

Premio sobre Nutrición Infantil 2005 Guillermo Arce y Ernesto Sánchez Villares

Dificultades de la estimación del gasto energético en la población infantil

M. ALONSO FRANCH, M^a.P. REDONDO DEL RÍO, J. TORRECILLA CAÑAS, M^a.J. CASTRO ALIJA, F. CONDE REDONDO, D. REDONDO MERINERO, M^a.J. MARTÍNEZ SOPENA

RESUMEN

Los autores presentan un estudio descriptivo, observacional, de tipo transversal, en el que se evalúa por 3 fórmulas (validadas) el gasto energético basal en una muestra representativa de más de 5.000 niños (de 0 a 18 años) de la Comunidad de Castilla y León. Tras ello se trata de concretar la ingesta dietética y la actividad física en un intento de concretar si existe desequilibrio entre ingesta y gasto energético total, que justifique la creciente prevalencia de sobrepeso y obesidad en nuestra comunidad.

JUSTIFICACIÓN

La obesidad es considerada en la actualidad como el trastorno nutricional más frecuente en la infancia y adolescencia. Supone un problema emergente en todas las sociedades desarrolladas y su prevalencia ha ido aumentando progresivamente en el curso de las últimas tres décadas, habiendo sido reconocida por la OMS como la epidemia del siglo XXI⁽¹⁾.

En EE.UU. la prevalencia de la obesidad ha pasado del 4% en 1963-65 al 13% en el año 1999 en los niños de 6-11 años, y del 5% en 1966-70 al 14% en 1999 en adolescentes de 12-19 años según los estudios NHANES I-III⁽²⁾.

A nivel general, los datos de la prevalencia en Europa provienen, en adultos, del estudio MONICA en el que se evidencia que la obesidad afectaba, entre 1983-1986, a un 15% de los varones y un 22% de las mujeres⁽³⁾. La mayoría de los estudios llevados a cabo en niños y adolescentes, de

carácter transversal, tienen metodologías y criterios de catalogación distintos, lo que hace difícil establecer una prevalencia global. En general la obesidad es más frecuente en el este y sur de Europa^(4,5).

En España, existen también estudios transversales en diferentes Comunidades Autónomas con datos bastante alarmantes. A nivel general, el estudio *en-Kid*, llevado a cabo entre 1998-2000⁽⁶⁾ sobre una muestra representativa de la población infanto-juvenil española con edades comprendidas entre 2 y 25 años, pone en evidencia que la obesidad afecta a un 13,9% y el sobrepeso, a un 26,3%. Ello supone un aumento llamativo desde 1984, en que fueron publicados los datos del estudio PAIDOS'84⁽⁷⁾, en el que la prevalencia de la obesidad en niños entre los 6 y 12 era del 4,9%.

Este mismo hecho es destacado en el estudio GALINUT realizado en Galicia entre 1979 y 2001^(8,9), en el que la media del índice de masa corporal (IMC) a los 10 años aumentó desde el 17,7 y 18,1 hasta el 19,9 y 19,7 kg/m² en niños y niñas, respectivamente.

La obesidad infantil presenta una importante comorbilidad. Desde alteraciones psicológicas, como la baja autoestima o los sentimientos de discriminación y depresión, hasta complicaciones médicas de distinta gravedad, como diabetes tipo 2 –que en algunas poblaciones infantiles ha sobrepasado en frecuencia a la diabetes tipo 1–, síndrome metabólico vascular con HTA y dislipemia, trastornos digestivos y hepáticos, alteraciones del desarrollo puberal, disminución de la capacidad pulmonar o patología osteoarticular⁽¹⁰⁻¹⁴⁾.

Uno de los problemas más importantes de la obesidad infantil es la posibilidad de que persista en la edad adulta.

Este hecho se ve influenciado principalmente por los antecedentes familiares y la edad de presentación. Los niños obesos menores de 3 años presentan bajo riesgo de obesidad en la edad adulta si sus padres no son obesos; pero, a medida que aumenta la edad de presentación, aumenta su fuerza como factor predictor de obesidad en edades posteriores, independientemente de que haya o no haya obesidad parental. También se ha observado que la presencia de obesidad en los padres duplica el riesgo de desarrollo de la misma en la edad adulta en los niños menores de 10 años, sean o no, sean obesos⁽¹⁵⁻¹⁶⁾.

La importancia de la obesidad radica en el hecho de que se asocie a una mayor morbi-mortalidad en la edad adulta, especialmente en individuos que eran obesos durante su adolescencia, incluso aunque durante su edad adulta hubieran perdido el sobrepeso.

En este contexto, la prevención de la obesidad desde edades tempranas se convierte en uno de los objetivos nutricionales principales en países ricos.

A la obesidad se llega por un desequilibrio entre la ingesta y el gasto de energía, existiendo claros factores de riesgo en los hábitos dietéticos y estilos de vida, que explican su progresiva instauración en las sociedades industrializadas. Evidentemente estas sociedades proceden de la selección genética de personas que resistieron a las grandes hambrunas que asolaron a los humanos desde la noche de los tiempos, individuos con genotipo "ahorrador" con mayor facilidad para la aposición grasa al trasladarse a la sociedad de la abundancia. Hasta el momento se han descrito más de 300 genes, marcadores y regiones cromosómicas relacionadas con la obesidad en humanos⁽¹⁷⁾, pero no son suficientes para explicar la emergencia de la obesidad. Por ello es importante dirigir las investigaciones hacia factores ambientales que lo justifiquen y que, además, puedan ser modificables, para evitar el riesgo.

En este sentido, tanto la OMS como las organizaciones sanitarias europeas y españolas, así como asociaciones científicas, están poniendo todo su énfasis en el análisis de los dos factores de riesgo más importantes: la dieta y la actividad física. Precisamente por la importancia que estos factores, modificables pueden tener en la prevención del sobrepeso y la obesidad, recientemente el Ministerio de Sanidad y Consumo ha publicado en el BOE del 22 enero 2004, las directrices generales para la elaboración de un Plan Inte-

gral de Obesidad, Nutrición y Actividad Física⁽¹⁸⁾. Dentro del mismo, los datos aportados por este trabajo pueden ser importantes para conocer la situación actual de los niños de Castilla y León, y establecer las bases de unas recomendaciones acordes a la misma.

INTRODUCCIÓN

Definición de obesidad

La obesidad, definida como un balance energético positivo, se caracteriza por un acúmulo de dicha energía en forma de tejido adiposo, por lo que el diagnóstico de la misma debe basarse en la medición de la grasa corporal (masa grasa o MG). Aunque existen distintos métodos y técnicas para medir dicho compartimento, en la práctica, la mayoría de los estudios de base poblacional utilizan el índice de masa corporal (IMC) o índice de Quetelec [peso (kg)/talla² (metros)] para catalogar el sobrepeso y la obesidad, ya que está demostrada una alta correlación entre este índice y la cantidad de grasa corporal medida por métodos más exactos.

El primer problema radica en establecer un punto de corte para el IMC con el objetivo de definir la prevalencia del sobrepeso y de la obesidad.

- En EE.UU. se utiliza el percentil 95 del IMC para definir la obesidad y el percentil 85 (intervalo 85-95) para el sobrepeso.
- En Europa y Asia hay autores que utilizan el percentil 97 para definir la obesidad.
- En 1996 la OMS definió la obesidad en adultos para valores del IMC ≤ 30 kg/m², y el sobrepeso para valores del IMC ≥ 25 kg/m² y, además, aconseja utilizar otro indicador adicional de adiposidad corporal como la medida del pliegue tricipital por encima de dos desviaciones estándar.
- Basándose en este criterio, Cole et al. proponen la utilización del percentil que corresponde con un valor para el IMC = 30 para la obesidad y con el valor del IMC = 25 para sobrepeso en las edades entre los 18 y 25 años.

La SEEDO (Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad) en su consenso 2000⁽¹⁹⁾ actualizó una nueva clasificación de los grados de sobrepeso y obesidad en adultos en función del IMC (Tabla I).

TABLA I. CLASIFICACIÓN DEL SOBREPESO Y LA OBESIDAD EN FUNCIÓN DEL IMC. SEEDO ⁽¹⁹⁾

Tipificación	IMC
Peso insuficiente	≤ 18,4
Normopeso	18,5 - 24,9
Sobrepeso grado I	25,0 - 26,9
Sobrepeso grado II (preobesidad)	27,0 - 29,9
Obesidad de tipo I	30,0 - 34,9
Obesidad de tipo II	35,0 - 39,9
Obesidad de tipo III (mórbida)	40,0 - 49,9
Obesidad de tipo IV (extrema)	≥ 50,0

Con los resultados obtenidos del estudio *enKid*, el grupo colaborativo, compuesto por la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria, la Sociedad Española para Estudio de la Obesidad y la Asociación Española de Pediatras, ha elaborado unas gráficas y tablas actuales con los percentiles del índice de masa corporal (IMC) para la población infanto-juvenil española de los 2 a los 25 años que son de gran utilidad para la tipificación ponderal pediátrica actual⁽²⁰⁾.

El segundo problema se plantea con los valores de referencia a utilizar. La OMS recomendó la utilización preferente de las curvas elaboradas con los datos del NHANES I y II en el que se tabulan 43.774 sujetos de 1 a 74 años durante los años 1963-65 y 1970-74⁽²¹⁾ y, más recientemente, las de Cole, con datos procedentes de diferentes países. En Europa se utilizaron sobre todo las tablas elaboradas por Tanner en 1975, en población infantil británica⁽²²⁾. Finalmente, en España se usan desde 1988 las de la Fundación Orbegozo, publicadas por M. Hernández⁽²³⁾. Los cambios habidos en los hábitos higiénico-dietéticos condicionaron que, por el fenómeno de la aceleración secular de la talla, estas tablas se hayan ido quedando obsoletas.

Por otra parte, la valoración de la obesidad en el niño y adolescente es más difícil que en el adulto ya que, durante el crecimiento se producen profundos cambios que afectan el ritmo del acúmulo de grasa y alteran las relaciones peso/talla.

La obesidad infantil repercute gravemente sobre la salud del niño, interfiere con el crecimiento, ritmo madurativo y equilibrio endocrino y, lo que es más problemático, supone un importante factor de riesgo para perpetuarse en la edad adulta facilitando la aparición de otros procesos patológicos causantes del aumento de la morbi-mortalidad.

La mejor manera de enfrentarse a este problema es incrementar los recursos y los programas de investigación destinados a conocer la etiología de la obesidad y a definir los factores responsables del aumento de su incidencia para poder establecer las acciones preventivas necesarias para controlar el problema.

Balance energético

El balance energético corporal es la situación resultante entre el ingreso y gasto de energía. Un exceso de ingreso respecto al gasto dará lugar a un balance energético positivo con el consiguiente aumento de la masa corporal, que es lo que ocurre durante el crecimiento o la obesidad, mientras que el predominio del gasto sobre el ingreso produciría la disminución de la masa corporal, lo cual sucede durante los estados de malnutrición.

La energía, en términos de nutrición, tiene como unidad de medida habitual la kilocaloría (kcal o Cal), aunque debería adecuarse al Sistema Internacional de Medidas en el cual la unidad de medida es el julio (J), o el kilojulio (kJ) –de menor magnitud–. La conversión de kcal a kJ es la siguiente: 1 kcal = 4,184 kJ.

Ingreso energético

El aporte de energía^(24,25,26) se lleva a cabo, en condiciones normales, por la ingesta de alimentos. La **energía bruta** de los alimentos puede ser determinada mediante una bomba calorimétrica que cuantifica la energía liberada en forma de calor de la combustión de dicho alimento.

Pero parte de esta energía bruta no es utilizada por el cuerpo humano. La primera pérdida de energía se produce a nivel intestinal, pues hay componentes nutritivos, como la fibra, que no pueden ser digeridos y se expulsan por las heces, y otros que son utilizados por la propia flora intestinal. Esta energía representada por los nutrientes absorbidos, se denomina **energía digerible**, y corresponde al 91-99% de la energía bruta.

La segunda pérdida se produce a nivel urinario en forma de urea, producto final de la degradación de las proteínas y que aún contiene una energía considerable en sus enlaces (1,2 kcal/g); a la energía resultante se la denomina **energía metabolizable**.

Para valorar de forma sencilla la energía metabolizable se utilizan los cálculos desarrollados por Atwater expresados en kcal por gramo de cada uno de los macronutrientes:

TABLA II. FÓRMULA DE HARRIS Y BENEDICT PARA EL CÁLCULO DEL GEB O GER⁽²⁷⁾

Ecuación GER (kcal/día)	
Hombres	$66,47 + 13,75 * \text{peso (kg)} + 5 * \text{altura (cm)} - 6,75 * \text{edad (años)}$
Mujeres	$655,0 + 9,56 * \text{peso (kg)} + 1,85 * \text{altura (cm)} - 4,7 * \text{edad (años)}$

- 9 kcal/g para las grasas.
- 4 kcal/g para proteínas e hidratos de carbono.
- 7 kcal/g para el alcohol.

Éste es un valor medio, pues hay que matizar que el valor calórico es distinto para según sean monosacáridos o polisacáridos los carbohidratos, según la longitud de la cadena de ácidos grasos en las grasas o según la cantidad de proteína por gramo de nitrógeno. Asimismo, también puede variar en dependencia con la digestibilidad o biodisponibilidad del alimento. En la práctica esto no supone un problema, puesto que, generalmente, estos aspectos ya están contemplados en las tablas de composición de alimentos.

Gasto energético

La energía contenida en los nutrientes no puede ser utilizada directamente, por lo que debe sufrir una serie de reacciones químicas en las cuales se disipa parte de esta energía en forma de calor (aproximadamente el 40%) mientras el resto de energía se almacena en los enlaces fosfato de las moléculas de ATP.

La eficacia con la que la energía metabolizable se transforma en ATP es generalmente constante; así, para la glucosa y la grasa es del 62-68%, mientras que para la proteína es del 53-56%. De manera que en una dieta equilibrada (50% de hidratos de carbono, 35% de grasas y 15% de proteínas) se necesitan 18,9 kcal de energía metabolizable para producir un mol de ATP.

La energía que se obtiene de los alimentos se destina a cubrir los distintos componentes del gasto energético:

- **Metabolismo basal:** es la energía necesaria para mantener las funciones fisiológicas esenciales. Se denomina también gasto energético en reposo (GER) y generalmente es constante y característico para cada individuo, no modificándose salvo por alteración patológica del mismo.

