



Original / *Obesidad*

# Asociación entre los macronutrientes de la dieta y la obesidad en la infancia y adolescencia; un estudio de casos y controles

Nerea Martín-Calvo<sup>1</sup>, María Carmen Ochoa<sup>2</sup>, Amelia Martí<sup>3,4</sup>, Miguel Ángel Martínez-González<sup>1,4</sup>; y miembros de GENOI

<sup>1</sup>Dpto. de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Navarra. <sup>2</sup>Centro de Investigación Médica Aplicada (CIMA). <sup>3</sup>Dpto. de Nutrición, Ciencias de la Alimentación y Fisiología. Universidad de Navarra. <sup>4</sup>Centro de Investigación Biomédica en Red de Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBERObn). Instituto de Salud Carlos III. Madrid. España.

## Resumen

**Introducción:** La alta de prevalencia de obesidad infantil en España y sus posibles consecuencias hacen de esta enfermedad un problema prioritario de salud pública.

**Objetivo:** Valorar, mediante un estudio epidemiológico analítico de casos y controles, la asociación entre la composición en macronutrientes de la dieta y la obesidad en una muestra de niños y adolescentes navarros de 5,5 a 18,8 años.

**Método:** Se reclutaron 178 casos, niños y adolescentes obesos (índice de masa corporal > percentil 97) en Navarra. Los controles fueron emparejados individualmente según edad y sexo. Las medidas antropométricas fueron tomadas por personal entrenado utilizando métodos estandarizados. Se realizaron entrevistas individuales para recoger información sobre la frecuencia de consumo de alimentos mediante un cuestionario previamente validado a partir del que se calculó la ingesta de macronutrientes (hidratos de carbono, proteínas y grasas) y de los subtipos de grasas. Estos resultados se dividieron en quintiles de macronutrientes ajustados por ingesta energética total. Se realizó una regresión logística condicional para estimar odds ratios ajustadas de obesidad para cada uno de los cuatro quintiles superiores de consumo, usando el quintil inferior como referencia.

**Resultados:** La composición de macronutrientes de la dieta era similar en casos y controles, excepto para las grasas poliinsaturadas, que se asociaron inversamente a la obesidad ( $p$  tendencia lineal < 0,01) con una odds ratio ajustada de 0,34 (IC 95%: 0,15 a 0,77) para el quinto quintil.

**Conclusiones:** Nuestros resultados sugieren una asociación inversa entre una mayor ingesta de grasas poliinsaturadas y el riesgo de obesidad.

(Nutr Hosp. 2013;28:1515-1522)

DOI:10.3305/nh.2013.28.5.6678

Palabras clave: *Obesidad infantil. Macronutrientes. Grasas poliinsaturadas.*

**Correspondencia:** Nerea Martín-Calvo.  
Dpto. Medicina Preventiva y Salud Pública. UNAV.  
Campus Universidad de Navarra.  
C/ Irunlarrea, 1. Ed. Investigación, 2.ª planta.  
31008 Pamplona. España.  
E-mail: nmartincalvo@yahoo.es

Recibido: 21-III-2013.  
1.ª Revisión: 9-V-2013.  
Aceptado: 15-V-2013.

## THE ASSOCIATION BETWEEN DIETARY MACRONUTRIENTS INTAKE AND OBESITY AMONG CHILDREN AND ADOLESCENTS; A CASE- CONTROL STUDY

### Abstract

**Introduction:** The high prevalence of obesity among Spanish children and adolescents has become an important public health problem.

**Objective:** To assess the association between dietary macronutrient intake and obesity in a case-control study of children and adolescents (aged 5.5 to 18.8) from Navarra.

**Methods:** Cases were 178 obese children (body mass index > 97<sup>th</sup> percentile), from Navarra. Controls were individually matched by sex and age. Anthropometric data were collected by trained personal using standardized procedures. Personal interviews were performed to collect previously validated semiquantitative food frequency questionnaires (FFQs). From these FFQs we calculated the intake of macronutrients (carbohydrates, proteins and fats) and types of fatty acids. Energy-adjusted macronutrient intake was divided into quintiles. Conditional logistic regression was used and confounder factors were taken into account.

**Results:** The macronutrient composition of the diet was similar between cases and controls, except for polyunsaturated fatty acids (PUFA) intake, which was significantly inversely associated with obesity ( $p$  for trend < 0.01), with adjusted odds ratio = 0.34 (95% CI: 0.15 to 0.77) for the fifth versus the first quintile.

**Conclusions:** An inverse and significant association between PUFA intake and obesity was found in this case-control study.

(Nutr Hosp. 2013;28:1515-1522)

DOI:10.3305/nh.2013.28.5.6678

Key words: *Children. Obesity. Macronutrients. PUFA.*

## Abreviaturas

ESPGHAN: Sociedad Europea de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátricas.

IMC: Índice de masa corporal.

GENOI: Grupo de Estudio Navarro de la Obesidad Infantil.

CFCA: Cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos.

MET: Equivalente metabólico.

OR: Odds Ratio.

