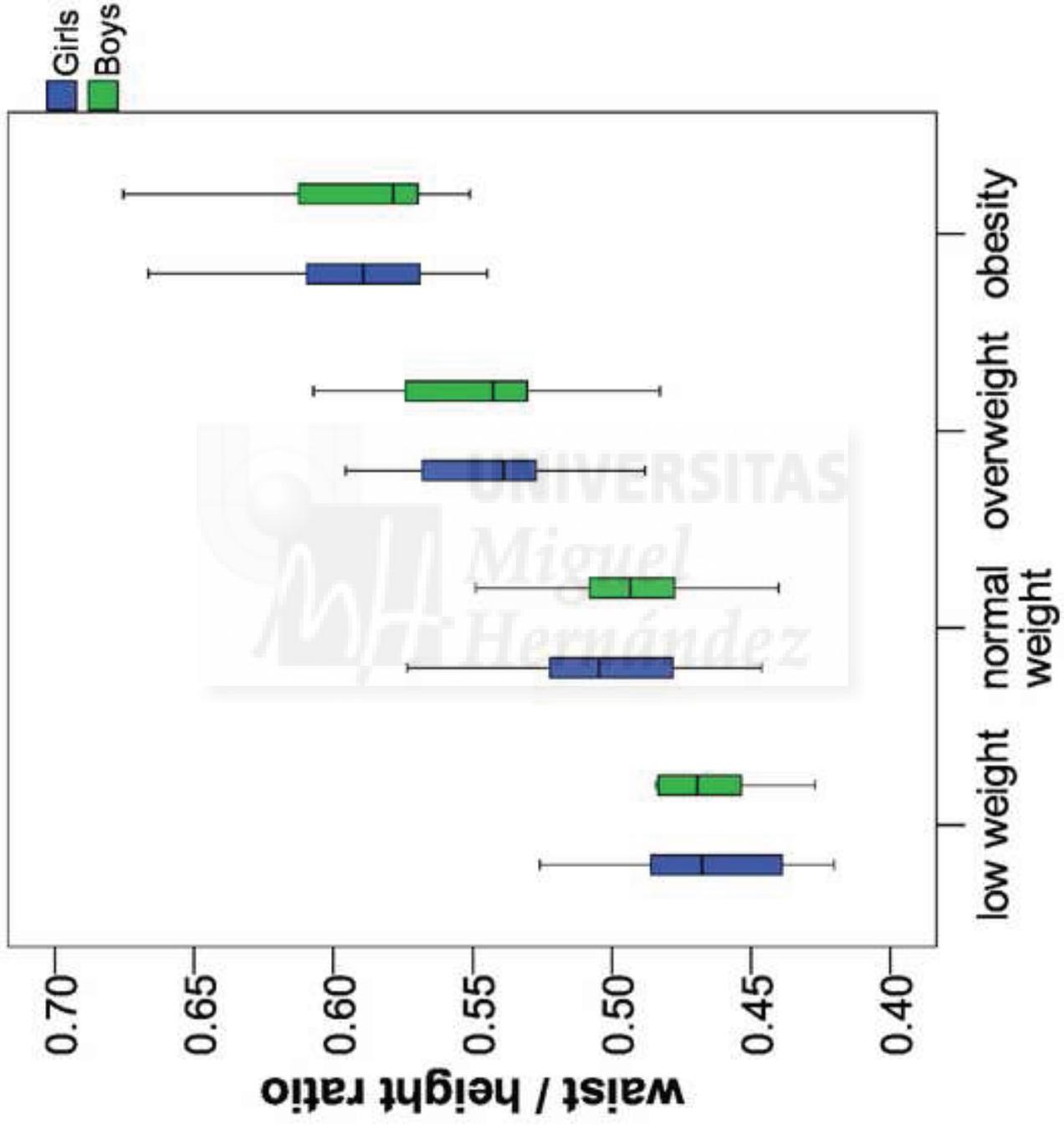
Manuscript Number:	EJPE-D-16-00545
Full Title:	Estimation of body fat among 2-to-7-year-old Spanish children by different skinfolds equations and waist-to-height ratio
Article Type:	Original Article
Keywords:	children, preschool; obesity, abdominal; body composition; anthropometry and thickness, skinfold
Corresponding Author:	Ana I Gutiérrez-Hervás, PhD student Miguel Hernández University San Juan, Alicante SPAIN
Corresponding Author Secondary Information:	
Corresponding Author's Institution:	Miguel Hernández University
Corresponding Author's Secondary Institution:	
First Author:	Ana I Gutiérrez-Hervás, PhD student
First Author Secondary Information:	
Order of Authors:	Ana I Gutiérrez-Hervás, PhD student M Mercedes Rizo-Baeza, PhD Mercedes Juste-Ruiz, PhD Vicente Gil-Guillén, PhD Ernesto Cortés-Castell, PhD
Order of Authors Secondary Information:	
Funding Information:	
Abstract:	<p>The aim of this paper is to determine the most adequate equation to estimate the percentage body fat content preschool children and the utility of the waist-to-height ratio to determine abdominal obesity. We measured (weight, height, waist circumference and skinfolds) at 285 2-to-7-year-old children. BMI Z-Score, waist-to-height ratio and percentage of body fat were estimated by Brook and Lukaski, Siri, Goran, Slaughter, Deurenberg, Huang, Dezenberg and Hoffman equations. Was found 26% combined overweight and obesity, similar distribution in both sexes. The percentage of body fat obtained with the Hoffman equation (15.6-31.9%) showed the highest correlation with children BMI Z-Score. Waist-to-height ratio also presented a good relationship with children nutrition state. There were not significant differences between gender and percentage of body fat or waist-to-height ratio. Conclusions. The Hoffman equation and waist-to-height ratio are adequate to estimate the percentage body fat and abdominal obesity respectively, in Spanish preschool children from medium-low socioeconomic status.</p>
Suggested Reviewers:	<p>Norma Mur Villar, PhD Titular professor and Vice Dean, University of Cienfuegos. Cienfuegos, Cuba normamur@jagua.cfg.sld.cu She is specialist in maternity and early childhood.</p> <p>Mery Constanza García Vargas, PhD Associate Professor, National University of Colombia. Bogotá, Colombia mcgarcia@unal.edu.co She is a specialized in primary care nursing and its legislation.</p>

Isaac Kuzmar, MD, MBI-MBT, MSCN MBA, PhD
Kainuun SOTE (Kajaanin pääterveysasema). Kajaani, Finland
isaackuzmar@yahoo.es
He is specialized in obesity treatment.

María José Aguilar Cordero, PhD
Professor, University of Granada. Granada, Spain.
mariajaguilar@telefonica.net
She is specialized in maternity and early childhood care.







Estimation of body fat among 2-to-7-year-old Spanish children by different skinfolds equations and waist-to-height ratio.

Authors

Gutiérrez-Hervás Ana I¹, Reig García-Galbis Manuel², Rizo-Baeza M Mercedes², Juste-Ruiz Mercedes¹, Gil-Guillén Vicente³, Cortés-Castell Ernesto¹.

1. Department of Pharmacology, Pediatrics and Organic Chemistry, Miguel Hernández University. Spain.
2. Department of Nurse, Alicante University. Spain.
3. Department of Medicine, Miguel Hernández University. Spain.

Ana Isabel Gutiérrez Hervás: anaisabelgutierrezhervas@hotmail.com

Manuel Reig García-Galbis: manuel.reig@ua.es

M^a Mercedes Rizo Baeza: mercedes.rizo@ua.es

Mercedes Juste Ruíz: mercedes.juste@umh.es

Vicente Gil Guillén: vgil@umh.es

Ernesto Cortés Castell: Ernesto.Cortes@umh.es

Corresponding author: Ana Isabel Gutiérrez Hervás.

16, Leandro Soler Román Street. Apart 1

Elche 03206 Spain

Phone: 666543156 e-mail: anaisabelgutierrezhervas@hotmail.com

Acknowledgments

The authors thank the town of Rafal for their participation in the study and the facilities used and we thank Catherine Nicholls for help with the English language version of the text.

Estimation of body fat among 2-to-7-year-old Spanish children by different skinfolds equations and waist-to-height ratio.

Abstract

The aim of this paper is to determine the most adequate equation to estimate the percentage body fat content preschool children and the utility of the waist-to-height ratio to determine abdominal obesity. We measured (weight, height, waist circumference and skinfolds) at 285 2-to-7-year-old children. BMI Z-Score, waist-to-height ratio and percentage of body fat were estimated by Brook and Lukaski, Siri, Goran, Slaughter, Deurenberg, Huang, Dezenberg and Hoffman equations. Was found 26% combined overweight and obesity, similar distribution in both sexes. The percentage of body fat obtained with the Hoffman equation (15.6-31.9%) showed the highest correlation with children BMI Z-Score. Waist-to-height ratio also presented a good relationship with children nutrition state. There were not significant differences between gender and percentage of body fat or waist-to-height ratio. Conclusions. The Hoffman equation and waist-to-height ratio are adequate to estimate the percentage body fat and abdominal obesity respectively, in Spanish preschool children from medium-low socioeconomic status.

Keywords:

Children, Preschool; obesity, abdominal; body composition; anthropometry and thickness, skinfold.

Abbreviations:

BIA: Bioelectrical Impedance Analysis

BMI: Body Mass Index.

DEXA: Dual X-ray Absorptiometry.

SD: Standard Deviation.

MRI: Magnetic Resonance Imaging.

[Click here to view linked References](#)

1 **Estimation of body fat among 2-to-7-year-old Spanish children by different skinfolds equations and waist-**
2 **to-height ratio.**

3

4 **Authors**

5 Gutiérrez-Hervás Ana I¹, Rizo-Baeza M Mercedes², Juste-Ruíz Mercedes¹, Gil-Guillén Vicente³, Cortés-Castell
6 Ernesto¹.

7 1. Department of Pharmacology, Pediatrics and Organic Chemistry, Miguel Hernández University. Spain.

8 2. Department of Nurse, University of Alicante. Spain.

9 3. Department of Medicine, Miguel Hernández University. Spain.

10

11 Ana Isabel Gutiérrez Hervás: anaisabelgutierrezhervas@hotmail.com

12 M^a Mercedes Rizo Baeza: mercedes.rizo@ua.es

13 Mercedes Juste Ruíz: mercedes.juste@umh.es

14 Vicente Gil Guillén: vgil@umh.es

15 Ernesto Cortés Castell: Ernesto.Cortes@umh.es

16 **Corresponding author: Ana Isabel Gutiérrez Hervás.**

17 **16, Leandro Soler Román Street. Apart 1**

18 **Elche 03206 Spain**

19 **Phone: 666543156 e-mail: anaisabelgutierrezhervas@hotmail.com**

20 **Acknowledgments**

21 The authors thank the town of Rafal for their participation in the study and the facilities used and we thank
22 Catherine Nicholls for help with the English language version of the text.

23

24 **Contribution of each co-authors:**

25 Ana Isabel Gutiérrez Hervás:

- 26
- Performance of the study, redaction of the text and English version.

27 M^a Mercedes Rizo Baeza:

- 28
- Performance of the study and redaction of the text.

29 Mercedes Juste Ruíz:

- 30
- Redaction of the text and English version.

31 Vicente Gil Guillén:

- 32
- Statistical analysis and redaction of the text.

33 Ernesto Cortés Castell:

- 34
- Performance of the study, statistical analysis and redaction of the text.

35

36 **"What is known" and "What is New"**

37 **"What is known"**

- 38
- BMI Z-Score is a good parameter to determine nutritional status in childhood.
- 39
- Body composition should be analyze in obese children.

40

41 **"What is new"**

- 42
- Comparison of several equations of body fat in preschool children.
- 43
- Using body fat percentage with BMI Z-Score as a first screening of childhood obesity in primary care.

44 **Abstract**

45

46 The aim of this paper is to determine the most adequate equation to estimate the percentage body fat content
47 preschool children and the utility of the waist-to-height ratio to determine abdominal obesity We measured
48 (weight, height, waist circumference and skinfolds) at 285 2-to-7-year-old children. BMI Z-Score, waist-to-
49 height ratio and percentage of body fat were estimated by Brook and Lukaski, Siri, Goran, Slaughter,
50 Deurenberg, Huang, Dezenberg and Hoffman equations. Was found 26% combined overweight and obesity,
51 similar distribution in both sexes. The percentage of body fat obtained with the Hoffman equation (15.6-31.9%)
52 showed the highest correlation with children BMI Z-Score. Waist-to-height ratio also presented a good
53 relationship with children nutrition state. There were not significant differences between gender and percentage
54 of body fat or waist-to-height ratio. Conclusions. The Hoffman equation and waist-to-height ratio are adequate to
55 estimate the percentage body fat and abdominal obesity respectively, in Spanish preschool children from
56 medium-low socioeconomic status.

57

58 **Keywords:**

59

60 Children, Preschool; obesity, abdominal; body composition; anthropometry and thickness, skinfold.

61

62 **List of abbreviations:**

63 B

64 • BIA: Bioelectrical Impedance Analysis

65 • BMI: Body Mass Index.

66 D

67 • DEXA: Dual X-ray Absorptiometry.

68 M

69 • MRI: Magnetic Resonance Imaging.

70 S

71 • SD: Standard Deviation.

72

73 **Introduction**

74 There is great concern about overweight and obesity due to increased prevalence of these conditions in recent
75 years, both in adults [5,18] and in children [1,13]. Due to the many adverse long term effects of obesity, it has
76 become a major focus of health care intervention and expenditure. These effects include higher risk for type 2
77 diabetes, degenerative joint disease, obstructive sleep apnea, hypertension, and early death in adulthood as well
78 as hyperlipidemia and hyperglycemia in childhood [3]. Or metabolic syndrome in preschool children [19].

79 Because of that, obesity is the aim of many studies around the world [4,11]. Three specific periods in early life
80 are hypothesized to be critical for the development of obesity: the perinatal period, the adiposity rebound, and
81 adolescence [7]. The adiposity rebound is the point at which the BMI (Body Mass Index) reaches a nadir and
82 then begins to increase, it occurs around 6 and it is related with parents' BMI [7].

83 It seems relevant to analyze the body composition in the early childhood [11,12]. Childhood obesity studies usually
84 include very broad age ranges [10] and mostly focus on more than 8-year-old children or teenagers [16]. However,
85 younger ages are less studied [8,17,32,36], especially in Spain.

86 To diagnose obesity, BMI and body composition are used. The latter parameter can be measured by several
87 methods that vary in their sophistication, accuracy, feasibility, cost, and availability. In small children, magnetic
88 resonance imaging and DEXA have cost and time consuming limitations and bioelectrical impedance analysis
89 (BIA) has an availability limitation, despite being the most reliable methods [9,23,25,36]. On the other hand, air
90 displacement plethysmography does not seem to be appropriate in early childhood [9]. Nevertheless,
91 anthropometry by skinfolds offers a good accessibility, low cost and an acceptable accuracy [6].

92 A large number of studies determine body composition by several equations to estimate the percentage of body
93 fat from skinfolds, however most of them have been executed in school children or teenagers [14,21,34], in
94 preschool children it has been considerate by other authors [15,24,35]. However, BMI should be used regarding
95 age and sex [28,35].

