

## **Obesidad infantil. Sobre cómo entenderla y prevenirla**

Luis A. Moreno

Grupo GENUD (Growth, Exercise, Nutrition and Development), Facultad de Ciencias de la Salud, Instituto Agroalimentario de Aragón (IA2), Instituto de Investigación Sanitaria Aragón (IIS Aragón), Universidad de Zaragoza, Zaragoza

Centro de Investigación Biomédica en Red de Fisiopatología de la Obesidad y Nutrición (CIBEROBN), Instituto de Salud Carlos III, Madrid

A mis maestros, los profesores Manuel Bueno Sánchez y Antonio Sarría Chueca

*In memoriam*



Prof. Manuel Bueno Sánchez (1933-2016)



Prof. Antonio Sarría Chueca (1926-2013)

## **Preámbulo y agradecimientos**

Cuando el Excmo. Sr. Rector, el prof. José Antonio Mayoral Murillo, me hizo el honor de invitarme a pronunciar la Alocución Laudatoria, en el acto solemne con motivo de la festividad de San Braulio, patrono de nuestra Universidad de Zaragoza, no tuve duda de que ello me ofrecía la oportunidad de compartir con la Comunidad Universitaria y representantes de la sociedad aragonesa, la experiencia acumulada durante muchos años en relación con la nutrición de la población infantil de Aragón y, más específicamente, con todo lo relacionado con la obesidad infantil. Por esta razón, le quiero manifestar mi profundo agradecimiento.

Desde la década de los años 1970, el área de Pediatría de nuestra Universidad, ha destacado en el estudio de la nutrición y estilos de vida de la población infantil y adolescente. En aquellos años, comenzaron su actividad académica los profesores Manuel Bueno Sánchez y Antonio Sarría Chueca, que fueron los que dieron un primer impulso al estudio de este relevante tema para la salud de nuestros niños. En 1980, tuve la gran fortuna de realizar mis prácticas de la Licenciatura de Medicina en el Departamento de Pediatría del Hospital Clínico Universitario “Lozano Blesa”, lo que me dio la oportunidad de aprender que la práctica clínica debía basarse siempre en el mejor conocimiento científico y que, además, para realizar una asistencia de máxima calidad, era necesaria la investigación clínica.

En el año 1983, se presentó en nuestra Universidad, la primera tesis doctoral sobre obesidad infantil en España, cuyo autor fue el también profesor en la misma, D. Jesús Fleta Zaragozano. En 1984 se llevó a cabo el primer estudio epidemiológico sobre nutrición y obesidad infantil en España, el estudio Paidos’84. Por méritos propios, este estudio lo coordinó la Universidad de Zaragoza, siendo los profesores Bueno y Sarría los impulsores del mismo. Tuve una vez más la fortuna de poder participar en el trabajo de campo de dicho estudio, realizando las valoraciones de los niños participantes en numerosas provincias del norte de España, comenzando en Pontevedra y terminando en Zaragoza.

Esas experiencias fueron el inicio de una línea de investigación en la que se han desarrollado numerosos estudios tanto nacionales como internacionales. Muchos de los resultados obtenidos, se describen en el texto que acompaña a este preámbulo. Solo

destacar, a continuación, algunos de ellos. En el año 2000, se inició el primer estudio epidemiológico sobre la nutrición de los adolescentes en España, el estudio AVENA, cuyo investigador principal en Zaragoza fue el profesor Bueno. Este estudio representó una primera experiencia de estrecha colaboración con otros grupos de investigación en España. Brindó también la oportunidad de realizar una extensa difusión de los resultados obtenidos, en revistas de impacto internacional. Esta experiencia proporcionó el bagaje necesario para la obtención de un proyecto financiado por la Unión Europea, sobre el mismo tema, el estudio HELENA, que fue coordinado por nuestro grupo GENUD (Growth, Exercise, Nutrition and Development) de la Universidad de Zaragoza. En este estudio participaron 26 Universidades y centros de investigación de 15 países Europeos, lo que representó un importante desafío de gestión y coordinación científica. Este gran esfuerzo, ha dado sus frutos en más de 200 artículos de impacto internacional y la participación en diferentes consorcios internacionales como “Early Growth Genetics Consortium” o “Non-communicable Diseases Risk Factors Collaboration”.

Desde el punto de vista clínico, cabe destacar otras experiencias importantes, como han sido el programa de tratamiento de la obesidad en adolescentes, denominado EVASYON, que coordinó en Zaragoza el profesor de nuestra universidad, D. Jesús María Garagorri Otero. También se ha profundizado en el estudio de las complicaciones metabólicas de la obesidad en la infancia, gracias al excelente trabajo de la profesora de nuestra Universidad, Dña. Gloria Bueno Lozano, en particular, en los estudios GenoBox y PubMep. Se ha estudiado también el impacto de la nutrición perinatal en el desarrollo de distintas enfermedades no transmisibles relacionadas con la nutrición y, en particular, la obesidad; esta línea de investigación se ha desarrollado gracias al trabajo del profesor de nuestra Universidad, D. Gerardo Rodríguez Martínez, especialmente en el ámbito del estudio CALINA.

Aprovecho esta oportunidad para agradecer a mis padrinos, los profesores D. José Antonio Casajús Mallen y D. Juan Francisco León Puy, por haberse brindado a acompañarme en este día. Llevan haciéndolo muchos años. El profesor Casajús, desde nuestros años de estudiantes de Medicina, de la promoción 1986-1992. Realizamos los dos nuestros doctorados, desarrollando líneas de investigación similares y complementarias; él también realizó su tesis doctoral bajo la dirección del profesor Sarría. Con él he aprendido la importancia de la actividad y la condición físicas como importantes determinante de la salud. Esta línea de investigación se ha incorporado con

derecho propio en las del grupo GENUD. La actividad física nos protege de un gran número de enfermedades; además de la obesidad, entre otras, la osteoporosis. En este ámbito, cabe destacar también el trabajo del profesor Germán Vicente Rodríguez.

El profesor León Puy ha sido director de la Escuela Universitaria de Ciencias de la Salud y, en la actualidad, Decano de esa Facultad. Desde mi llegada a la misma en 1994, él siempre ha facilitado mi trabajo docente e investigador. Mención especial también, para mi compañera de despacho desde 1994, la profesora Dña. Concepción Tomás Aznar, fallecida prematuramente en 2019. Hemos pasado juntos muchas horas y ella me ha hecho comprender durante todos estos años, la importancia de la perspectiva de género en el estudio de los problemas de salud.

De todas las personas mencionadas en este preámbulo, me he beneficiado de sus conocimientos y amistad, por lo que siempre estaré profundamente agradecido.

## **Introducción**

La obesidad infantil es uno de los principales problemas de salud pública en todo el mundo, ya desde antes del inicio del siglo XXI. La obesidad se define como un exceso de grasa corporal, que se asocia a una serie de complicaciones que afectan a casi todos los órganos y sistemas del organismo y están presentes en la etapa infantil y la adolescencia. Este importante problema de salud se presenta con una elevada prevalencia en la mayoría de los países del mundo, incluso en los menos desarrollados. El desarrollo de la obesidad infantil se produce por la presencia de una susceptibilidad genética, a la que se añade un desequilibrio en el balance energético. Debido a los cambios que se han producido en los últimos años en las sociedades occidentales, este desequilibrio se ha intensificado. Algunas de las complicaciones asociadas a la obesidad infantil son responsables, a medio y largo plazo, de las enfermedades que presentan mayor morbilidad y mortalidad en nuestro país como son, por ejemplo, la diabetes de tipo 2, la hipertensión o las enfermedades cardiovasculares. Todo esto implica una disminución de la calidad de vida de estos niños y adultos, sino también un elevado coste económico para los individuos y la sociedad. Se puede afirmar que el aumento en la prevalencia de la obesidad infantil se ha debido a los cambios sociales que se han producido en nuestro entorno en las últimas décadas y es responsable de algunos de los problemas sanitarios más importantes que se presentan en nuestra sociedad.

Entender los distintos aspectos relacionados con la obesidad infantil permitirá dar respuesta a los problemas derivados de la misma. Al tratarse de una enfermedad multifactorial, su estudio se debe abordar de manera coordinada, desde distintas perspectivas. A continuación se describen algunas de las contribuciones más importantes que se han realizado recientemente para el entendimiento de la obesidad infantil, con la idea final de prevenir su aparición de la manera más eficaz posible.

## **Identificar el exceso de grasa corporal**

La obesidad es el resultado de un exceso de grasa corporal. Identificar este exceso es sencillo desde el punto de vista conceptual, pero complicado desde el punto de vista práctico. Los métodos que permiten medir de manera precisa la grasa corporal, como la pletismografía por desplazamiento de aire o la densitometría dual de rayos X, solo se encuentran disponibles en laboratorios de investigación. Además, para tener una medida exacta, se requiere el uso de varios métodos de manera combinada y el desarrollo posterior de modelos de análisis que consideran varios compartimentos corporales. Sin embargo, no existe todavía un método lo suficientemente preciso que permita esta medida en la práctica clínica.