IC 95%: Intervalo de confianza al 95%

Estudio IDEFICS: Estudio sobre la Identificación y prevención de los Efectos sobre la salud inducidos por la Dieta y el estilo de vida en los niños.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

## Introducción

En 2010 la obesidad en Europa afectaba a 150 millones de adultos y 15 millones de niños, un 20% y un 10% de la población respectivamente, con grandes diferencias entre los países. España era y sigue siendo uno de los países con mayores cifras de prevalencia<sup>1</sup>. El estudio trasversal (*cross-sectional*) Aladino ([www.naos.aesan.msp.es/naos/investigacion/aladino/](http://www.naos.aesan.msp.es/naos/investigacion/aladino/)) desarrollado en 19 comunidades autónomas españolas entre octubre de 2010 y mayo de 2011, reclutó a más de 7.600 niños de entre 6 y 9 años para estudiar la prevalencia en la población infantil española con respecto a esta epidemia creciente. Los resultados de ese estudio muestran cierta estabilidad de las cifras con respecto al estudio trasversal previo EnKid. El estudio Aladino halló una prevalencia del 26,2% para el sobrepeso (26,7% en niños y 25,7% en niñas) y del 18,3% para la obesidad (20,9% en niños y 15,5 en niñas).

La obesidad es una enfermedad crónica y multifactorial resultante de un desequilibrio entre la energía ingerida y la gastada que aumenta el riesgo de otras patologías como diabetes mellitus tipo 2 o síndrome metabólico. Es bien conocido que los cambios metabólicos que conducirán al desarrollo de estas patologías empiezan a producirse en la edad pediátrica<sup>2</sup>. Este hecho convierte a la obesidad infantil en un verdadero problema de salud pública.

La epidemia de obesidad actual probablemente sea debida a la interacción entre diversas variantes genéticas y el ambiente obesogénico que existe actualmente en los países del primer mundo en los que el desarrollo socioeconómico ha conducido a una excesiva disponibilidad de alimentos. Algunos estudios apuntan que incluso otros factores que se han asociado al desarrollo de obesidad, como son la ingesta energética total, la actividad física o el hábito sedentario, podrían tener también una importante base genética<sup>3-5</sup>.

El papel de la genética como factor de riesgo para el desarrollo de obesidad es innegable, pero dado que su expresión está condicionada por el ambiente y la dieta, los esfuerzos desde la salud pública deben dirigirse también a modificar el ambiente obesogénico que existe actualmente en los países desarrollados. Múltiples estudios han demostrado que la occidentalización de la dieta, con la pérdida del patrón mediterráneo rico en frutas y verduras, se asocia a un mayor riesgo de desarrollar obesidad. La evidencia existente ha llevado a la Sociedad Europea de Gastroenterología, Hepatología y Nutrición Pediátricas (ESPGHAN) a establecer una serie de recomendaciones como promover el consumo de frutas y verduras, minimizar el consumo de azúcares simples o carbohidratos de absorción rápida en favor de carbohidratos de absorción lenta, realizar al menos cuatro comidas al día, con especial relevancia del desayuno, beber agua como principal fuente de líquidos, recurrir a alimentos saludables como aperitivo, ajustar el tamaño de las raciones a la edad y superficie corporal, así como minimizar el consumo de comida rápida y alimentos de alta densidad energética<sup>6</sup>.

Se han hecho múltiples intentos de relacionar los macronutrientes de la dieta con el desarrollo de obesidad, pero las limitaciones metodológicas hacen que los resultados sean poco concluyentes. Los estudios que encuentran una asociación significativa entre la obesidad y los macronutrientes son mayoritariamente estudios transversales, diseñados con finalidades descriptivas, pero con escasa capacidad de realizar inferencias epidemiológicas analíticas. Estos estudios trasversales suelen encontrar asociaciones inversas de la ingesta de hidratos de carbono con la obesidad mientras que hallan una asociación positiva para la ingesta de grasas<sup>7-9</sup>. Un estudio longitudinal encontró una asociación positiva entre el consumo de proteínas a edades tempranas y el desarrollo de obesidad mediante un mayor depósito de tejido adiposo<sup>10</sup>, pero la mayoría de los estudios, transversales y longitudinales no han encontrado asociación alguna entre los macronutrientes de la dieta y la obesidad<sup>11-13</sup>. Los estudios que han valorado diferentes grupos de alimentos o bebidas en vez de valorar macronutrientes han permitido establecer una clasificación de alimentos o bebidas que predisponen o que protegen frente a la obesidad<sup>14,15</sup>. Las publicaciones recientes proponen una visión más global de la influencia de la dieta en el desarrollo de obesidad y consideran que se debe dar más importancia a la combinación de alimentos que a los alimentos en sí, de manera que se pueda establecer una asociación entre diferentes patrones dietéticos y el desarrollo de obesidad<sup>16</sup>.

## Objetivos

El objetivo de nuestro estudio fue determinar la asociación entre la composición en macronutrientes de la dieta y la obesidad en un estudio epidemiológico analítico de casos y controles realizado con niños y adolescentes navarros.