TABLA III. FACTORES DE ACTIVIDAD. DATOS BASADOS EN DURNIN Y PASSMORE Y OMS⁽²⁾

	Reposo	Muy ligera	Ligera	Moderada	Intensa
F. actividad	1,0	1,5	2,5	5,0	7,0

- **Gasto energético por actividad física:** es el destinado a la contracción muscular, siendo sin duda el componente con más variabilidad y sobre el que es más fácil actuar.
- **Efecto térmico de los alimentos (ETA):** comprende la energía necesaria para la utilización digestiva y metabolismo de los nutrientes.

Métodos de estimación del gasto energético

En la práctica es posible determinar el gasto energético de un individuo incluso con mayor precisión que su correspondiente ingesta energética. Hasta hace poco tiempo la técnica más exacta para la determinación del gasto energético total era la **calorimetría**, ya fuera directa o indirecta. Actualmente otras técnicas, como el **agua doblemente marcada** y el método de **dilución** de bicarbonato, han demostrado ser tan buenas o mejores que la calorimetría. Pero estos métodos de determinación son muy laboriosos, caros y no están disponibles en la práctica clínica actual, en la que lo más frecuente es la utilización de ecuaciones de predicción, que permiten estimaciones suficientemente precisas del gasto, basadas y validadas con los métodos anteriormente descritos.

Se han desarrollado diversas ecuaciones para calcular el GER o GEB (gasto energético basal), entre las cuales las más utilizada actualmente en adultos sigue siendo las propuestas por **Harris y Benedict** en 1919⁽²⁷⁾, obtenidas a partir de los resultados calorimétricos de una serie de individuos sanos de distinto sexo y edad (Tabla II). Estas ecuaciones sólo son útiles en individuos sanos y para personas de más de 18 años.

Para calcular el gasto energético total (GET), se multiplica el GER por un **factor de actividad**. El factor de actividad^(2,3) puede ser calculado a partir de tablas sencillas en las que se aplica un factor dependiendo de la actividad física diaria total aproximada (Tabla III). O bien a través de hallar la media de los distintos coeficientes de actividad calculados para cada una de las actividades realizadas a lo largo del día (comer, caminar, jugar al fútbol, fregar, etc.).

TABLA IV. FACTORES DE AGRESIÓN

	Politrauma	Sepsis	Gran quemado	Cirugía programada
F. agresión	1,35	1,6	2,1	1,2

TABLA V. ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DEL GEB SEGÚN LA OMS/FAO/ONU (GINEBRA, 1989)⁽²⁹⁾

	Ecuación GER (kcal/día)	R	DE
Hombres			
0-3	60,9 x P - 54	0,97	53
3-10	22,7 x P + 495	0,86	62
10-18	17,5 x P + 651	0,90	100
18-30	15,3 x P + 679	0,65	151
30-60	11,6 x P + 879	0,60	164
> 60	13,5 x P + 487	0,79	148
Mujeres			
0-3	61,0 x P - 51	0,97	61
3-10	22,5 x P + 499	0,85	63
10-18	12,2 x P + 746	0,75	117
18-30	14,7 x P + 496	0,72	121
30-60	8,7 x P + 829	0,7	108
> 60	10,5 x P + 596	0,74	108

R: coeficiente de correlación de valores de metabolismo basal; CE: desviación estándar; P: peso corporal en kg.

En los pacientes enfermos el GET está aumentado por hallarse sometidos a un grado variable estrés dependiendo de la patología de la que estén afectados, y que conlleva un consumo extra de energía. Por ello, para calcular el GET en diversas patologías, habrá que multiplicar el GEB, calculado por la ecuación, por el factor de actividad y por el factor de agresión⁽²⁸⁾, que viene reseñado en distintas tablas (Tabla IV).

En 1985 la OMS propuso unas ecuaciones⁽²⁹⁾ basadas en la calorimetría indirecta de circuito abierto para calcular el GER en función del sexo, edad y peso. Estas ecuaciones fueron revisadas, modificadas y aceptadas en 1989 por la OMS, Organización de Naciones Unidas y la Organización del Alimento y la Agricultura (OMS/ONU/FAO) (Tabla V).

Otras ecuaciones para calcular el GER son las propuestas por Schöfield⁽³⁰⁾ al Comité de Nutrición de la OMS/ONU/FAO en 1985 en función del sexo, edad, peso

TABLA VI. ECUACIONES DE SCHÖFIELD⁽³⁰⁾ PARA EL CÁLCULO DEL GER DE NIÑOS/NIÑAS

	Ecuación GER (kcal/día)
Niños	
0-3	0,1673 x P + 15,174 x T - 617,6
3-10	16,969 x P + 1,618 x T + 371,2
10-18	16,252 x P + 1,372 x T + 515,2
Niñas	
0-3	16,252 x P + 10,232 x T - 413,5
3-10	16,969 x P + 1,618 x T + 371,2
10-18	8,365 x P + 4,656 x T + 200

P: peso corporal en kg; T: talla en cm.

TABLA VII. ECUACIONES DE KUCZMARSKI PARA CALCULAR EL GEB⁽³¹⁾

Ecuaciones del GEB (kcal/día)

Hombre	68-43,3 * edad (años) + 712 * altura (m) + 19,2 * peso (kg)
Mujer	189-17,6 * edad (años) + 625 * altura (m) + 7,9 * peso (kg)

y talla (Tabla VI). Estas ecuaciones también se basan en un estudio por calorimetría indirecta.

Actualmente han aparecido nuevas ecuaciones elaboradas por Kuczmarski et al.⁽³¹⁾ para calcular el GEB en niños de ambos sexos entre los 3 y los 18 años (Tabla VII).

Estas nuevas ecuaciones se han obtenido en base a un estudio del gasto realizado mediante técnicas de dilución isotópica con agua doblemente marcada.

Como ya se dijo anteriormente, tras el cálculo del GER, éste se multiplica por el factor de actividad (y factor de agresión en caso necesario) para calcular el metabolismo. Todas estas ecuaciones están validadas para la población infantil y, al igual que en los adultos, sirven para el cálculo del GET.

Otros métodos existentes para calcular el metabolismo basal son la determinación de la superficie corporal (mediante nomogramas o fórmulas) y multiplicarla por el valor correspondiente según el sexo y la edad en las tablas de metabolismo basal en kcal/m²/hora, después se multiplica por 24 para obtener el gasto basal en un día⁽³²⁾.

Calorimetría. La determinación del GER mediante calorimetría es más exacta y precisa que a través de ecuaciones de predicción, pero es una técnica cara, que requiere personal entrenado y unas condiciones difíciles de aplicar en

TABLA VIII. VALORES CONSTANTES OBTENIDOS DE LA OXIDACIÓN DE LOS NUTRIENTES

	Consumo O ₂ (mL/g)	Producción CO ₂ (mL/g)	CR	Energía meta- bolizable (kcal/g)	Kcal/L O ₂ consumido	Kcal/L CO ₂ producido
Almidón	829	829	1,000	4,18	5,047	5,05
Glucosa	746	742	0,995	3,68	4,930	4,96
Lípidos	2.019	1.427	0,707	9,46	4,686	6,63
Proteínas	966	774	0,806	4,31	4,467	5,57
Alcohol	1.429	966	0,663	7,10	4,970	7,35

estudios de base poblacional. Se basan en el principio de que la energía utilizada para el trabajo celular finalmente se acaba convirtiendo en energía térmica, y de ahí que con la determinación de la cantidad de calor producida por el cuerpo podamos estimar el gasto energético.

La **calorimetría directa** consiste en introducir a un individuo en una cámara hermética aislada donde permanecerá durante un mínimo de 6-8 horas, y en la cual se registra el calor perdido por radiación, conducción, convección y evaporación. Esta técnica no está influenciada por los procesos metabólicos y por tanto es la técnica más precisa para la medición del gasto total (la cámara de Atwater tiene una exactitud del 0,1%), por lo que es utilizada para la validación de otros métodos de medición. Como inconvenientes cuenta que es una técnica muy laboriosa y compleja, que necesita una complicada infraestructura y un gran coste económico, además de realizarse en un ambiente artificial, y que es incapaz de cuantificar los distintos componentes del gasto. Por todo ello su utilización está relegada al campo de la investigación.

La **calorimetría indirecta** se basa en la teoría de que la energía química que se obtiene de la oxidación de un sustrato es proporcional al consumo de oxígeno y la liberación de dióxido de carbono, entendiendo el proceso de la nutrición como una combustión.

La cantidad de oxígeno consumido por la oxidación de un determinado macronutriente (VO₂), el CO₂ producido (VCO₂), el cociente respiratorio (CR) o relación del CO₂ producido respecto al O₂ consumido (CO₂/O₂), la energía metabolizable (cantidad de kilocalorías que se producen de la combustión de 1 gramo de un determinado nutriente), y el equivalente calórico del O₂ y del CO₂ (cantidad de kilocalorías que se producen por la combustión de un determinado nutriente con el consiguiente consumo o producción de 1 litro

de O₂ o CO₂, respectivamente) son de forma relativa constantes, para cada uno de los macronutrientes (Tabla VIII).

Por ejemplo: si sólo se oxidara almidón, midiendo el oxígeno consumido durante un tiempo determinado y multiplicándolo por 5,047, podríamos calcular el gasto energético realizado en ese tiempo. Lo mismo ocurriría si solamente se oxidaran grasas o proteínas, aunque en esos casos deberíamos multiplicar el oxígeno consumido por 4,686 y 4,467, respectivamente. En la práctica clínica se multiplica por un factor medio (4,83 kcal/L) conocido como equivalente calórico medio del oxígeno, que es una media ponderada de la oxidación de los macronutrientes bajo la premisa de que la mezcla de nutrientes oxidados es semejante a la mezcla de la dieta habitual (10-15% de proteínas, 50-60% de hidratos de carbono; y 30-40% de lípidos). Utilizando el equivalente medio del oxígeno el error que se puede cometer es de $\pm 2\%$.

El mismo cálculo explicado para el oxígeno podría utilizarse para la producción de CO₂, y en este caso el equivalente medio sería 5,76 kcal/L. Pero en este caso el error que se puede cometer es mucho mayor, de aproximadamente $\pm 10\%$.

En el caso de las proteínas, estas reglas no se cumplen totalmente pues, durante la oxidación, la fracción nitrogenada no se oxida totalmente y parte es eliminada en forma de nitrógeno ureico (N), todavía energético. El N corresponde aproximadamente al 16% del *pool* teórico de proteínas, y se admite que la pérdida de 1 gramo de nitrógeno ureico corresponde a la energía producida por la oxidación de 6,25 gramos de proteína. En la práctica clínica hay diversas fórmulas para calcular más fácilmente el gasto energético (GE):

- Weir:
GE (kcal) = 3,926 VO₂ (L) + 1,102 VCO₂ (L) - 2,17 N (g)
- Consolazio:
GE (kcal) = 5,780 VO₂ (L) + 1,160 VCO₂ (L) - 2,98 N (g)

- Jequier:

$$GE \text{ (kcal)} = 16,40 \text{ VO}_2 \text{ (L)} + 4,500 \text{ VCO}_2 \text{ (L)} - 3,40 \text{ N (g)}$$

Incluso si no se determina la producción de N y éste se supone en torno al 15% se pueden utilizar las siguientes fórmulas adaptadas:

- Weir: $GE \text{ (kcal)} = 3,90 \text{ VO}_2 \text{ (L)} + 1,10 \text{ VCO}_2 \text{ (L)}$

- Consolazio: $GE \text{ (kcal)} = 3,71 \text{ VO}_2 \text{ (L)} + 1,14 \text{ VCO}_2 \text{ (L)}$

Tal y como se explica en los párrafos anteriores, el valor del CR cuando se oxidan sólo hidratos de carbono es de 1, mientras que si sólo se oxidan lípidos es de 0,707, estando entre ambos el CR de las proteínas. Así que, de forma intuitiva, cuanto más cercano esté el CR de 1 mayor será la cantidad de hidratos de carbono oxidados y mayor la cantidad de grasas oxidadas si el CR se acerca a 0,7.

Conociendo el consumo de O₂, la producción de CO₂ y la excreción urinaria de nitrógeno, se puede estimar la cantidad de glucosa, proteínas y lípidos oxidados por el organismo. Primero es necesario escribir la estequiometría de las tres reacciones de oxidación:

- 1 g glucosa (G) + 0,746L O₂ - 0,742L CO₂ + 0,60 g H₂O (ecuación 1).

- 1 g lípido (Lip) + 2,019L O₂ - 1,427L CO₂ + 1,09 g H₂O (ecuación 2).

- 1 g proteína (P) + 0,996L O₂ - 0,774L CO₂ + 0,45 g H₂O (ecuación 3).

A su vez, sabemos que la proteína oxidada también puede estimarse a través de la eliminación de nitrógeno, siendo la excreción urinaria de nitrógeno el mecanismo predominante (90%), aunque en insuficiencia renal las pérdidas gastrointestinales y cutáneas podrían llegar a ser importantes.

- Proteínas = 6,25 * N (ecuación 4).

Y, resolviendo este sistema de 4 ecuaciones, llegamos a:

- $G = 4,706 \text{ VCO}_2 - 3,340 \text{ VO}_2 - 2,714 \text{ N}$ (ecuación 5).

- $Lip = 1,768 \text{ VO}_2 - 1,778 \text{ VCO}_2 - 2,021 \text{ N}$ (ecuación 6).

Es muy importante la correcta cuantificación de N y VCO₂, pues un error del 100% en la medición de N da lugar a error del 100% en la estimación de proteínas oxidadas, mientras que un error del 20% sobre el VCO₂ conlleva un error del 50-100% en la estimación de la oxidación de hidratos de carbono y lípidos. Por ello se sugiere que la medida de N se debe realizar, como mínimo, con la recogida de la orina de 24 horas.

Hay una serie de situaciones que requieren especial atención a la hora de interpretar los resultados:

1. **Lipogénesis:** la conversión de glucosa en lípidos da lugar a la formación de O₂, pero esto no ocurre en vivo porque se realiza simultáneamente con la oxidación de la glucosa. Aun así, un CR mayor de 1 (el CR de la lipogénesis pura es de 5,6) refleja un estado de lipogénesis. En ese caso, la ecuación 5 sobreestima la oxidación de glucosa, por lo que debe usarse la siguiente:

- $G = 1,34 * (\text{VCO}_2 - 4,88 \text{ N})$ (ecuación 7).