96 The aim of this paper is to determine the most adequate previously published equation to estimate the percentage
97 of body fat in early childhood, as a more accessible, quicker, cheaper and non-aggressive method, analyzing the
98 relationship between body composition and children nutrition status by BMI Z-Score. As well as analyze the
99 utility of waist-to-height ratio to determine the abdominal obesity in Spanish preschool children, to try to provide
100 more accessible methods for determining abdominal obesity in young children.

101

102

103 **Materials & Methods**

104 *Design*

105 A descriptive study with quantitative analysis was executed with 2-to-7 year-old children from Rafal, a
106 population of Alicante (Spain).

107 *Participants*

108 285 children were included in the study, 146 (51.2%) girls median age 5.0 (SD 1.5) years and 139 (49.8%) boys
109 of 5.1 (SD 1.4) years old. They are 72.3% of that age children in the municipality. Socioeconomic status of the
110 families was medium-low and the rate of children with immigrant parents was 22.5%, mostly of Moroccan
111 origin. The study was conducted during the period of June to December 2013.

112 The inclusion criteria were: 2- to -7-year-old children; whose parents had been informed about the nature of the
113 study and had read and signed informed consent. As exclusion criteria: children under 2-years-old or over 7-
114 years-old, children with chronic disease (diabetes or Down syndrome) and every child whose parents did not
115 sign informed consent to participate in this study.

116 *Environment*

117 Anthropometry was executed in the school or nursery multipurpose classroom and in the pediatric clinic medical
118 office population.

119 *Tools*

120 Auxological parameters were measured by two trained nutritionists. Seca weighing-scales (761 Clas IIII,
121 accuracy 0,5kg), a harpenden stadiometer (Holtain Limited, Crymych, Dyfed U.K.), which determines height
122 accurately within 0.1cm and two Holtain skinfolds calipers (Holtain Limited, Crymych, Dyfed U.K.) which
123 determines skinfolds accurately within 0.1mm. Weight, stature, abdominal circumference and biceps, triceps,
124 subscapular and suprailiac skinfolds were measured.

125 *Process*

126 The study protocol was approved by the ethics committee of the University of Alicante before its initiation.
127 For the anthropometry study, nutritionists addressed children to the multipurpose classroom in small groups of 4
128 children. They were observed while drawing or playing with toys in order to determine the most used arm. When
129 it was detected, researchers helped children take off their shoes and their outer clothing and then they measured
130 weight, stature and triplicate measure waist and skinfold listed above in every child. Parents were present, if they
131 wanted, with their children during the measurement process.

132 BMI (kg/m^2) was calculated from parameters obtained and BMI Z-Score was calculated in relation to their age
133 and gender by SeinaTracker program [33], based on Orbegozo Foundation standards 1988. Children were
134 classified by BMI Z-Score in 4 subgroups: thinness $Z_s \leq -1$, normal weight $Z_s -0.99-0.99$, overweight $Z_s \geq 1$ and
135 obesity $Z_s \geq 2$.

136 Waist-to-height ratio and the percentage of body fat were also estimated by SPSS Statistics (22.0). The last
137 parameter was estimated using skinfolds with different equations designed to estimate body fat mass:

138 • **Brook y Lukaski, used in Spanish teenagers [31]:**

139 i) Boys $D = [1.1315 + 0.0018 (\text{age}-2)] - [0.0719 - (0.0006 (\text{age}-2) * \log (\sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subscapular} +$
140 $\text{suprailiac})]$.

141 ii) Girls $D = [1.1315 + 0.0004 (\text{age}-2)] - [0.0719 - (0.0003 (\text{age}-2) * \log (\sum \text{bicipital} + \text{tricipital} +$
142 $\text{subscapular} + \text{suprailiac})]$.

143 (D=density).

144 • **Siri, used in Spanish teenagers [31]:**

145 i) Boys $D = 1.1690 - 0.0788 * \log (\sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subscapular} + \text{suprailiac})$.

146 ii) Girls $D = 1.2063 - 0.0999 * \log (\sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subscapular} + \text{suprailiac})$.

147 (D=density).

148 $\%BF = (4.95/D - 4.5) * 100$

149 • **Goran, used in 10-year-old Brazilian children [21]:**

150 $\%BF = \text{weight} * (0.18 * \text{weight} + 0.23 * \text{subscapular} + 0.13 * \text{triceps} - 3.0) / 100$.

151 • **Slaughter:**

152 i) Boys $\%BF = \text{weight} * [(1.21 * (\text{triceps} + \text{subscapular}) - 0.008 (\text{triceps} + \text{subscapular})^2 - 1.7] / 100$.

153 ii) Girls $\%BF = \text{weight} * [1.33 * (\text{triceps} + \text{subscapular}) - 0.013 (\text{triceps} + \text{subscapular})^2 - 2.5] / 100$.

154 • **i) Deurenberg, used in preschool children from rural American areas [14]:**

155 Boys $\%BF = \text{weight} * [26.56 (\log \sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subscapular} + \text{suprailiac}) - 22.23] / 100$

156 ii) Girls $\%BF = \text{weight} * [29.85 (\log \sum \text{biceps} + \text{triceps} + \text{subscapular} + \text{suprailiac}) - 25.87] / 100$

157 • **Huang 1, used in 10-year-old Brazilian children [21]:**

158 $\%BF = \text{weight} * (0.632 * \text{weight} - 1.606 * \text{age} - 1.882 * \text{gender} + 3.33) / 100$

159 (Gender 0 = girls; 1 = boys; age in years)

160 • **Huang 2, used in 10-year-old Brazilian children [21]:**

161 $\%BF = \text{weight} * (0.764 * \text{weight} - 0.471 * \text{stature} + 45.955) / 100$ (stature in cm)

162 • **Dezenberg 1, used in preschool children from rural American areas [14] and in 4-to-10-year-old**
163 **American and African children [22]:**

164 • %BF= weight * (0.342 * weight + 0.256*triceps + 0.837*gender – 7.388)/100
165 (Gender 1=boys; 2=girls).

166 • **Dezenberg 2, used in 5-to-10-year-old Cuban children [14]:**

167 %BF= weight * (0.332*weight + 0.263 * triceps + 0.760 * gender + 0.704 – 8.004)/100 (Gender 1=boys;
168 2=girls).

169 • **Hoffman, used in 10-year-old Brazilian children [21]:**

170 %BF=100[6.371 + 0.488 * weight + 0.128 * triceps (11.138 * stature + 0.645 * gender – 0.188 *
171 age)]/weight.
172 (Stature in cm; gender 0=boys; 1=girls; age in years)

173 *Statistical Analysis*

174 To determine if there are significant differences in the children distribution according to nutrition state a Chi-
175 squared test was executed. To determine the most adequate equation to estimate the percentage body fat in 2-to-
176 7-year-old children regression lineal study between the estimated percentage of body fat from each equation and
177 BMI Z-Score in both genders was effected. The same test was completed for waist-to-height ratio. Finally, to
178 verify the effectiveness of each of the equations used comparison statistical study of body fat percentages
179 obtained according to nutritional status was performed, using the nonparametric U Mann-Whitney test.
180 Significance at p<0,05 was considered.

181

182 **Results**

183 Gender distribution was similar in all nutrition state groups, without significant differences by Chi-squared test.

184 Combined overweight and obesity prevalence was 26% (table 1).

185 Body fat percentages obtained with Hoffman equation showed the highest correlation with children nutrition
186 state according to BMI Z-Score (p<0.001). Other equations also obtained significant differences between
187 nutrition state and percentage of body fat to both genders (p<0.001), except for Brook and Lukaski and the
188 second Huang equations which did not present significant correlation to nutrition state (table 2). Waist-to-height
189 ratio presented a good level of correlation versus BMI Z-Score as well, 0.643 in boys and 0.683 in girls, with a

190 high signification level ($p < 0.001$) (table 2). In all cases, a slightly better correlation coefficient (r^2) in girls was
191 shown.
192 Average, standard deviation and confidence interval 95% values to body fat percentage obtained by every
193 equation are shown in table 3, which is observed as with the correlation level that Brook and Lukaski and the
194 second Huang equations can be discarded, because they do not present significant differences between body fat
195 percentage and nutrition state by Z-Score BMI. Values that seemed undervalued in the two Dezenberg equations
196 with percentages ranging from 4.9% to 29.0% fat were observed, and there were overestimated values with the
197 first Huang equation with body fat percentages from 26.8 to 44.3%
198 When the values of body fat percentage in each nutrition group were studied, distributions were different and
199 highly significant ($p < 0.001$) according to the equation with the best correlation coefficient, Hoffman equation
200 (Fig. 1) were observed. In this figure, body fat percentages values were always higher in girls, although these
201 percentages were not significantly different from the same groups of nutrition.
202 Regarding to waist-to-height ratio (Fig. 2) a different distribution by nutrition state were shown ($p < 0.001$) (Test
203 U de Mann-Whitney), this ratio increased with nutrition groups, but the difference between genders referred to
204 the body fat percentage was not evidenced.

205

206 **Discussion**

207 The most adequate equation to estimate de body fat percentage by skinfolds in 2-to-7-year-old Spanish children
208 is the Hoffman equation. Also, waist-to-height ratio has been effective to determine the abdominal obesity level.
209 It has been shown that there is a clear relationship between both parameters in all groups of nutritional status, the
210 higher BMI Z-Score higher body fat percentage has the child and highest is this accumulation in the abdominal
211 area. There are not differences between genders because of the lack of clear sexual differentiation at this age. In
212 contrary, Brook and Lukaski and the second Huang equation do not seem adequate to determine childhood
213 obesity in 2-to-7-year-old Spanish children; due to the fact that they are the only ones with which no correlations
214 or significant differences with nutrition state have been obtained. Furthermore, no coherent body fat percentage
215 values have been observed; the first Huang equation seems overvalued these values when moving between
216 26.8% and 44.3% of body fat. Equally, both Dezenberg equations render seemingly inconsistent results, moving
217 between 4.9% and 29.0%. They are a really low percentages of body fat since it is thinness children but without
218 an extreme degree of malnutrition (BMI Z-Score < -0.99). Childhood overweight and obesity prevalence was
219 26%, coinciding with 23 international studies [26].

220 Other authors, in a study of older children, also highlighted the suitability of the Hoffman equation in
221 comparison with Goran, Slaughter and Huang equations [21].
222 Although, there are studies that conclude that the different Huang equations obtain more accurate results than the
223 Dezenberg [24], other claim that the first Dezenberg equation used underestimates the total body fat percentage
224 [14,24], while the second one overestimate it in a comparison between both or with BIA or DEXA results [14].
225 Also in comparison with BIA or DEXA, the Slaughter equation overestimates total body fat [24] or obtains
226 similar results [3]. At the same time, to determine the most adequate equation to estimate the body fat percentage
227 in 10-to-14-year-old Spanish children has been recommended [4]. Body fat results obtained using skinfolds are
228 usually compared with those obtained by DEXA or MRI because it has proven to be the most reliable and
229 sensitive methods [8,23,25,28,35,36].
230 Discrepancies between these studies and the present study may be due to studies cited were published mostly
231 before the Hoffman equation existed and it was tested in older children [4,22,24].
232 Waist-to-height ratio has been effective in estimation determining abdominal obesity as has been observed in
233 higher samples and other populations [29,30]. In addition, its easy application has been demonstrated because it
234 does not need a highly trained researcher or health professional and it is the best predictor to obesity-associated
235 diseases such as cardiovascular disease and type 2 diabetes [26,30].
236 BMI Z-Score, skinfolds and waist-to-height ratio are suitable parameters to diagnose childhood obesity
237 [2,14,20,30]. Nevertheless, unifying criteria for use of the formulas for the determination of total body fat in
238 children is considered necessary, just as other authors have concluded [14,22].
239 This paper provides evidence on the validity of different formulas for determining body composition in southeast
240 Spanish early childhood from middle and low socioeconomic status. Its importance is due to the wide variety of
241 equations that are present for this purpose in the literature, the few studies on this age population and the
242 difficulty of determining body composition in preschool by the inadequacy or inaccessibility of much of
243 instruments; as DEXA or BIA [2,14,20,27]. The use of skinfolds and their conversion into body fat percentage,
244 along with the measurement of waist-to-height ratio can be useful in screening for overweight and obesity,
245 complementing the Z-Score BMI. It could be helpful for the diagnosis and monitoring childhood obesity in
246 primary care, with no initial need for more accurate methods but much more expensive and aggressive for the
247 child.
248 The main limitation of this study is that it was performed in a small town and that these results can be
249 extrapolated to the general population in this age of the study replication in other communities would be

250 necessary. In contrast, note the very high participation, a percentage greater than 70% of all children in this age
251 group in the population studied.
252 The most significant contribution is the comparison between the different equations and / or ratios for
253 determining body composition in Spanish preschool children, population so far little present in the literature, and
254 the exclusion of these equations not appropriate for these ages.

255

256 **Ethical standards**

257 All human and animal studies have been approved by the appropriate ethics committee and have therefore been
258 performed in accordance with the ethical standards laid down in the 1964 Declaration of Helsinki and its later
259 amendments.

260 Also, all people gave their informed consent prior to their inclusion in the study.

261

262 **Conflict of interest**

263 The authors declare that they have no conflict of interest.

264

265 **Informed consent**

266 Informed consent was obtained from all individual participants included in the study.

267

268

269

270

271

272

273

274

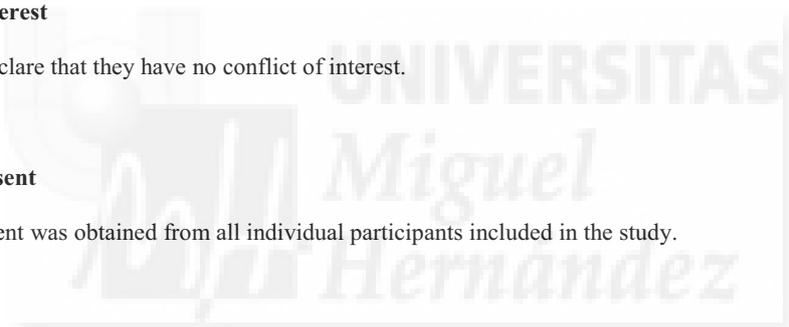
275

276

277

278

279



280 **References**

- 281 1. Baile J, González-Calderón M (2014) Precisión del índice de masa corporal, obtenido a partir de datos
282 de peso y altura autoinformados en una muestra infantil española. *Nutr Hosp* 29(4):829-831.
283 doi:10.3305/nh.2014.29.4.7143
- 284 2. Bammann K, Huybrechts I, Vicente-Rodriguez G, Easton C, De Vriendt T, Marild S, Mesana MI,
285 Peeters MW, Reilly JJ, Sioen I, Tubic B, Wawro N, Wells JC, Westerterp K, Pitsiladis Y, Moreno LA;
286 IDEFICS Consortium (2013) Validation of anthropometry and foot-to-foot bioelectrical resistance
287 against a three-component model to assess total body fat in children: the IDEFICS study. *Int J Obes*
288 37(4):520-6.
- 289 3. Berlina K, Hamel-Lambert J, DeLamatrec C (2013) Obesity and overweight status health disparities
290 among low-income rural apalachian preschool children. *Child Health Care* 42(1):15-26.
- 291 4. Berral FJ, Gómez JR, Viana BH, Berral CJ, Carpintero P (2001) Estudio de la composición corporal en
292 escolares de 10 a 14 años. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum* 3(1): 20-33.
- 293 5. Bonfanti N, Fernández JM, Gómez-Delgado F, Pérez-Jiménez F (2014) Efecto de dos dietas
294 hipocalóricas y su combinación con ejercicio sobre la tasa metabólica basal y la composición corporal.
295 *Nutr Hosp* 29(3):635-643. doi:10.3305/nh.2014.29.3.7119
- 296 6. Cairns G, Angus K, Hastings G, Caraher M (2013) Systematic reviews of the evidence on the nature,
297 extent and effects of food marketing to children. A retrospective summary. *Appetite* 62:209-15.
- 298 7. Chan C, Wang WC (2013) Quality of life in overweight and obese young Chinese children: A mixed-
299 method study. *Health Qual Life Outcomes* 11(1) doi:10.1186/1477-7525-11-33.
- 300 8. Cordova A, Villa G, Sureda A, Rodriguez-Marroyo JA, Martínez-Castañeda R, Sánchez-Collado MP
301 (2013) Energy consumption, body composition and physical activity levels in 11- to 13-year-old
302 Spanish children. *Ann Nutr Metab* 63(3):223-8.
- 303 9. Crook TA, Armbya N, Cleves MA, Badger TM, Andres A (2012) Air displacement plethysmography,
304 dual-energy X-ray absorptiometry, and total body water to evaluate body composition in preschool-
305 age children. *J Acad Nutr Diet* 112:1993-8.
- 306 10. Davidson ZE, Ryan MM, Kornberg AJ, Sinclair K, Cairns A, Walker KZ, Truby H (2014) Observations
307 of body mass index in Duchenne muscular dystrophy: a longitudinal study. *Eur J Clin Nutr* 68:892-987.
- 308 11. DeBoer MD, Scharf RJ, Demmer RT (2013) Sugar-sweetened beverages and weight gain in 2- to 5-
309 year-old children. *Pediatrics* 132(3):413-20.