## Método

En nuestro estudio participaron 356 niños, de los cuales 178 eran casos (obesos) con un índice de masa corporal (IMC)  $\geq$  percentil 97 y 178 eran controles (no obesos), con un IMC  $<$  percentil 97, reclutados en las unidades de Endocrinología Pediátrica de la Clínica Universidad de Navarra, en el departamento de Pediatría del Complejo Hospitalario de Navarra y así como en las consultas de Pediatría de tres centros de salud del Sistema Navarro de Salud (Barañain, Sangüesa, Santesteban) como parte del trabajo desarrollado por el Grupo de Estudio Navarro de la Obesidad Infantil (GENOI)<sup>17</sup>. Se incluyeron como caso a niños con una edad comprendida entre 5,5 y 18,8 años (media y mediana 11,5) e IMC superior al percentil 97 para su edad y sexo según las tablas de referencia para la población española<sup>18</sup>. La exposición a intervenciones dietéticas especiales, tratamiento hormonal u obesidad secundaria a endocrinopatía o enfermedad grave fueron criterios de exclusión. Los controles se buscaron entre niños sanos con un IMC inferior al percentil 97 para su edad y sexo según las mismas tablas de referencia, que acudían al pediatra para una revisión rutinaria o vacunación, y se emparejaron con los casos individualmente según sexo y edad ( $\pm$  6 meses). Se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los padres o tutores, así como de los niños mayores de 12 años, de acuerdo con la declaración de Helsinki. El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Navarra.

Las medidas antropométricas fueron tomadas por personal entrenado en un ambiente sanitario y mediante procedimientos estandarizados. La precisión del método de medición era de 1 cm en el caso de la talla y 100 g en el del peso. La composición corporal se calculó mediante bioimpedancia (TBF-300A Body Composition Analyzer/Scale, TANITA). El z-score del IMC se calculó para cada participante, con la media y la desviación estándar de las tablas de referencia para su edad y sexo<sup>18</sup>.

Un investigador entrenado llevó a cabo entrevistas individuales a cada participante, en presencia de un adulto (padre, madre o tutor), siguiendo un protocolo estandarizado, en las que recogieron información relevante de la historia de los participantes (peso al nacimiento, duración de la lactancia materna, antecedentes familiares de obesidad...). Las entrevistas incluían un cuestionario semicuantitativo previamente validado de frecuencia de consumo de alimentos (CFCA) que contenía 132 alimentos divididos en las siguientes categorías: lácteos, carnes y huevos, pescado, frutas y verduras, legumbres, patatas y cereales, frutos secos, aceites y grasas y dulces y refrescos<sup>19</sup>. Para cada alimento se especificaba el tamaño de una ración media, se ofrecían nueve opciones de respuesta para la frecuencia de consumo y se les preguntaba a los participantes y a sus padres con qué frecuencia habían consumido cada alimento en el año previo. A partir del CFCA se pudo

calcular, para cada participante, el consumo calórico total y la ingesta calórica de los macronutrientes de la dieta (hidratos de carbono, proteínas y grasas) así como de los tipos de grasas. Estos valores de ingesta se categorizaron en quintiles para su análisis estadístico.

Durante las entrevistas se utilizó también un cuestionario previamente validado de actividad física que incluía 17 actividades (deportes y juegos) y 10 posibles respuestas graduadas desde “nunca” hasta “once horas o más por semana”<sup>20</sup>. Una unidad metabólica (MET) equivale a la cantidad de energía que consume un organismo en reposo (1,2 kcal/kg/h) y, a pesar de ser una estimación promedio e indirecta del metabolismo de un individuo, tiene la ventaja de correlacionarse con el consumo calórico derivado del ejercicio físico. En nuestro estudio se calculó un múltiplo de MET para cada actividad recogida en el cuestionario, con lo que se pudo calcular, para cada participante, las unidades metabólicas consumidas en cada actividad semanalmente (MET-h/semana).

En el análisis estadístico se utilizó el software Stata versión 12.0. Se realizó una regresión logística condicional para la obesidad en relación a cada nutriente categorizado en quintiles ajustados por energía total según el método de los residuales. Se consideró el quintil inferior como categoría de referencia y en el análisis multivariable se ajustó por ingesta calórica total y actividad física. Además se realizaron test de tendencia lineal mediante la asignación del valor de la mediana a cada quintil, para tratar luego la nueva variable así construida como una variable cuantitativa. Para todos los análisis se consideró significativo un valor de  $p < 0,05$ .

## Resultados

Como muestra la tabla I, casos y controles presentaron valores similares para la edad y el sexo, variables de emparejamiento. Como era esperable por el diseño, existían diferencias estadísticamente significativas en las medidas de adiposidad entre los dos grupos ( $p < 0,01$ ). En nuestra muestra, la actividad física, medida

**Tabla I**  
N (%) o media (DE) de las principales variables descriptivas de la muestra

	Caso (n = 178)	Control (n = 178)	p
Sexo			
Varones (%)	94 (52,80)	94	1
Edad	11,49 (2,60)	11,58 (2,69)	0,74
Mediana (rango intercuartílico)	11,5 (9,4-13,6)	11,5 (9,5-13,7)	
IMC	27,79 (4,67)	19,01 (2,78)	$< 0,01$
Zscore IMC	3,82 (1,63)	0,19 (0,88)	$< 0,01$
Masa grasa (%)	35,52 (7,39)	18,18 (8,10)	$< 0,01$
Ejercicio físico (METs-h/semana)	20,18 (12,76)	36,35 (21,05)	$< 0,01$

N < 178 para algunas variables.