2. **Gluconeogénesis:** por cada gramo de glucosa formado a partir de alanina se oxida 0,1 g de palmitato, pero la neoglucogénesis, por sí misma, sólo produce CO₂ sin consumo de O₂. En estos casos, con las fórmulas habituales nos encontraremos con una importante sobreestimación de la oxidación de proteínas e infraestimación de la oxidación de glucosa y lípidos.

3. **Cetogénesis:** si los cuerpos cetónicos son posteriormente oxidados, el CR será idéntico al del ácido graso precursor pero, si son excretados por la orina o por la respiración, el CR puede ser menor de 0,7.

Estudio isotópico del GER. Actualmente la técnica de referencia en los estudios del gasto energético es la dilución isotópica. La variedad más utilizada consiste en la administración por vía oral de una dosis conocida de agua doblemente marcada con dos isótopos estables y no radiactivos: ²H (deuterio), y ¹⁸O. Tras la combustión, el deuterio se distribuye únicamente en el componente acuoso y es eliminado por la orina, mientras que el ¹⁸O se encuentra tanto en el agua como en el CO₂ producido, el cual se eliminará con la respiración. Con las medidas diarias de la eliminación de ambos isótopos y de su diferencia (o, lo que es lo mismo, el área comprendida entre las curvas gráficas que representan la eliminación de ambos isótopos) podemos conocer la producción de CO₂ total, utilizándolo después en las fórmulas comentadas para la calorimetría directa. Esta técnica tiene una precisión de un ± 4% comparándola con los resultados por calorimetría indirecta; ello se debe a dos fuentes de error. La primera son las pérdidas fraccionadas de agua (respiratorias, cutáneas), que no pueden ser recogidas. Y la segunda fuente de error es que con esta técnica se estima la producción de CO₂ pero no el consumo de O₂, por lo que el CR medio debe ser calculado a través del CR de la dieta, con lo que se pueden cometer errores en la evaluación de la dieta del individuo o al equiparar el CR de la dieta al del metabolismo del individuo en situaciones no fisiológicas (dietas restrictivas, enfermedades, embarazo, etc.).

Como ventajas cuenta con que es un método no cruento, que puede llevarse a cabo en cualquier actividad o situación fisiológica o patológica, que se puede realizar durante prolongados periodos de tiempo (1-3 semanas) y la posibilidad de determinar simultáneamente la composición corporal. Como inconvenientes están su elevado coste y baja accesibilidad, y la imposibilidad de determinar los distintos componentes del gasto energético y la variabilidad diaria del gasto.

Otras técnicas dilucionales emplean el bicarbonato. El método consiste en la infusión de **bicarbonato marcado** por vía intravenosa o por sonda nasogástrica, y las mediciones del enriquecimiento isotópico se pueden realizar en aliento, orina o sangre. El bicarbonato alcanza un rápido equilibrio dentro del organismo con el CO₂, de manera que el grado de dilución del isótopo depende de la rapidez de producción de CO₂; de manera que, midiendo las variaciones en la dilución del isótopo, podemos conocer la tasa de producción de CO₂. Las fuentes de error son las mismas que para la técnica del agua doblemente marcada. Con esta técnica los intervalos de tiempo pueden ser más cortos (1-3 días) que para la técnica anterior.

En ocasiones se utiliza el **método de registro de la frecuencia cardiaca**⁽³²⁾ para realizar las estimaciones del gasto. La técnica se basa en el hecho de que la frecuencia cardiaca aumenta con la actividad física y, por tanto, se relaciona con el consumo de oxígeno. Para la utilización de este método es necesario determinar simultáneamente en cada uno de los individuos la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno mediante calorimetría indirecta, tanto en reposo como durante la actividad física, y así establecer una recta de regresión entre ambas. El principal problema radica en que, a bajas frecuencias cardiacas, se pierde la relación lineal con el consumo de oxígeno. Por ello lo más frecuentemente utilizado es el método Flex, que consiste en establecer un punto de inflexión por debajo del cual se pierde la correlación; a partir de él se calcula el gasto energético total igual al gasto basal durante el sueño y como el gasto basal * 1,35 en los periodos de vigilia. Como ventajas cuenta con su bajo coste, su sencillez y la posibilidad de determinar el gasto energético total en condiciones reales, incluso durante periodos de actividad física. Sus inconvenientes son la necesidad de calibraciones individuales, que los cambios de temperatura, humedad y sudo-

ración, pueden alterar las relaciones, y el hecho de que existen situaciones capaces de aumentar la frecuencia sin incrementar el consumo de oxígeno (emociones, consumo de estimulantes, etc.).

Componentes del gasto energético total

Metabolismo basal

Puede definirse como la energía necesaria para que el organismo mantenga las funciones fisiológicas esenciales. Es la parte más importante del gasto energético total, llegando a suponer el 60-70%.

El GEB es relativamente constante en cada individuo, y por tanto, una desviación en él puede considerarse una alteración en la fisiología del organismo. Solamente en este caso estaría indicada la intervención médica para su modificación.

Los órganos que más contribuyen al GEB por orden descendente son el corazón, riñones, hígado y sistema nervioso. Estos órganos que sólo suponen el 5% del peso corporal total, comportan el 61% del metabolismo basal. El siguiente órgano que contribuye al GEB es el músculo esquelético que compone el 25% del GEB, siendo la masa magra la que menor contribución aporta. Así, si expresamos el GEB en relación a los kilos de masa magra resulta que las pequeñas variaciones interindividuales casi llegan a desaparecer completamente.

La medición del GEB o índice metabólico basal (IMB) se debe realizar en unas determinadas condiciones:

- Reposo físico: en posición de supino, sin movimientos musculares desde 30-60 minutos antes de la exploración, y sin estar dormido.
- Reposo mental: sin encontrarse sometido a emociones o estrés psíquico.
- Temperatura ambiental de 20-25° C.
- Ayuno: de unas 12-16 horas antes de la determinación.
- No se deben haber consumido estimulantes (té, café, tabaco, etc.) o fármacos que alteren el metabolismo basal.

El GEB es distinto al llamado **gasto energético de reposo (GER)** o índice metabólico de reposo (IMR), en el cual la determinación se realiza en las anteriores condiciones salvo el ayuno, por lo que incluye la energía necesaria para la digestión, absorción y utilización de los nutrientes. Es el más empleado en niños y, en la práctica, puede ser hasta un 10% mayor que el GEB.

La expresión del GER o GEB se puede realizar el kcal/kg de peso/hora, o en kcal/m² de superficie corporal/hora. La última expresión es mucho más útil porque permite comparar el metabolismo basal de las personas de distinto tamaño.

El **gasto energético del sueño (GES)** supone la determinación del gasto energético en las mismas condiciones que el GEB salvo porque el individuo se encuentra dormido. En esta fase el metabolismo basal puede disminuir hasta en un 10-14%⁽¹³⁾.

Factores que influyen en el GEB:

- Tamaño y superficie corporal: a mayor tamaño, mayor GEB.
- Sexo y composición corporal: el hombre tiene mayor GEB por unidad de peso corporal. Pero se debe a que la mujer presenta una mayor proporción de masa grasa; si expresamos el GEB referido a kilos de masa magra los valores son semejantes.
- Edad: a medida que aumenta la edad disminuye el GEB, de manera que, a partir de los 20 años de edad, puede descender un 3-5% por cada diez años. En los niños se alcanzan los valores máximos de GEB debido a una alta actividad metabólica celular necesaria para el crecimiento y desarrollo, además de necesitar producir más calor para mantener la temperatura debido a su mayor superficie corporal y menor espesor cutáneo.
- Gestación y lactación también aumentan el GEB.
- Otros factores que pueden alterar el GEB son la fiebre, enfermedades, función neuroendocrina y administración de fármacos.

Termogénesis

Es el gasto energético que implica tanto a la termogénesis facultativa, como a la inducida por la dieta.

Termogénesis facultativa es el gasto energético resultante del ajuste del mantenimiento de la temperatura corporal en valores constantes, y del exceso de energía gastada por encima de la termogénesis obligatoria por una ingesta excesiva de alimentos. El control de la termogénesis facultativa se lleva a cabo por el sistema nervioso simpático y la función hormonal (insulina, hormonas tiroideas, noradrenalina y glucagón). Los climas muy calurosos o fríos pueden alterar el GET hasta en un 2%. Así, en climas fríos se activa la termogénesis principalmente mediante dos siste-

mas: uno son las contracciones musculares (escalofríos) que generan calor; y otro la estimulación simpática del tejido adiposo marrón, que es capaz de producir gran cantidad de calor pero poco ATP (este mecanismo está demostrado en los lactantes, pero es más discutido en las personas adultas). Por otra parte, en ambientes cálidos la regulación de la temperatura se realiza mediante la sudoración, lo que también conlleva pérdida de energía.

La **termogénesis inducida por la dieta** o efecto térmico de los alimentos (ETA) incluye la energía necesaria para digerir, absorber, transportar, metabolizar, almacenar y eliminar los nutrientes. Su valor es aproximadamente el 5-10% del gasto energético total.

Después de la ingesta, el gasto energético aumenta durante 4-8 horas dependiendo de la cantidad y tipos de macronutrientes. Así, el efecto térmico mayor corresponde a las proteínas, que es del 20-24% de la energía disponible de la propia proteína. Mientras que el almacenamiento de los hidratos de carbono en forma de glucógeno y de los lípidos en forma de grasa supone un 5-10% y 2-5%, respectivamente, de la energía metabolizada de cada sustrato. La lipogénesis resultante del exceso de ingesta de hidratos de carbono necesita el 26% de la energía disponible.

La termogénesis inducida por la dieta también hace referencia a la variación del gasto energético asociado a las variaciones anormales en la ingesta de alimentos por reducción o aumento en la ingesta crónica de alimentos. La disminución de la ingesta conduce a una disminución del GER mayor de lo que cabría esperar por la reducción de la masa magra. Ello se debe a cambios hormonales como la disminución de secreción de insulina o el aumento de actividad de la 5'-monodeodinasas (responsable de la conversión de la hormona T4 a T3).

Se ha utilizado el término *luxus consumption* para describir el fenómeno por el cual, al sobrealimentar a personas no obesas, la ganancia ponderal era menor de lo esperado debido a que el exceso de energía se disipaba en forma de calor. En estos casos es evidente que se produce el aumento de la secreción de hormona tiroidea y aumento de actividad del sistema nervioso simpático; aunque también se ha sugerido la actuación de la leptina, de proteínas desacomplantes y de los ciclos fútiles (vías metabólicas donde se gasta energía sin realizarse ningún trabajo propio de conversión).

Factores que alteran la ETA:

- Edad: la ETA disminuye al avanzar la edad, posiblemente relacionada con la insulinoresistencia.
- Ejercicio físico parece tener alguna relación aunque todavía no está muy clara.
- Cantidad y tipo de macronutrientes según lo expuesto anteriormente.
- El sexo no parece influir en ello.

Gasto energético por actividad física

Abarca la energía gastada por medio del ejercicio físico voluntario y la energía dedicada a otras actividades involuntarias distintas al GEB y el ETA (mantenimiento de la postura, estrés emocional, etc.).

Es la parte más variable del gasto energético total y puede oscilar entre el 20-30% en personas sedentarias hasta más del 50% en aquellas que realicen 1-2 horas diarias de ejercicio intenso. Y, además, constituye el único componente del gasto energético sujeto al control voluntario.

Factores que alteran el gasto por actividad física:

- Intensidad y duración de la actividad física.
- Peso corporal: a mayor peso hay un mayor gasto energético porque, para mover una masa mayor, se necesita más energía.
- Edad: el envejecimiento conlleva una disminución en la realización de ejercicio.
- Clima: en climas extremos la actividad física voluntaria está disminuida.
- Horas de televisión: en nuestro medio, la televisión es una importante actividad de ocio y, a más horas de televisión, menor gasto energético por actividad física. La televisión y los videojuegos son los principales factores inductores del sedentarismo en los niños de los países desarrollados⁽³³⁾.

OBJETIVOS

Objetivo general

Nuestro propósito ha sido estudiar el gasto energético en una muestra representativa de la población infantil y juvenil de Castilla y León.

Objetivos específicos

- Determinar el gasto energético basal de los niños/niñas de Castilla-León mediante la aplicación de las ecuacio-

nes de estimación al uso en la práctica clínica, en orden a acercarnos al conocimiento de las necesidades reales de energía.

- Comparar las distintas ecuaciones de estimación del gasto basal con objeto de comprobar si son intercambiables y, por tanto, aplicables de manera indistinta.
- Tratar de cuantificar la actividad física que realizan actualmente los niños/as de nuestra Comunidad.
- Relacionar la ingesta energética que realizan, con el gasto energético total calculado tras valorar la actividad física.

Para ello desarrollamos un estudio epidemiológico observacional de carácter transversal, sobre una amplia muestra de la población infanto-juvenil de Castilla y León, de la que previamente conocíamos todas las variables antropométricas.

MATERIAL

Instrumental*Somatometría*

Disponemos de material de somatometría validado.

- Balanza portátil "seca" con una precisión de 100 g.
- Neonatómetro digital, con precisión de 10 g.
- Pesa bebés digital, con precisión de 20 g.
- Estadiómetro vertical portátil "Holtain", precisión 0,1 cm.

Análisis de la ingesta

Mediante cuestionario de elaboración propia, prospectivo, semicuantitativo de la dieta completa de tres días no consecutivos, incluyendo un día festivo.

Cuestionario de hábitos de vida

Los datos sobre actividad física y deportiva se obtuvieron a través de un cuestionario autoadministrado que incluía varios ítems sobre estos hábitos: horas de sueño, horas de actividad física sedentaria, ejercicio físico y actividad deportiva.

Material informático

- Ordenador Pentium IV.
- Programa informático SPSS 11.0.

- Programa informático Alimentación y Salud de Mataix basado en las Tablas de composición de alimento españoles para análisis de las dietas.

Personal

La muestra, representativa de la población infanto-juvenil de nuestra Comunidad, fue seleccionada de acuerdo a datos del censo y del mapa de escolarización de Castilla y León. El tamaño muestral total elegido fue de 4.030 niños en edades comprendidas entre 0 y 18 años.

MÉTODOS

Selección de la muestra

Tamaño muestral

La población objeto está compuesta por niños de edades comprendidas entre 0 y 18 años de la Comunidad de Castilla y León que, según los datos de población del Censo de 1991, estaba constituido por 624.757 individuos.