- 310 12. Dietz WH (1994) Critical periods in childhood for the development of obesity. *Am J Clin Nutr* 59:955–
311 959.
- 312 13. Dietz WH (1998) Health consequences of obesity in youth: childhood predictors of adult disease.
313 *Pediatrics* 101:518-25.
- 314 14. Eisenmann JC, Helaan KA, Welk GJ (2004) Assessing body composition among 3-to-8-year-old
315 children: antropometry, BIA and DEXA. *Obes Res* 12(10):1633-40.
- 316 15. Fernández JA (2003) Estimación de la composición corporal por dos de las ecuaciones de Dezenberg
317 para niños de 5 a 10 años. *Rev Cub de Salud Pública* 29(1):37-41.
- 318 16. Fernández-Alvira JM, Velde SJ, De Bourdeaudhuij I, Bere E, Manios Y, Grammatikaki E, Chinapaw
319 MJ, Maes L, Bere E, Jensen J, Moreno L, Jan N, Molnár D, Moore H, Brug J. (2013) Parental education
320 associations with children's body composition: mediation effects of energy balance-related behaviors
321 within the ENERGY-project. *Int J Behav Nutr Phys Act* 21:80.
- 322 17. Forsum E, Flinke Carlsson E, Henriksson H, Henriksson P, Lof M (2013) Total body fat content versus
323 BMI in 4-year-old healthy Swedish children. *J Obes* 2013:206715.
- 324 18. Gonçalves F, Cremonesi C, Rodrigues F, Wanda R. 2014. Weight and body composition variations in
325 overweight women along outpatient nutritional treatment *Nutr Hosp* 29(3): 644-55.
326 doi:10.3305/NH.2014.29.3.7193
- 327 19. Gutiérrez-Hervás AI, Rizo-Baeza MM, Martínez-Amorós N, Cortés-Castell E (2015) Systolic pressure,
328 abdominal obesity and body fat, metabolic syndrome predictors in Spanish preschoolers. *Nutr Hosp*
329 31(5):2109-14. doi:10.3305/nh.2015.31.5.8685
- 330 20. Halvorson EE, Irby MB, Skelton JA (2014) Pediatric Obesity and Safety in Inpatient Settings: A
331 Systematic Literature Review. *Clin Pediatr* 53(10):975-87.
- 332 21. Hoffman DJ, Toro-Ramos T, Sawaya AL, Roberts SB, Rondo P (2012) Estimating total body fat using
333 a skinfold prediction equation in Brazilian children. *Ann Hum Biol* 39(2): 156–60.
- 334 22. Huang T, Watkins M, Goran M (2003) Predicting total body fat in Latino children. *Obes Res* 11:1992-9.
- 335 23. Karlsson AK, Kullberg J, Stokland E, Allvin K, Gronowitz E, Svensson PA, Dahlgren J (2013)
336 Measurements of total and regional body composition in preschool children: A comparison of MRI,
337 DEXA, and anthropometric data. *Obesity* 21:1018-1024.

- 338 24. Kehoe SH, Krishnaveni GV, Lubree HG, Wills AK, Guntupalli AM, Veena SR, Bhat DS, Kishore R,
339 Fall CH, Yajnik CS, Kurpad A (2011) Prediction of body fat percentage from skinfold and
340 bioimpedance measurements in Indian school children. *Eur J Clin Nutr* 65(12): 1263–70.
- 341 25. Kulkarni B, Mamidi RS, Balakrishna N, Radhakrishna KV (2014) Body composition assessment in
342 infancy and early childhood: comparison of anthropometry with dual-energy X-ray absorptiometry in
343 low-income group children from India. *Eur J Clin Nutr* 68:658-663.
- 344 26. Li C, Ford ES, Mokdad AH, Cook S (2006) Recent trends in waist circumference and waist-height ratio
345 among US children and adolescents. *Pediatrics* 118:1390-8.
- 346 27. Morrison H, Power TG, Nicklas T, Hughes SO (2013) Exploring the effects of maternal eating patterns
347 on maternal feeding and child eating. *Appetite* 63:77-83.
- 348 28. Norgan NG (1994) Population differences in body composition in relation to the body mass index. *Eur J*
349 *Clin Nutr* 3:10-25.
- 350 29. Quelly SB, Lieberman LS (2011) Global prevalence of overweight and obesity in preschoolers.
351 *Anthropol Anz* 68(4):437-56.
- 352 30. Research Group EPINUT nutritional epidemiology at the Complutense University of Madrid. Available
353 at [http:// www.epinut.ucm.es](http://www.epinut.ucm.es). Accessed 13 december 2015.
- 354 31. Rodríguez G, Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Fleta J, Sarria A, Bueno M (2005) Body fat
355 measurement in adolescents: comparison of skinfolds with dual-energy X-ray absorptiometry. *Eur J*
356 *Clin Nutr* 59:1158-1166.
- 357 32. Sijtsma A, Corpeleijn E, Sauer Pieter JJ (2014) Energy requirements for maintenance and growth in 3-
358 to 4-year-olds may be overestimated by existing equations. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 58:642-646.
- 359 33. Sociedad Española de Investigación en Nutrición y Alimentación en Pediatría-SEINAP, Nestlé
360 Nutrition Institute and InterCath Medical-One, 2007. Aplicación Informática para gestión de pacientes
361 y cálculos auxológicos y nutricionales en Pediatría. Nestlé Nutriition Institute.
- 362 34. Swaminathan S, Thomas T, Yusuf S, Vaz M (2013) Clustering of diet, physical activity and overweight
363 in parents and offspring in South India. *Eur J Clin Nutr* 67(2):128-34.
- 364 35. Wells JCK & Fewtrell MS (2006) Measuring body composition. *Arch Dis Child* 91:612–617. doi:
365 10.1136/adc.2005.085522

366 36. Zanini RV, Santos IS, Gigante DP, Matijasevich A, Barros FC, Barros AJ (2014) Body composition
367 assessment using DEXA in six-year-old children: the 2004 Pelotas Birth Cohort, Rio Grande do Sul
368 State, Brazil. *Cad Saude Publica*. 30:2123-2133.

369

370

371

372

373

374

375

376

377

378

379

380

381

382

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392

393

394

395



396 Table 1. Children nutrition state according to BMI Z-Score.

Children distribution according to gender and nutrition state.						
		Thinness	Normal weight	Overweight	Obesity	Total
Gender	Boys	20 (14.4%)	85 (61.2%)	19 (13.7%)	15 (10.8%)	139
	Girls	22 (15.1%)	84 (57.5%)	24 (16.4%)	16 (11.0%)	146
Total		42 (14.7%)	169 (59.3%)	43 (15.1%)	31 (10.9%)	285

397 *No significant Chi-squared test.

398

399

400

401 Table 2. Relationship between body fat percentage, by different equations or ratios, and BMI Z-Score respect
402 age and gender in 2-to-7-year-old children.

403

Equation/ratio	Gender	Adjusted r ²	Anova
Hoffman	Boys	0.789	0.000
	Girls	0.772	0.000
Siri	Boys	0.520	0.000
	Girls	0.578	0.000
Slaughter	Boys	0.507	0.000
	Girls	0.571	0.000
Goran	Boys	0.449	0.000
	Girls	0.562	0.000
Deurenberg	Boys	0.519	0.000
	Girls	0.574	0.000
Dezenberg 1	Boys	0.391	0.000
	Girls	0.418	0.000
Dezenberg 2	Boys	0.393	0.000
	Girls	0.419	0.000
Huang 1	Boys	0.244	0.000
	Girls	0.118	0.000
Huang 2	Boys	0.013	0.096
	Girls	-0.005	0.562
Brook y Lukaski	Boys	-0.002	0.386
	Girls	0.001	0.296
Waist-to-height ratio	Boys	0.643	0.000
	Girls	0.683	0.000

404

405 Table 3. Body fat percentage estimated by different equations for every nutritional state group (average (SD) CI
 406 95%).

Equation	Thinness	Normal weight	Overweight	Obesity	U Mann-Whitney
Hoffman	16.0(4.4) 15.6-17.3	21.2(3.5) 20.7-21.8	26.7(2.5) 25.9-27.4	30.8(3.0) 29.7-31.9	<0.001
Siri	14.3(3.5) 13.2-15.3	17.6(3.9) 17.0-18.2	22.7(4.6) 21.3-24.1	29.5(5.6) 27.4-31.6	<0.001
Slaughter	12.6(2.8) 11.7-13.5	15.3(3.3) 14.8-15.8	19.4(4.6) 18.0-20.8	26.4(6.6) 24.0-28.9	<0.001
Goran	13.2(3.3) 12.2-14.2	16.2(3.3) 15.7-16.7	20.3(4.7) 18.9-21.8	26.0(5.6) 23.9-28.1	<0.001
Deurenberg	14.3(2.7) 13.5-15.1	16.6(3.0) 16.2-17.1	20.3(4.0) 19.1-21.6	25.0(4.1) 23.4-26.5	<0.001
Dezenberg 1	7.8(6.7) 5.7-9.9	13.5(6.6) 12.5-14.5	18.4(8.2) 15.9-20.9	26.4(7.0) 23.8-29.0	<0.001
Dezenberg 2	7.0(6.6) 4.9-9.0	12.7(6.6) 11.7-13.6	17.7(8.1) 15.2-20.1	25.7(7.0) 23.1-28.3	<0.001
Huang 1	30.7(12.6) 26.8-34.7	34.0(10.4) 32.4-35.6	39.9(5.1) 38.4-41.5	42.5(5.0) 40.6-44.3	<0.001
Huang 2	46.3(24.7) 38.6-54.0	49.9(20.6) 46.8-53.1	56.5(21.8) 49.8-63.2	48.5(13.7) 43.5-53.5	ns
Brook y Lukaski	15.0(1.6) 14.5-15.5	14.8(1.8) 14.5-15.1	15.4(1.3) 14.9-15.8	14.4(2.2) 13.6-15.2	Ns

407

408

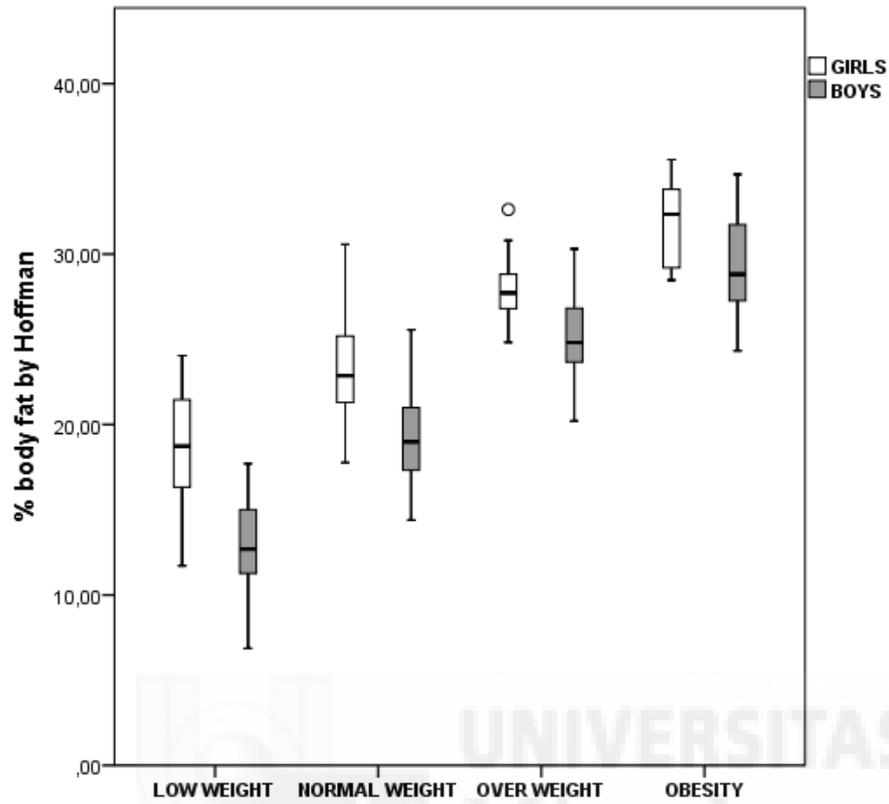


Figure 1: Body fat percentage by gender and nutritional status estimated with Hoffman equation

409
 410
 411
 412
 413
 414

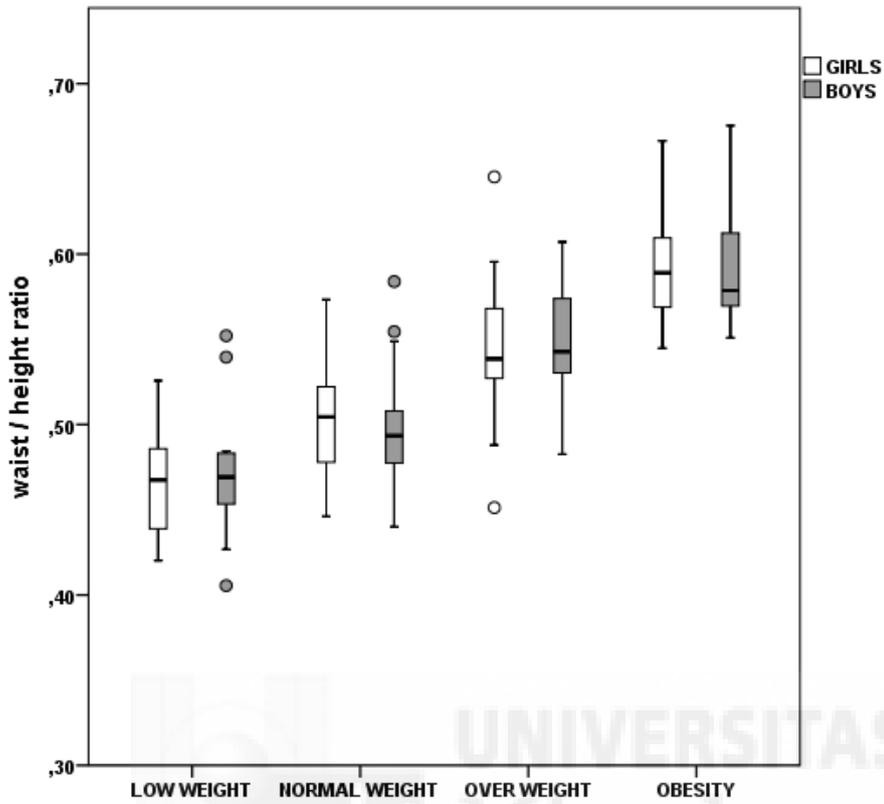


Figure 2: Waist-to-height ratio by gender and nutritional state

Any of these tables or figures are entitled to prior author.