**Tabla II**  
*Ingesta energética total (kcal/día) y contribución (% kcal) de cada nutriente. Media (DE)*

	Caso (n = 178)	Control (n = 178)	p
Hidratos de carbono	45,94 (5,50)	47,45 (5,21)	0,40
Proteínas	16,26 (2,56)	15,60 (2,02)	0,43
Grasas totales	37,80 (5,00)	36,95 (4,43)	0,24
Grasas monoinsaturadas	15,84 (2,99)	14,87 (2,48)	0,98
Grasas poliinsaturadas	5,40 (1,41)	5,88 (1,53)	< 0,01
Grasas saturadas	12,80 (2,59)	12,98 (2,32)	0,11
Energía total (kcal)	2.847,82 (741,26)	3.215,15 (691,35)	< 0,01

Resultados ajustados por consumo energético total y actividad física.

como METs-h/semana, resultó ser muy inferior en los obesos que en el grupo control ( $p < 0,01$ ).

Paradójicamente la ingesta calórica total (tabla II) fue significativamente mayor en el grupo de los controles que en el grupo de los casos ( $p < 0,01$ ), probablemente en relación con su mayor exposición a la actividad física. En relación al porcentaje de cada macronutriente –ajustado por energía– dentro de la dieta, puede decirse que ninguno de los dos grupos ingería las cantidades diarias recomendadas según las cuales, el 50-55% de las calorías de la dieta debería provenir de los hidratos de carbono, el 30-35% de las grasas y no más de un 15% de las proteínas<sup>21,22</sup>. Tanto el grupo de casos como el de los controles presentaba una ingesta de hidratos de carbono inferior (45,94% y 47,45% respectivamente) y una ingesta superior de proteínas (16,26% y 15,60% respectivamente) y grasas totales (37,80% y 36,95% respectivamente) a las recomendadas. Aunque las diferencias con las cantidades recomendadas eran mayores en el grupo de niños obesos, el análisis bruto mostró diferencias estadísticamente significativas respecto a los valores de referencia para ambos grupos (datos no mostrados). En líneas generales, la distribución de los macronutrientes de la dieta era similar en los casos y los controles. No existían diferencias significativas en cuanto a la proporción de cada uno de los tres macronutrientes entre los grupos de nuestra muestra tras ajustar los resultados por ingesta energética total y actividad física.

En relación a los tipos de grasa (tabla II), ambos grupos se aproximaban bastante a las recomendaciones de ingesta diaria de grasas monoinsaturadas, que deben representar un 10-20% de la ingesta calórica total<sup>21,22</sup>. Sin embargo, tanto los casos como los controles presentaban una ingesta de grasas saturadas superior a la recomendada, pues éstas no deberían representar más del 10% de las calorías ingeridas diariamente, y una ingesta algo inferior a la recomendada para las grasas poliinsaturadas, que deberían representar el 7-10% de la ingesta calórica total. No hubo diferencias significativas entre casos y controles en cuanto a la ingesta de grasas saturadas o grasas monoinsaturadas. La ingesta de grasas poliinsaturadas era significativa-

mente inferior en el grupo de casos (5,40%) que en el grupo de los controles (5,88%) y éste fue el único nutriente que presentó diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos tras haber ajustado los resultados por ingesta energética total y actividad física ( $p < 0,01$ ).

Con intención de analizar el efecto de cada nutriente ajustado por el consumo de energía, realizamos un ajuste por el método de los residuales, que representan una medida de la ingesta del nutriente no explicada por la ingesta total de energía. Dividimos los resultados en cinco quintiles (tabla III) y calculamos para cada uno de los cuatro quintiles superiores las *odds ratios* (OR) de obesidad y sus intervalos de confianza al 95% (IC 95%) en un análisis multivariante, a igualdad de ingesta calórica total y de actividad física. Consideramos el quintil inferior como categoría de referencia.

No se observaron asociaciones significativas ni para la ingesta de hidratos de carbono ni para la ingesta de proteínas. No obstante, la estimación puntual de la OR de obesidad asociada al consumo de hidratos de carbono resultó ser superior a 2 para el segundo y tercer quintil, aunque, como se ha mencionado, esta asociación no fue estadísticamente significativa y no sugería ninguna tendencia lineal. Enfrentando los cuatro quintiles superiores al primer quintil se obtuvo una OR de 1,8 (IC 95% 0,95-3,70) próxima a la significación estadística ( $p = 0,07$ ) (datos no mostrados en la tabla). Debería valorarse en el futuro la posible existencia de un cierto efecto umbral para la asociación con la obesidad en valores de ingesta de hidratos de carbono situados en torno al límite entre el primer y segundo quintil de nuestro estudio. La ingesta de proteínas presentó estimaciones puntuales de odds ratios para la obesidad positivas para todos los quintiles de consumo, aunque de forma no significativa y sin tendencia lineal. La ingesta de grasas totales mostró una asociación positiva aunque débil con la obesidad para todos los quintiles de consumo excepto para el quintil superior, en el que la estimación puntual sugería que la asociación se invertía (OR 0,83). Esta asociación no resultó significativa en ningún quintil y tampoco pudo establecerse una tendencia lineal.

La ingesta de grasas monoinsaturadas presentó una asociación inversa con la obesidad para todos los quintiles de consumo, aunque de forma no significativa y sin tendencia lineal. La ingesta de grasas saturadas mostró una asociación positiva pero débil con la obesidad en el segundo quintil de consumo, y una asociación inversa a partir del tercero (OR 0,71). Sin embargo, la asociación no resultó significativa para ninguno de los quintiles de consumo y no había tendencia lineal.