Los cálculos del tamaño muestral y la estrategia de muestreo están basados en:

- Datos de población del censo de 1991 del INE, previo ajuste pormenorizado, disponiendo de los datos municipales por grupos quinquenales de edad y sexo.
- Datos de los centros escolares para el curso 1996/1997 (educación infantil, primaria y secundaria) proporcionados por la Dirección General de Educación de la Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Castilla y León.
- Datos de las zonas básicas de salud, obtenidos de la Guía de Ordenación Sanitaria de Castilla y León, elaborada por la Consejería de Sanidad y Bienestar Social de la Junta de Castilla y León en 1992.

Para calcular el tamaño de la muestra, tuvimos en cuenta la variabilidad de los parámetros antropométricos, importantes para calcular el gasto energético. Teniendo en cuenta que existen diferencias considerables en función de la edad y el sexo, se decidió establecer un tamaño muestra para cada edad y sexo, consiguiendo así una muestra más ajustada a la población de estudio. Basándonos en el muestreo aleatorio simple, calculamos el tamaño de la muestra necesario para estimar la altura media poblacional mediante la media muestral, con un nivel de confianza del 95%, un error

de muestreo que ajustamos según la edad y el sexo, y que varía entre 0,5 cm para las primeras edades, y de 1,3 cm para las edades intermedias, las que presentan mayor variabilidad. El cálculo se hace aplicando la siguiente ecuación [1]:

$$n = \frac{N * k^2 * S^2}{N * e^2 + k^2 * S^2}$$

Fórmula que nos permite calcular el tamaño de la muestra n a partir de:

- K = desviación correspondiente al coeficiente de confianza. En nuestro caso, $k = 1,96$.
- e = error máximo admisible.
- N = tamaño de la población.
- S^2 = varianza poblacional ajustada. En nuestro caso, trabajamos con los valores obtenidos en el estudio longitudinal del crecimiento realizado por el equipo técnico del Instituto de Investigación sobre Crecimiento de la Fundación F. Orbegazo. Los datos son representativos de la población infantil de Vizcaya pero, por la amplitud y características de la muestra, los autores consideran sus resultados extrapolables al resto de España, sustituyendo con ventaja a los procedentes de otros países. El tamaño muestral total elegido ha sido de 4.030 individuos pero, finalmente, se obtuvieron datos de 5.126.

Distribución de la muestra

Para la extracción de la muestra se propuso un muestreo bietápico, que incluyó una estratificación y un muestreo dentro de cada estrato.

Una característica fundamental de la población de Castilla y León es la gran dispersión demográfica que presenta; junto a un pequeño número de grandes poblaciones, existen en la región un gran número de pequeños municipios, con características posiblemente distintas a las de las grandes áreas. Con el fin de controlar este factor y asegurar así unas estimaciones más precisas, basadas en una muestra representativa de toda población infantil, se plantea una estratificación de la misma, sobre la base de la población infantil de los municipios, según censo de 1991. Aunque el estudio sólo considera la población de 0 a 18 años, los datos de población disponibles están divididos en grupos de 5 edades, por lo que la estratificación se ha realizado en base al número de niños entre 0 y 19 años; creemos, sin embar-

go, que esto no ha de modificar de forma significativa la distribución de los municipios.

La distribución del tamaño muestral por sexo y edad entre los diferentes estratos se realizó proporcionalmente al tamaño de los mismos en el sexo y grupos de edad correspondientes, es decir, siguiendo una afijación proporcional.

Por ejemplo: niñas de 13 años, tamaño muestral = 124.

Estrato	% del estrato sobre la población en niñas con edades entre 10 y 14 años	Muestra
I	18,72	23
II	22,14	27
III	59,14	73

Selección de centros escolares y niños

El último paso en el diseño muestral fue la selección de centros donde realizar la recogida de información. El número de centros dentro de cada estrato se determinó en función del número de niños existentes en cada uno.

Para el intervalo de 0-3 años, y siguiendo lo dicho en el protocolo, se decidió acudir a las maternidades y centros de atención primaria de Valladolid, capital y provincia. A partir de los 3 años y, puesto que actualmente la escolarización se inicia a esa edad, el centro escolar nos pareció el lugar más idóneo para localizar a los niños.

Inicialmente se agruparon las edades en siete categorías acordes con la distribución predominante del sistema de enseñanza (Tabla IX). Como hasta una año más tarde no se inició el trabajo, la Sección de Estadística nos efectuó modificaciones por la mayor implantación de la ESO y para evitar que el número de municipios y centro seleccionados fuese excesivamente grande, quedando reducido a cinco categorías. Esta división simplifica la recogida de datos, sin perder la representatividad de la muestra.

Dentro de cada estrato la estrategia seguida fue la siguiente:

- Fijamos, en primer lugar, el número de niños a seleccionar por edad en cada centro (centros de salud, colegios, institutos, etc.). De este modo quedó fijado, dentro de ese estrato, el número total de centros a los que acudir para recoger la información.
- Se aplicó entonces un muestreo sistemático con probabilidad proporcional al número de niños en cada muni-

TABLA IX. CATEGORÍAS DE EDADES SEGÚN EL SISTEMA DE ENSEÑANZA

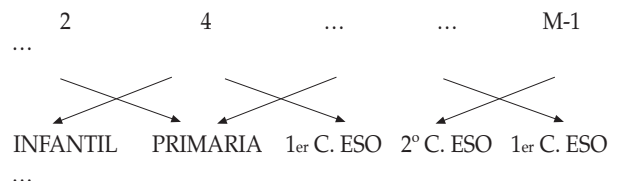
Categorías iniciales	Edad (años)	Categorías finales
No escolarizados	0 - 3	No escolarizados
Infantil	3 - 6	Infantil
EGB 1	6 - 9	Primaria
EGB 2	9 - 12	Primaria
ESO	12 - 14	Primer ciclo ESO
Enseñanza secundaria 1	14 - 16	Segundo ciclo ESO y
Enseñanza secundaria 2	16 - 18	Bachillerato

cipio por el que se seleccionaban los municipios a cuyos centros se acudiría para obtener la muestra. Para realizar este muestreo, ordenamos los municipios por provincia y calculamos la suma acumulada parcial del número de niños en cada municipio. Establecimos como intervalo de muestreo (*k*) el cociente entre la suma de niños en el estrato y el número de centros.

- Generamos de manera aleatoria un número *j* entre 1 y *k*. El municipio que tras ser sumado sobrepasó el valor *j*, resultó seleccionado. Continuamos el proceso con periodicidad *k*, de manera que los siguientes municipios seleccionados fueron aquellos que, tras ser sumados, superaron *j + k*, *j + 2k*, *j + 3k*...

La ventaja de este procedimiento de muestreo, a diferencia de lo que puede ocurrir en el muestreo aleatorio, es que ninguna sucesión grande de municipios de la lista queda sin representación. De este modo, el muestreo sistemático puede ser más representativo que el aleatorio simple. En el caso de que existieran en el municipio más centros de los necesarios, se hizo una selección, al azar, de los mismos. Como paso final dentro de cada estrato, el conjunto de municipios seleccionados se distribuyó de manera aleatoria entre las categorías de edad (para niños de 3 o más años) previamente creadas.

El proceso se repitió de forma individual en la categoría de niños no escolarizados ya que, en este caso, el marco de muestreo se redujo a xxx, capital y provincia. Los municipios fueron ordenados inicialmente por zona básica de salud. Los centros seleccionados fueron distribuidos aleatoriamente entre las categorías de edad.



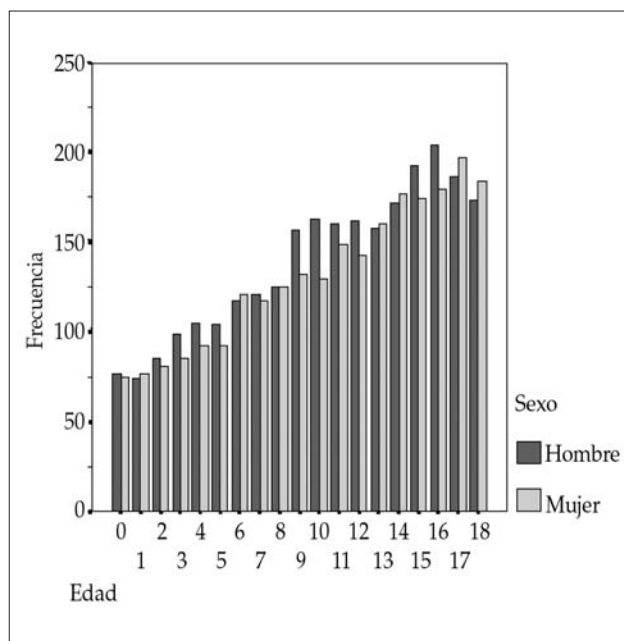


Figura 1. Distribución de la muestra por sexo y edad.

TABLA X DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA POR SEXO Y EDAD

Edad	Hombre	Mujer
0	77	75
1	74	77
2	85	81
3	99	85
4	105	92
5	104	92
6	117	121
7	121	117
8	125	125
9	157	132
10	163	129
11	160	149
12	162	143
13	158	160
14	172	177
15	193	174
16	204	180
17	187	197
18	173	184
Total del grupo	2.636 (51,4%)	2.490 (48,6%)

La selección de los niños dentro de cada centro se llevó a cabo mediante las técnicas aleatorias habituales una vez determinado el número de individuos de cada uno según sexo y edad.

Una vez elegida la población, informamos del proyecto y solicitamos autorización a las autoridades educativas y sanitarias. Posteriormente notificamos a los directores de centro escolares y coordinadores médicos de los centros y localidades elegidas, a quienes también solicitamos permiso y colaboración.

Criterios de inclusión

- Niños/as sanos.
- Españoles, de preferencia castellano-leoneses.
- Compromiso de acudir al requerimiento del estudio.

Criterios de exclusión

- Enfermedades intercurrentes prolongadas, con o sin necesidad de medicación.
- Extranjeros.
- Negativa a participar en el estudio.

En el estudio estadístico en la fase de muestreo nos habían fijado un número de niños distribuidos para cada

edad, sexo y estrato; con las primeras exploraciones observamos la muy diferente respuesta en la colaboración, además de obtener sesgos importantes por sexos. Ello motivó que solicitásemos, a partir de ese momento, entre un 20 y un 40% más de los niños requeridos. Finalmente, exploramos casi un 30% más de los 4.030 niños requeridos (5.242), y al eliminar los que no cumplían los criterios de inclusión contábamos con una muestra real formada por 5.126 niños (Fig. 1, Tabla X).

De todas maneras, respecto al censo de 1991, se ha logrado mantener la proporcionalidad por sexo y por grupos de edad.

Medidas antropométricas

Todas las medidas han sido realizadas por el mismo explorador, siguiendo normas aceptadas internacionalmente. Los parámetros antropométricos elegidos fueron:

- **Peso:** pesamos a los niños desnudos (recién nacidos y lactantes) o en ropa interior y descalzos (mayores de 3 años).
- **Talla:** en recién nacidos y niños menores de 2 años, esta medida se toma en posición horizontal (longitudinal) ,siendo necesarias dos personas para tomarla correctamente. Colocamos al niño sobre el infantómetro y, mien-

tras uno de los exploradores sujeta la cabeza del niño sobre el tope fijo, de forma que la línea teórica que uniría el borde superior del conducto auditivo externo con el punto más bajo de la órbita esté vertical, la otra persona apoya firmemente la planta del pie contra la plancha móvil mientras con la otra mano presiona las rodillas del niño para conseguir la extensión máxima.

En niños mayores de 2 años se toma la talla en posición vertical. Para su estimación correcta situamos al niño descalzo y en ropa interior, mirando al frente con el vértex tangente al tope móvil y alineados en un mismo plano los conductos auditivos externos y el suelo de la órbita.

Métodos de estimación del gasto energético

Para la estimación del gasto energético basal, hemos utilizado las ecuaciones propuestas por las OMS/ONU/FAO (Tabla V) y las ecuaciones de Schöfield (Tabla VI) como modelos de ecuaciones basadas en estudios con técnicas de calorimetría indirecta. Y las ecuaciones de Kuczmarski (Tabla VII) como muestra de una ecuación basada en un estudio con técnicas isotópicas con agua doblemente marcada.

Estas tres ecuaciones están estratificadas por sexo y edad, y utilizan como variables el peso y la talla de los individuos en las ecuaciones de Schofield y Kuczmarski, y únicamente el peso en las ecuaciones de la OMS/ONU/FAO.

Estimación de los factores de actividad

Elaboramos un cuestionario general sobre estilos de vida que incluían preguntas sobre actividad física:

1. ¿Cómo considera usted a su hijo/a? A la que se podía contestar con una de las opciones siguientes: "tranquilo", "normal" o "activo".
2. ¿Cuánto tiempo al día dedica su hijo/a a actividades físicas distintas al ejercicio programado? En este caso se debía contestar con un valor numérico en horas y minutos.
3. ¿Cuántas horas al día, y días a la semana, dedica su hijo/a a la realización de actividades físicas programadas?, ¿qué tipo de deporte realiza?, ¿está federado o lo practica como deporte de competición? Para estas preguntas la contestación está abierta.

Encuesta dietética

Para recoger los datos del consumo alimenticio, se elaboró un cuestionario abierto que incluía todas las ingestas

del día (desayuno, almuerzo, comida, merienda, cena y "picoteos"). Se trata de un método barato, simple y rápido, que puede ser autoadministrado; se decidió que los niños mayores de 10 años cumplimentarían sus cuestionario y, en los menores de esta edad, lo hiciera la persona responsable de su alimentación.

Para estimar los volúmenes ingeridos, previamente se determinaron raciones estándar (en función de la edad y el sexo), que posteriormente se adaptaron a medidas caseras, utilizando recipientes de uso común en los hogares de nuestro medio. Junto con los cuestionarios se entregó a cada participante un cuadernillo con las instrucciones de cumplimentación y un modelo práctico donde se consignaba la cantidad de comida consumida en medidas caseras.

Los cuestionarios fueron posteriormente codificados, desechando los registros en los que los datos no estaban completos (formas de preparación, estimación en medidas caseras o raciones, etc.) y aquellos en los que faltaba uno de los días requeridos.

La transformación de los datos de alimentos en nutrientes se realizó mediante el programa informático *Alimentación y Salud*, del profesor Mataix basado en las tablas de composición de alimentos españoles. Los resultados se expresan como media diaria + desviación estándar (DS) en gramos, miligramos o microgramos (según corresponda) consumidos por niño y día. Comparamos los datos brutos con las ingestas recomendadas, DRA, catalogando los resultados de acuerdo al porcentaje de las mismas en cuatro categorías:

- < 80% de las recomendaciones para la energía.
- 80-120% de las recomendaciones para la energía.
- 120-160% de las recomendaciones para la energía.
- > 160% de las recomendaciones para la energía.