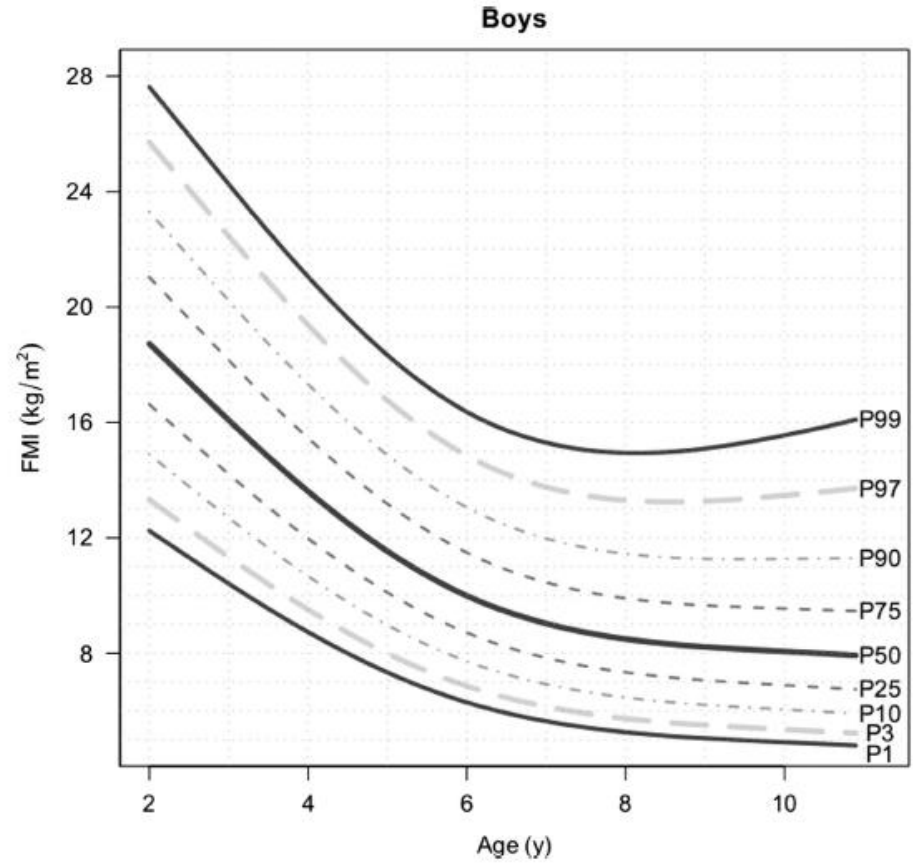
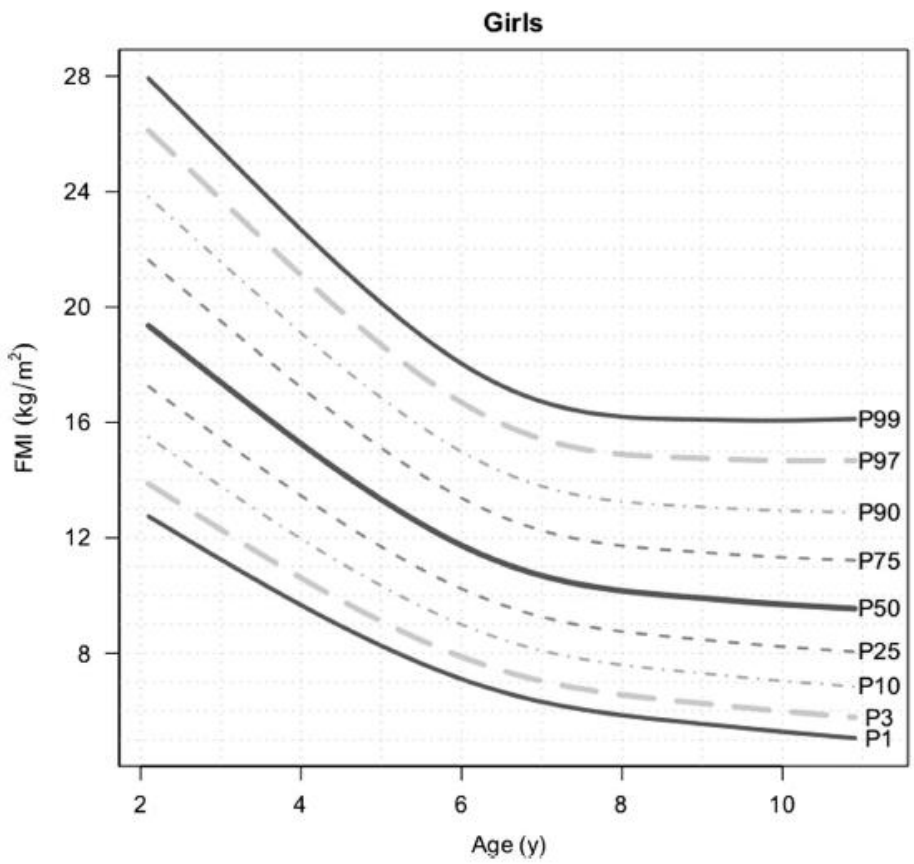
El método más utilizado para estimar el exceso de grasa corporal, tanto en adultos como en niños, es el índice de masa corporal (IMC), que es el resultado de dividir el peso en kilogramos, por la talla en metros, elevado al cuadrado ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). El IMC tiene importantes limitaciones, especialmente en la infancia y adolescencia. El IMC identifica no sólo el exceso de grasa corporal, sino también el exceso de masa libre de grasa. Por ello, los individuos con una gran cantidad de masa muscular pueden tener un IMC elevado y pueden ser diagnosticados erróneamente de obesidad. Una limitación específica de la población infantil es el hecho de que los puntos de corte que definen exceso de grasa, dependen de la edad y el sexo. Además, en estudios longitudinales, se ha observado que los cambios en el IMC a lo largo de la infancia y adolescencia están más relacionados con los cambios en la masa magra, que con los cambios en la masa grasa (1).

Existen otras medidas antropométricas que tienen como objetivo estimar de manera más directa la grasa corporal en la infancia. Entre ellas destaca la medida de los pliegues cutáneos en distintas localizaciones corporales como bíceps, tríceps, subescapular o suprailíaco. Si estas medidas se realizan siguiendo una metodología adecuada, aportan una estimación bastante precisa de la masa grasa total (2). Otra medida que aporta información de interés es el perímetro de la cintura. En este caso, se relaciona con el exceso de grasa abdominal, que es la grasa metabólicamente más activa. Se ha observado que esta medida estima de manera precisa el exceso de grasa visceral abdominal en niños (3). Las relaciones entre pliegues cutáneos también aportan una estimación de la distribución de la grasa corporal (4).



Las medidas antropométricas descritas anteriormente, se pueden usar en la práctica clínica; sin embargo, en investigación se pueden utilizar otros métodos más precisos, como son la pletismografía por desplazamiento de aire o la densitometría de rayos X, entre los disponibles con más frecuencia en nuestro medio. El grupo de investigación GENUD se ha dotado de un Laboratorio de Composición Corporal y Exploración Funcional, lo cual ha permitido desarrollar algunas investigaciones sobre la composición corporal en distintos grupos de niños sanos y con distintas enfermedades (5,6). Las medidas obtenidas con todos los métodos disponibles, son fiables si se utilizan siguiendo protocolos rigurosos, pero se deben interpretar con cautela, ya que cada uno de ellos tiene limitaciones que se deben tener en cuenta al analizar la información obtenida con los mismos (7). Tanto la pletismografía por desplazamiento de aire, como la densitometría dual de rayos X y también la antropometría, son fiables para la estimación repetida del % de grasa corporal, en el mismo día, por el mismo o diferentes observadores y también en días consecutivos por el mismo observador. La estimación del % de grasa corporal mediante pletismografía por desplazamiento de aire presenta una elevada concordancia con la densitometría dual de rayos X y también con la antropometría; sin embargo, la pletismografía por desplazamiento de aire presenta valores más elevados de % de grasa corporal que la antropometría y la densitometría dual de rayos X (7).

En cualquier caso, tratándose de niños y adolescentes, los puntos de corte que definen exceso de grasa serán específicos de edad y sexo. Estos puntos de corte se pueden dar en forma de percentiles. Existen valores de referencia para distintas medidas e índices en niños y adolescentes europeos (8,9). En la figura 1 se muestran los valores de referencia del índice de masa grasa para niños y niñas de Europa (8).

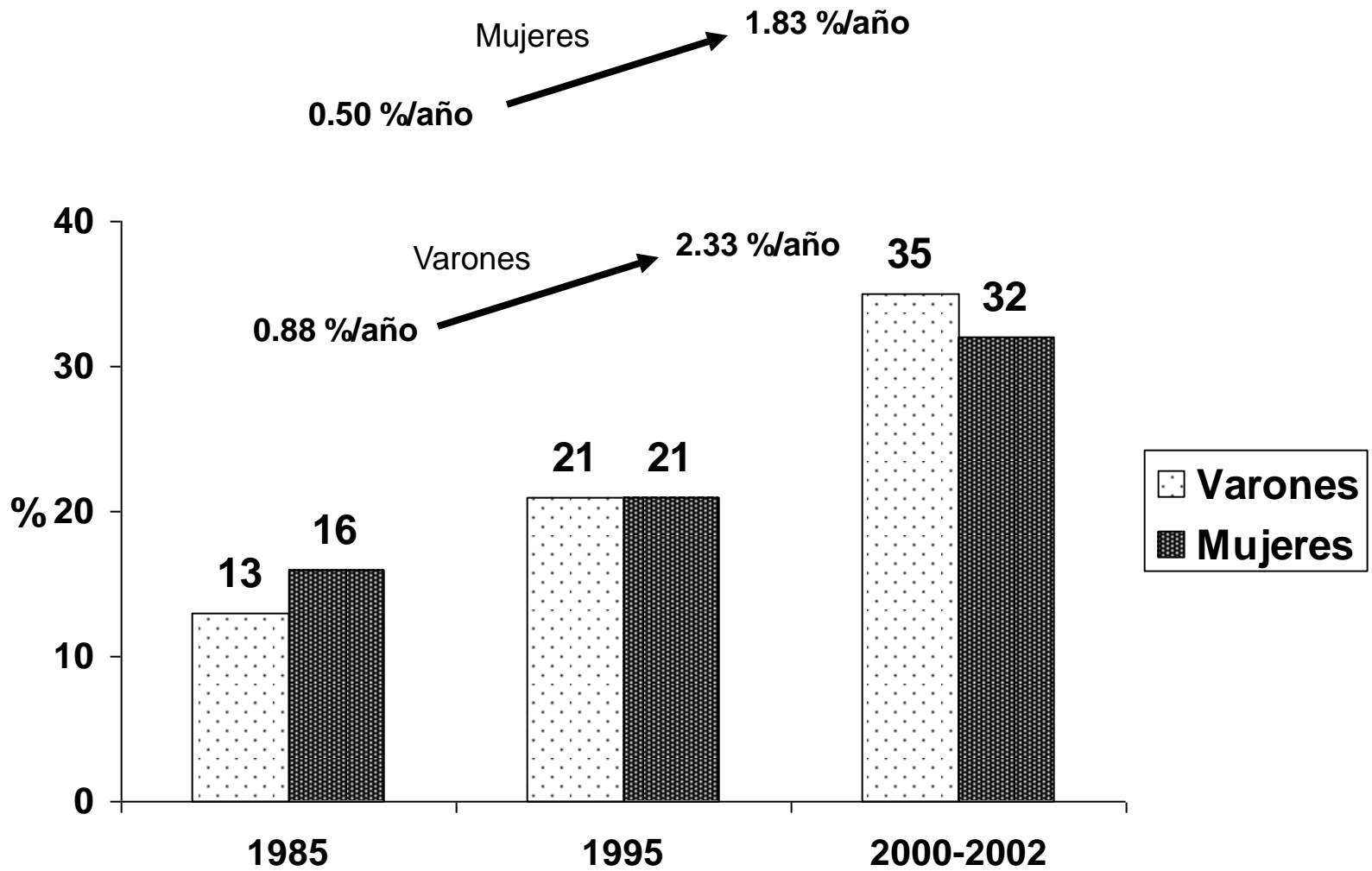


**Figura 1.** Percentiles de índice de masa grasa (FMI, kg de grasa/m<sup>2</sup>) en niños con peso normal. Tomado de referencia 8.