La única asociación estadísticamente significativa se observó para la ingesta de grasas poliinsaturadas, que presentó una asociación inversa con la obesidad a partir del cuarto quintil (OR 0,79). Esta asociación resultó significativa para el quintil superior (OR 0,34. IC 95% 0,15-0,77) (fig. 1). A pesar de que las estimaciones

**Tabla III**  
Consumo de los principales macronutrientes y tipos de grasas (g/día) dividido en quintales. OR (IC 95%) de obesidad para cada nutriente en cada quintil de consumo

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	p de t.l.
Hidratos de carbono	235-331 Ref.	331-347 2,41 (0,96-6,05)	348-366 2,30 (0,92-5,73)	367-387 1,36 (0,58-3,21)	389-469 1,96 (0,79-4,85)	0,27
Proteínas	64-107 Ref.	107-114 1,74 (0,76-3,99)	114-121 1,04 (0,47-2,31)	121-129 1,31 (0,59-2,91)	129-166 1,02 (0,43-2,41)	0,94
Grasas totales	72-111 Ref.	111-120 1,13 (0,47-2,72)	120-128 1,02 (0,43-2,39)	128-135 1,04 (0,40-2,70)	136-178 0,83 (0,36-1,93)	0,61
Grasas monoinsaturadas	24-43 Ref.	43-48 0,53 (0,21-1,33)	48-52 0,90 (0,39-2,10)	52-57 0,96 (0,42-2,18)	57-87 0,84 (0,36-1,96)	0,88
Grasas poliinsaturadas	4-15 Ref.	15-17 1,01 (0,41-2,50)	17-19 1,19 (0,51-2,77)	19-22 0,78 (0,33-1,85)	22-46 0,34 (0,15-0,77)	<0,01
Grasas saturadas	23-37 Ref.	37-40 1,12 (0,48-2,61)	40-44 0,71 (0,29-1,76)	44-49 0,79 (0,33-1,91)	49-85 0,61 (0,26-1,44)	0,175

Modelo condicional emparejado por edad y sexo y ajustado por ingesta energética total y actividad física.

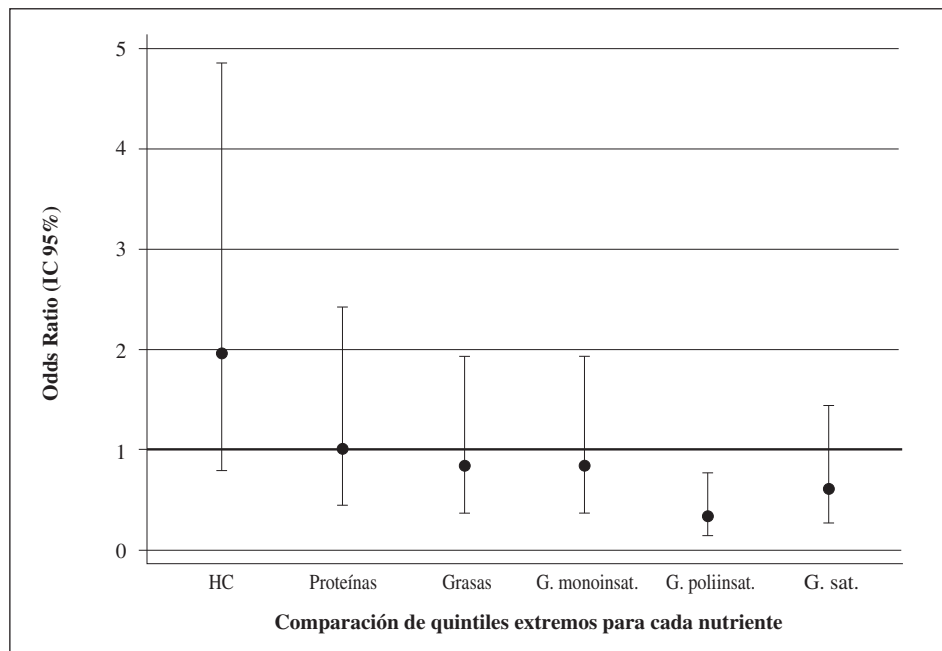


Fig. 1.—OR (IC 95%) para la obesidad y el quintil de mayor consumo de cada nutriente. (Se ha utilizado como referencia el primer quintil de consumo de cada nutriente).

puntuales de la OR en los quintiles 2 y 3 eran ligeramente superiores a la unidad, la tendencia lineal para la asociación inversa fue estadísticamente significativa ( $p < 0,01$ ). Todo esto sugiere la existencia de una asociación inversa y significativa entre el consumo de grasas poliinsaturadas y el riesgo de obesidad.

### Discusión y conclusiones

Este estudio recoge datos dietéticos, antropométricos y de actividad física de 356 niños y adolescentes navarros, 158 de los cuales eran obesos (grupo de casos) y 158 eran no obesos (grupo de controles). Los

datos de nuestra muestra reflejan un mayor consumo calórico total en el grupo de los controles con respecto al grupo de los casos ( $p < 0,01$ ). Estos datos concuerdan con los de otros estudios transversales que describen paradójicamente una relación inversa entre el consumo energético total y la presencia de obesidad, utilizando como variable de desenlace diferentes medidas de adiposidad<sup>23</sup>. Para explicar estos hallazgos habitualmente se alude a las limitaciones de los estudios transversales, especialmente a la dificultad de realizar una encuesta nutricional válida en la población infantil. Sin embargo, algunos estudios apuntan que la idea de que los niños obesos ingieren mayores cantidades de energía podría ser falsa y que el desarrollo de

obesidad podría deberse más a aspectos relacionados con el estilo de vida como una escasa actividad física, que determina un menor gasto energético, no realizar las cinco comidas al día recomendadas o saltarse el desayuno, que conlleva un mal reparto de las calorías ingeridas a lo largo del día, con un menor consumo en el desayuno y uno mayor en la cena<sup>24</sup>. En nuestro estudio hallamos un índice de actividad física significativamente mayor en el grupo de los controles ( $p < 0,01$ ) que apoyaría esta interpretación.