TRATAMIENTO DE LOS DATOS

Dada la diversidad de información contenida en el estudio, hemos estructurado una base de datos relacional constituida por los ficheros de identificación, antropometría, gasto energético y actividad física e ingesta dietética, que nos permite interrelacionar todas las variables.

Los datos recogidos no necesitaron tratamiento previo al informático, excepto asegurarnos de la correcta asigna-

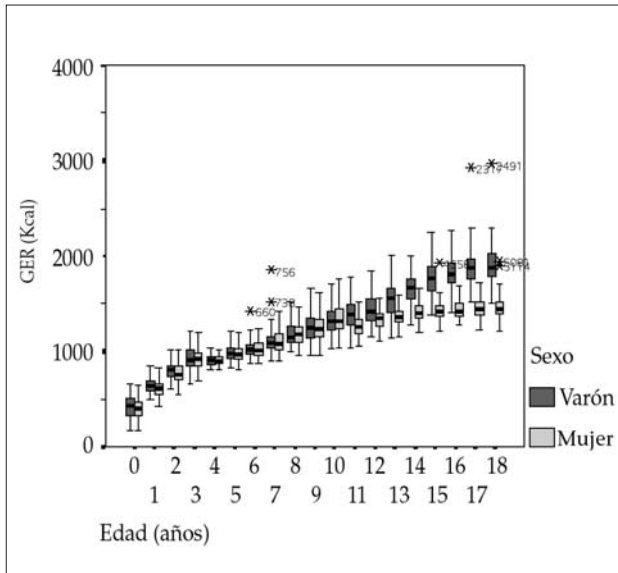


Figura 2. Distribución del GER por sexo y edad calculado según las ecuaciones de la OMS.

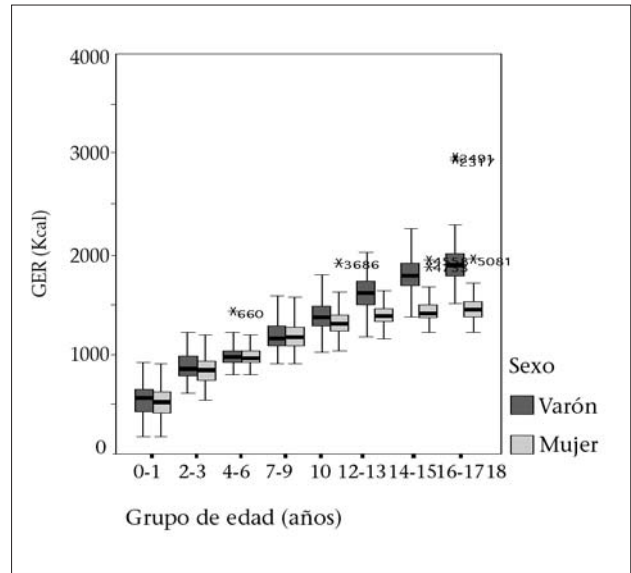


Figura 3. Distribución del GER por sexo y grupos de edad calculado según las ecuaciones de la OMS.

ción de los códigos de identificación. Los ficheros se introdujeron dos veces, con el fin de contrastar *a posteriori* los valores en cada variable y poder corregir los errores en caso de discordancia.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Calculamos los parámetros descriptivos de centralización y dispersión de cada variable del estudio, así como los intervalos de confianza y sus correspondiente errores de estimación.

Procedimos a estimar la distribución en percentiles para cada variable. El comportamiento normal de las variables se estudió con el test de Shapiro Wilks. La homogeneidad de las varianzas se comprobó con el test de Levene.

Se realizaron comparaciones por grupos de edad y sexo. La comparación de variables numéricas en distintos subgrupos se realizó mediante la prueba t de Student. Las relaciones entre las variables cuantitativas se estudiaron con el coeficiente de correlación producto-momento de Pearson o de Spearman. El test de Chi² se empleó en los estudios de asociación de las variables cualitativas. Como prueba de multi-comparación usamos el análisis de la varianza (ANOVA).

RESULTADOS

Descriptivo del GER utilizando distintas ecuaciones

Ecuaciones de la OMS/ONU/FAO

El GER calculado muestra una tendencia a aumentar con la edad. En las figuras 2 y 3 y en las tablas XII y XIII se muestran los datos obtenidos, estratificados por sexo y edad, así como por grupos de edad, observando que ambos siguen una distribución normal. Hasta los 10 años, los hallazgos son similares en niños y niñas y, a partir de esa edad, aumenta más en los chicos. Comparando las medias de GER por edades, las diferencias son significativas ($p < 0,05$) desde los 11 a los 18 años.

Ecuaciones de Schöfield

Los datos obtenidos siguen una distribución normal. Estratificados por sexo y edad, se muestran en la figura 4 y la Tabla XIII y, por grupos de edad, en la figura 5 y Tabla XIV. También aquí siguen una distribución normal. A diferencia de lo obtenido con las ecuaciones de la OMS, con la de Schöfield encontramos diferencias significativas ($p < 0,05$) entre hombres y mujeres para todas las edades, aunque las diferencias se acentúan a partir de los 10 años.

TABLA XI. RECUENTO (N), MEDIA (X), ERROR TÍPICO DE LA MEDIA (EE [X]), DESVIACIÓN TÍPICA (S), Y PERCENTILES 5, 25, 50, 75, Y 90 (P5, P25, P50, P75, P95) DEL GER CALCULADO SEGÚN LAS ECUACIONES DE LA OMS, DISTRIBUIDOS POR SEXO Y EDAD

	N	X	EE[X]	S	Hombre				
					P5	P25	P50	P75	P95
0	77	421,58	14,34	125,81	206,16	323,58	433,20	505,67	623,21
1	74	651,12	10,25	88,15	516,33	590,93	642,70	691,57	826,77
2	85	802,61	10,98	100,07	626,86	725,52	810,78	850,37	995,92
3	99	934,26	13,02	129,53	725,52	841,23	914,31	1017,84	1.188,36
4	105	912,44	5,81	59,27	815,64	865,58	907,01	946,73	1.019,37
5	104	988,94	8,20	83,58	887,71	929,14	973,97	1.045,47	1.148,76
6	117	1.037,86	9,47	102,48	889,75	964,89	1.019,37	1.077,25	1.229,34
7	121	1.120,81	12,54	137,89	949,68	1.039,80	1.096,55	1.164,65	1.423,43
8	125	1.188,78	12,92	144,49	1.013,24	1.090,88	1.148,76	1.262,26	1.541,92
9	157	1.260,67	11,71	146,78	1.045,70	1.140,81	1.248,64	1.357,60	1.486,08
10	163	1.333,28	12,30	156,97	1.112,89	1.228,21	1.321,28	1.425,70	1.635,45
11	160	1.400,91	13,05	165,13	1.166,64	1.277,94	1.386,00	1.491,00	1.767,24
12	162	1.450,42	13,03	165,88	1.223,43	1.325,19	1.414,00	1.547,00	1.788,24
13	158	1.543,63	13,73	172,54	1.256,41	1.411,81	1.553,12	1.655,50	1.837,76
14	172	1.674,99	14,05	184,23	1.365,44	1.554,87	1.665,13	1.763,56	1.996,23
15	193	1.780,27	13,67	189,90	1.522,68	1.639,75	1.765,75	1.889,13	2.151,27
16	204	1.840,06	12,95	184,03	1.579,29	1.718,06	1.810,38	1.936,81	2.181,46
17	187	1.881,83	13,77	188,25	1.612,80	1.757,00	1.877,75	1.979,25	2.158,80
18	173	1.915,40	15,55	204,49	1.662,50	1.786,75	1.884,75	2.023,00	2.261,35
	N	X	EE[X]	S	Mujer				
					P5	P25	P50	P75	P95
0	75	399,38	13,37	115,77	194,95	327,20	404,67	469,33	585,11
1	77	612,06	9,83	86,26	485,19	547,41	606,58	663,00	779,82
2	81	771,49	12,08	108,74	603,53	693,20	760,30	839,60	1.000,64
3	85	930,45	14,10	129,23	742,00	845,70	915,85	989,05	1.191,87
4	92	906,84	5,66	54,32	820,75	869,12	900,62	939,44	1.000,86
5	92	971,79	9,01	86,44	847,75	913,56	960,25	1.030,00	1.116,51
6	121	1.032,10	9,78	107,58	895,23	958,00	1.005,25	1.085,13	1.270,30
7	117	1.107,29	11,10	120,06	955,52	1.014,25	1.075,00	1.180,75	1.359,40
8	125	1.189,14	11,74	131,25	1.006,37	1.100,88	1.169,50	1.260,63	1.443,10
9	132	1.258,68	13,24	152,09	1.025,28	1.147,00	1.235,88	1.343,88	1.592,16
10	129	1.362,41	15,65	177,74	1.133,50	1.231,38	1.313,50	1.453,00	1.747,75
11	149	1.265,56	8,47	103,34	1.107,12	1.183,37	1.260,84	1.337,09	1.438,96
12	143	1.338,87	8,93	106,82	1.158,85	1.270,60	1.338,92	1.401,14	1.514,36
13	160	1.377,77	8,78	111,05	1.214,54	1.305,06	1.365,76	1.428,90	1.581,64
14	177	1.415,04	7,18	95,21	1.292,01	1.346,85	1.403,58	1.471,90	1.607,69
15	174	1.426,41	7,53	99,29	1.296,83	1.360,27	1.415,78	1.476,17	1.598,47
16	180	1.445,97	8,25	110,44	1.304,76	1.369,42	1.419,44	1.507,28	1.670,76
17	197	1.452,55	6,92	96,87	1.315,56	1.375,82	1.437,13	1.517,95	1.619,70
18	184	1.458,67	8,07	109,49	1.302,32	1.388,63	1.448,11	1.517,34	1.650,93

TABLA XII. VALORES DEL GER CALCULADOS SEGÚN LAS ECUACIONES DE LA OMS, DISTRIBUIDOS POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD

	N	X	EE[X]	S	Hombre				
					P5	P25	P50	P75	P95
0-1	151	534,07	12,88	158,29	230,77	425,28	558,65	645,13	786,42
2-3	184	874,22	9,93	133,95	664,62	786,42	850,37	975,21	1.113,45
4-6	326	982,07	5,49	98,96	847,53	910,41	967,16	1.035,26	1.192,80
7-9	403	1.196,38	7,69	154,36	997,58	1.089,74	1.160,11	1.287,23	1.481,09
10-12	485	1.394,72	7,69	169,35	1.149,06	1.279,25	1.373,75	1.484,72	1.727,42
13-14	330	1.612,10	10,47	190,18	1.323,35	1.492,75	1.607,37	1.719,38	1.956,50
15-16	397	1.810,84	9,51	189,07	1.537,90	1.680,00	1.786,75	1.912,75	2.156,70
17-18	360	1.897,96	10,37	196,67	1.622,25	1.774,94	1.881,25	2.001,56	2.225,56

	N	X	EE[X]	S	Mujer				
					P5	P25	P50	P75	P95
0-1	152	507,12	11,95	147,29	222,16	406,96	520,88	618,78	746,12
2-3	166	852,41	11,17	143,43	633,30	742,00	839,60	934,15	1.119,89
4-6	305	976,13	5,84	101,95	848,43	908,50	958,00	1.027,75	1.167,25
7-9	374	1.188,08	7,69	148,81	983,31	1.078,94	1.169,50	1.275,25	1.460,31
10-12	421	1.320,14	6,71	137,74	1.132,86	1.227,95	1.298,66	1.387,73	1.600,37
13-14	337	1.397,29	5,71	104,58	1.248,09	1.329,16	1.381,01	1.454,51	1.590,30
15-16	354	1.436,33	5,61	105,40	1.298,29	1.366,37	1.417,00	1.490,20	1.637,70
17-18	381	1.455,51	5,29	103,09	1.314,52	1.381,92	1.445,06	1.517,95	1.629,22

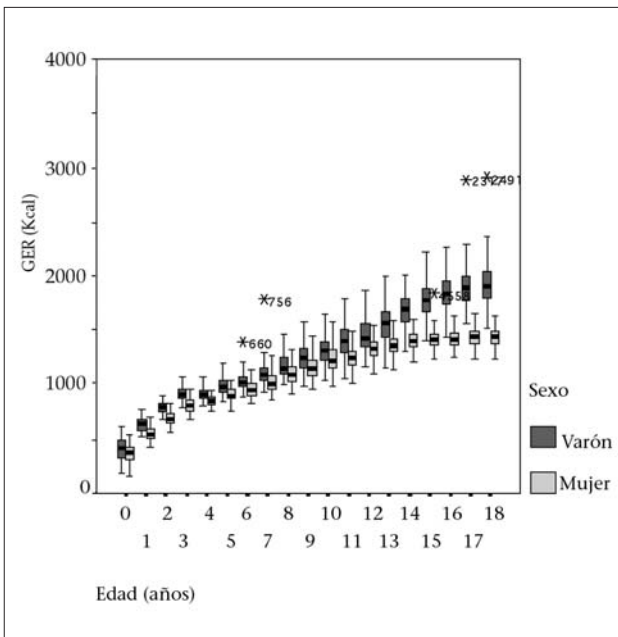


Figura 4. Distribución del GER por sexo y edad calculando las ecuaciones de Schöfield.

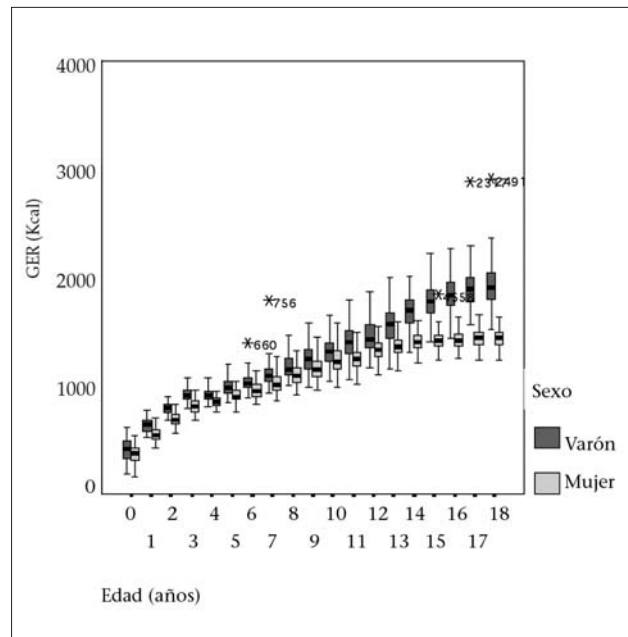


Figura 5. Distribución del GER por sexo y edad calculando las ecuaciones de Schöfield.