Anexo 6.2. Artículo actimetría.

Gutiérrez-Hervás AI, Rizo-Baeza MM, Juste-Ruíz M, Palazón-Bru A, Gil-Guillén V, Cortés-Castell E. 2016. Physical activity by accelerometer is related to nutritional status in 2-to-7-year-old children. *Peer J*.





Physical activity by accelerometer is related to nutritional status in 2-to-7-year-old children.

Ana I Gutiérrez-Hervás, María M Rizo-Baeza, Mercedes Juste-Ruíz, Antonio Palazón-Bru, Vicente F Gil-Guillén, Ernesto Cortés-Castell

Background. Studies about the control of the factors that are influenced in the level of physical activity in preschool children are scarce; therefore we designed a study to analyze the relationship between physical activity, energy intake and nutritional status in 2-to-7-year-old children. **Methods.** A cross observational study was executed. Participants were children aged between 2 and 7 in a Spanish region, collected between 2014 and 2015. The main variable was quartiles of physical activity, measured by accelerometers. Secondary variables were gender, nutritional status, age, total food intake and energy expenditure. To assess the relationship between the secondary variables and the outcome, an ordinal logistic regression model was estimated. **Results.** The size sample was 136 children. The following significant factors ($p < 0.05$), associated with a higher level of physical activity, were found: less healthy nutritional status ($B = -1.55$, 95% CI: -2.02 to -1.08, $p < 0.001$), lower age ($B = -1.33$, 95% CI: -1.72 to -0.93, $p < 0.001$) and a higher energy expenditure ($B = 0.02$, 95% CI: 0.02 to 0.03, $p < 0.001$). Energy food intake and gender did not show a significant difference ($p = 0.363$ and $p = 0.600$, respectively). **Conclusion.** We found a direct relation between physical activity and nutritional status, gender and energy expenditure in preschool children. A reliable method to quantify physical activity is proposed.

1 AUTHOR COVER PAGE:

2 Title: Physical activity by accelerometer is related to nutritional status in 2-to-7-year-old
3 children.

4 Authors: Ana Isabel Gutiérrez-Hervás¹, María Mercedes Rizo-Baeza², Mercedes Juste-Ruíz¹,
5 Antonio Palazón-Bru³, Vicente Francisco Gil-Guillén³, Ernesto Cortés-Castell¹.

6 Institutions:

7 1. Department of Pharmacology, Pediatrics and Organic Chemistry, Miguel Hernández
8 University, San Juan de Alicante, Alicante, Spain.

9 2. Department of Nursing, University of Alicante, San Vicente del Raspeig, Alicante, Spain.

10 3. Department of Clinical Medicine, Miguel Hernández University, San Juan de Alicante,
11 Alicante, Spain.

12 Corresponding author: Prof. Antonio Palazón-Bru, PhD. Clinical Medicine Department, Miguel
13 Hernández University, Carretera de Valencia - Alicante S/N, 03550 San Juan de Alicante.

14 Telephone: +34 965919449. Fax: +34 965919450. E-mail: antonio.pb23@gmail.com

15

16 ABSTRACT

17 **Background.** Studies about the control of the factors that are influenced in the level of physical
18 activity in preschool children are scarce; therefore we designed a study to analyze the
19 relationship between physical activity, energy intake and nutritional status in 2-to-7-year-old
20 children.

21 **Methods.** A cross observational study was executed. Participants were children aged between 2
22 and 7 in a Spanish region, collected between 2014 and 2015. The main variable was quartiles of
23 physical activity, measured by accelerometers. Secondary variables were gender, nutritional
24 status, age, total food intake and energy expenditure. To assess the relationship between the
25 secondary variables and the outcome, an ordinal logistic regression model was estimated.

26 **Results.** The size sample was 136 children. The following significant factors ($p < 0.05$),
27 associated with a higher level of physical activity, were found: less healthy nutritional status
28 ($B = -1.55$, 95% CI: -2.02 to -1.08, $p < 0.001$), lower age ($B = -1.33$, 95% CI: -1.72 to -0.93,
29 $p < 0.001$) and a higher energy expenditure ($B = 0.02$, 95% CI: 0.02 to 0.03, $p < 0.001$). Energy food
30 intake and gender did not show a significant difference ($p = 0.363$ and $p = 0.600$, respectively).

31 **Conclusion.** We found a direct relation between physical activity and nutritional status, gender
32 and energy expenditure in preschool children. A reliable method to quantify physical activity is
33 proposed.

34 MAIN TEXT:

35 INTRODUCTION

36 Over the last few decades there has been a worldwide increase in pediatric obesity affecting both
37 developed and developing countries (Lobstein 2004; Popkin et al., 2006). The World Health
38 Organization (WHO) American and eastern Mediterranean regions had higher prevalence of
39 overweight and obesity (30-40%) than the European (20-30%) or south-east Asian, western
40 Pacific, and African regions (10-20%) (Wang & Lim, 2012). As a consequence, it is considered
41 as a public health problem in Europe (Moreno et al., 2013). A total of 43 million children (35
42 million in developing countries) were estimated to be overweight or obese; 92 million were at
43 risk of overweight in 2010. The global overweight and obesity prevalence has increased
44 dramatically since 1990, for example in preschool-age children, from approximately 4% in 1990
45 to 7% in 2010. If this trend continues, the prevalence may reach 9% or 60 million people in 2020
46 (Wang & Lim, 2012).

47 In Spain, obesity prevalence was 10.3% and overweight prevalence was 18.8%. Obesity was
48 more prevalent in children from 4-5 years' age (18.3%) and overweight in the 8-9 years' stratus
49 (25.5%) (Valdés-Pizarro & Royo-Bordonada, 2012). Moreover, children obesity is related to
50 obesity in adulthood, hypertension and cardiovascular diseases (Hasnain et al., 2014). Actually,
51 epidemiologic evidence identifies overweight and obesity as risk factors to the following develop
52 of chronic diseases in childhood, like cardiovascular problems and type 2 diabetes (González-
53 Cross et al., 2003; Reilly et al., 2003), cholelithiasis, non-alcoholic steatohepatitis (Harrison &
54 Diehl, 2002), osteoarthritis and some kinds of cancers (Cummings, Parham & Strain, 2002), and
55 several affective consequences that obese children and teenagers suffer. Also, high increase of

56 overweight and obesity incidence in early age produces the high metabolic syndrome prevalence
57 (Gutiérrez-Hervás et al., 2015). As a consequence, adiposity is related to a decreasing quality of
58 life (Michels et al., 2016) and obesity is related to a sanitary cost increased due to their
59 associated comorbidities, it is amounting to 7 % of gross domestic product in developed
60 countries (Frew, 2016).

61 During childhood and adolescence, environmental factors are the principal causes to develop
62 obesity, due to energy imbalance caused by a high energy intake (Hasnain et al., 2014) and/or a
63 low physical activity level (Moreno et al., 2013). For this reason, in early childhood it is crucial
64 to promote preventive interventions that could have a lifestyle impact and to prevent subsequent
65 overweight and obesity development (Moreno et al., 2013), by means of education programs
66 which produce food habits and lifestyle changes (Bonet et al., 2007; Dalmau et al., 2007). In this
67 sense, physical exercise could stimulate an adequate circadian rhythm that improves the quality
68 of sleep and the maintenance of hormonal balance related to adiposity tissue (Gómez et al., 2011;
69 Bandín et al., 2014; Kjeldsen et al., 2014).

70 There are several tools to estimate physical activity approximately; nevertheless, to determine it
71 more exactly, daily or during a period of time, they could not be effective (Aguilar-Cordero et
72 al., 2014). For example, there are physical activity questionnaires to obtain a subjective
73 estimation of physical activity during a determined period of time. In this field, accelerometry
74 has showed as the most reliable method to register quantity and level of activity that every
75 subject practises in a determined period of time (Aguilar-Cordero et al., 2011).

76 Nowadays, analyzing physical activity in preschool children is an aim followed by some
77 researches (Butte et al., 2014; Carson et al., 2015; Creamer et al., 2015). However, studies about

78 the control of the factors that are influenced in the level of physical activity in preschool children
79 are scarce; it is probably because of its complexity (Kuhl et al., 2014). These authors have
80 analyzed body mass index (BMI) Z-Score, food intake, physical activity and television use in a
81 small group of 30 obese preschool children and have concluded that more similar studies are
82 required (Kuhl et al, 2014). At the present study, nutritional status by BMI Z-Score, physical
83 activity (daily and nightly) by accelerometers and energy intake data in 2-to-7-year-old children
84 were registered. We selected this age range due to the lack of studies regarding early childhood
85 (Hnatiuk et al., 2014; Kuhl et al, 2014). The aim of this paper was to analyze the relationship
86 between physical activity, in weekend-days and week-days, energy intake and nutritional status
87 in 2-to-7-year-old children. The hypothesis of this study is that energy intake and physical
88 activity are related to obesity in preschool children. It is important to know factors related to
89 preschoolers' obesity in order to design future intervention programs to decrease it. It would
90 improve the efficacy of these intervention programs and would decrease their cost. Not until we
91 know the variables (objectively measured) related to preschool obesity, will we be able to control
92 it in future intervention programs.

93

94 MATERIALS & METHODS

95 *Study population*

96 Rafal is a small town of Alicante, Spain, which has 3,091 inhabitants. It is situated in the middle
97 of a rural area in which most of the population around lives off the agriculture of fruits,
98 vegetables and wine production. As a consequence, the access to food representative of the
99 Mediterranean diet, as fruits and vegetables, is not a problem. The socioeconomic status of the

100 families was medium-low and the rate of children with immigrant parents was 22.5%, mostly of
101 Moroccan origin.

102 *Study design and participants*

103 A cross observational study with quantitative analysis was executed. Participants were children
104 aged between 2 and 7. We offered all the population of this age range (through their parents) to
105 participate in this study. The study was carried out between September 2014 and June 2015. To
106 access this population, we used the pediatric consulting room, the school and the two
107 kindergartens of the municipality to engage children in this study.

108 In the anthropometry study, nutritionists took children to the multipurpose classroom in small
109 groups of 4 children. In those cases, in which the children were measured in the pediatric
110 consulting room, they were accompanied by their parents. Children were in underwear and
111 without shoes to obtain the weight and height parameters. Next, accelerometers were collocated
112 to them and nutritionists explained that it could only be removed to have a shower or a bath.
113 Parents helped during these days in the purpose of keeping their accelerometers collocated
114 without interruptions and to register the time to go to bed and wake up as well as any interruption
115 in the period of time.

116 Anthropometry, accelerometer collocation and meetings with parents were executed in the school
117 multipurpose classroom and in the pediatric consulting room.

118 The inclusion criteria were: 2-to-7-year-old children; whose parents had been informed about the
119 nature of the study and had read and signed the consent form. As exclusion criteria: children with
120 some pathologies that presented a lack of control with the accelerometer.

121 *Variables and measurements*

122 The main variable in this study was physical activity. It was measured during 5 uninterrupted
123 days (3 workdays and 2 festivities) by accelerometers, which were validated to determinate
124 physical activity in this age range (Arvidsson et al., 2011; Pulsford et al., 2011; Aguilar-Cordero
125 et al., 2014). We created 4 activity groups, following quartiles of activity: sedentary (Q1), light
126 physical activity (Q2), moderate physical activity (Q3) and high physical activity (Q4). These
127 quartiles were created according to total daily counts distribution through the study sample, due
128 to the lack of physical activity levels in this age range (Butte et al., 2014; Creamer et al., 2015).

129 Secondary variables were nutritional status, by BMI Z-Score, food intake, gender and age.

130 BMI (kg/m^2) was calculated from weight and height parameters obtained and BMI Z-Score was
131 calculated in relation to their age and sex by Seinaptraker program, based on Orbegozo
132 Foundation standards (Sobradillo et al., 1988). Children were classified by BMI Z-Score in 4
133 subgroups: thinness $Z_s \leq -1$, normal weight $Z_s -0.99-0.99$, overweight $Z_s \geq 1$ and obesity $Z_s \geq 2$
134 (Koplan et al., 2005; Krebs et al., 2007).

135 Food intake was measured by a 24-hour reminder (Ferrari, 2013). This reminder was completed
136 by two trained nutritionists that interviewed parents or grandparents of these children.

137 Nutritionists showed these parents pictures of food portions with the aim of helping them to
138 quantify their children food intake. Total food intake (kcal/day), total daily physical activity,
139 through movements (counts/minute) obtained by accelerometers, and energy used (kcal) by
140 activity, with theorem effort from ActiLife program, were calculated: $\text{kcal/minute} = 0.0000191$
141 \times counts per minute \times corporal mass in kg.

142 Auxological parameters were measured by two trained nutritionists. Several tools were used:
143 Seca weighing-scales (761 Clas IIII, accuracy 0.5 kg), a harpenden stadiometer (Holtain Limited,

144 Crymych, Dyfed U.K.), which determines height accurately within 0.1 cm, 13 accelerometers
145 Actigraph GT1M, ActiLife program, 24-hour reminder (Ziegler et al., 2006) and Easy Diet
146 program (from the Nutritionist Spanish Association).

147 *Size sample*

148 Size sample was calculated to determine the significance of Person's Chi squared test. It was
149 determined through the following parameters: type error I of 5%, 9 degrees of liberty [(4
150 physical activities levels -1) x (4 nutritional status levels -1)], 90% of contrast power and
151 statistics multiplied value per n of 0.171 (it was obtained through a pilot sample of 50 children).
152 With these values, the sample size required was a minimum of 136 children (Chow, Wang &
153 Shao, 2008).

154 *Statistical Analysis*

155 Variables were described using absolute and relative frequencies, medians and interquartile
156 intervals (IQ). Regarding comparative level, physical activity quartiles were compared with the
157 rest of secondary variables (Pearson's Chi squared and Kruskal-Wallis). To determine the factors
158 associated to our principal variable (physical activity levels classified in quartiles), an ordinal
159 regression model with nexus logit function was created due to the fact that all categories had the
160 same proportion of subjects and they were arranged in crescent order. Adjustment goodness of
161 this method was determined by likelihood ratio test, with a previous parallel lines testing. All
162 analyses were performed with type error I of 5% and from every relevant parameter an
163 associated confident interval (CI) was calculated. All these analyses were performed by IBM
164 SPSS Statistics 19 and R 2.13.2.