## **Describir la composición corporal y la prevalencia de obesidad en niños y adolescentes**

El primer estudio epidemiológico sobre obesidad infantil, que se realizó en una muestra representativa de la población española, fue el estudio Paidos'84, que coordinaron los profesores Manuel Bueno Sánchez y Antonio Sarría Chueca, en la Universidad de Zaragoza. En el año 1984, la prevalencia de obesidad infantil se estimó en aproximadamente el 6 % (10). Nadie podía imaginar en aquel momento como iba a aumentar esa prevalencia en nuestro país y en el resto del mundo en las décadas posteriores.

En la mayoría de países desarrollados, la epidemia de obesidad (incremento elevado de la prevalencia de obesidad en un período corto de tiempo), se ha producido desde los años 1980, hasta finales del siglo pasado. Así, por ejemplo, en adolescentes de Zaragoza de 12 a 14 años, en el período de 1985 a 2000-2002, la prevalencia de sobrepeso (incluida obesidad) pasó de 13 a 35 % en varones y de 16 a 32 % en mujeres (11). Se produjo además un incremento en la tasa de cambio de dicha prevalencia. En lo varones, aumentó 0.88 %/año de 1985 a 1995 y 2.33 %/año de 1995 a 2000-2002; en la mujeres, pasó de 0.50 %/año en el primer período a 1.83 %/año en el segundo período. Estas cifras muestran que la velocidad de aumento se multiplicó casi por tres cuando se compara el segundo período con el primero (11) (Figura 2).



**Figura 2.** Prevalencia de sobrepeso/obesidad en adolescentes españoles de 13-14 años, desde 1985 hasta 2000-2002. Tomado de referencia 11.

Si se compara la prevalencia de obesidad en España con otros países Europeos, se puede observar que nuestro país, junto con otros del área Mediterránea, es uno de los que presenta una prevalencia más elevada. En el estudio IDEFICS, en niños Europeos de 2 a 9 años de edad, se observó, en la cohorte española, una prevalencia de sobrepeso (incluida obesidad) de 18.7 % en niños y 23.9 % en niñas. El país que presentó una prevalencia más elevada fue Italia (40.7 % en niños y 44.1 % en niñas) y el que presentó una prevalencia más baja fue Bélgica (8.2 % en niños y 10.7 % en niñas) (12).

También se ha observado un aumento importante de la prevalencia de obesidad mórbida en la población infantil, con las consecuencias que ello lleva consigo. En distintos países del mundo se han observado prevalencias de obesidad mórbida en niños, que oscilan entre 1.9 y 6.3 % (13); en España, la prevalencia es del 2.5 % (14).

Si se considera la composición corporal, ya en el año 1976, en un libro editado por Eveleth and Tanner (1), se incluían resultados de niños aragoneses, que habían sido obtenidos en 1973, por el Prof. Sarría, en colaboración con el Dr. Buenaventura Ferrer Masip. Se comparaba la medida del pliegue cutáneo a nivel del tríceps, en los niños de Zaragoza, con los de Londres, Praga, Dortmund, Varsovia, Berlín y Zurich, entre otros. Se observaba que ya en aquel momento, los niños de Zaragoza presentaban un exceso de grasa corporal, especialmente en la edad escolar (15). En el período 1980-1995, también se observó un aumento en el % de grasa corporal, que fue superior al aumento del índice de masa corporal; a los 11 años el aumento fue de 6.03% y a los 13 años de 2.46% (16).

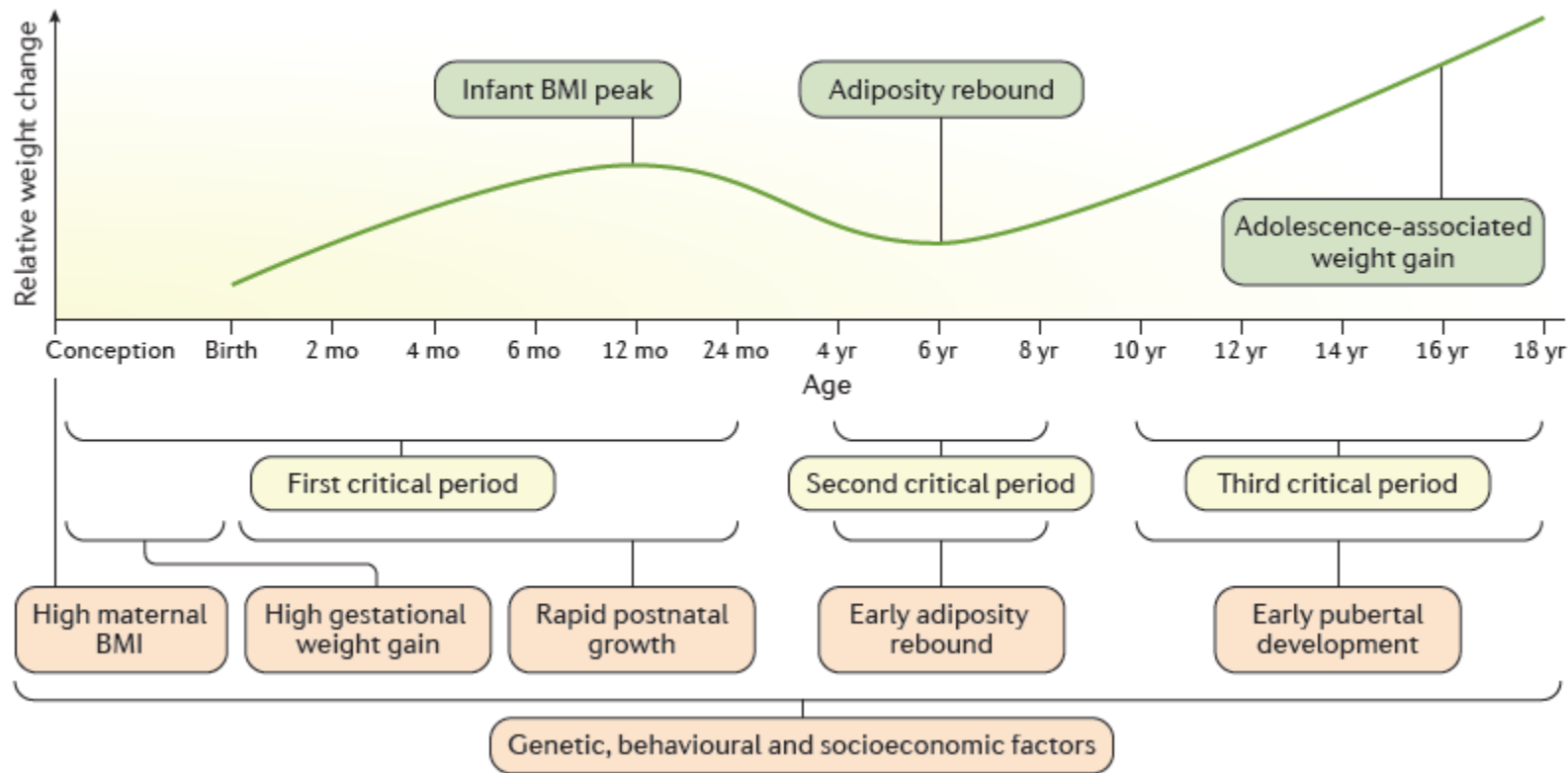
Por lo que respecta al acúmulo de grasa a nivel abdominal, en el período de 1995 a 2000-2002, se observó un aumento en el perímetro de la cintura en los adolescentes, con una tasa de cambio de 0.53 y 0.86 cm/año, a los 13 y 14 años, respectivamente, en los varones, y de 0.67 y 0.87 cm/año a los 13 y 14 años respectivamente, en las mujeres (17).

### **Entender las causas de la obesidad infantil**

La obesidad tiene un complejo origen multifactorial. Además de la susceptibilidad genética, es necesario que se produzca un balance energético positivo, que está condicionado por factores ambientales, psicológicos y sociales. Existen una serie de

períodos críticos para el acúmulo de grasa corporal en la infancia; los más importantes son: el período intrauterino y perinatal (los primeros 1000 días de vida), el período en el que se produce el rebote de adiposidad (en condiciones normales, alrededor de los 6 años) y la pubertad/adolescencia (18).

Desde el punto de vista de la susceptibilidad genética, se sabe que los factores relacionados con la herencia explicarían alrededor del 60 % de la variabilidad del IMC o del % de grasa corporal. Sin embargo, actualmente los conocimientos sobre la genética de la obesidad solo nos permiten explicar un máximo del 4-6 % de esa variabilidad. En este sentido, polimorfismos en algunos genes están asociados al desarrollo de la obesidad infantil. Entre ellos destaca el gen FTO, pero se han descrito algunos otros, como es el caso de la olfactomedina 4 o el gen homeobox 5 (19), el CD36 (20), el REV-ERB alpha (21) o el UCP1 (22). Destacar también que la expresión genética está condicionada por algunos factores ambientales. En este sentido, por ejemplo, el efecto del gen de la neuromedina B, fue más intenso en aquellos adolescentes que tenían un bajo nivel socio-económico (23).