TABLA XIII. VALORES MÁS SIGNIFICATIVOS DEL GER CALCULANDO SEGÚN LAS ECUACIONES DE SCHÖFIELD, DISTRIBUIDOS POR SEXO Y EDAD

	N	X	EE[X]	S	Hombre				
					P5	P25	P50	P75	P95
0	77	409,93	12,85	112,05	215,86	327,99	411,72	494,67	564,94
1	74	637,75	7,70	66,25	545,63	583,66	633,94	675,21	763,22
2	85	792,57	6,47	58,94	686,27	750,23	794,24	835,44	894,43
3	99	912,23	6,25	62,18	812,68	867,43	909,91	955,67	1.031,66
4	105	914,43	5,50	56,06	826,51	868,15	910,15	950,35	1.018,45
5	104	991,29	7,61	77,58	890,39	934,22	978,49	1.042,29	1.134,18
6	117	1.040,34	8,70	94,07	904,23	978,93	1.025,09	1.075,89	1.210,81
7	121	1.119,92	11,39	125,34	964,25	1.045,71	1.098,09	1.162,33	1.387,98
8	125	1.185,37	11,56	129,30	1.029,65	1.098,07	1.150,18	1.248,44	1.499,83
9	157	1.254,19	10,44	130,84	1.055,37	1.149,84	1.247,30	1.345,64	1.455,54
10	163	1.322,82	11,01	140,54	1.122,53	1.230,09	1.316,77	1.401,81	1.600,26
11	160	1.414,64	12,68	160,38	1.179,70	1.295,40	1.399,27	1.502,20	1.758,53
12	162	1.467,15	12,62	160,69	1.246,90	1.349,66	1.434,73	1.565,84	1.781,05
13	158	1.563,36	13,46	169,14	1.279,15	1.434,60	1.567,56	1.674,70	1.860,19
14	172	1.696,81	13,53	177,43	1.392,79	1.582,95	1.690,32	1.783,63	2.007,28
15	193	1.799,84	13,05	181,33	1.547,42	1.668,99	1.787,16	1.904,73	2.150,05
16	204	1.859,49	12,39	176,10	1.613,22	1.741,53	1.831,87	1.953,54	2.188,04
17	187	1.899,79	13,10	179,17	1.642,27	1.779,54	1.892,72	1.997,06	2.158,61
18	173	1.930,85	14,71	193,52	1.693,57	1.808,18	1.904,92	2.036,01	2.258,66

	N	X	EE[X]	S	Mujer				
					P5	P25	P50	P75	P95
0	75	359,00	10,36	89,73	179,01	309,13	372,54	424,66	509,50
1	77	551,35	7,29	63,96	455,55	502,87	542,38	586,28	684,91
2	81	687,98	6,54	58,84	580,95	649,91	688,53	726,55	791,06
3	85	813,04	6,78	62,17	709,36	762,37	813,02	857,03	918,50
4	92	851,68	4,80	46,01	779,21	818,03	848,27	881,53	927,58
5	92	911,37	7,52	72,10	804,82	868,55	900,24	956,91	1.033,11
6	121	966,19	8,04	88,43	855,88	907,44	946,44	1.009,75	1.163,06
7	117	1.033,89	8,93	96,60	908,78	962,24	1.011,58	1.092,14	1.232,18
8	125	1.105,81	9,43	105,47	957,82	1.035,01	1.091,76	1.165,28	1.312,43
9	132	1.166,38	10,52	120,91	978,51	1.081,45	1.146,06	1.230,45	1.415,81
10	129	1.253,70	12,41	140,97	1.076,12	1.152,00	1.220,08	1.328,52	1.556,73
11	149	1.251,15	8,07	98,46	1.098,68	1.178,67	1.249,50	1.311,81	1.412,08
12	143	1.331,17	7,91	94,56	1.160,76	1.272,66	1.331,85	1.388,62	1.483,06
13	160	1.366,93	7,47	94,51	1.226,70	1.308,60	1.360,23	1.425,02	1.527,05
14	177	1.407,91	6,35	84,18	1.284,74	1.353,89	1.403,10	1.467,21	1.574,96
15	174	1.418,56	6,36	83,94	1.303,62	1.367,17	1.413,72	1.466,49	1.545,11
16	180	1.431,80	6,80	91,00	1.312,71	1.370,03	1.413,90	1.484,92	1.625,43
17	197	1.444,06	5,95	83,23	1.319,11	1.374,85	1.444,64	1.495,33	1.599,76
18	184	1.445,89	6,63	89,48	1.310,63	1.384,76	1.438,89	1.496,82	1.594,34

TABLA XIV. VALORES MÁS SIGNIFICATIVOS DEL GER CALCULADOS SEGÚN LAS ECUACIONES DE SCHÖFIELD, DISTRIBUIDOS POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD

	N	X	EE[X]	S	Hombre				
					P5	P25	P50	P75	P95
0-1	151	522,32	11,98	146,73	239,83	410,51	552,51	633,60	733,26
2-3	184	857,66	6,31	85,08	719,91	794,76	862,97	915,41	1.000,10
4-6	326	984,36	5,20	93,80	852,71	915,42	976,79	1.036,53	1.186,62
7-9	403	1.192,53	6,97	139,92	1.010,18	1.095,74	1.159,84	1.273,43	1.443,12
10-12	485	1.401,32	7,49	165,03	1.159,45	1.290,96	1.379,06	1.488,53	1.723,27
13-14	330	1.632,92	10,22	185,66	1.344,04	1.517,61	1.632,71	1.733,76	1.953,41
15-16	397	1.830,34	9,10	180,93	1.568,80	1.706,28	1.805,65	1.931,34	2.155,41
17-18	360	1.914,72	9,83	186,59	1.661,86	1.791,37	1.902,04	2.014,01	2.221,31

	N	X	EE[X]	S	Mujer				
					P5	P25	P50	P75	P95
0-1	152	456,44	10,04	123,75	221,93	372,66	478,56	543,05	626,34
2-3	166	751,64	6,78	87,05	613,13	687,83	752,77	817,90	891,43
4-6	305	915,11	4,97	86,82	806,15	855,43	901,42	960,98	1.078,92
7-9	374	1.104,69	6,26	121,05	933,01	1.015,60	1.091,31	1.176,69	1.328,57
10-12	421	1.279,11	5,74	117,87	1.103,42	1.187,34	1.279,04	1.352,55	1.472,29
13-14	337	1.388,40	4,99	91,44	1.246,96	1.325,91	1.380,41	1.442,56	1.570,05
15-16	354	1.425,27	4,67	87,72	1.309,39	1.368,79	1.413,90	1.474,64	1.581,99
17-18	381	1.444,94	4,43	86,19	1.318,15	1.383,28	1.441,09	1.496,52	1.594,85

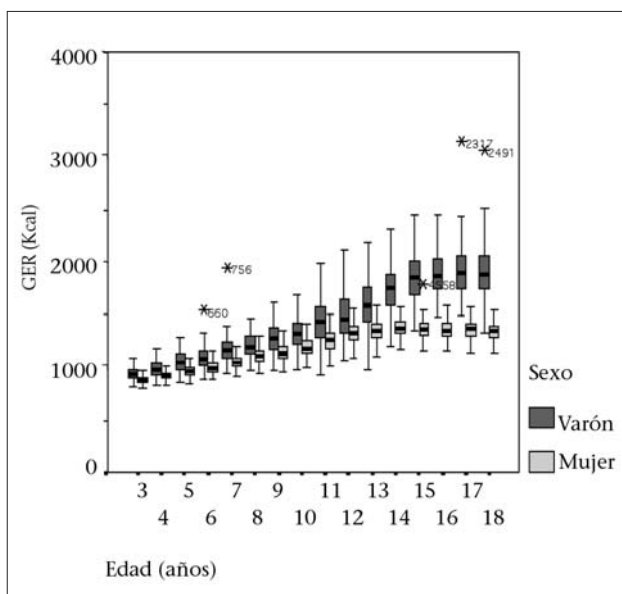


Figura 6. GER por sexo y edad calculado según las ecuaciones de Kuczmarski.

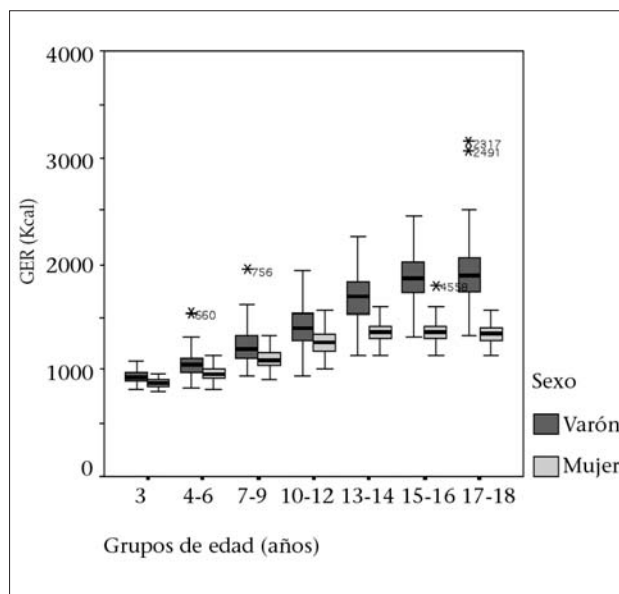


Figura 7. GER por sexo y grupos de edad según las ecuaciones de Kuczmarski.

Ecuaciones de Kuczmarski

Al igual que con las ecuaciones anteriores, los datos obtenidos siguen una distribución normal y se muestran estrati-

tificados por sexo y edad y por grupos de edad en las figuras 6 y 7 y Tablas XV y XVI. La fórmula sólo es adecuada para niños de edad igual o superior a los 3 años, por lo que

TABLA XV. VALORES MÁS SIGNIFICATIVOS DEL GER CALCULADO SEGÚN LAS ECUACIONES DE KUCZMARSKI, DISTRIBUIDOS POR SEXO Y EDAD

	N	X	EE[X]	S	Hombre				
					P5	P25	P50	P75	P95
3	99	941,94	6,34	63,06	844,40	902,51	931,74	987,24	1.063,11
4	105	987,40	7,43	75,82	871,82	929,72	977,88	1.037,87	1.127,76
5	104	1.066,56	9,62	98,06	923,77	990,57	1.055,39	1.130,22	1.231,29
6	117	1.103,99	10,66	115,28	929,25	1.034,21	1.084,20	1.154,00	1.315,75
7	121	1.174,87	13,66	150,29	988,50	1.082,16	1.156,05	1.237,82	1.476,39
8	125	1.225,21	13,19	147,42	1.038,04	1.128,68	1.193,51	1.302,43	1.571,14
9	157	1.277,51	11,92	149,33	1.038,00	1.169,43	1.277,50	1.383,81	1.525,49
10	163	1.331,75	12,68	161,89	1.096,50	1.231,19	1.323,83	1.418,21	1.663,61
11	160	1.444,30	17,29	218,75	1.129,34	1.283,19	1.434,12	1.575,65	1.849,63
12	162	1.491,09	17,01	216,50	1.190,63	1.325,53	1.462,61	1.647,58	1.902,88
13	158	1.600,84	18,83	236,70	1.199,03	1.432,80	1.587,83	1.761,25	1.996,89
14	172	1.759,18	18,05	236,72	1.326,04	1.597,57	1.746,77	1.890,72	2.164,39
15	193	1.860,42	17,03	236,55	1.497,01	1.685,33	1.848,13	2.010,78	2.300,59
16	204	1.901,06	16,22	230,47	1.575,25	1.747,18	1.872,77	2.030,46	2.316,27
17	187	1.913,49	17,03	232,90	1.578,40	1.739,90	1.890,42	2.058,25	2.266,34
18	173	1.909,26	18,74	246,51	1.607,10	1.740,44	1.882,39	2.052,03	2.324,00

	N	X	EE[X]	S	Mujer				
					P5	P25	P50	P75	P95
3	85	880,88	4,19	38,40	815,13	853,61	878,98	908,22	946,05
4	92	920,34	4,19	40,23	839,24	895,17	920,00	944,83	989,70
5	92	967,04	6,00	57,58	872,41	935,41	959,75	1.004,47	1.064,97
6	121	1.007,09	6,11	67,20	905,31	961,75	996,15	1.044,85	1.144,63
7	117	1.056,94	6,33	68,49	962,94	1.008,82	1.047,38	1.085,89	1.195,86
8	125	1.108,37	6,65	74,29	994,12	1.056,74	1.104,33	1.161,48	1.244,51
9	132	1.146,58	7,07	81,23	1.022,98	1.087,38	1.140,70	1.199,93	1.297,59
10	129	1.200,75	8,18	92,90	1.066,35	1.137,74	1.180,21	1.254,44	1.398,05
11	149	1.257,38	8,53	104,15	1.096,75	1.183,55	1.259,12	1.322,54	1.431,72
12	143	1.327,59	8,22	98,33	1.147,03	1.266,56	1.325,98	1.391,34	1.484,45
13	160	1.347,72	7,70	97,39	1.204,54	1.287,47	1.339,08	1.413,99	1.511,39
14	177	1.374,77	6,64	88,06	1.240,02	1.319,17	1.367,19	1.437,35	1.543,00
15	174	1.367,48	6,63	87,40	1.239,03	1.308,84	1.363,15	1.420,85	1.497,04
16	180	1.362,53	6,95	93,04	1.239,11	1.295,64	1.345,85	1.416,18	1.555,76
17	197	1.360,12	6,23	87,16	1.226,09	1.290,45	1.368,13	1.409,37	1.518,77
18	184	1.341,94	6,82	91,99	1.199,18	1.284,05	1.338,63	1.393,32	1.486,27

trabajamos con una muestra de 4.657 individuos. Al igual que con las ecuaciones de Schöfield, encontramos diferencias significativas en todas las edades y diferencias más fuertes a partir de los 10 años.