165 *Ethical issues*

166 The study protocol was approved by the ethics committee of the University of Alicante before its
167 initiation (March 18, 2014). A written consent form was signed by parents of the participants.
168 Previously, researchers had informed them about the whole study and guaranteed ethical and
169 confidentiality principles.

170

171 RESULTS

172 We offered the whole population of this age range (391 children) to participate, but 252 of them
173 refused to participate (through their parents) and 2 children met some exclusion criteria. As a
174 result, the sample was of 136 children (35% of the children in that age range in the municipality).

175 In Table 1 we can see the nutritional status distribution through the studied sample: 25 children
176 thinness (18.4%), 35 normal weight (25.7%), 40 overweight (29.4%) and 36 obesity (26.5%).
177 The median age was of 5.7 (IQ 2.5). Sex distribution was similar in all nutrition status groups,
178 without significant differences.

179 Total daily activity median was 581 (IQ 190) counts/minute. Intensity of movement quartiles
180 were established at the following values: Q1 ≤ 497 ; Q2 > 497 and ≤ 580 ; Q3 > 580 and ≤ 688 and
181 Q4 ≥ 688 counts/minute. Classifying children by nutritional status and physical activity quartile
182 distribution was found (Table 1), it was a significant different distribution ($p < 0.001$). We can see
183 that most of the sedentary activity preschool children (Q1) were from overweight (31.3%) and
184 obesity (28.1%) groups. In the same line, the higher the level of physical activity the lower the
185 percentage of obese children; in light activity (Q2) obese children were a 50%, in moderate
186 activity (Q3) they were a 14.7% and in high physical activity (Q4) a 11.8%.

187 A multivariable ordinal regression was executed (Table 1). It was statically significant ($p < 0.001$)
188 and the parallel lines hypothesis was verified ($p = 0.605$). The following significant factors
189 ($p < 0.005$), associated with a higher level of physical activity, were found: less healthy nutritional
190 status ($B = -1.55$, 95% CI: -2.02 to -1.08, $p < 0.001$), lower age ($B = -1.33$, 95% CI: -1.72 to -0.93,
191 $p < 0.001$) and a higher energy expenditure ($B = 0.02$, 95% CI: 0.02 to 0.03, $p < 0.001$). However,
192 energy food intake and gender did not show a significant difference ($p = 0.363$; $p = 0.600$).

193

194 DISCUSSION

195 *Summary*

196 There was a significant relation between a higher physical activity and a healthier children
197 nutritional status, a lower age and a higher energy expenditure.

198 *Strengths and limitations of the study*

199 As strength, the present paper showed evidence about the relation between preschool children
200 physical activity and nutritional status, energy expenditure and gender. Its importance is given
201 for the scarcity of studies made in this age range population and with reliable data to quantify the
202 level of physical activity.

203 The main limitation of this study is that it has been developed in a small population, so to
204 extrapolate these results from the general population of this age range a replication in other
205 communities would be necessary. Another possible and common limitation is the underestimate
206 food intake produced by parents in the 24-hour reminder, especially in overweight and obese
207 children cases. To minimize reminder difficulties during the interview, trained nutritionists

208 recollected the information showing pictures of food portions (Ferrari, 2013). In older children
209 studies it is recommended that the child completes the reminder on their own.

210 *Comparison with the existing literature*

211 The relationship between physical activity and nutritional status has been showed early in school
212 (Strong et al., 2005) and preschool children (Carson et al., 2015). As these children use more
213 energy during physical activity due to the fact that their corporal mass is higher too, intervention
214 programs using physical activity are required to reduce obesity levels (Rich, Griffiths &
215 Dezateux, 2012; Carson et al., 2015; Creamer et al., 2015).

216 The majority of the children have a low physical activity level, specially they have few hours of
217 moderate or intense physical exercise (Colley et al., 2011). Also, another work showed the light
218 physical activity in vigil's time (Pulsford et al., 2011).

219 On the other hand, as in another study, significant differences between gender and daily physical
220 activity, even in the comparison with the intensity of physical exercise, were not found
221 (Arvidsson et al., 2011).

222 The inadequate of equations to calculate energy expenditure from physical effort made and the
223 lack of classification in physical activity levels of preschool children were also detected by other
224 authors (Butte et al., 2014; Creamer et al., 2015). For this reason, in the present study a
225 classification by quartiles following our data was made.

226 *Implications to research and practice*

227 As the global physical activity level resulted lower than recommendations, activities which
228 require more movement in all children should be promoted, in school scope (Vanderloo &

229 Tucker, 2015) and in family time (Ruiz et al., 2011), especially during weekends, in which a
230 lower physical activity in the whole sample was found (Kawahara et al., 2011; Vanderloo &
231 Tucker, 2015). For that reason, it is fundamental to include weekend-days to notice the most
232 sedentary conducts (Kawahara et al., 2011; Vanderloo & Tucker, 2015).

233 Accelerometer results in a reliable tool to measure physical activity versus physical activity
234 registers, which tend to overestimate it (Aguilar-Cordero et al., 2014). They have as an
235 advantage that they permit to measure the time of intense and sedentary activity. It results in a
236 reliable method in a vast age range, including preschool children (Pate et al., 2006; Aguilar-
237 Cordero et al., 2014; Butte et al., 2014), and it is a useful tool to determinate activity in obese
238 children, until now difficult to quantify (Aguilar-Cordero et al., 2014).

239

240 CONCLUSIONS

241 The most significant contribution of the study is the direct relation found between physical
242 activity and nutritional status, gender and energy expenditure in preschool children, population
243 so far little present in the literature (Kuhl et al., 2014). Moreover, a reliable method to quantify
244 physical activity level in obese children is proposed (Arvidsson et al., 2011; Pate et al., 2006;
245 Aguilar-Cordero et al., 2014), a complex aspect in the treatment and monitoring of this
246 pathology in infants (Aguilar-Cordero et al., 2014). In future studies, the use of these tools is
247 recommended to quantify physical activity and to demonstrate that an intervention with physical
248 exercise and healthy food habits could improve preschoolers' nutritional status (Alvirde-García
249 et al., 2013; Moreno et al., 2013; Kuhl et al., 2014; Natale et al., 2014; Ogata & Hayes, 2014).

250 REFERENCES

251

252 Aguilar-Cordero MJ, Sánchez-López AM, Guisado-Barrilao R, Rodríguez-Blanque RJ, Noack-
253 Segovia J, Pozo-Cano MD. 2014. Descripción del acelerómetro como método para valorar la
254 actividad física en los diferentes períodos de la vida. *Nutrición Hospitalaria* 29:1250-1261.

255

256 Aguilar-Cordero MJ, González-Jiménez E, García-García CJ, García-López PA, Álvarez-Ferre J,
257 Padilla-López CA, González-Mendoza JL, Ocete-Hita E. 2011. Obesidad de una población de
258 escolares de Granada: evaluación de la eficacia de una intervención educativa. *Nutrición*
259 *Hospitalaria* 26: 636-641.

260

261 Alvirde-Garcia U, Rodríguez-Guerrero AJ, Henao-Moran S, Gomez-Perez FJ, Aguilar-Salinas
262 CA. 2013. Results of a community-based life style intervention program for children. *Salud*
263 *Pública de México* 55:406-414.

264

265 Arvidsson D, Fitch M, Hudes ML, Tudor-Locke C, Fleming SE. 2011. Accelerometer Response
266 to Physical Activity Intensity in Normal-Weight Versus Overweight African American Children.
267 *Journal of Physical Activity and Health* 8:682 -692.

268

269 Bandín C, Martínez-Nicolas A, Ordovás JM, Madrid JA, Garaulet M. 2014. Circadian
270 rhythmicity as a predictor of weight-loss effectiveness. *International Journal of*
271 *Obesity* 38:1083–1088.

272

- 273 Bonet B, Quintanar A, Lindo D, Pérez-Lescure J, Martínez J. 2007. Terapia de grupo para el
274 tratamiento de la obesidad infantil. *Anales de Pediatría* 67:51-56.
275
- 276 Butte NF, Wong WW, Wilson TA, Adolph AL, Puyau MR, Zakeri IF. 2014. Revision of Dietary
277 Reference Intakes for energy in preschool-age children. *American Journal of Clinical Nutrition*
278 100:161-167.
279
- 280 Carson V, Clark D, Orgen N, Harber V, Kuzik N. 2015. Short-Term Influence of Revised
281 Provincial Accreditation Standards on Physical Activity, Sedentary Behavior, and Weight Status
282 in Alberta, Canada Child Care centers. *Early Childhood Education Journal* 43:459-465.
283
- 284 Chow S, Wang H, Shao J. 2008. *Sample size calculations in clinical research*. 2nd ed. New York:
285 Chapman & Hall/CRC.
286
- 287 Colley RC, Garriguet D, Janssen I, Craig CL, Clarke J, Tremblay MS. 2011. Physical activity of
288 Canadian children and youth: accelerometer results from the 2007 to 2009 Canadian Health
289 Measures Survey. *Health Reports* 22:15-23.
290
- 291 Creamer M, Decker E, De Bourdeaudhuij I, Verloigne M, Manios Y, Cardon G. 2015. The
292 translation of preschoolers' physical activity guidelines into a daily step count target. *Journal of*
293 *Sports Sciences* 33:1051-1057.
294

295 Cummings S, Parham ES, Strain GW. 2002. American Dietetic Association. Position of the
296 American Dietetic Association: weight management. *Journal of American Dietetic Association*
297 102:1145-1155.

298

299 Dalmau J, Alonso M, Gómez L, Martínez C, Sierra C. 2007. Obesidad infantil.
300 Recomendaciones del Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría. Parte II.
301 Diagnóstico. Comorbilidades. Tratamiento. *Anales de Pediatría* 66:294-304.

302

303 Ferrari MA. 2013. *Intake estimation by means of a 24-hour reminder*. Buenos Aires, Argentina:
304 Diaeta.

305

306 Frew E. 2016. Economic evaluation of childhood obesity interventions: reflections and
307 suggestions. *Pharmacoeconomics*. doi: 10.1007/s40273-016-0398-8.

308

309 Gómez-Abellán P, Madrid JA, Ordovás JM, Garaulet M. 2011. Aspectos cronobiológicos de la
310 obesidad y el síndrome metabólico. *Endocrinología y Nutrición* 59:50-61.

311

312 González-Cross M, Castillo MJ, Moreno L, Nova E, González Lamuño D, Pérez-Llamas F,
313 Gutiérrez A, Garandet M, Joyanes M, Leiva A, Marcos A. 2003. Alimentación y valoración del
314 estado nutricional de los adolescentes españoles (estudio AVENA). *Nutrición Hospitalaria*
315 23:15-28.

316

317 Gutiérrez-Hervás AI, Rizo-Baeza MM, Martínez Amorós N, Cortés-Castell E. 2015. Presión
318 sistólica, obesidad abdominal y grasa corporal, predictores del síndrome metabólico en
319 preescolares españoles. *Nutrición Hospitalaria* 31:2109-2114.

320

321 Harrison SA, Diehl AM. 2002. Fat and the liver: a molecular overview. *Seminars in*
322 *Gastrointestinal Disease* 13:3-16.

323

324 Hasnain SR, Singer MR, Bradlee ML, Moore LL. 2014. Beverage intake in early childhood and
325 change in body fat from preschool to adolescence. *Childhood Obesity* 10:42-49.

326

327 Hnatiuk JA, Salmon J, Hinkley T, Okely AD, Trost S. 2014. A review of preschool children's
328 physical activity and sedentary time using objective measures. *American Journal of Preventive*
329 *Medicine* 47:487-497.

330

331 Kawahara J, Tanaka S, Tanaka C, Aoki Y, Yonemoto J. 2011. Estimation of daily inhalation rate
332 in preschool children using a tri-axial accelerometer: a pilot study. *The Science of the total*
333 *environment* 409:3073-3077.

334

335 Kjeldsen JS, Hjorth MF, Andersen R, Michaelsen KF, Tetens I, Astrup A, Chaput JP, Sjoedin A.
336 2014. Short sleep duration and large variability in sleep duration are independently associated

- 337 with dietary risk factors for obesity in Danish school children. *International Journal of Obesity*
338 38:32-39.
- 339
- 340 Koplan JP, Liverman CT, Kraak VI; Committee on Prevention of Obesity in Children and
341 Youth. 2005. Preventing childhood obesity: health in the balance: executive summary. *Journal of*
342 *the American Dietetic Association* 105:131-138.
- 343
- 344 Krebs NF, Himes JH, Jacobson D, Nicklas TA, Guilday P, Styne D. 2007. Assessment of child
345 and adolescent overweight and obesity. *Pediatrics* 20:S193-228.
- 346
- 347 Kuhl ES, Clifford LM, Bandstra NF, Filigno SS, Yeomans-Maldonado G, Rausch JR, Stark LJ.
348 2014. Examination of the association between lifestyle behavior changes and weight outcomes in
349 preschoolers receiving treatment for obesity. *Health Psychology* 33:95-98.
- 350
- 351 Lobstein T. 2004. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obesity*
352 *Reviews* 5 Suppl 1:4-104.
- 353
- 354 Michels N, Susi K, Marques-Vidal PM, Nydegger A, Puder JJ. 2016. Psychosocial Quality-of-
355 Life, Lifestyle and Adiposity: A Longitudinal Study in Pre-schoolers (Ballabeina Study).
356 *International Journal of Behavioral Medicine* 23:383-392.
- 357
- 358 Moreno LA, Bel-Serrat S, Santaliestra-Pasias AM, Rodriguez G. 2013. Obesity prevention in
359 children. Review. *World Review of Nutrition & Dietetics*. 106:119-26.

360

361 Natale RA, Lopez-Mitnik G, Uhlhorn SB, Asfour L, Messiah SE. 2014. Effect of a child care
362 center-based obesity prevention program on body mass index and nutrition practices among
363 preschool-aged children. *Health Promotion Practice* 15:695-705.

364

365 Ogata BN, Hayes D. 2014. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: nutrition
366 guidance for healthy children ages 2 to 11 years. *Journal of the Academy of Nutrition & Dietetics*
367 114:1257-1276.

368

369 Pate R, Almeida MJ, McIver KL, Pfeiffer KA, Dowda M. 2006. Validation and Calibration of an
370 Accelerometer in Preschool Children. *Obesity* 14:2000-2006.

371

372 Popkin BM, Conde W, Hou N, Monteiro C. 2006. Is there a lag globally in overweight trends for
373 children compared with adults? *Obesity* 14:1846-1853.

374

375 Pulsford R, Cortina-Borja M, Rich C, Kinnafick FE, Dezateux C, Griffiths LJ. 2011. Actigraph
376 Accelerometer-Defined Boundaries for Sedentary Behaviour and Physical Activity Intensities in
377 7 Year Old children. *PLoS ONE* 6:e21822.

378

379 Reilly JJ, Methven E, McDowell ZC, Hacking B, Alexander D, Stewart L, Kelnar CJ. 2003.
380 Health consequences of obesity. *Archives of disease in childhood* 88:748-752.