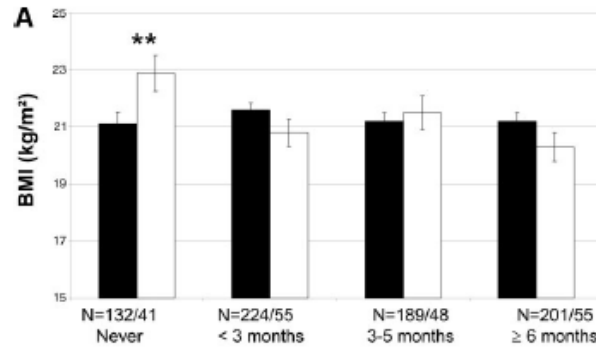
**Figura 3.** Períodos críticos en el desarrollo de obesidad durante la infancia y adolescencia. Tomado de referencia 18.

Numerosos factores perinatales pueden influir en el desarrollo posterior de obesidad. Entre ellos la obesidad de la madre previa al embarazo y la ganancia de peso durante el mismo (24). El bajo peso al nacer es un indicador de malnutrición durante la gestación. Algunos estudios han puesto de manifiesto una asociación entre el bajo peso al nacer y el desarrollo de obesidad, definida según el IMC. Sin embargo, en los estudios que analizan su relación con los distintos componentes de la composición corporal, se ha identificado una asociación del bajo peso al nacer con una baja cantidad de masa magra y un exceso de grasa de distribución central o abdominal, en la adolescencia (25,26).

Algunos factores que se presentan en el período neonatal podrían modificar el efecto de los polimorfismos de algunos genes, en cuanto al acúmulo de grasa corporal. Así, por ejemplo, el gen PPAR $\gamma$ 2 se asocia a un exceso de acúmulo de grasa en los adolescentes. Se ha observado que esta asociación se atenúa cuando dichos adolescentes recibieron lactancia materna durante la infancia, cualquiera que fuera su duración (27) (Figura 4).

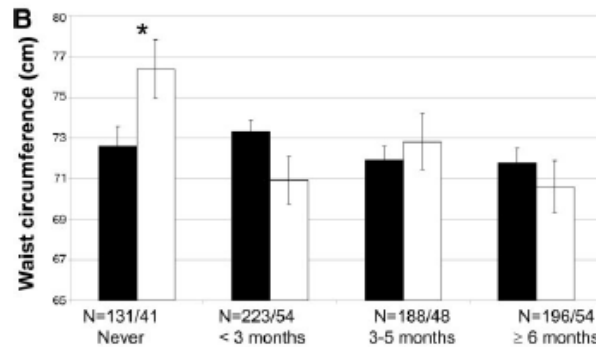


BMI



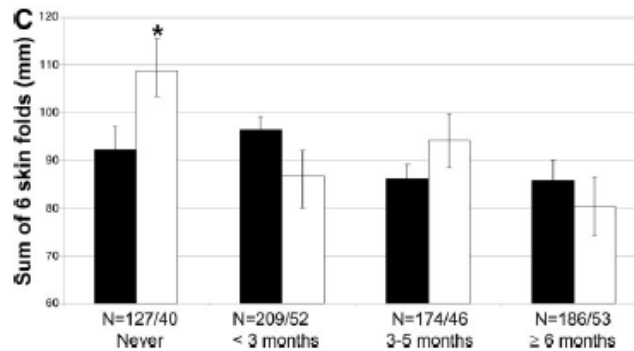
Pro12Pro (■) vs. Ala12 allele carriers (□)

WC



Pro12Pro (■) vs. Ala12 allele carriers (□)

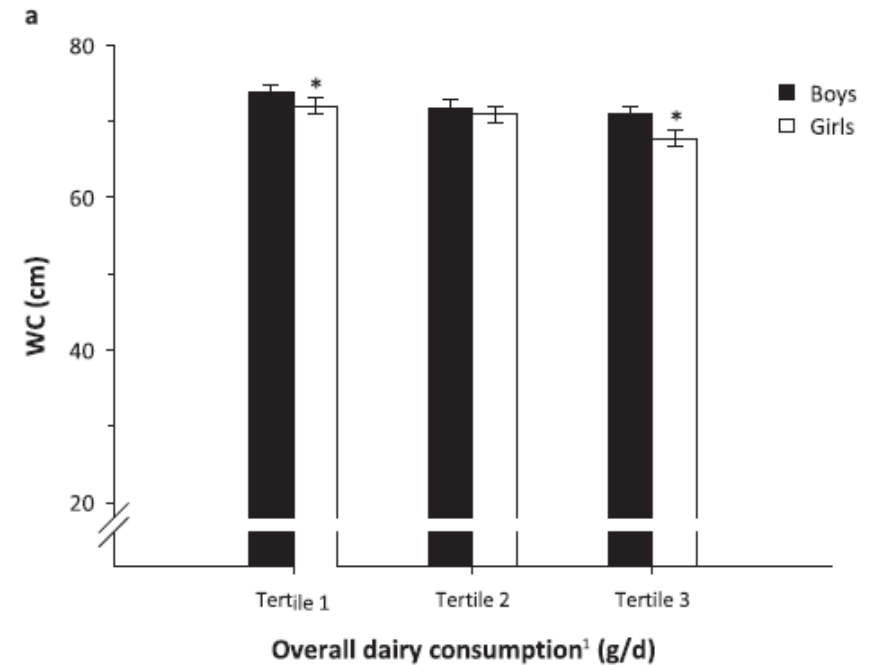
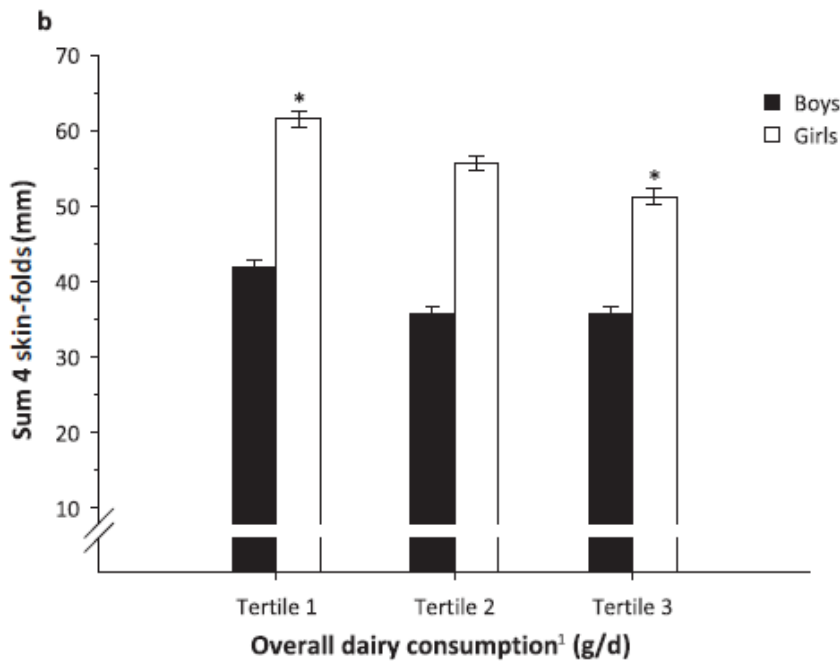
Suma 4 pliegues



Pro12Pro (■) vs. Ala12 allele carriers (□)

**Figura 4.** Composición corporal en función de la duración de la lactancia materna y la presencia del alelo Pro12Pro vs Ala12 en el gen PPAR $\gamma$ 2. BMI = Body mass index, WC = Waist circumference. Tomado de referencia 27.

El desequilibrio en el balance energético se puede producir en cualquier momento a lo largo de la infancia y adolescencia. Ello puede ser debido a un exceso o anomalía en la ingesta o a un déficit de actividad física y/o exceso de tiempo dedicado a comportamientos sedentarios. Desde el punto de vista de la alimentación, la Dieta Mediterránea se considera una de las más saludables. Sin embargo, los niños españoles ya no consumen una alimentación con características de Mediterránea, ya que solo un 32 % de ellos se adhieren a la misma (28). Además, se ha observado una asociación entre adherencia a la Dieta Mediterránea y sobrepeso en niños de 8 países Europeos, tanto en el análisis transversal como en el longitudinal (28). Entre los alimentos propuestos como asociados al desarrollo de obesidad se encuentran los productos lácteos; sin embargo, se ha observado que el consumo de productos lácteos en adolescentes, se asocia a un menor depósito de grasa total y abdominal, al menos en las chicas (29) (Figura 5), lo cual se ha visto corroborado recientemente en una revisión sistemática y meta-análisis (30). Uno de los factores relacionados con la alimentación que se ha asociado con mayor frecuencia con el desarrollo de obesidad es el consumo de azúcares libres, especialmente cuando están presentes en bebidas; Por esta razón, se recomienda que el consumo de azúcares libre no represente más del 10% de la energía total consumida a lo largo del día (31).

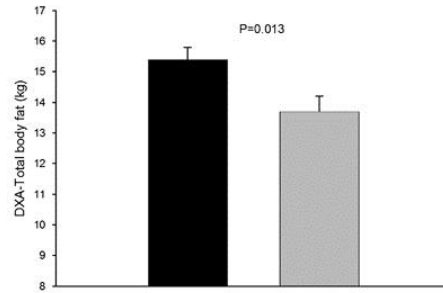


\* $p < 0.05$  after Bonferroni correction for post-hoc multiple comparisons.  
Covariates: pubertal maturity, study centre, SES, sedentary behaviours,  
physical activity, and daily energy intake

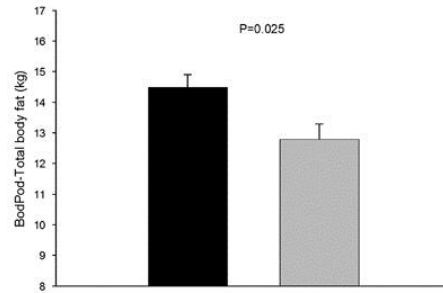
**Figura 5.** Composición corporal en función de los terciles de consumo total de alimentos lácteos. WC = Waist circumference. Tomado de referencia 29.