Comparación del GER con las distintas ecuaciones

Cuando hacemos comparaciones dos a dos de las medias de las distintas ecuaciones para muestras relacionadas, estratificadas por sexo y edad, encontramos diferencias signifi-

cativas para el 99 de las 106 comparaciones, siendo las medias calculadas mediante la ecuación de la OMS las que tienen un valor más alto, sobre todo en las edades tempranas, mientras que el GER, calculado según las ecuaciones de Kuczmarski, comienza teniendo unos valores superiores al de Schöfield a la edad de 3-6 años, y va disminuyendo progresivamente para situarse muy por debajo de las medias calculadas según la ecuación de Schöfield a la edad de 17-18 años. En la figura 8 se exponen los resultados de las

TABLA XVI. GER CALCULADO SEGÚN LAS ECUACIONES DE KUCZMARSKI, DISTRIBUIDO POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD

	N	X	EE[X]	S	Hombre				
					P5	P25	P50	P75	P95
3	184	941,94	6,34	63,06	844,40	902,51	931,74	987,24	1.063,11
4-6	326	1.054,70	6,08	109,63	901,63	975,98	1.046,82	1.117,19	1.267,41
7-9	403	1.230,47	7,70	154,61	1.011,81	1.116,92	1.200,84	1.321,92	1.527,23
10-12	485	1.422,10	9,59	211,16	1.107,66	1.278,20	1.393,20	1.541,75	1.817,10
13-14	330	1.683,37	13,72	249,27	1.278,99	1.522,42	1.690,86	1.831,06	2.106,98
15-16	397	1.881,21	11,78	234,05	1.530,12	1.719,67	1.860,93	2.012,96	2.310,12
17-18	360	1.911,46	12,61	239,21	1.586,97	1.740,43	1.889,15	2.055,07	2.291,01

	N	X	EE[X]	S	Mujer				
					P5	P25	P50	P75	P95
3	166	880,88	4,19	38,40	815,13	853,61	878,98	908,22	946,05
4-6	305	968,84	3,86	67,49	875,55	921,71	960,05	1.007,11	1.097,12
7-9	374	1.105,77	4,31	83,37	977,73	1.046,18	1.099,27	1.162,30	1.249,43
10-12	421	1.263,87	5,41	111,10	1.094,82	1.174,23	1.261,39	1.338,43	1.451,09
13-14	337	1.361,88	5,10	93,46	1.219,70	1.299,97	1.355,61	1.419,12	1.539,31
15-16	354	1.364,97	4,80	90,21	1.239,33	1.304,36	1.352,34	1.419,99	1.522,09
17-18	381	1.351,37	4,62	89,86	1.212,25	1.289,46	1.346,89	1.402,86	1.507,70

medias y cuartiles del GER para las distintas edades, obtenidos según las diferentes ecuaciones, mientras que en la figura 9 se muestra la regresión lineal de las tres ecuaciones para la estimación de la media con un intervalo de confianza del 95%, a partir de la cual se obtiene la siguiente ecuación:

$$\text{GER Kurzmarksi} = 32,64 + 1,93 \cdot \text{GER Schöfield} - 0,24 \cdot \text{GER OMS}$$

Actividad física

Para calcular el gasto por actividad física, se envió un cuestionario a los padres de los niños con diversas preguntas sobre la actividad física de éstos, al que sólo respondieron 3.088 personas (60,24% de la muestra). Intentando hallar una correlación entre la contestación o no contestación a la encuesta y otras variables, se observa que no hay relaciones estadísticamente significativas con el sexo ($p = 0,425$), y con el IMC ($p = 0,294$).

Sin embargo, sí hubo significación ($p < 0,001$) entre la contestación o no contestación al cuestionario y los grupos de edad (Fig. 10, Tabla XVII), pues entre los 0 y 3 años hasta el 91,7% de los padres no contestaron a la encuesta mientras que, entre los grupos de edad comprendidos los 4 a los 14 años, el porcentaje de contestación a la encuesta se encuentra entre el 67,2 y el 83%, de manera que el 86,95% del total

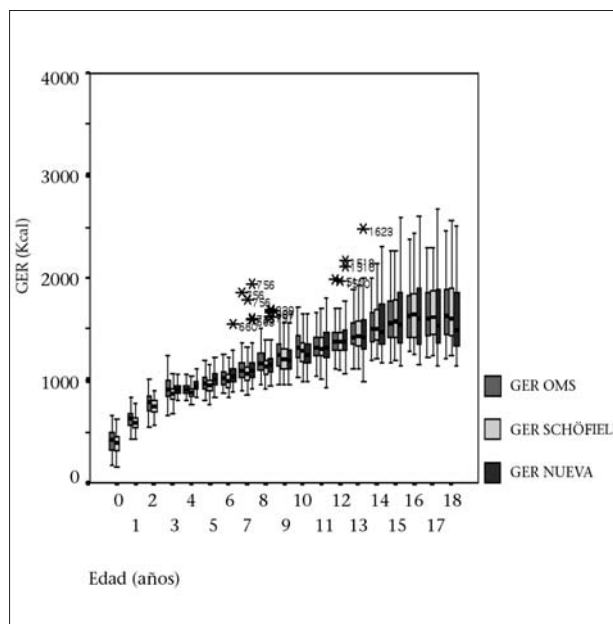


Figura 8. GER para las diferentes edades, calculado según las distintas ecuaciones.

de encuestados que respondieron se sitúan entre los 4 y 16 años. En el grupo de 17-18 años el porcentaje de contestación a la encuesta se halla en una zona intermedia (47,1%).

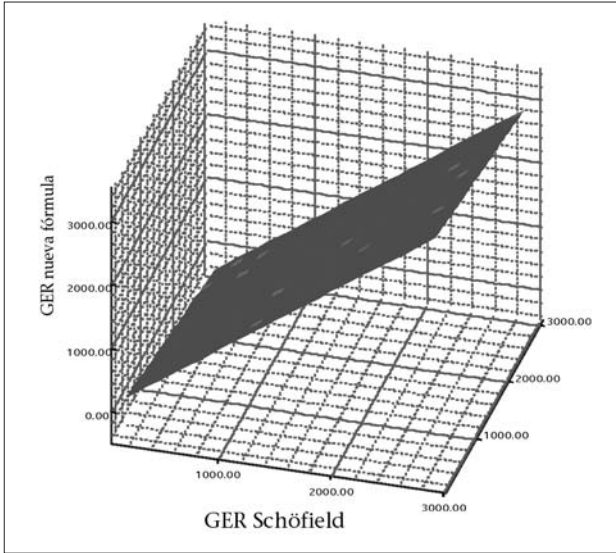


Figura 9. Regresión lineal para la estimación de la media con un intervalo de confianza del 95%.

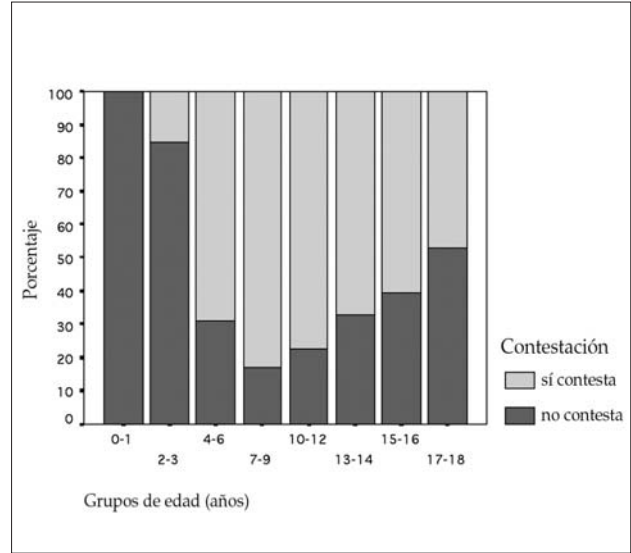


Figura 10. Porcentaje de contestación o no contestación a la encuesta en los distintos grupos de edad.

TABLA XVII. PORCENTAJE DE CONTESTACIÓN O NO CONTESTACIÓN A LA ENCUESTA EN LOS DISTINTO GRUPOS DE EDAD

		0-1	2-3	4-6	7-9	10-12	13-14	15-16	17-18	Total
No contesta	Recuento	303	296	195	132	204	219	297	392	2.038
	% de "no contesta"	14,9%	14,5%	9,6%	6,5%	10,0%	10,7%	14,6%	19,2%	100,0%
	% del grupo edad	100,0%	84,6%	30,9%	17,0%	22,5%	32,8%	39,5%	52,9%	39,8%
Sí contesta	Recuento		54	436	645	702	448	454	349	3.088
	% de "sí contesta"		1,7%	14,1%	20,9%	22,7%	14,5%	14,7%	11,3%	100,0%
	% del grupo edad		15,4%	69,1%	83,0%	77,5%	67,2%	60,5%	47,1%	60,2%
Total	Recuento	303	350	631	777	906	667	751	741	5.126
	% del total	5,9%	6,8%	12,3%	15,2%	17,7%	13,0%	14,7%	14,5%	100,0%

También se encuentra una relación significativa ($p < 0,001$) entre el grado de contestación y los "grupos de ingesta real con respecto a la ingesta recomendada" (GIRRIR) de manera que, a mayor ingesta en relación a la recomendada, menor porcentaje de contestación a la encuesta (Fig. 11, Tabla XVIII).

Para averiguar la actividad física del niño se hizo una encuesta con varias preguntas como, por ejemplo:

1. ¿Cómo considera usted a su hijo/a? A esta pregunta se podía contestar con una de las tres opciones siguientes: "tranquilo", "normal" o "activo".

2. ¿Cuánto tiempo al día dedica su hijo/a a actividades físicas distintas al ejercicio programado? En este caso se debía contestar con un valor en horas y minutos.

Ante estas dos preguntas que parecen similares, las repuestas fueron contradictorias (Fig. 12, Tabla XIX), de manera que hasta un 43,2% de los padres que consideraban a su hijo activo reconocían que el niño/a no realizaba ni una hora de ejercicio diaria. El coeficiente de correlación y la medida de acuerdo obtuvieron unos valores muy bajos con

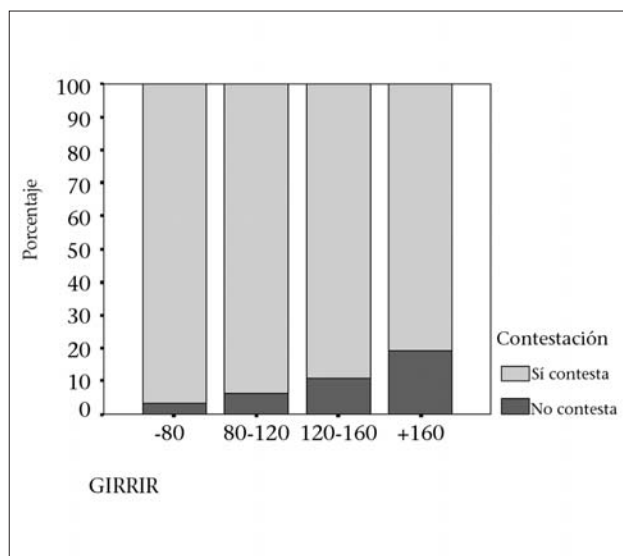


Figura 11. Relación entre el grado de contestación a la encuesta e ingesta recomendada.

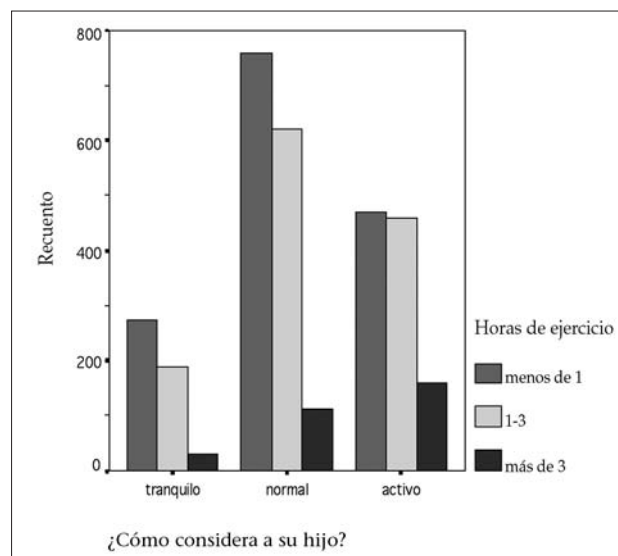


Figura 12. Relación entre preguntas: "¿Cómo considera a su hijo?" y "¿Cuántas horas de actividad física diaria realiza?"

TABLA XVIII. PORCENTAJE DE CONTESTACIÓN O NO CONTESTACIÓN A LA ENCUESTA DE LOS DISTINTOS GIRRIR

		-80	80-120	120-160	+160	Total
No contesta	Recuento	13	95	78	18	204
	% de "no contesta"	6,4%	46,6%	38,2%	8,8%	100,0%
	% del grupo de edad	3,3%	6,2%	11,1%	19,1%	7,5%
Sí contesta	Recuento	381	1.430	626	76	2.513
	% de "sí contesta"	15,2%	56,9%	24,9%	3,0%	100,0%
	% del grupo de edad	96,7%	93,8%	88,9%	80,9%	92,5%
Total	Recuento	394	1.525	704	94	2.717
	% del total	14,5%	56,1%	25,9%	3,5%	100,0%

$p < 0,001$. Debido a estos resultados, para el cálculo del factor de actividad hemos decidido obviar los datos obtenidos de la primera pregunta y basarnos en la segunda por ser más fácil de medir y más objetiva.

Al estratificar las horas de ejercicio no programado en función del sexo y la edad (Fig. 13, Tabla XX) o por grupos de edad (Fig. 14, Tabla XXI), podemos obtener varias conclusiones:

1. La media en todos los grupos siempre se encuentra por debajo de dos horas, con un máximo de 1,73 horas en

los niños de 3 años y un mínimo de 0,39 horas en niñas de 17-18 años.

- Las niñas realizan menos horas de ejercicio que los niños, hallándose diferencias significativas en ellas.
- Según avanza la edad, hay una disminución en las horas de ejercicio que se realiza (con diferencias estadísticamente significativas entre cada uno de los grupos de edad y aquellos que se encuentran 2 grupos por encima o debajo de éste), siendo esta disminución mucho más acusada en las niñas.

TABLA XIX. RELACIÓN ENTRE LAS PREGUNTA: “¿CÓMO CONSIDERA A SU HIJO?” Y “¿CUÁNTAS HORAS DE ACTIVIDAD FÍSICA DIARIA REALIZA?”