381

- 382 Rich C, Griffiths LJ, Dezateux C. 2012. Seasonal variation in accelerometer-determined
383 sedentary behaviour and physical activity in children: a review. *International Journal of*
384 *Behavioral Nutrition and Physical Activity* 9:49.
- 385
- 386 Ruiz R, Gesell SB, Buchowski MS, Lambert W, Barkin SL. 2011. The relationship between
387 hispanic parents and their preschool-aged children's physical activity. *Pediatrics* 127:888-895.
- 388
- 389 Sobradillo B, Aguirre A, Aresti U, Bilbao A, Fernández-Ramos C, Lizárraga A, Lorenzo H,
390 Madariaga L, Rica I, Ruíz I, Sánchez E, Santamaría C, Serrano JM, Zabala A, Zurimendi B,
391 Hernández M. 1988. *Curvas y tablas de crecimiento (Estudio longitudinal y transversal)*. Bilbao,
392 Spain: Fundación Faustino Orbegozo Eizaguirre.
- 393
- 394 Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ, Daniels SR, Dishman RK, Gutin B, Hergenroeder AC,
395 Must A, Nixon PA, Pivarnik JM, Rowland T, Trost S, Trudeau F. 2005. Evidence based physical
396 activity for school-age youth. *Journal of Pediatrics* 146:732–737.
- 397
- 398 Valdés-Pizarro J, Royo-Bordonada MA. 2012. Prevalence of childhood obesity in Spain:
399 national health survey 2006-2007. *Nutrición Hospitalaria* 27:154-160.
- 400
- 401 Vanderloo LM, Tucker P. 2015. Weekly trends in preschoolers' physical activity and sedentary
402 time in childcare. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12: 2454-
403 2464.
- 404

405 Wang Y, Lim H. 2012. The global childhood obesity epidemic and the association between
406 socio-economic status and childhood obesity (Review). *International Review of Psychiatry*
407 24:176-188.

408

409 Ziegler P, Hanson C, Ponza M, Novak T, Hendricks K. 2006. Feeding Infants and Toddlers
410 Study: meal and snack intakes of Hispanic and non-Hispanic infants and toddlers. *Journal of*
411 *American Dietetic Association* 106:S107-123.

412



Table 1 (on next page)

Descriptive (mean, Q3-Q1) and inferential analysis of children physical activity.

Abbreviations: B, regression coefficient; CI, confidence interval. a, absolute frequency (relative frequency); b, median (interquartile range); c, p-value obtained with χ^2 Pearson's test (qualitative variables) or Kruskal-Wallis' test (quantitative variables). Children were classified by Body Mass Index Z-Score in 4 subgroups: thinness $Z_s \leq -1$, normal weight $Z_s - 0.99 - 0.99$, overweight $Z_s \geq 1$ and obesity $Z_s \geq 2$ (Koplan et al., 2005; Krebs et al., 2007). Goodness-of-fit of the model: $\chi^2=96.8$, $p < 0.001$. p-value for the parallel lines assumption: $p=0.605$.



Variable	Total n=136	Sedentary n=32	Light n=36	Moderate n=34	High n=34	p ^c	B (95% CI)	p
Female gender ^a	62(45.6)	17(53.1)	24(66.7)	20(39.2)	13(38.2)	0.109	-0.19 (-0.88,0.51)	0.600
Nutritional status: ^a								
Thinness	25(18.4)	7(21.9)	4(11.1)	7(20.6)	7(20.6)	0.036	-1.55 (-2.02,-1.08)	<0.001
Normal weight	35(25.7)	6(18.8)	6(16.7)	11(32.4)	12(35.3)			
Overweight	40(29.4)	10(31.3)	8(22.2)	11(32.4)	11(32.4)			
Obesity	36(26.5)	9(28.1)	18(50.0)	5(14.7)	4(11.8)			
Age (years) ^b	5.7(2.5)	6.0(2.2)	6.3(3.0)	5.3(2.7)	5.3(2.2)	0.154	-1.33 (-1.72,-0.93)	<0.001
Total food intake (kcal/day) ^b	2083(639)	1994(751)	2126(622)	2036(585)	2125(709)	0.718	0.00 (0.00-0.00)	0.363
Energy expenditure (kcal) ^b	360(180)	267(135)	371(263)	341(175)	414(121)	<0.001	0.02 (0.02-0.03)	<0.001

1

2



Anexo 7: Contribuciones a congresos científicos.

Anexo 7.1. Valoración de pliegues cutáneos en niños (2-7 años) según el estado nutricional.

XVII JORNADAS DE NUTRICIÓN PRÁCTICA

VALORACIÓN DE PLEGUES CUTÁNEOS EN NIÑOS (2-7 AÑOS) SEGÚN EL ESTADO NUTRICIONAL.

IX Congreso Internacional 2014

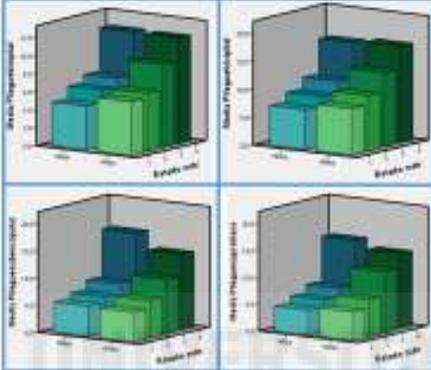
Gutiérrez, Ana Isabel¹; Reig, Manuel²; García, Clara¹; Martínez, Natalia²; Rizo, Mercedes²; Cortés, Ernesto¹.
¹ Universidad Miguel Hernández, San Juan (Alicante).
² Universidad de Alicante.

INTRODUCCIÓN.
Ante el grado de sobrepeso (26,1%) y obesidad (19,1%) infantil en nuestro país¹, parece relevante analizar la composición corporal en la primera infancia. En España en edad infantil está poco analizada, sólo se ha analizado en detalle en niños mayores².

OBJETIVO.
Analizar la relación entre los pliegues cutáneos y el estado de nutrición entre los 2-7 años de edad, como medida de la grasa corporal.

MATERIAL Y MÉTODOS.
Estudio descriptivo con análisis cuantitativo en 244 niños entre 2-7 años de una población de Alicante, dividida según estado de nutrición (Z score del IMC respecto edad y sexo). Se han determinado los pliegues bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco (plicómetro Holtan y cinta métrica Holtan). Los datos se han tratado estadísticamente (IBM statistics SPSS versión 22.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.



Aumento de los pliegues significativo ($p=0,000$ Kruskal-Wallis), con estado de nutrición y diferencia dispar entre sexos, sobre todo entre los grupos con menor número de casos (obesos y desnutridos).

CONCLUSIÓN.
Una valoración con plicometría en preescolares es útil para cuantificar su grasa corporal. Parece de interés continuar estas medidas como ayuda para valorar el estado nutricional de los niños.

BIBLIOGRAFÍA.
1. Congreso Internacional para el tratamiento del sobrepeso y la obesidad. Programas de Nutrición y Actividad Física. Madrid: 15-17 Diciembre 2011; Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid, 2011. Consultado el 2 de marzo de 2013. Disponible en: <http://www.pronafes/congresopronaf>
2. Cordova A, Villa G, Sureda A, Rodríguez-Moroyo JA, Martínez-Coskóveda R, Sánchez-Collado MP. Energy consumption, body composition and physical activity levels in 11- to 13-year-old spanish children. *Ann Nutr Metab.* 2013;63(3):225-8

VALORACIÓN DE LOS MENÚS SERVIDOS EN CENTROS ESCOLARES: UNA ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN EN SALUD PÚBLICA

Porcel Cruz, M.; Fernández Martín, C. E.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito educativo, los centros escolares son un espacio significativo para la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos sobre salud y nutrición, por la cantidad de tiempo que permanecen los niños y niñas en él, por lo que pueden convertirse en uno de los pilares básicos en la prevención de la obesidad, incidiendo sobre la modificación de los hábitos alimentarios inadecuados que están instalándose en la sociedad actual.

Durante el curso escolar 2010/2011, se inició una estrategia de intervención sanitaria, en el ámbito de la alimentación escolar en Andalucía, principalmente sobre la oferta alimentaria existente en los comedores escolares de nuestra comunidad.

Desde el curso escolar 2011/2012, el programa fue objeto de modificaciones y adaptaciones a las directrices establecidas en la Ley 17/2011, con objeto de evaluar cualquier tipo de oferta alimentaria existente en los centros escolares, denominándose Programa de Evaluación de la oferta alimentaria en centros escolares de Andalucía.

OBJETIVOS

Conocer la evolución del grado de deficiencias detectadas y de la calidad de la oferta alimentaria de los menús servidos en centros escolares de un Distrito Sanitario en Andalucía.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los cursos escolares de 2011 a 2013 y a partir de los menús propuestos para un mes por los responsables de 100 comedores escolares, se realiza un estudio de valoración de la adecuación de dicha propuesta según los criterios y estándares establecidos en el Programa.

Se estudiaron los menús, comparándose con las recomendaciones establecidas en el programa. Mediante un modelo de baremación propuesto, se realizó la clasificación en tres grupos: Deficiente/Mejorable/ Óptima. Los aspectos nutricionales objeto de valoración fueron:

1. Frecuencia de consumo semanal por grupos de alimentos en el menú.
2. Recetas diferentes por grupos de alimentos en el menú.
3. Rotación de alimentos que componen el menú.
4. Procesos culinarios de los alimentos que componen el menú.
5. Rotación del menú y calidad de la información que aporta.

Se debe fomentar el consumo de los alimentos menos populares entre los pequeños-legumbres, pescado, frutas y verduras- basándose en las raciones y en la frecuencia recomendadas para cada edad.

Este trabajo servirá para ayudar a los profesionales que preparan los menús a diseñarlos de forma adecuada a las características de nuestros escolares, así como a promocionar entre ellos hábitos alimentarios saludables.

VALORACIÓN DE PLEGUES CUTÁNEOS EN NIÑOS (2-7 AÑOS) SEGÚN EL ESTADO NUTRICIONAL

Gutiérrez, A. I.¹; Reig, M.²; García, C.¹; Martínez, N.²; Rizo, M.²; Cortés, E.¹

¹ Departamento de Farmacología, Pediatría y Química Orgánica, Facultad de Medicina, Universidad Miguel Hernández, San Juan (Alicante).

² Departamento de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Alicante.

INTRODUCCIÓN

Dado el grado de sobrepeso (26,1%) y obesidad (19,1%) infantil en nuestro país, parece relevante analizar la composición corporal en la primera infancia. En España en esta edad está poco analizada, no obstante se ha realizado en niños mayores.

OBJETIVOS

Analizar la utilidad de la determinación de pliegues cutáneos y del porcentaje de grasa corporal en edades de 2 a 7 años.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha utilizado el material para la recogida de los pliegues cutáneos (cinta métrica Holtan y plicómetro Holtan) y para el tratamiento de los datos (IBM statistics SPSS versión 22.0). Se ha realizado estudio descriptivo con análisis cuantitativo en 244 niños de una pequeña población de la provincia de Alicante (Rafal), de edades entre 2 y 7 años. Se ha incluido la determinación de los pliegues: bicipital, tricípital, subescapular y suprailíaco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 244 niños (118 niños y 126 niñas) han sido clasificados en función del Z-Score del IMC en 4 subgrupos: bajo peso Zs < -1 (15,2%), normopeso Zs -0,99-0,99 (59%), sobrepeso Zs 1 (15,2%) y obesidad Zs 2 (10,6%).

Se observa un claro aumento entre los pliegues con diferenciación significativa entre los distintos grupos ($p=0,000$ Prueba de Kruskal-Wallis). Sin embargo, la diferenciación entre sexos es dispar: En el grupo de bajo peso ($n=37$) sólo hay diferencias significativas en pliegue bicipital ($p=0,034$) y pliegue suprailíaco ($p=0,039$). En el grupo de normopeso ($n=144$) hay diferencias significativas en los pliegues tricípital ($p=0,001$), subescapular ($p=0,010$) y suprailíaco

INTRODUCCIÓN.

El 45,2% de los menores de edad españoles sufren obesidad (19,1%) o sobrepeso (26,1%)¹. Paralelamente, la OMS registró en 2010 a 43 millones de niños menores de 5 años obesos o con sobrepeso, de ahí la importancia de estudiar la primera infancia.

OBJETIVO.

Analizar la prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil (2 a 7 años) en una pequeña población de Alicante.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Estudio descriptivo con análisis cuantitativo en 244 niños (118 niños y 126 niñas) de una población de Alicante, de edades entre 2 y 7 años. Se han medido peso y talla y se han clasificado según Zscore del IMC respecto a edad y sexo, calculado mediante Seinapraker. El estudio estadístico se ha realizado mediante el programa IBM Statistics 22.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Tabla. Distribución de los niños según estado de nutrición

		Delgado	Normonutrición	Sobrepeso	Obesidad
Sexo	Niños	19 (16,1%)	71 (60,2%)	15 (12,7%)	13 (11,0%)
	Niñas	18 (14,3%)	73 (57,9%)	22 (17,5%)	13 (10,3%)
Total		37	144	37	26

- Distribución por sexo similar en todos los grupos, excepto en sobrepeso con mayor tendencia femenina.
- Sobrepeso y obesidad en preescolares en el 25,8% de la muestra, coincidiendo con las cifras de 23 estudios internacionales² y una mayor tendencia entre las niñas.

CONCLUSIÓN.

Una intervención nutricional es necesaria, incluso ya entre los preescolares, para reducir las cifras de sobrepeso y obesidad posteriores y para evitar el riesgo de la temprana aparición de diversas patologías que esto conlleva².

Bibliografía:

1. Congreso Internacional para el tratamiento del sobrepeso y la obesidad: Programas de Nutrición y Actividad Física; Madrid UPM. Consulta el 2 de marzo de 2013. Disponible en: <http://www.pronaf.es/congresopronaf>
2. Quelly S, Lieberman LS. Global prevalence of overweight and obesity in preschoolers. *Anthropol Anz.* 2011;48(4):437-54

Miguel Hernández

($p=0,000$). Para el grupo de sobrepeso se encuentran diferencias significativas en todos los pliegues con $p= 0,009$; $0,020$; $0,007$ y $0,000$ respectivamente. Mientras que en el grupo de obesidad no se encuentran diferencias significativas en ninguno de los pliegues.

En los grupos de bajo peso y obesidad no hay significación debido a que cuentan con una menor muestra, pero sí se observan diferencias. Por lo tanto, los pliegues cutáneos pueden ser utilizados para determinar la composición corporal del niño, dado que la bioimpedancia no es posible en estas edades.

CONCLUSIÓN

Una valoración con plicometría en preescolares sería útil para cuantificar la grasa corporal de los mismos. Merece la pena continuar con estas medidas para valorar el estado nutricional de los niños.

VALORACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL EN NIÑOS DE 2 A 7 AÑOS

Gutiérrez, A. I.¹; Reig, M.²; Martínez, N.²; García, C.¹; Rizo, M.²; Cortés, E.¹

¹ Departamento de Farmacología, Pediatría y Química Orgánica, Facultad de Medicina, Universidad Miguel Hernández, San Juan (Alicante).

² Departamento de Enfermería, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Alicante.

INTRODUCCIÓN

Un 45,2% de los menores de edad españoles sufren obesidad (19,1%) o sobrepeso (26,1%). Paralelamente, la OMS registró en 2010 a 43 millones de niños menores de 5 años obesos o con sobrepeso, de ahí la importancia de estudiar la primera infancia actualmente. En España en esta edad está poco analizado.