La proporción de macronutrientes de la dieta y la diferencia con las ingestas diarias recomendadas halladas en nuestra muestra son similares a las descritas en otros estudios con niños españoles<sup>25,26</sup>.

Con los datos de nuestra muestra no podemos afirmar que exista relación entre la ingesta de alguno de los tres macronutrientes (hidratos de carbono totales, proteínas totales o grasas totales) y la presencia de obesidad infantojuvenil. Atendiendo sin embargo a los tipos de grasas, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de obesos y no obesos en el quintil de mayor consumo de grasas poliinsaturadas y se apreció además una tendencia lineal significativa que permite sugerir que un consumo elevado de grasas poliinsaturadas podría resultar protector frente al desarrollo de obesidad en esta población.

A la hora de relacionar un macronutriente con el desarrollo de obesidad, la literatura es contradictoria y poco concluyente. Los estudios que han descrito algún grado de asociación son mayoritariamente estudios transversales y los hallazgos parecen poco reproducibles. Existen pocos estudios longitudinales a este respecto y la asociación entre obesidad y macronutrientes que algunos refieren desaparece cuando se tienen en cuenta otros factores relacionados con el estilo de vida o los antecedentes familiares de obesidad, que se han descrito como uno de los factores de riesgo más importantes para el desarrollo de obesidad en la infancia. Sin embargo, en lo referente a los tipos de grasas, los resultados obtenidos en nuestra muestra son consistentes con los de otros estudios similares, que encuentran una asociación inversa entre la obesidad o el síndrome metabólico y los niveles plasmáticos de grasas poliinsaturadas, debido por una parte a una menor ingesta, y por otra a una posible disfunción metabólica en la vía de síntesis de la familia n-3 en el grupo de niños obesos<sup>27,28</sup>.

Existen dos grandes grupos de grasas poliinsaturadas: las n-6, cuyo precursor es el ácido linoleico y las n-3, cuyo precursor es el ácido  $\alpha$ -linolénico. El ácido linoleico es un ácido graso esencial, que se encuentra principalmente en los aceites vegetales (soja, girasol, maíz, nuez...). El ácido  $\alpha$ -linolénico es también un ácido graso esencial de origen vegetal, pero además es el precursor del ácido eicosapentanoico y docosahexanoico, ambos de gran interés nutricional y presentes en los aceites de pescado, especialmente de los que habitan en aguas frías y profundas.

Una posible limitación de nuestro estudio podría deberse a la infraestimación del consumo de alimentos ampliamente descrito en los estudios de casos y controles. Algunos estudios han demostrado que los errores en la declaración de la ingesta responden a características específicas y resultan en un sesgo de información diferencial entre los grupos que puede enmascarar o incluso revertir el sentido de la asociación. La infravaloración de la ingesta parece estar directamente relacionada con el IMC del niño, la percepción del peso del niño que tienen sus padres y parece ser mayor para aquellos grupos de alimentos considerados poco saludables<sup>29</sup>. Los puntos de corte de Goldberg<sup>30</sup>, han sido definidos para la población adulta y no tienen en cuenta la variabilidad en la ingesta energética debida a la edad ni el sexo, por lo que precisan ser adaptados para la población infantil. Algunas publicaciones recientes, a partir de los datos del estudio IDEFICS (Identificación y prevención de los Efectos sobre la salud inducidos por la Dieta y el estilo de vida en los niños), proponen nuevos puntos de corte que determinen tanto la infravaloración como la sobrevaloración de la ingesta<sup>31</sup>. En nuestra muestra, el cociente entre la ingesta calórica total y el gasto metabólico basal, calculado a partir de las ecuaciones descritas por Schofield<sup>32</sup> y recomendadas por la FAO/OMS/Universidad de Naciones Unidas (1985), que tienen en cuenta el sexo, la edad, el peso y la talla, mostró un rango muy amplio de valores. El estudio IDEFICS incluyó 5.357 niños con edades comprendidas entre 2 y 9 años, por lo que creemos que los puntos de corte que propone no podrían ser aplicados a nuestra muestra, con una proporción elevada de niños y niñas por encima de los 10 años. Si se hubiese aplicado en nuestra muestra los puntos de corte propuestos por ese estudio, sin tener en cuenta el límite de edad superior de 10 años, se habría encontrado una sobreestimación de la ingesta fundamentalmente en los controles. En nuestro estudio contábamos con datos sobre la actividad física, por lo que pudimos sumarle al gasto metabólico basal, el gasto energético derivado de la actividad física y obtener un valor más próximo al gasto energético total. Al dividir la ingesta calórica total por este valor, en lugar de utilizar el gasto metabólico basal, el número de niños y niñas que sobrevaloraban la ingesta era considerablemente menor, lo que lleva a pensar que los participantes que referían altas ingestas energéticas eran también quienes más actividad física realizaban. Estos datos podrían explicar el hallazgo, aparentemente paradójico, de que una menor ingesta calórica total se asocie con la obesidad.