Por lo que respecta a la actividad física, en la población infantil y adolescente, se recomienda que la actividad física moderada e intensa se debe realizar durante al menos 60 minutos al día, todos los días de la semana. Se ha observado que cuando no se alcanzan estas cifras, se produce un depósito excesivo de grasa total y también a nivel abdominal (32,33) (Figura 6). La actividad física es otro factor que puede modificar el efecto de los polimorfismos genéticos. Por ejemplo, se ha observado que cumplir las recomendaciones de actividad física, atenúa el efecto que tiene el gen FTO en el acúmulo de grasa total y grasa abdominal (34).

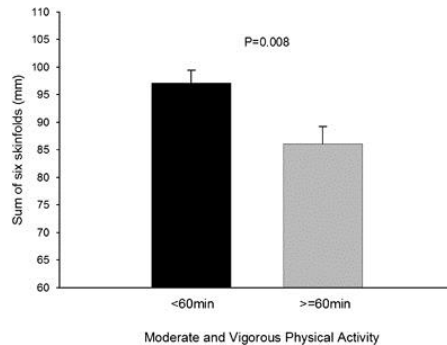
**% grasa (DXA)**



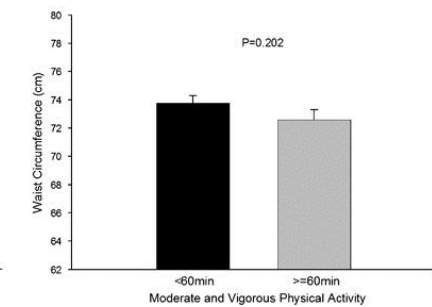
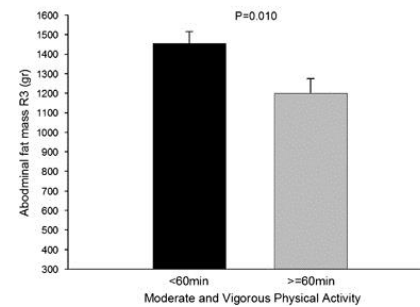
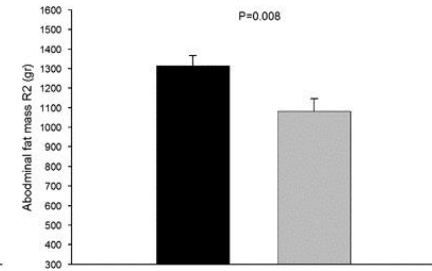
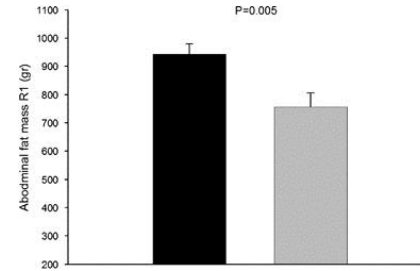
**% grasa (BodPod)**



**Suma 4 pliegues**



**Grasa abdominal (R1 – R2)**



**Grasa abdominal (R3)**

**Cintura**

**Figura 6.** Composición corporal en función del cumplimiento de las recomendaciones de práctica de actividad física. Tomado de referencia 32.

Independientemente de cumplir las recomendaciones de actividad física, se debe considerar en qué medida los niños y adolescentes dedican más o menos tiempo a los comportamientos sedentarios. Sólo un pequeño porcentaje de la población infantil cumple las recomendaciones en este sentido, es decir, dedicar menos de dos horas al día a comportamientos sedentarios, que implican un gasto energético muy bajo (35). Se ha observado que los comportamientos que contribuyen al acúmulo de grasa se dan a menudo de manera concomitante en los mismos individuos. Por ejemplo, en adolescentes varones, aquellos que ven la televisión durante menos de dos horas diarias los días entre semana (lunes a viernes), consumen 340 ml/día de bebidas azucaradas; sin embargo, aquellos que ven la televisión en días equivalentes, durante más de cuatro horas al día, consumen 510 ml/día de bebidas azucaradas (36). Resultados similares se observaron en las chicas. Este efecto se ha observado también en niños de otras edades, incluso en la etapa preescolar (37). Cuando estos comportamientos se presentan en los mismos individuos de manera concomitante, se puede observar un riesgo aditivo de los mismos, para el desarrollo de obesidad.

### **Evaluar las complicaciones de la obesidad infantil**

La obesidad infantil se asocia a múltiples complicaciones, que afectan a todos los órganos y sistemas de nuestro organismo y que están presentes ya en la edad infantil (38). Probablemente, las más frecuentes son las de índole psicológica, entre las que destaca la baja autoestima, pero las más importantes en cuanto a efectos a medio y largo plazo son las de índole endocrinológica, como la resistencia a la insulina y la diabetes de tipo 2, y las de índole cardiovascular, como la hipertensión o la dislipemia.

En nuestra experiencia clínica, se ha observado que dos tercios de los niños con obesidad, presentan también resistencia a la insulina y casi el 10 % presentan intolerancia a la glucosa (39). Estas dos anomalías se consideran manifestaciones precoces en el desarrollo de la diabetes de tipo 2.

El síndrome metabólico se caracteriza por la presencia concomitante, en los mismos individuos, de una serie de factores de riesgo cardiovascular asociados a la obesidad abdominal y a la resistencia a la insulina, entre los que destaca la hipertensión arterial y la dislipemia. Aunque la definición del síndrome metabólico se discute, especialmente

en la población infantil, independientemente de la definición utilizada, el síndrome metabólico se puede observar ya en niños con obesidad, incluso en la etapa prepuberal (40). Recientemente, se ha propuesto una nueva definición de síndrome metabólico, basada en los resultados del estudio IDEFICS. Con esta nueva definición, se ha observado que el 5.5 % de los niños de 2 a 10 años requieren monitorización periódica de su riesgo cardio-metabólico y el 1.8 % de los mismos requieren una intervención por parte de su Pediatra (41).

En los adolescentes con obesidad metabólicamente alterada se ha observado también una activación del sistema inmune, que se observa en numerosas enfermedades crónicas relacionadas con la nutrición, como la diabetes de tipo 2 o las enfermedades cardiovasculares; en concreto, se ha observado una activación del sistema del complemento, con concentraciones elevadas de factores C3 y C4 en el suero (42,43) y concentraciones elevadas de otros biomarcadores como la mieloperoxidasa o el activador inhibitor 1 del plasminógeno total (tPAI-1) (44).

### **Prevenir la aparición de la obesidad infantil**

La principal aplicación de la investigación en obesidad infantil, debería ser evitar la aparición de la misma. La dificultad en la prevención de la obesidad en la infancia se relaciona con la complejidad de los mecanismos involucrados en su aparición. Además, para ello es necesario modificar los comportamientos de la familia, lo cual implica considerar también múltiples determinantes psico-sociales. En cualquier caso, se debe intentar poner en marcha actividades de promoción de la salud que tengan como objetivo primordial la prevención de este importante problema sanitario.

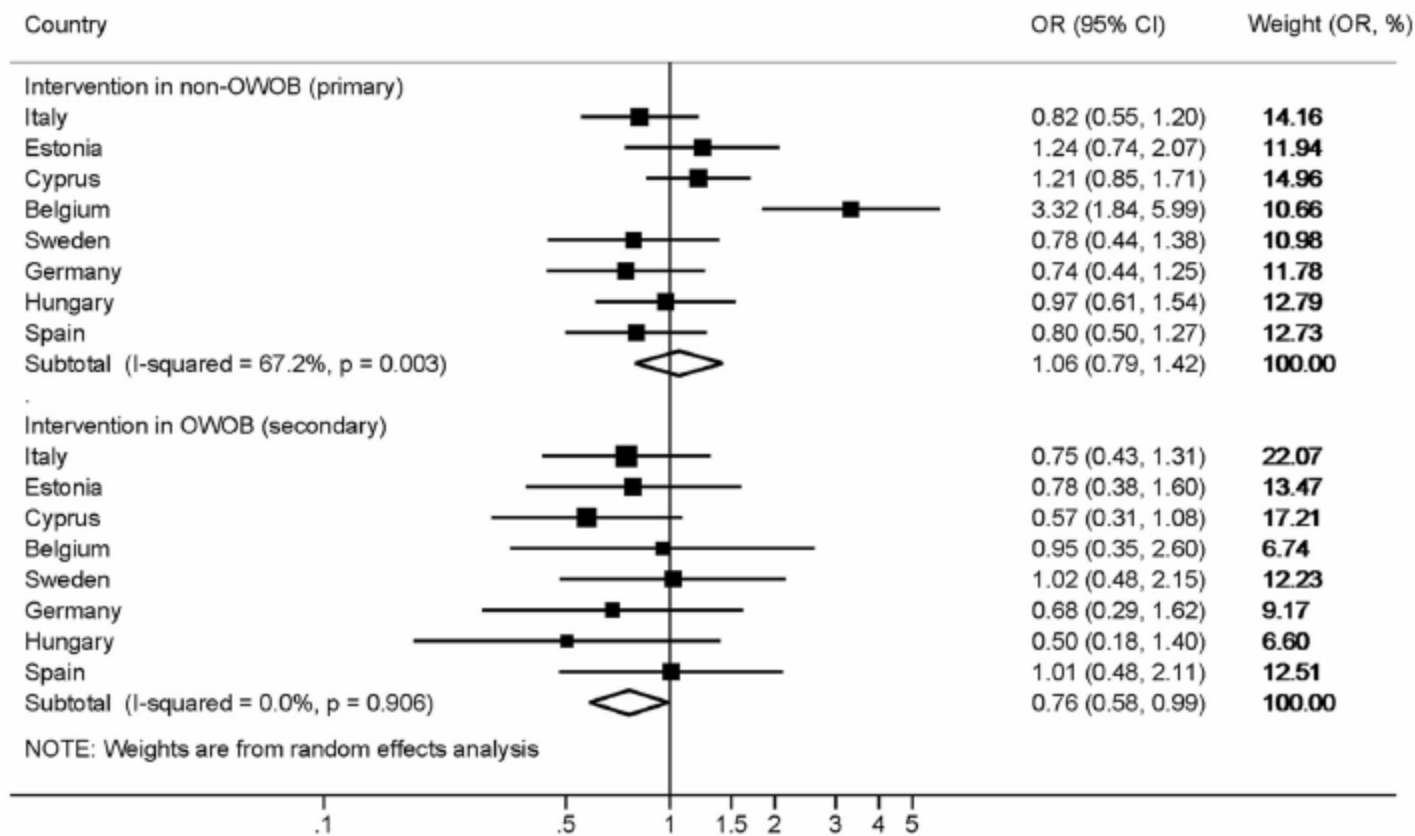
En los últimos años se han llevado a cabo numerosos programas de intervención no solo en Estados Unidos, sino también en Europa. A la hora de desarrollar estos programas, es importante tener en cuenta un determinado modelo psicológico, que permita considerar conjuntamente todos los aspectos que influyen en los cambios de comportamiento. Desde el punto de vista social, las intervenciones deben considerar varios niveles, que van desde el niño, la familia, el colegio y finalmente la comunidad en que viven. En general, las intervenciones más eficaces consideran ambas dimensiones del balance energético y algunas incorporan otros componentes, como puede ser el control del estrés