OBJETIVOS

Analizar la prevalencia de sobrepeso y obesidad infantil en edades de 2 a 7 años.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se ha utilizado el material para la recogida de datos antropométricos (báscula Seca, tallímetro elaborado manualmente y cinta métrica Holtan) y para el tratamiento de los datos (SEINAPTRAKER e IBM statistics SPSS versión 22.0). Se ha realizado estudio descriptivo, observacional, con análisis cuantitativo, en 244 niños de una pequeña población de la provincia de Alicante (Rafal), de edades entre 2 y 7 años. Dicha valoración ha sido llevada a cabo en el colegio y las guarderías de la población, incluyendo la determinación de: peso, talla y perímetro abdominal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 244 niños (118 niños y 126 niñas) han sido clasificados en función del Z-Score del IMC en 4 subgrupos: bajo peso Zs -1 (15,2%), normopeso Zs -0,99-0,99 (59%), sobrepeso Zs 1 (15,2%) y obesidad Zs 2 (10,6%). La distribución por sexo es similar en todos los grupos, excepto en el caso del sobrepeso donde parece haber una mayor tendencia femenina.

El sobrepeso y la obesidad en preescolares suponen un 25,8% de la muestra, coincidiendo estas cifras con las de 23 estudios internacionales² y una mayor tendencia entre las niñas.

CONCLUSIÓN

Una intervención nutricional ya entre los preescolares es necesaria para reducir las cifras de sobrepeso y obesidad posteriores y

para evitar el riesgo de la temprana aparición de diversas patologías que esto conlleva.

VALORACIÓN DEL ESTRÉS OXIDATIVO EN EL TRATAMIENTO DE LA ANEMIA CON DISTINTA CANTIDAD Y CALIDAD DE HIERRO

Alfárez, M. J. M.; Díaz Castro, J.; Hijano, S.; Nestares, T.; Rivas, E.; Moreno, J.; Campos, M. S.; López Aliaga, I.

Departamento de Fisiología e Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos "José Mataix", Universidad de Granada.

INTRODUCCIÓN

El hierro es un mineral esencial por su implicación en numerosas funciones biológicas. Cuando la ingesta de hierro es insuficiente para satisfacer las demandas del organismo, se produce anemia ferropénica nutricional que constituye un importante problema de Salud Pública según la OMS. Por otra parte, el exceso de este mineral en el organismo, derivado de una repleción crónica, se ha relacionado con numerosas patologías asociadas principalmente al estrés oxidativo y el consiguiente daño celular, ya que es un elemento altamente reactivo, que tiene la capacidad de ceder o donar electrones fácilmente y puede catalizar reacciones que dan lugar a la producción de especies reactivas altamente perjudiciales.

OBJETIVO

Estudio del efecto de la cantidad y calidad del hierro (hierro hemo, no hemo o la combinación de ambos) en el tratamiento de la anemia ferropénica nutricional sobre el daño oxidativo de proteínas y lípidos en cerebro, hígado, duodeno y eritrocitos.

MATERIAL Y MÉTODO

Se han utilizado 40 ratas hembra albinas (Sprague Dawley) recién destetadas (40 y 45 g). Una vez instaurada la ferropénica los animales fueron sometidos a un período experimental de 30 días, el grupo control ($n=10$) recibió la dieta AIN 93 G con un contenido normal de hierro (45 mg Fe/kg de dieta como FeSO₄) y los grupos experimentales ($n=10$ cada uno) recibieron tres dietas con diferentes fuentes y cantidades de hierro: FeSO₄ (45 mg Fe/kg de dieta), Fe hemo (2 mg Fe/kg de dieta) y FeSO₄ + Fe hemo (21 mg Fe/kg de dieta). En el día 75 del estudio los animales anestesiados fueron totalmente sangrados, y se tomaron alícuotas de sangre tratadas con EDTA, como anticoagulante, para el control hematológico de la anemia. La sangre restante fue centrifugada sin coagulante para separar los glóbulos rojos del suero y posterior análisis de hierro sérico, ferritina y capacidad total de fijación del hierro (TIBC). El cerebro, hígado y duodeno fueron extraídos. Los citosoles de cerebro, hígado, mucosa duodenal y eritrocitos fueron obtenidos en fresco por sucesivas centrifugaciones diferenciales para el análisis del daño oxidativo a lípidos (especies reactivas al ácido tiobarbitúrico, TBARS) y a proteínas (proteínas carbonilo).

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La suplementación con hierro no hemo (45 mg/kg de dieta) o combinación de hierro hemo/no hemo (21mg/kg de dieta), es eficiente para restablecer los parámetros hematológicos en las ratas anémicas alcanzando valores similares a los animales controles. Existe una mayor peroxidación lipídica (TBARS) en mu-

Anexo 7.3. Determinación del porcentaje de grasa corporal mediante plicometría en niños de 2 a 7 años.



DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL MEDIANTE PLICOMETRÍA EN NIÑOS DE 2 A 7 AÑOS.

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Gutiérrez, A; Martínez, N; García, C; Rizo, M; Reig, M; Cortés, E.

Introducción:

La prevalencia de sobrepeso y la obesidad en preescolares es del 25,8% de la población, según 23 estudios internacionales¹. Por ello, parece relevante analizar la composición corporal en la primera infancia. En España esta etapa está poco analizada, únicamente se ha analizado en detalle en niños mayores².

Objetivo:

Determinar el porcentaje de grasa corporal a través de pliegues cutáneos en edades de 2 a 7 años.

Material y métodos:

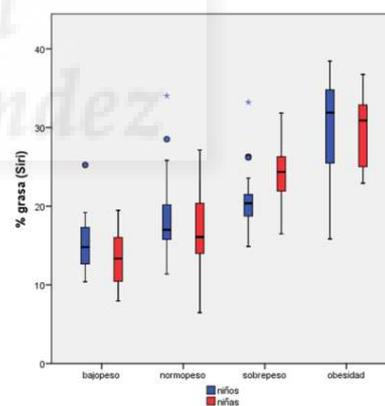
Se ha utilizado el material para la recogida de datos antropométricos: báscula Seca, tallímetro y plicómetro Holtan. Se han recogido los parámetros: peso, talla y pliegues cutáneos bicipital, tricípital, subescapular y supra-ilíaco. Posteriormente, se han calculado el IMC y el porcentaje de grasa corporal utilizando dos métodos para la densidad corporal: Brook y Lukaski $D = (1,1315 + 0,0018 (a-2)) - (0,0719 - (0,0006 (a-2) \cdot \log x))$ en niños y $D = (1,1315 + 0,0004 (a-2)) - (0,0719 - (0,0003 (a-2) \cdot \log x))$ en niñas y Siri $D = 1,1690 - 0,0788 X \log$ en niños y $D = 1,2063 - 0,0999 X \log$ en niñas. Donde a es la edad en años y x es la suma de los pliegues cutáneos citados anteriormente. Los datos han sido tratados mediante los programas Seinaptraker y SPSS (22.0). Se ha realizado estudio descriptivo, observacional, con análisis cuantitativo, en 259 niños de 2-7 años de una pequeña población de Alicante (Rafal).

Resultados:

Los 259 niños (139 niños, 146 niñas) han sido clasificados en función del Z-Score del IMC en 4 subgrupos: bajopeso $Z_s \leq -1$, normopeso $Z_s -0,99-0,99$, sobrepeso $Z_s \geq 1$ y obesidad $Z_s \geq 2$. Los porcentajes de grasa obtenidos con el primer método no presentan diferencias significativas según el estado nutricional. Los porcentajes de grasa del segundo método presentan valores crecientes con el estado nutricional muy significativos. No existen diferencias significativas entre sexos.

Tabla 1. Relación del porcentaje de grasa corporal y el estado nutricional.

n TOTAL= 259	Bajo peso n= 16 6,2 % (SD)	Normopeso n= 169 65,2 % (SD)	Sobrepeso n= 43 16,6 % (SD)	Obesidad n= 31 12 % (SD)	Test Kruskal- Wallis (p)
%GC Brook y Lukaski	15,0 (1,6)	14,8 (1,8)	15,4 (1,3)	14,4 (2,2)	0,296
%GC Siri	14,3 (3,5)	17,6 (3,9)	22,7 (4,6)	29,5 (5,6)	0,000
Test U Mann- Whitney	ns	ns	ns	ns	



Conclusiones:

El segundo método de cálculo de grasa corporal resulta adecuado en preescolares, el porcentaje de grasa aumenta en los niños con sobrepeso y obesidad y disminuye en los desnutridos. La no diferenciación entre sexos puede deberse a que en estas edades todavía no hay una gran diferenciación sexual.

Bibliografía

1. Quelly SB, Lieberman LS. Global prevalence of overweight and obesity in preschoolers. *Anthropol Anz.* 2011;68(4):437-56.
2. Cordova A, Villa G, Sureda A, Rodríguez-Marroyo JA, Martínez-Castañeda R, Sánchez-Collado MP. Energy consumption, body composition and physical activity levels in 11- to 13-year-old spanish children. *Ann Nutr Metab.* 2013;63(3):223-8.

vidad física y antropometría, se empleó cuestionario "Motivos para realizar actividad física" basada en motivos for physical activities measure. Revised (Ryan et al., 1997), con 35 ítems, en escala Likert, con mediciones: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ligeramente en desacuerdo, me da igual, ligeramente de acuerdo y totalmente de acuerdo. Valora actitud con respecto a: disfrute, apariencia, social, salud, competencia. Instrumento con fiabilidad de alfa cronbach = 0,877. Aplicación autoadministrada. Para la medición e interpretación de datos antropométricos se usó técnica de Lohman y de NCHS-OMS (2006). Se analizó mediante prueba T students para muestras seleccionadas, correlación de Pearson, ANOVA y prueba Post hoc Bonferroni.

Resultados: Al inicio 7,3% de adolescentes presentaron riesgo de obesidad, 3,5% obesidad y 5,2% bajo peso, edades de 11 a 14 años, en mujeres. Siendo el principal motivo por el que realizan actividad física por salud (M±Sd= 80,84±14,57), la mayor significancia se dio en escalas salud, disfrute y apariencia, la relación fue entre IMC y disfrute, disfrute y competencia. IMC y salud con significancia en adolescentes con bajo peso y obesidad. Después de la intervención los adolescentes con bajo peso disminuyó a 1,2%, 2,3% en riesgo de obesidad, 1,3% con obesidad, significancia de $p < 0,05$ en IMC y escalas disfrute, apariencia y salud.

Conclusiones: La promoción de la salud y la actividad física redundó en beneficio de la salud de los adolescentes.

PO49 Plan de alimentación y composición corporal de mujeres adultas que practican zumba

Yolima Del Rosario Sozans Sarmiento, Verónica Guadalupe Coello Trujillo, Guadalupe Kelly Roblero Castañón, Lidia Juliette Sarmiento Castañanos, Juan Marcos León González
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

Objetivo: Evaluar el efecto del plan de alimentación de mujeres adultas que practican zumba en parque recreativo deportivo, a través de la composición corporal.

Método: Investigación realizada en Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, de tipo cuantitativa, descriptiva, explicativa y longitudinal. Aplicado a 84 mujeres adultas de 20-50 años de edad, que practican zumba en parque recreativo deportivo más de tres veces a la semana, índice masa corporal superior a 25, a quienes se les informó y solicitó autorización de participación en el estudio. Con variables de estudio: dieta habitual, porcentaje de grasa. Para la dieta habitual, se les aplicó encuesta alimentaria recordatorio de 24 horas y frecuencia alimentaria, se les valoró el peso corporal, circunfe-

rencia de cintura, circunferencia de cadera; se obtuvo porcentaje de masa grasa y muscular a través de bioimpedancia. Se aplicó programa de intervención, en donde se les brindó orientación alimentaria y plan de alimentación individual, así como observación periódica. Para la técnica de obtención de datos y la evaluación antropométrica se usó la Norma Oficial Mexicana 174-SSA1-1998. Los resultados fueron analizados a través de promedio porcentual.

Resultados: La mayor prevalencia de sobrepeso se presenta en mujeres de 31 a 60 años, seguido por las de 41 a 50 años que presentan obesidad tipo I, el 88% presentó cintura mayor a 80 cm, 34% presentó un porcentaje de grasa alto, y malos hábitos alimenticios por exceso en el consumo de grasas y azúcares, poco consumo de frutas y verduras. Realizaban tres comidas al día; con el plan de alimentación otorgado, se logró mayor diversificación y adecuación de la dieta; así como disminución de la circunferencia de cintura y de la masa grasa, con tonificación muscular.

Conclusiones: Se observó cambios en su composición corporal al disminuir el porcentaje de grasa, y con ello el riesgo de desarrollar enfermedades crónico-degenerativas.

PO50 Determinación del porcentaje de grasa corporal mediante plicometría en niños de 2 a 7 años

Ana Isabel Gutiérrez, Natalia Martínez*, Clara García*, Mercedes Rizo*, Manuel Reig*, Ernesto Corde**

*Universidad Miguel Hernández, San Juan (Alicante), España.

**Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig (Alicante), España.

Objetivo: Determinar el porcentaje de grasa corporal a través de pliegues cutáneos en edades de 2 a 7 años.

Materiales y método: Se han recogido datos antropométricos (báscula Seca, tallímetro, cinta métrica y plicómetro Holtan) y se han analizado mediante los programas Seisnaptraker y SPSS (22.0). Se ha realizado estudio descriptivo, observacional, cuantitativo, en 259 niños de 2-7 años de una pequeña población (Rafal, Alicante). Se han valorado peso, talla, perímetro abdominal y pliegues cutáneos. Se ha calculado % grasa corporal utilizándose dos métodos para la densidad corporal: Brook y Lukaski $D = (1,1315 + 0,0018 (a-2)) - (0,0719 - (0,0006 (a-2))$. $\log x)$ en niños y $D = (1,1315 + 0,0004 (a-2)) - (0,0719 - (0,0003 (a-2))$. $\log x)$ en niñas y Siri $D = 1,1690 - 0,0788 X \log$ en niños y $D = 1,2063 - 0,0999 X \log$ en niñas.

Resultados: Los 259 niños (139 niños, 146 niñas) han sido clasificados en función del Z-Score del IMC en 4 subgrupos: bajopeso $Zs \leq -1$ (6,2%), normopeso



OBESIDAD ABDOMINAL MEDIANTE ÍNDICE CINTURA-TALLA EN NIÑOS DE 2 A 7 AÑOS.
 Gutiérrez, A; Martínez, N; García, C; Rizo, M; Reig, M; Cortés, E.

Introducción:

La prevalencia de sobrepeso y la obesidad en preescolares es del 25,8% de la población, según 23 estudios internacionales¹. Existen diferentes herramientas para su diagnóstico, como el índice de masa corporal (IMC), el porcentaje de grasa corporal calculado mediante diferentes fórmulas y diversos índices. Entre ellas, la validez del índice cintura/altura ha sido estudiada por su fácil aplicación².

Objetivo:

Analizar la obesidad abdominal en niños de 2 a 7 años mediante el índice cintura-altura.

Material y métodos:

Se ha utilizado el material para la recogida de datos antropométricos: báscula Seca, tallímetro y cinta métrica Holtan. Se han recogido los parámetros: peso, talla y perímetro abdominal. Posteriormente, se han calculado el IMC y el índice cintura/altura. Los datos han sido tratados mediante los programas Seinaptraker y SPSS (22.0).