Un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de iniciar un estudio sobre la obesidad infantojuvenil es establecer un criterio válido para definir los casos. Algunos estudios utilizan como indicadores de obesidad la relación entre peso y el peso de referencia para su edad y sexo, expresado en forma porcentual, otros utilizan los pliegues subcutáneos percentilados y otros el porcentaje de masa grasa. En el caso concreto

del porcentaje de masa grasa, se ha comprobado que en la población infantil, este parámetro tiende a sobreestimar la prevalencia de sobrepeso y obesidad. El IMC ha sido descrito como el indicador antropométrico del estado nutricional más apropiado y además ha demostrado ser también válido como indicador de la adiposidad corporal total<sup>33</sup>. La utilización de diversos parámetros para definir los casos de obesidad, la existencia de múltiples tablas de referencia para el IMC o la aplicación de diferentes puntos de corte, podrían estar detrás de la escasa reproducibilidad de los resultados de los estudios publicados<sup>34,35</sup>. A partir de datos recogidos en seis países de tres continentes, Cole TJ et al. definieron unos puntos de corte del IMC para el sobrepeso y la obesidad en la población infantojuvenil que ellos describen como internacionalmente más aceptables y menos arbitrarios<sup>34</sup>. Si hubiésemos utilizado estos puntos de corte en nuestra muestra, habríamos encontrado una proporción bastante diferente de casos y de controles, concretamente un 37,64% de obesos y un 62,35% de no obesos. Ante la diversidad de criterios, hemos preferido utilizar para el análisis principal los puntos de corte más adecuados para nuestra población de estudio.

La obesidad infantil es una epidemia creciente con posibles consecuencias de gran magnitud. Por tratarse una enfermedad multifactorial, creemos que requiere un abordaje también multifactorial y multidisciplinar. A nivel nutricional, a pesar de que la literatura es poco concluyente, la tendencia actual considera que la forma más efectiva de afrontar el problema es mediante la descripción de patrones dietéticos saludables a partir de la combinación de los diferentes grupos de alimentos.

Teniendo todo esto en cuenta, pensamos que son necesarios nuevos estudios longitudinales, con un periodo de seguimiento largo y contacto estrecho con los participantes para poder estudiar nuevas hipótesis. Creemos además que son necesarios estudios diseñados desde su origen para una población pediátrica, que tengan en cuenta las peculiaridades de esta población y cuenten con herramientas para controlar los sesgos más habituales.

## Anexo

Autores colaboradores de GENOI: Azcona-San Julián María Cristina, Martínez Jose Alfredo, Chueca María, Patiño Ana, Pelach Raimon, Moreno-Aliaga María Jesús y Mirentxu Oyarzabal.

## Agradecimientos

Los autores quieren mostrar su agradecimiento a todos los participantes del estudio y a sus familias. Igualmente quieren agradecer a los equipos médicos del Complejo Hospitalario de Navarra, de la Clínica

Universidad de Navarra y de los Centros de Salud de Barañáin Sangüesa y Santesteban su trabajo y colaboración.

## Referencias

- [Anonymous]. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep* 2000; 894: i-xii, 1-253.
- Daniels SR. The consequences of childhood overweight and obesity. *Future Child* 2006; 16: 47-67.
- Marti A, Martínez-González MA, Martínez JA. Interaction between genes and lifestyle factors on obesity. *Proc Nutr Soc* 2008; 67: 1-8.
- Ochoa MC, Moreno-Aliaga MJ, Martínez-González MA, Martínez JA, Marti A, GENOI Members. Predictor factors for childhood obesity in a Spanish case-control study. *Nutrition* 2007; 23: 379-84.
- Villagran Pérez S, Rodríguez-Martin A, Novalbos Ruiz JP, Martínez Nieto JM, Lechuga Campoy JL. Hábitos y Estilos de vida modificables en niños con sobrepeso y obesidad. *Nutr Hosp* 2010; 25: 823-31.
- Agostoni C, Braegger C, Decsi T, Kolacek S, Koletzko B, Mihatsch W et al. Role of dietary factors and food habits in the development of childhood obesity: A commentary by the ESPGHAN committee on nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2011; 52: 662-9.
- Gazzaniaga J, Burns T. Relationship between diet composition and body fatness, with adjustment for resting energy-expenditure and physical-activity, in preadolescent children. *Am J Clin Nutr* 1993; 58: 21-8.
- Maillard G, Charles M, Lafay L, Thibault N, Vray M, Borys J et al. Macronutrient energy intake and adiposity in non obese prepubertal children aged 5-11 y (the Fleurbaix Laventie Ville Sante Study). *Int J Obes* 2000; 24: 1608-17.
- Tucker L, Seljaas G, Hager R. Body fat percentage of children varies according to their diet composition. *J Am Diet Assoc* 1997; 97: 981-6.
- Rollandcachera M, Deheeger M, Akrouf M, Bellisle F. Influence of macronutrients on adiposity development. A follow-up-study of nutrition and growth from 10 months to 8 years of age. *Int J Obes* 1995; 19: 573-8.
- Atkin L, Davies P. Diet composition and body composition in preschool children. *Am J Clin Nutr* 2000; 72: 15-21.
- Elliott SA, Truby H, Lee A, Harper C, Abbott RA, Davies PSW. Associations of body mass index and waist circumference with: energy intake and percentage energy from macronutrients, in a cohort of Australian children. *Nutr J* 2011; 10: 58.
- Magarey A, Daniels L, Boulton T, Cockington R. Does fat intake predict adiposity in healthy children and adolescents aged 2-15 y? A longitudinal analysis. *Eur J Clin Nutr* 2001; 55: 471-81.
- Mozaffarian D, Hao T, Rimm EB, Willett WC, Hu FB. Changes in Diet and Lifestyle and Long-Term Weight Gain in Women and Men. *N Engl J Med* 2011; 364: 2392-404.
- Sayon-Orea C, Bes-Rastrollo M, Basterra-Gortari FJ, Beunza JJ, Guallar-Castillon P, de la Fuente-Arrillaga C et al. Consumption of fried foods and weight gain in a Mediterranean cohort: The SUN project. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2013; 23: 144-50.
- Rodríguez G, Moreno LA. Is dietary intake able to explain differences in body fatness in children and adolescents? *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2006; 16: 294-301.
- Moleres A, Ochoa MC, Rendo-Urteaga T, Martínez-González MA, Azcona San Julián MC, Martínez JA, Marti A; GENOI. Dietary fatty acid distribution modifies obesity risk linked to the rs9939609 polymorphism of the fat mass and obesity-associated gene in a Spanish case-control study of children. *Br J Nutr* 2012; 107: 533-8.