o el apoyo psicológico. Por ejemplo, en la intervención del estudio IDEFICS, los componentes fueron la alimentación, la actividad física y el control del estrés (45). El paso siguiente es la definición de los mensajes clave que se quieren transmitir y que, por lo tanto, serán los comportamientos que se pretenda modificar. En IDEFICS, los mensajes clave fueron: 1) aumentar el consumo de frutas y verduras y el consumo de agua; 2) aumentar la actividad física en las actividades de la vida diaria y disminuir el tiempo dedicado a ver la televisión; 3) favorecer que los niños pasen más tiempo con su familia, especialmente en las comidas y en el tiempo de ocio, cuando se hace actividad física, y garantizar una duración suficiente del sueño nocturno (45).

En general, los estudios de intervención para prevenir la obesidad infantil han tenido resultados modestos en cuanto a mejorar la composición corporal, aunque en casi todos se ha modificado de forma positiva alguno de los comportamientos que se pretendía modificar. Lo mismo ha ocurrido en el estudio IDEFICS (46). En este estudio, los cambios en la composición corporal han sido modestos; sin embargo, han sido diferentes entre algunos de los países. En Estonia, Hungría y Chipre el programa ha sido más eficaz desde el punto de vista de la disminución de la grasa corporal, que en otros como España, Italia, Alemania, Bélgica o Suecia. Ello es debido, probablemente, a que en aquellos países existen todavía pocas actividades relacionadas con la prevención de la obesidad infantil y si existen muchos, en los más desarrollados.

En el estudio IDEFICS, además del análisis del efecto de la intervención en el total de la muestra, se realizó el mismo análisis separando a los niños que inicialmente tenían sobrepeso u obesidad, de los que tenían un IMC normal. Se observó que en los niños con IMC normal al inicio de la intervención, la misma no tenía ningún efecto. Por el contrario, la intervención fue eficaz en aquellos que presentaban inicialmente sobrepeso u obesidad (47) (Figura 7). De esto se puede deducir que la intervención fue eficaz en aquellos niños susceptibles de presentar obesidad y, por lo tanto, estarían indicadas intervenciones que consideraran de manera prioritaria aquellos niños procedentes de familias con riesgo de desarrollar la enfermedad, lo cual se podría producir por la presencia de factores de susceptibilidad genética o por una exposición compartida a factores de riesgo ambiental.





**Figura 7.** Efecto de una intervención sobre alimentación, actividad física y control del stress, para la prevención de la obesidad, en niños de 2 a 10 años de 8 países europeos, en función de la presencia de peso normal (non-OWOB) o sobrepeso/obesidad (OWOB), al inicio de la intervención. Tomado de referencia 47.

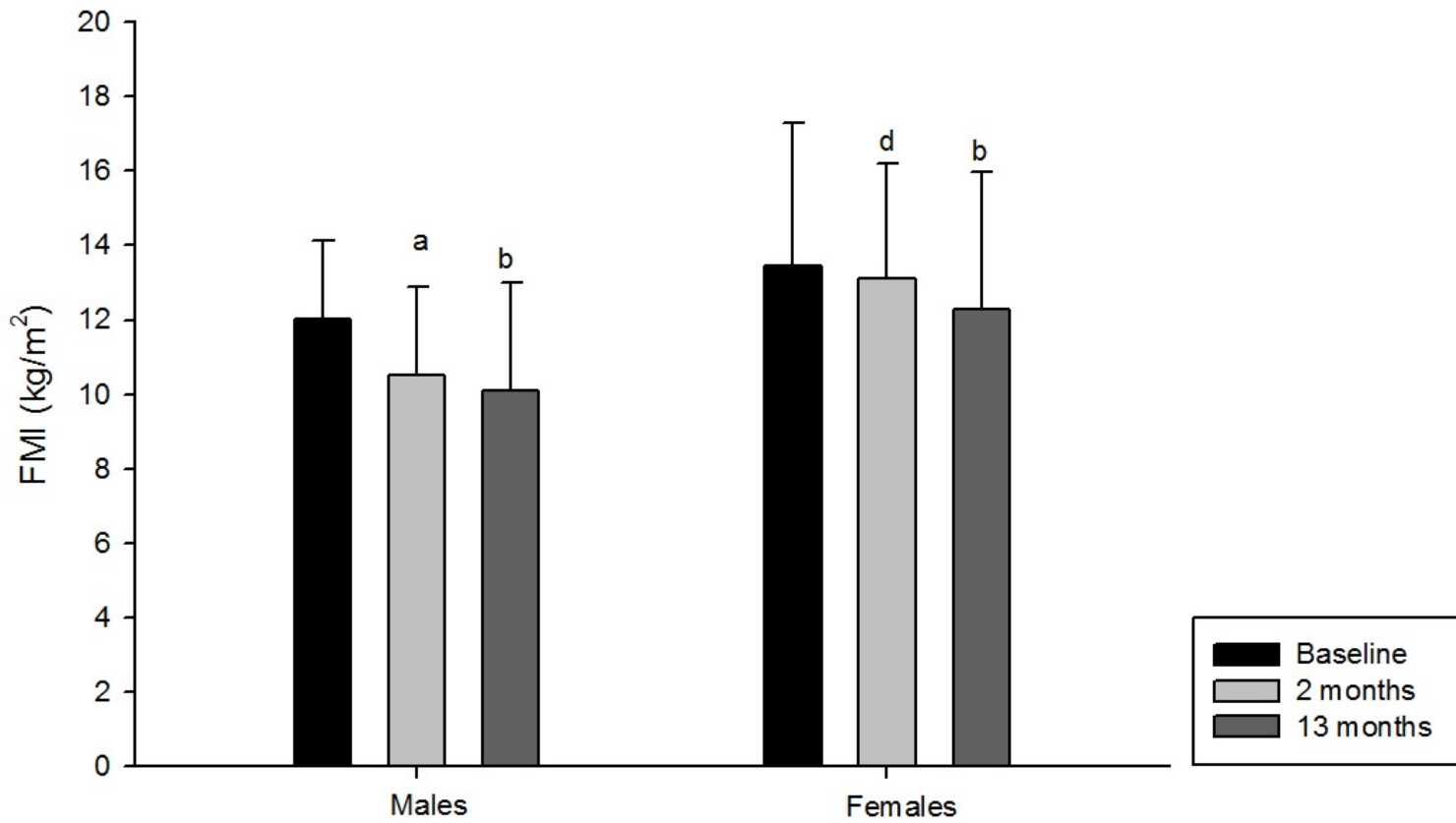
## **Tratar la obesidad infantil**

Idealmente, se debería intentar prevenir la aparición de la obesidad infantil. Sin embargo, hasta el momento actual no se ha conseguido hacer de manera lo suficientemente eficiente como para conseguir reducir el número de niños que acuden a las consultas de Pediatría, para ser tratados por este problema. Se acepta que el tratamiento de la obesidad infantil lo debe realizar un equipo multi-disciplinar, coordinado por un Pediatra. En el mismo deberían participar otros profesionales, como los de Enfermería, Nutrición, Educación Física, Psicología, etc. (48). El tratamiento debe incorporar una adaptación de la ingesta energética, de manera que se conserve el crecimiento longitudinal del niño y se produzca una estabilización o ligera disminución en el incremento de su IMC. En paralelo, se aumentará la práctica de actividad física, no solo en las actividades de la vida diaria, sino también realizando ejercicio de intensidad moderada/intensa, durante al menos una hora al día. Es importante que exista también un componente psicológico en el tratamiento, que apoye al niño en los cambios en sus hábitos de vida, de manera que sean mantenidos en el tiempo. Se propone también, con frecuencia, que el tratamiento sea en grupos de niños y/o familias, ya que estos programas suelen ser más eficaces (49).

A menudo, el efecto de la intervención se valora únicamente en aquellos niños que han completado el programa de tratamiento. Sin embargo, suele existir una proporción importante de los niños que empiezan los programas, que los abandonan antes de terminarlos. En los ensayos clínicos aleatorios, entre el 0 y el 42 % de los niños que empiezan el programa abandonan y lo hacen entre el 27 y el 73 % de los mismos, en los estudios no-aleatorios (50). En un programa de tratamiento en adolescentes (Estudio EVASYON), se observó que la tasa de abandono fue del 28.2 %. Se pudo valorar los determinantes comportamentales de dicho abandono y se observó que uno de los principales determinantes fue la inseguridad social, siendo este programa de tratamiento en grupos de niños y familias (50). Esto indica la necesidad de adaptar específicamente los programas a las características individuales de cada niño y, en este caso, hacer un tratamiento individual en aquellos adolescentes que presentan dicha inseguridad social.