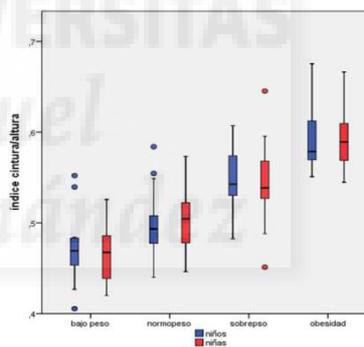
Se ha realizado estudio descriptivo, observacional, con análisis cuantitativo, en 112 niños de 2-7 años de una pequeña población de Alicante (Rafal).

Resultados:

Un total de 112 niños han sido clasificados en función del Z-Score del IMC en 4 subgrupos: bajo peso $Zs \leq -1$, normopeso $Zs -0,99-0,99$, sobrepeso $Zs \geq 1$ y obesidad $Zs \geq 2$. El índice obtenido se incrementa con el estado nutricional observándose diferencias muy significativas (ver tabla 1). No se observan diferencias significativas entre sexos (test U Mann-Whitney), dado que en estas edades no hay todavía una clara diferenciación sexual.

Tabla 1. Relación del índice cintura/altura y el estado nutricional.

n TOTAL= 112	Bajo peso n= 22 19,6 % (SD)	Normopeso n= 61 54,5 % (SD)	Sobrepeso n= 17 15,2 % (SD)	Obesidad n= 12 10,7 % (SD)	Test Kruskal- Wallis (p)
Índice cintura/altura	0,47 (0,004)	0,49 (0,003)	0,55 (0,003)	0,58 (0,004)	0.000
Test U Mann-Whitney	ns	ns	ns	ns	



Conclusiones:

El estado nutricional está significativamente relacionado con la obesidad abdominal, en los grupos de sobrepeso y obesidad existe una mayor acumulación de grasa abdominal. La obesidad abdominal puede ser mejor predictor que la obesidad total para el riesgo de enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2, además de ser un parámetro fácil de determinar².

Bibliografía

1. Quelly SB, Lieberman LS. Global prevalence of overweight and obesity in preschoolers. *Anthropol Anz.* 2011;68(4):437-56.
2. Grupo de investigación de epidemiología nutricional EPINUT de la Universidad Complutense de Madrid. Consulta el 13 de junio de 2014. Disponible en: [http:// www.epinut.ucm.es](http://www.epinut.ucm.es)

Zs $-0,99-0,99$ (65,2%), sobrepeso Zs ≥ 1 (16,6%) y obesidad Zs ≥ 2 (12%). Porcentajes de grasa obtenidos con el primer método: 15,0 (1,6); 14,8 (1,8); 15,4 (1,3) y 14,4 (2,2) respectivamente, sin diferencias significativas según estado nutricional. Los porcentajes de grasa del segundo método son: 14,3 (3,5); 17,6 (3,9); 22,7 (4,8) y 29,5 (5,6), con valores crecientes con el estado nutricional muy significativos ($p = 0,000$, test Kruskal-Wallis). No existen diferencias significativas entre sexos.

Conclusiones: El segundo método de cálculo de grasa corporal resulta adecuado en preescolares, el porcentaje de grasa aumenta en los niños con sobrepeso y obesidad y disminuye en los desnutridos. La no diferenciación entre sexos puede deberse a que en estas edades todavía no hay una gran diferenciación sexual.

PO51 Obesidad abdominal mediante índice cintura-altura en niños de 2 a 7 años

Ana Isabel Gutiérrez^a, Natalia Martínez^a, Clara García^a, M.^a Mercedes Rizo^a, Reig Manuel^a, Ernesto Cortés^a

^aUniversidad Miguel Hernández, San Juan (Alicante), España.

^bUniversidad de Alicante, San Vicente del Raspeig, Alicante, España.

Objetivo: Analizar la obesidad abdominal en niños de 2 a 7 años mediante el índice cintura-altura.

Material y método: Se ha utilizado el material para la recogida de datos antropométricos: peso, talla y perímetro abdominal, calculando el IMC y el índice cintura/altura, tratando los datos mediante los programas Se-napitraker y SPSS (22.0). Se ha realizado estudio descriptivo, observacional, con análisis cuantitativo, en 112 niños de 2-7 años de una pequeña población (Rafal, Alicante).

Resultados: Un total de 112 niños han sido clasificados en función del Z-Score del IMC en 4 subgrupos: bajo peso Zs ≤ -1 (19,6%), normopeso Zs $-0,99-0,99$ (54,5%), sobrepeso Zs ≥ 1 (15,2%) y obesidad Zs ≥ 2 (10,7%). El índice obtenido se incrementa con el estado nutricional con los valores 0,47 (0,004); 0,49 (0,003); 0,55 (0,003) y 0,58 (0,004) respectivamente, observándose diferencias muy significativas ($p = 0,000$, test Kruskal-Wallis). No se observan diferencias significativas entre sexos (test U Mann-Whitney), dado que en estas edades no hay todavía una clara diferenciación sexual.

Conclusiones: El estado nutricional está significativamente relacionado con la obesidad abdominal, en los grupos de sobrepeso y obesidad existe una mayor acumulación de grasa abdominal. La obesidad abdominal puede ser mejor predictor que la obesidad absoluta para

el riesgo de enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2, siendo fácil su aplicación y recogida de los datos antropométricos necesarios.

PO52 Actualización de datos de contenido en folato total en alimentos ready-to-eat comercializados en España

Voleta Fajardo Martín, Lourdes Samaniego-Vaesken, Rosalva Pilo-Prieto, Elena Alonso-Aperte, Gregorio Varela-Moreiras
Universidad CEU San Pablo, Facultad de Farmacia, Ciencias Farmacéuticas y Salud, Madrid, España.

Antecedentes/Objetivo: Los patrones de consumo alimentario se han modificado en las últimas décadas como consecuencia de la necesidad de disminuir el tiempo empleado en la preparación de los alimentos. Destaca la importante expansión de los productos ready-to-eat, ya cocinados, envasados y refrigerados. Ante la escasez de trabajos publicados que cuantifiquen la disponibilidad comercial, composición e información detallada de productos precocinados, el objetivo de este trabajo es ampliar y aportar datos sobre el contenido de folato total de este tipo de alimentos en el mercado español. Estos datos permitirán estimar el impacto sobre las ingestas, particularmente de folatos, en los diferentes grupos de población.

Método: La concentración de folato total (FT) se determinó en 35 productos precocinados, con ingredientes vegetales, mediante método microbiológico basado en el crecimiento del *Lactobacillus casei* subespecie *rhamnosus* resistente a cloranfenicol (NCIMB 10463).

Resultados: El contenido medio de FT (4,63-103,8 $\mu\text{g}/100\text{g}$ peso fresco) es superior en hamburguesas vegetales, recetas con garbanzos, guisantes o alcachofas. No se observan pérdidas de folatos tras el tratamiento térmico indicado por el fabricante previo al consumo de los productos analizados. Una ración standard (150-200g) de este tipo de recetas puede aportar hasta un 45% de la ingesta recomendada (IR) de folatos para adultos y un 30% en mujeres embarazadas. Mientras platos típicos de la dieta mediterránea como las lentejas tienen un contenido bajo en folatos (5%IR), otras fórmulas gastronómicas innovadoras como las hamburguesas o barritas vegetales con brócoli, tofu o algas cubren un alto porcentaje (10-20%) de las IR para esta vitamina.

Conclusiones: Los datos presentados son útiles para evaluar la adecuación de la ingesta de folatos en la población, proporcionando una información pionera en nuestro país. Más aún cuando los alimentos precocinados se presentan como potencial alternativa a la hora de cubrir las necesidades de folatos.

PORCENTAJE DE GRASA CORPORAL MEDIANTE LAS FÓRMULAS DE HOFFMAN Y BROOK EN NIÑOS DE 2 A 7 AÑOS.

Autores: Gutiérrez, Ana Isabel¹; Martínez, Natalia²; Reig, Manuel²; García, Clara¹; Rizo, Mercedes²; Cortés, Ernesto¹.

¹Departamento de Farmacología, Pediatría y Química Orgánica, Facultad de Medicina, Universidad Miguel Hernández, campus de San Juan.
²Departamento Enfermería, Universidad de Alicante.

ANTECEDENTES Y OBJETIVO

Actualmente existen gran variedad de métodos para calcular el porcentaje de grasa corporal. Por ello, se pretende determinar el porcentaje de grasa corporal a través de pliegues cutáneos en edades de 2 a 7 años.

MÉTODO

Se han recogido datos antropométricos (báscula Seca, tallímetro, cinta métrica y plicómetro Holtain) y se han analizado mediante los programas Seinaptraker y SPSS(22.0).

Se ha realizado un estudio descriptivo observacional, en 285 niños de 2-7 años de una población de Alicante (Rafal). Se han valorado peso, talla y pliegues cutáneos. Se ha calculado % grasa corporal utilizando las fórmulas de Hoffman $G_c = (6,371 + 0,488 * \text{peso} + 0,128 * \text{triceps} - 11,138 * \text{altura} + 0,645 * \text{género} - 0,188 * \text{edad})$ y la de Brook y Lukaski $D = (1,1315 + 0,0018 (a-2)) - (0,0719 - (0,0006 (a-2) \cdot \text{Log } x))$ en niños y $D = (1,1315 + 0,0004 (a-2)) - (0,0719 - (0,0003 (a-2) \cdot \text{Log } x))$ en niñas, a partir de la densidad se calcula el porcentaje de grasa corporal: $\%G_c = (4,95 / D - 4,5) * 100$. (Altura en cm; género=0 niños y 1 niñas; a=edad en años; x= sumatorio de los cuatro pliegues).

RESULTADOS

Los 285 niños (139 niños, 146 niñas) han sido clasificados en función del Z-Score del IMC en 4 subgrupos: bajopeso $Z_s \leq -1$ (6,2%), normopeso $Z_s -0,99$ a $0,99$ (65,2%), sobrepeso $Z_s \geq 1$ (16,6%) y obesidad $Z_s \geq 2$ (12%). Los porcentajes de grasa del primer método son: 13,4(3,4); 17,8(3,7); 23,7(4,8) y 29,8(5,9), con valores crecientes con el estado nutricional muy significativos ($p=0,000$, test Kruskal-Wallis). No existen diferencias significativas entre sexos. Porcentajes de grasa obtenidos con el segundo método: 15,0(1,6); 14,8(1,8); 15,4(1,3) y 14,4(2,2) respectivamente, sin diferencias significativas según estado nutricional.

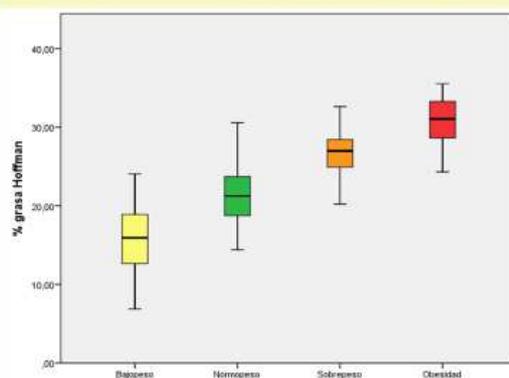


Gráfico 1. % Grasa corporal con la fórmula de Hoffman para los diferentes grupos de estado nutricional.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

La fórmula de Hoffman para el cálculo de grasa corporal resulta adecuada en preescolares, el porcentaje de grasa aumenta en los niños con sobrepeso y obesidad y disminuye en los desnutridos. La no diferenciación entre sexos puede deberse a que en estas edades todavía no hay una gran diferenciación sexual.



ADHERENCIA A LA DIETA MEDITERRÁNEA EN NIÑOS DE 2 A 7 AÑOS

Autores: Gutiérrez, Ana Isabel¹; Martínez, Natalia²; Reig, Manuel²; García, Clara¹; Rizo, Mercedes²; Cortés, Ernesto¹.

¹Departamento de Farmacología, Pediatría y Química Orgánica, Facultad de Medicina, Universidad Miguel Hernández, campus de San Juan.

² Departamento Enfermería. Universidad de Alicante.

ANTECEDENTES Y OBJETIVO

Actualmente el modelo de Dieta Mediterránea es poco seguido por los niños en nuestro país, debido a un elevado consumo de bollería y productos elaborados que sustituyen frecuentemente las raciones de frutas, verduras y pescados.

Por ello se tratará de analizar la adherencia a la Dieta Mediterránea de los preescolares y el estado nutricional de estos niños.

MÉTODO

Se han recogido el peso y la talla (báscula Seca y tallímetro Holtain). Se ha utilizado el TEST KIDMED y los programas Seinaptraker y SPSS(22.0) para el análisis de datos. Se ha realizado un estudio descriptivo observacional, en 268 niños de 2-7 años de una población de Alicante (Rafal).

Previa cumplimentación del test y determinación antropométrica, los padres han sido informados de la naturaleza del estudio por los investigadores, han leído y firmado la hoja de consentimiento informado.

RESULTADOS

Los 268 niños han sido clasificados en función del Z-Score del IMC en 4 subgrupos: bajopeso $Z_s \leq -1$ (14,2%), normopeso $Z_s -0,99-0,99$ (58,9%), sobrepeso $Z_s \geq 1$ (15,3%) y obesidad $Z_s \geq 2$ (11,6%).

Realizando tabulación cruzada entre adherencia a la Dieta Mediterránea y estado nutricional no se encuentran diferencias significativas (test Chi cuadrado, $p=0,102$). Encontrándose todos los grupos con la media dentro del rango de necesidad de mejorar el patrón alimentario para ajustarlo al modelo mediterráneo, siguiendo el valor del índice KIDMED (≥ 8 dieta mediterránea óptima; 4-7 necesidad de mejorar patrón alimentario; ≤ 3 dieta de muy baja calidad).

En una valoración general, se observa una distribución del 5,2% dieta de muy baja calidad, 58,2% necesidad de mejorar y 36,6% óptima.

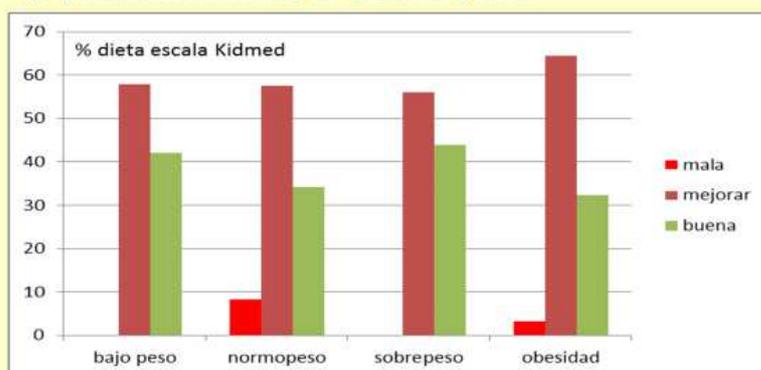


Gráfico 1. Índice Kidmed frente al grupo de estado nutricional.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Los preescolares no siguen un patrón alimentario adherido a la Dieta Mediterránea, ya que un 63,4% de los mismos obtienen puntuaciones asociadas a una dieta de muy baja calidad o con necesidad de mejorar. Se ha detectado un bajo consumo de frutas, verduras y pescados entre los menores. Cabe destacar que se trata de una población agrícola de la zona de la huerta mediterránea con total accesibilidad a los alimentos característicos de la Dieta Mediterránea.