18. Sobradillo B. Curvas y tablas de crecimiento (estudios longitudinal y transversal). Bilbao: Fundación Faustino Orbeagozo Eizaguirre 2004.
19. Martin-Moreno JM, Boyle P, Gorgojo L, Maisonneuve P et al. Development and validation of a food frequency questionnaire in Spain. *Int J Epidemiol* 1993; 22: 512-9.
20. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DRJ, Montoye HJ, Sallis JF et al. Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25: 71-80.
21. Marqués M, Molerés A, Rendo-Urteaga T, Gómez-Martínez S, Zapatera B, Romero P, de Miguel-Etayo P, Campoy C, Alfredo Martínez J, Azcona-San Julián C, Marcos A, Martí A, Warnberg J; EVASYON group. Diseño de terapia nutricional para adolescentes españoles con sobrepeso y obesidad realizado por dietistas titulados; el estudio EVASYON *Nutr Hosp* 2012; 27: 165-76.
22. Bueno M, Sarría A, Pérez-González JM: Nutrición en pediatría. 3ª edición. Madrid. Ergon. 2007.
23. Maffei C, Pinelli L, Schutz Y. Fat intake and adiposity in 8 to 11-year-old obese children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1996; 20: 170-4.
24. Dubois L, Girard M, Potvin Kent M, Farmer A, et al. Breakfast skipping is associated with differences in meal patterns, macronutrient intakes and overweight among pre-school children. *Public Health Nutr* 2009; 12: 19-28.
25. Carrero I, Ruperez E, de Miguel R, Tejero JA, Pérez-Gallardo L. Ingesta de Macronutrientes en Adolescentes Escolarizados en Soria Capital. *Nutr Hosp* 2005; 20: 204-9.
26. Royo-Bordonada M, Gorgojo L, Martin-Moreno J, Garces C, Rodriguez-Artalejo F, Benavente M et al. Spanish children's diet: compliance with nutrient and food intake guidelines. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57: 930-9.
27. Scaglioni S, Verduci E, Salvioni M, Bruzzese MG, Radaelli G, Zetterström R, Riva E, Agostoni C. Plasma long-chain fatty acids and the degree of obesity in Italian children. *Acta Paediatr* 2006; 95: 964-9.
28. Klein-Platat C, Draï J, Oujaa M, Schlienger JL, Simon C. Plasma fatty acid composition is associated with the metabolic syndrome and low-grade inflammation in overweight adolescents. *Am J Clin Nutr* 2005; 82: 1178-84.
29. Bornhorst C, Huybrechts I, Ahrens W, Eiben G et al. Prevalence and determinants of misreporting among European children in proxy-reported 24 h dietary recalls. *Br J Nutr* 2012; 6: 1-9.
30. Goldberg GR, Black AE, Jebb SA, Cole TJ et al. Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: Derivation of cut-off limits to identify under-recording. *Eur J Clin Nutr* 1991; 45: 569-81.
31. Bornhorst C, Huybrechts I, Hebestreit A, Vanaelst B et al. Diet-obesity associations in children: approaches to counteract attenuation caused by misreporting. *Public Health Nutr* 2013; 16: 256-66.
32. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr* 1985; 39 (Suppl. 1): 5-41.
33. Aguilar Cordero MJ, González Jiménez E, García García CJ, García López P, Álvarez Ferre J, Padilla López CA, Mur Villar N. Estudio comparativo de la eficacia del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal como métodos para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad en población pediátrica. *Nutr Hosp* 2012; 27: 185-91.
34. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH, et al. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000; 320: 1240-3.
35. Durá Travé T; Grupo Colaborador de Navarra. ¿Son válidas las curvas y tablas de crecimiento españolas actuales? *Nutr Hosp* 2012; 27: 244-51.