En este mismo programa se valoró la eficacia del mismo teniendo en cuenta los cambios de distintos indicadores de la composición corporal, que son más adecuados para identificar la disminución de la masa grasa (51). En este caso se realizó un análisis “por

intención de tratar”, es decir, se incluyeron todos los adolescentes, independientemente de que hubieran acabado el programa o no. Se observó que el programa había sido eficaz incluso considerando aquellos adolescentes que no habían acabado el programa de tratamiento, en los cuales se estimó que su IMC al final sería el mismo que al inicio del programa (52). Se consiguió una disminución significativa del índice de masa grasa tanto valorado con antropometría (1.56 kg/m<sup>2</sup>), absorciometría de rayos X (1.91 kg/m<sup>2</sup>) y pletismografía por desplazamiento de aire (2.44 kg/m<sup>2</sup>) (52) (Figura 8).



**Figura 8.** Cambios en el índice de masa grasa (FMI) en adolescentes con sobrepeso, en un programa de tratamiento multi-disciplinar. Tomado de referencia 52.

## Comentarios finales

La obesidad infantil es una enfermedad que se presenta con una elevada prevalencia en nuestra sociedad. La investigación llevada a cabo en los últimos años ha contribuido a entender mejor sus causas para así intentar evitar su aparición. Este ha sido solo el comienzo de este camino, que necesita sin duda de mayores recursos y de equipos multi-disciplinares que colaboren para dar respuesta a este enorme desafío para la salud pública de todos los países, incluso los más desfavorecidos.

## Referencias

1. Maynard LM, Wisemandle W, Roche AF, Chumlea WC, Guo SS, Siervogel RM. Childhood body composition in relation to body mass index. *Pediatrics* 2001; 107: 344-350.
2. Sarría A, Moreno LA, García-Llop LA, Fleta J, Morellón MP, Bueno M. Body mass index, triceps skinfold and waist circumference in screening for adiposity in male children and adolescents. *Acta Paediatr* 2001; 90: 387-392.
3. Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, Goran MI, Gutin B, Fox KR, Peters DM, Barbeau P, De Simone M, Pietrobelli A. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int J Obes (Lond)* 2006; 30: 23-30.
4. Tresaco B, Moreno LA, Ruiz JR, Ortega FB, Bueno G, González-Gross M, Wärnberg J, Gutiérrez A, García-Fuentes M, Marcos A, Castillo MJ, Bueno M; the AVENA Study Group. Truncal and abdominal fat as determinants of high triglycerides and low HDL-cholesterol in adolescents. *Obesity (Silver Spring)* 2009; 17: 1086-1091.
5. Gracia-Marco L, Ortega FB, Jiménez-Pavón D, Rodríguez G, Castillo MJ, Vicente-Rodríguez G, Moreno LA. Adiposity and bone health in Spanish adolescents. The HELENA study. *Osteoporos Int* 2012; 23: 937-947.
6. González-Agüero A, Vicente-Rodríguez G, Gómez-Cabello A, Ara I, Moreno LA, Casajús JA. A 21-week bone deposition promoting exercise programme increases bone mass in young people with Down syndrome. *Dev Med Child Neurol* 2012; 54: 552-556.

7. Vicente-Rodríguez G, Rey-López JP, Mesana MI, Poortvliet E, Ortega FB, Polito A, Nagy E, Widhalm K, Sjöström M, Moreno LA; HELENA Study Group. Reliability and inter-method agreement for body fat assessment among two field and two laboratory methods in adolescents. *Obesity (Silver Spring)* 2012; 20: 221-228.
8. Nagy P, Kovacs E, Moreno LA, Veidebaum T, Tornaritis M, Kourides Y, Siani A, Lauria F, Sioen I, Claessens M, Mårild S, Lissner L, Bammann K, Intemann T, Buck C, Pigeot I, Ahrens W, Molnár D; IDEFICS consortium. Percentile reference values for anthropometric body composition indices in European children from the IDEFICS study. *Int J Obes (Lond)* 2014; 38 Suppl 2: S15-25.
9. Moreno LA, Mesana MI, González-Gross M, Gil CM, Ortega FB, Fleta J, Wärnberg J, León J, Marcos A, Bueno M. Body fat distribution reference standards in Spanish adolescents: the AVENA Study. *Int J Obes (Lond)* 2007; 31: 1798-1805.
10. PAIDOS' 84. Estudio epidemiológico sobre nutrición y obesidad infantil. Madrid: Jomagar; 1985.
11. Moreno LA, Mesana MI, Fleta J, Ruiz JR, González-Gross M, Sarría A, Marcos A, Bueno M; AVENA Study Group. Overweight, obesity and body fat composition in Spanish adolescents. The AVENA Study. *Ann Nutr Metab* 2005; 49: 71-76.
12. Ahrens W, Pigeot I, Pohlmann H, De Henauw S, Lissner L, Molnár D, Moreno LA, Tornaritis M, Veidebaum T, Siani A; IDEFICS consortium. Prevalence of overweight and obesity in European children below the age of 10. *Int J Obes (Lond)* 2014; 38 Suppl 2: S99-107.
13. Moreno LA. Obesity: Early severe obesity in children. *Nat Rev Endocrinol* 2018; 14: 194–196.
14. Cadenas-Sanchez C, Intemann T, Labayen I, Artero EG, Alvarez-Bueno C, Sanchis-Moysi J, Benito PJ, Beltran-Valls MR, Pérez-Bey A, Sánchez-delgado G, Palou P, Vicente-Rodríguez G, Moreno LA, Ortega FB, PREFIT project group. Prevalence of severe/morbid obesity and other weight status and anthropometric reference standards in Spanish preschool children: The PREFIT project. *Pediatr Res.* 2019; 10.1038/s41390-019-0325-8.
15. Eveleth PB, Tanner JM. World wide variation in human growth. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.

16. Moreno LA, Fleta J, Sarría A, Rodríguez G, Bueno M. Secular increases in body fat percentage in male children of Zaragoza, Spain, 1980-1995. *Prev Med* 2001; 33: 357–363.
17. Moreno LA, Sarría A, Fleta J, Marcos A, Bueno M. Secular trends in waist circumference in Spanish adolescents, 1995 to 2000-02. *Arch Dis Child* 2005; 90: 818–819.
18. González-Muniesa P, Martínez-González MA, Hu FB, Després J-P, Matsuzawa Y, Loos RJF, Moreno LA, Bray GA, Martínez JA. Obesity. *Nat Rev Dis Primers* 2017; 3: 17034.
19. Bradfield JP, Taal HR, Timpson NJ, Scherag A, Lecoecur C, Warrington NM, Hypponen E, Holst C, Valcarcel B, Thiering E, Salem RM, Schumacher FR, Cousminer DL, Sleiman PM, Zhao J, Berkowitz RI, Vimalaswaran KS, Jarick I, Pennell CE, Evans DM, St Pourcain B, Berry DJ, Mook-Kanamori DO, Hofman A, Rivadeneira F, Uitterlinden AG, van Duijn CM, van der Valk RJ, de Jongste JC, Postma DS, Boomsma DI, Gauderman WJ, Hassanein MT, Lindgren CM, Mägi R, Boreham CA, Neville CE, Moreno LA, Elliott P, Pouta A, Hartikainen AL, Li M, Raitakari O, Lehtimäki T, Eriksson JG, Palotie A, Dallongeville J, Das S, Deloukas P, McMahon G, Ring SM, Kemp JP, Buxton JL, Blakemore AI, Bustamante M, Guxens M, Hirschhorn JN, Gillman MW, Kreiner-Møller E, Bisgaard H, Gilliland FD, Heinrich J, Wheeler E, Barroso I, O'Rahilly S, Meirhaeghe A, Sørensen TI, Power C, Palmer LJ, Hinney A, Widen E, Farooqi IS, McCarthy MI, Froguel P, Meyre D, Hebebrand J, Jarvelin MR, Jaddoe VW, Smith GD, Hakonarson H, Grant SF; Early Growth Genetics Consortium. A genome-wide association meta-analysis identifies new childhood obesity loci. *Nat Genet* 2012; 44: 526-531.
20. Bokor S, Legry V, Meirhaeghe A, Ruiz JR, Mauro B, Widhalm K, Manios Y, Amouyel P, Moreno LA, Molnar D, Dallongeville J, HELENA Study group. Single-nucleotide polymorphism of CD36 locus and obesity in European adolescents. *Obesity (Silver Spring)* 2010; 18: 1398–1403.
21. Goumidi L, Grechez A, Dumont J, Cottel D, Kafatos A, Moreno LA, Molnar D, Moschonis G, Gottrand F, Huybrechts I, Dallongeville J, Amouyel P, Delaunay F, Meirhaeghe A. Impact of REV-ERB alpha gene polymorphisms on obesity phenotypes in adult and adolescent samples. *Int J Obes (Lond)* 2013; 37: 666–672.
22. Pascual-Gamarra JM, Salazar-Tortosa D, Martinez-Tellez B, Labayen I, Rupérez A, Censi L, Manios Y, Nova E, Gesteiro E, Moreno LA, Meirhaeghe A, Ruiz JR.

Association between UCP1, UCP2, and UCP3 gene polymorphisms with markers of adiposity in European adolescents: The HELENA study. *Pediatr Obes* 2019; 14: e12504.

23. Pigeyre M, Bokor S, Romon M, Gottrand F, Gilbert CC, Valtueña J, Gómez-Martínez S, Moreno LA, Amouyel P, Dallongeville J, Meirhaeghe A, HELENA Study group. Influence of maternal educational level on the association between the rs3809508 neuromedin B gene polymorphism and the risk of obesity in the HELENA study. *Int J Obes (Lond)* 2010; 34: 478–486.
24. Larqué E, Labayen I, Flodmark CE, Lissau I, Czernin S, Moreno LA, Pietrobelli A, Widhalm K. From conception to infancy - early risk factors for childhood obesity. *Nat Rev Endocrinol* 2019; 15: 456–478.
25. Labayen I, Moreno LA, Blay MG, Blay VA, Mesana MI, González-Gross M, Bueno G, Sarría A, Bueno M. Early programming of body composition and fat distribution in adolescents. *J Nutr* 2006; 136: 147-152.
26. Labayen I, Ruiz JR, Vicente-Rodríguez G, Turck D, Rodríguez G, Meirhaeghe A, Molnár D, Sjöström M, Castillo MJ, Gottrand F, Moreno LA; Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence (HELENA) Study Group. Early life programming of abdominal adiposity in adolescents: The HELENA Study. *Diabetes Care* 2009; 32: 2120-2122.
27. Verier C, Meirhaeghe A, Bokor S, Breidenassel C, Manios Y, Molnár D, Artero EG, Nova E, De Henauw S, Moreno LA, Amouyel P, Labayen I, Bevilacqua N, Turck D, Béghin L, Dallongeville J, Gottrand F; Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence (HELENA) Study Group. Breast-feeding modulates the influence of the peroxisome proliferator-activated receptor-gamma (PPARG2) Pro12Ala polymorphism on adiposity in adolescents: The Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence (HELENA) cross-sectional study. *Diabetes Care* 2010; 33: 190-196.
28. Tognon G, Hebestreit A, Lanfer A, Moreno LA, Pala V, Siani A, Tornaritis M, DeHenauw S, Veidebaum T, Molnár D, Ahrens W, Lissner L. Mediterranean diet, overweight and body composition in children from eight European countries: cross-sectional and prospective results from the IDEFICS study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2014; 24: 205-213.
29. Bel-Serrat S, Mouratidou T, Jiménez-Pavón D, Huybrechts I, Cuenca-García M, Mistura L, Gottrand F, González-Gross M, Dallongeville J, Kafatos A, Manios Y,



- Stehle P, Kersting M, De Henauw S, Castillo M, Hallstrom L, Molnár D, Widhalm K, Marcos A, Moreno L; HELENA study group. Is dairy consumption associated with low cardiovascular disease risk in European adolescents? Results from the HELENA Study. *Pediatr Obes* 2014; 9: 401-410.
30. Vanderhout SM, Aglipay M, Torabi N, Jüni P, da Costa BR, Birken CS, O'Connor DL, Thorpe KE, Maguire JL. Whole milk compared with reduced-fat milk and childhood overweight: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr* 2020; 111: 266-279.
31. Rupérez AI, Mesana MI, Moreno LA. Dietary sugars, metabolic effects and child health. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2019; 22: 206–216.
32. Moliner-Urdiales D, Ruiz JR, Ortega FB, Rey-Lopez JP, Vicente-Rodriguez G, España-Romero V, Munguía-Izquierdo D, Castillo MJ, Sjöström M, Moreno LA; HELENA Study Group. Association of objectively assessed physical activity with total and central body fat in Spanish adolescents; the HELENA Study. *Int J Obes (Lond)* 2009; 33: 1126-1135.
33. Martinez-Gomez D, Ruiz JR, Ortega FB, Veiga OL, Moliner-Urdiales D, Mauro B, Galfo M, Manios Y, Widhalm K, Béghin L, Moreno LA, Molnar D, Marcos A, Sjöström; HELENA Study Group. Recommended levels of physical activity to avoid an excess of body fat in European adolescents: the HELENA Study. *Am J Prev Med* 2010; 39: 203-211.
34. Ruiz JR, Labayen I, Ortega FB, Legry V, Moreno LA, Dallongeville J, Martínez-Gómez D, Bokor S, Manios Y, Ciarapica D, Gottrand F, De Henauw S, Molnár D, Sjöström M, Meirhaeghe A; HELENA Study Group. Attenuation of the effect of the FTO rs9939609 polymorphism on total and central body fat by physical activity in adolescents: the HELENA study. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2010; 164: 328-333.
35. Santaliestra-Pasías AM, Mouratidou T, Verbestel V, Bammann K, Molnar D, Sieri S, Siani A, Veidebaum T, Mårild S, Lissner L, Hadjigeorgiou C, Reisch L, De Bourdeaudhuij I, Moreno LA. Physical activity and sedentary behaviour in European children: the IDEFICS study. *Public Health Nutr* 2014; 17: 2295-2306.
36. Santaliestra-Pasías AM, Mouratidou T, Verbestel V, Huybrechts I, Gottrand F, Le Donne C, Cuenca-García M, Díaz LE, Kafatos A, Manios Y, Molnar D, Sjöström M, Widhalm K, De Bourdeaudhuij I, Moreno LA; Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence Cross-sectional Study Group. Food consumption and

- screen-based sedentary behaviors in European adolescents: the HELENA study. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2012; 166: 1010-1020.
37. Miguel-Berges ML, Santaliesra-Pasias AM, Mouratidou T, Androutsos O, de Craemer M, Pinket AS, Birnbaum J, Koletzko B, Iotova V, Usheva N, Kulaga Z, Gozdz M, Manios Y, Moreno LA; ToyBox-study group. Associations between food and beverage consumption and different types of sedentary behaviours in European preschoolers: the ToyBox-study. *Eur J Nutr* 2017; 56: 1939-1951.
  38. Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 2002; 360: 473-482.
  39. Tresaco B, Bueno G, Moreno LA, Garagorri JM, Bueno M. Insulin resistance and impaired glucose tolerance in obese children and adolescents. *J Physiol Biochem* 2003; 59: 217-223.
  40. Olza J, Gil-Campos M, Leis R, Bueno G, Aguilera CM, Valle M, Cañete R, Tojo R, Moreno LA, Gil A. Presence of the metabolic syndrome in obese children at prepubertal age. *Ann Nutr Metab* 2011; 58: 343-350.
  41. Ahrens W, Moreno LA, Mårild S, Molnár D, Siani A, De Henauw S, Böhm J, Günther K, Hadjigeorgiou C, Iacoviello L, Lissner L, Veidebaum T, Pohlabeln H, Pigeot I; IDEFICS consortium. Metabolic syndrome in young children: definitions and results of the IDEFICS study. *Int J Obes (Lond)* 2014; 38 Suppl 2: S4-14.
  42. Wärnberg J, Nova E, Moreno LA, Romeo J, Mesana MI, Ruiz JR, Ortega FB, Sjöström M, Bueno M, Marcos A, and the AVENA Study group. Inflammatory proteins are related to total and abdominal adiposity in a healthy adolescent population: the AVENA Study. *Am J Clin Nutr* 2006; 84: 505-512.
  43. González-Gil EM, Cadenas-Sanchez C, Santabárbara J, Bueno-Lozano G, Iglesia I, González-Gross M, Molnar D, Gottrand F, De Henauw S, Kafatos A, Widhalm K, Manios Y, Siani A, Amaro-Gahete F, Rupérez AI, Cañada D, Censi L, Kersting M, Dallongeville J, Marcos A, Ortega FB, Moreno LA, HELENA study group. Inflammation in metabolically healthy and metabolically abnormal adolescents: The HELENA study. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2018; 28: 77-83.
  44. Rupérez AI, Olza J, Gil-Campos M, Leis R, Bueno G, Aguilera CM, Gil A, Moreno LA. Cardiovascular risk biomarkers and metabolically unhealthy status in prepubertal children: Comparison of definitions. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2018; 28: 524-530.

45. De Henauw S, Verbestel V, Mårild S, Barba G, Bammann K, Eiben G, Hebestreit A, Iacoviello L, Gallois K, Konstabel K, Kovács E, Lissner L, Maes L, Molnár D, Moreno LA, Reisch L, Siani A, Tornaritis M, Williams G, Ahrens W, De Bourdeaudhuij I, Pigeot I; IDEFICS Consortium. The IDEFICS community-oriented intervention programme: a new model for childhood obesity prevention in Europe? *Int J Obes (Lond)* 2011; 35 Suppl 1: S16-23.
46. De Henauw S, Huybrechts I, De Bourdeaudhuij I, Bammann K, Barba G, Lissner L, Mårild S, Molnár D, Moreno LA, Pigeot I, Tornaritis M, Veidebaum T, Verbestel V, Ahrens W; IDEFICS consortium. Effects of a community-oriented obesity prevention programme on indicators of body fatness in preschool and primary school children. Main results from the IDEFICS study. *Obes Rev* 2015; 16 Suppl 2: 16-29.
47. Lissner L, De Bourdeaudhuij I, Konstabel K, Mårild S, Mehlig K, Molnár D, Moreno LA, Pigeot I, Siani A, Tornaritis M, Williams G; IDEFICS consortium. Differential outcome of the IDEFICS intervention in overweight versus non-overweight children: did we achieve 'primary' or 'secondary' prevention? *Obes Rev* 2015; 16 Suppl 2: 119-126.
48. De Miguel-Etayo P, Bueno G, Garagorri JM, Moreno LA. Interventions for treating obesity in children. *World Rev Nutr Diet* 2013; 108: 98-106.
49. Martinez-Gomez D, Gomez-Martinez S, Puertollano MA, Nova E, Warnberg J, Veiga OL, Marti A, Campoy C, Garagorri JM, Azcona C, Vaquero MP, Redondo-Figuero C, Delgado M, Martinez JA, Garcia-Fuentes M, Moreno LA, Marcos A, Study Group AT. Design and evaluation of a treatment programme for Spanish adolescents with overweight and obesity. The EVASYON Study. *BMC Public Health* 2009; 9: 414.
50. De Miguel-Etayo P, Muro C, Santabárbara J, López-Antón R, Morandé G, Martín-Matillas M, Azcona-San Julián MC, Martí A, Campoy C, Marcos A, Moreno LA, Garagorri JM; EVASYON Study Group. Behavioral predictors of attrition in adolescents participating in a multidisciplinary obesity treatment program: EVASYON study. *Int J Obes (Lond)* 2016; 40: 84-87.
51. De Miguel-Etayo P, Moreno LA, Santabárbara J, Martín-Matillas M, Piqueras MJ, Rocha-Silva D, Marti Del Moral A, Campoy C, Marcos A, Garagorri JM; EVASYON Study Group. Anthropometric indices to assess body-fat changes

during a multidisciplinary obesity treatment in adolescents: EVASYON Study. Clin Nutr 2015; 34: 523-528.

52. De Miguel-Etayo P, Moreno LA, Santabárbara J, Bueno G, Martín-Matillas M, Zapatera B, Azcona-San Julián C, Marti A, Campoy C, Marcos A, Garagorri JM. Body composition changes during a multidisciplinary programme in overweight adolescents: EVASYON Study. Nutr Hosp 2015; 32: 2525-2534.