		Menos de 1 h	1-3 horas	Más de 3 h	Total
Tranquilo	Recuento	272	189	30	491
	% Tranquilo	55,4%	38,5%	6,1%	100,0%
	% H. de ejercicio	18,2%	14,9%	10,0%	16,0%
Normal	Recuento	757	619	110	1.486
	% Normal	50,9%	41,7%	7,4%	100,0%
	% H. de ejercicio	50,6%	48,9%	36,8%	48,5%
Activo	Recuento	468	457	159	1.084
	% Activo	43,2%	42,2%	14,7%	100,0%
	% H. de ejercicio	31,3%	36,1%	53,2%	35,4%
Total	Recuento	1.497	1.265	299	3.061
	% de actividad	48,9%	41,3%	9,8%	100,0%

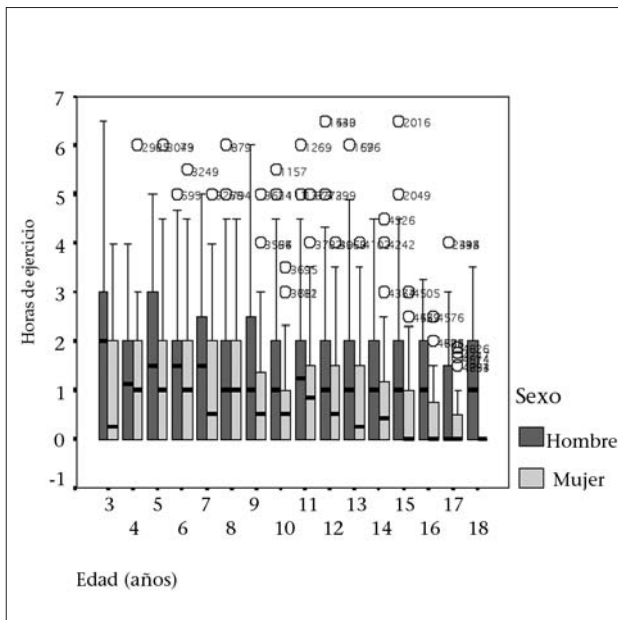


Figura 13. Distribución por horas de actividad física diaria, por edades y sexo.

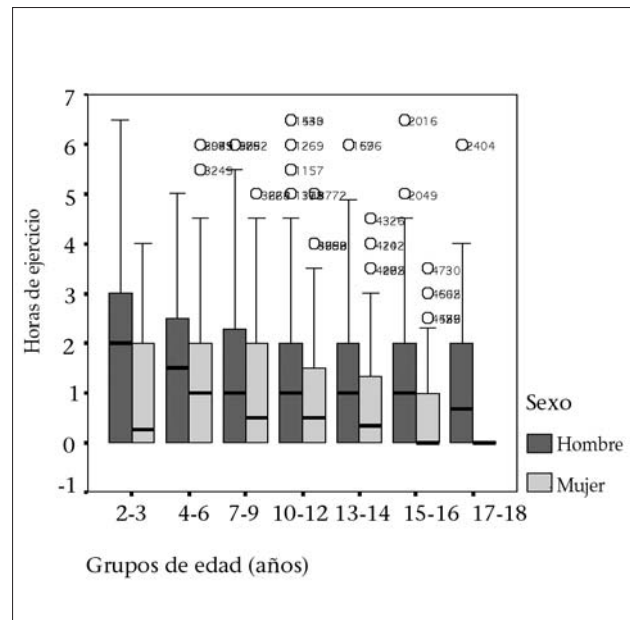


Figura 14. Distribución por horas de actividad física diaria, por grupos de edad y sexo.

Análisis de la ingesta

A la encuesta de la ingesta solamente contestaron el 53% (2.717) de los individuos de la muestra. Se encuentra una correlación significativa ($p < 0,05$) entre los que contestaron a esta encuesta y los que lo hicieron a la encuesta sobre actividad física. De manera que el 92% de los que contestaron

a la encuesta sobre actividad física también lo hicieron a ésta, mientras que el 76% de los que no contestaron a la primera encuesta tampoco lo hizo a la segunda. Sin embargo, no hemos hallado relaciones estadísticamente significativas entre la contestación a la encuesta de la ingesta y el sexo, la edad, el IMC o los grupos de ejercicio físico. Para poder

TABLA XX. DISTRIBUCIÓN DE HORAS DE ACTIVIDAD FÍSICA DIARIA POR SEXO Y GRUPOS DE EDAD

	N	X	EE[X]	S	Hombre				
					P5	P25	P50	P75	P95
3	99	1,73	0,35	1,77	0,00	0,00	2,00	3,00	5,62
4	105	1,25	0,15	1,19	0,00	0,00	1,13	2,00	3,00
5	104	1,68	0,17	1,56	0,00	0,00	1,50	3,00	5,00
6	117	1,55	0,13	1,25	0,00	0,00	1,50	2,00	4,00
7	121	1,51	0,13	1,34	0,00	0,00	1,50	2,50	4,00
8	125	1,27	0,13	1,37	0,00	0,00	1,00	2,00	4,00
9	157	1,52	0,14	1,58	0,00	0,00	1,00	2,50	5,00
10	163	1,25	0,10	1,23	0,00	0,00	1,00	2,00	3,95
11	160	1,32	0,10	1,18	0,00	0,00	1,25	2,00	3,17
12	162	1,25	0,13	1,37	0,00	0,00	1,00	2,00	3,77
13	158	1,30	0,14	1,44	0,00	0,00	1,00	2,00	4,33
14	172	1,09	0,10	1,12	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00
15	193	1,21	0,12	1,23	0,00	0,00	1,00	2,00	3,60
16	204	1,00	0,09	0,92	0,00	0,00	1,00	2,00	2,50
17	187	0,92	0,13	1,22	0,00	0,00	0,00	1,50	3,60
18	173	1,01	0,13	1,01	0,00	0,00	1,00	2,00	2,50
	N	X	EE[X]	S	Mujer				
					P5	P25	P50	P75	P95
3	85	1,08	0,25	1,34	0,00	0,00	0,25	2,00	3,78
4	92	1,15	0,18	1,31	0,00	0,00	1,00	2,06	3,00
5	92	1,35	0,18	1,49	0,00	0,00	1,00	2,00	4,30
6	121	1,15	0,13	1,22	0,00	0,00	1,00	2,00	3,42
7	117	1,09	0,14	1,29	0,00	0,00	0,50	2,00	3,83
8	125	1,08	0,11	1,17	0,00	0,00	1,00	2,00	3,71
9	132	0,84	0,10	1,08	0,00	0,00	0,50	1,50	3,00
10	129	0,77	0,09	0,90	0,00	0,00	0,50	1,00	2,31
11	149	1,01	0,11	1,22	0,00	0,00	0,84	1,50	3,13
12	143	0,89	0,11	1,05	0,00	0,00	0,50	1,50	3,00
13	160	0,82	0,10	1,03	0,00	0,00	0,25	1,50	3,00
14	177	0,74	0,09	1,01	0,00	0,00	0,42	1,19	2,63
15	174	0,53	0,07	0,83	0,00	0,00	0,00	1,00	2,21
16	180	0,53	0,11	1,13	0,00	0,00	0,00	0,88	2,77
17	197	0,51	0,10	0,97	0,00	0,00	0,00	0,50	2,99
18	184	0,27	0,09	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50

TABLA XXI.

	N	X	EE[X]	S	Hombre				
					P5	P25	P50	P75	P95
3	184	1,73	0,35	1,77	0,00	0,00	2,00	3,00	5,62
4-6	326	1,51	0,09	1,36	0,00	0,00	1,50	2,50	4,00
7-9	403	1,44	0,08	1,45	0,00	0,00	1,00	2,31	4,00
10-12	485	1,28	0,06	1,25	0,00	0,00	1,00	2,00	3,50
13-14	330	1,19	0,09	1,28	0,00	0,00	1,00	2,00	3,35
15-16	397	1,11	0,07	1,10	0,00	0,00	1,00	2,00	3,00
17-18	360	0,96	0,09	1,14	0,00	0,00	0,67	2,00	3,00

TABLA XXI. (CONTINUACIÓN)

	N	X	EE[X]	S	Mujer P5	P25	P50	P75	P95
3	166	1,08	0,25	1,34	0,00	0,00	0,25	2,00	3,78
4-6	305	1,21	0,09	1,33	0,00	0,00	1,00	2,00	3,90
7-9	374	0,99	0,07	1,17	0,00	0,00	0,50	2,00	3,35
10-12	421	0,90	0,06	1,08	0,00	0,00	0,50	1,50	3,00
13-14	337	0,78	0,07	1,02	0,00	0,00	0,33	1,33	3,00
15-16	354	0,53	0,06	0,98	0,00	0,00	0,00	1,00	2,36
17-18	381	0,39	0,07	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00

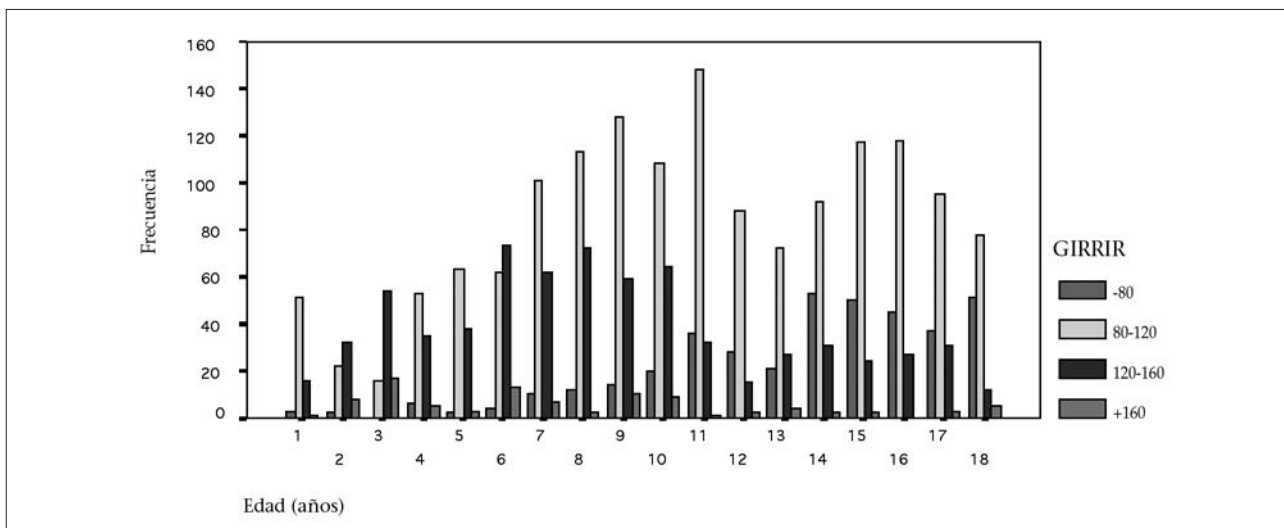


Figura 15. Distribución por edades de los distintos individuos dentro de cada GIRRIR.

comparar la ingesta en los distintos grupos de edad y en relación al sexo, se ha calculado el porcentaje en que la ingesta real (IR) está por encima o por debajo de la ingesta recomendada (IRc) para su sexo y edad: $(IR/IRc) * 100$. Y para esta relación se han establecido “grupos de ingesta real respecto a la ingesta recomendada (GIRRIR): “ingesta deficiente” (menos del 80%), “ingesta adecuada” (80-120%), y dos grupos de “sobreingesta” (120-160%, y superior al 160%).

No existen diferencias significativas entre el sexo y los GIRRIR o la relación IR/IRc. Hay que recordar que, como ya se expuso en un apartado anterior, encontrábamos diferencias significativas entre los GIRRIR y el porcentaje de contestación a la encuesta: a mayor ingesta, menor porcentaje de contestación.

En la figura 15 se muestra la distribución por edades de los distintos individuos de la muestra dentro de cada

GIRRIR, y en las Tablas XXII y XXIII se muestra la distribución de los individuos por edades y grupos de edades dentro de cada GIRRIR, mientras que en las figuras 16 y 17 y Tablas XXIV y XXV se muestran los gráficos de cubos y valores más importantes por edades, y grupos de edades respectivamente, de la relación $(IR/IRc) * 100$.

Salvo en los grupos de edad de 0-3 años, en el resto de edades el porcentaje de ingesta adecuada se sitúa en torno al 50-62% y, por lo tanto, si obviamos el grupo de edad de 0-3 años, resulta que hasta el 42% de la muestra tiene una ingesta patológica (tanto por déficit como por exceso).

Son significativas las variaciones de los GIRRIR en relación a la edad pues, conforme avanza la edad, disminuye el porcentaje de individuos con sobreingesta mientras que aumenta el porcentaje de personas con una ingesta deficiente (Fig. 18).

TABLA XXII. DISTRIBUCIÓN POR EDADES DE LOS INDIVIDUOS DENTRO DE LOS DISTINTOS GIRRIR

		- 80		80-120		120-160		+160		Total recuento
		Recuento	% fila	Recuento	% fila	Recuento	% fila	Recuento	% fila	
Hombre	1	2	6,1%	24	72,7%	7	21,2%			33
	2	2	6,3%	12	37,5%	16	50,0%	2	6,3%	32
	3			6	13,6%	28	63,6%	10	22,7%	44
	4	1	1,9%	31	57,4%	18	33,3%	4	7,4%	54
	5			29	54,7%	22	41,5%	2	3,8%	53
	6			24	31,2%	44	57,1%	9	11,7%	77
	7	6	6,1%	54	55,1%	33	33,7%	5	5,1%	98
	8	2	2,1%	51	53,1%	41	42,7%	2	2,1%	96
	9	4	3,5%	70	61,4%	32	28,1%	8	7,0%	114
	10	9	7,5%	62	51,7%	44	36,7%	5	4,2%	120
	11	24	21,2%	78	69,0%	10	8,8%	1	,9%	113
	12	24	32,0%	45	60,0%	6	8,0%			75
	13	13	19,4%	40	59,7%	13	19,4%	1	1,5%	67
	14	15	15,8%	53	55,8%	25	26,3%	2	2,1%	95
	15	32	33,7%	53	55,8%	10	10,5%			95
	16	25	25,0%	61	61,0%	14	14,0%			100
	17	18	24,3%	43	58,1%	13	17,6%			74
	18	23	43,4%	27	50,9%	1	1,9%	2	3,8%	53
Total		200	14,4%	763	54,8%	377	27,1%	53	3,8%	1.393
Mujer	1	1	2,6%	27	71,1%	9	23,7%	1	2,6%	38
	2			10	31,3%	16	50,0%	6	18,8%	32
	3			10	23,3%	26	60,5%	7	16,3%	43
	4	5	11,1%	22	48,9%	17	37,8%	1	2,2%	45
	5	2	3,8%	34	64,2%	16	30,2%	1	1,9%	53
	6	4	5,3%	38	50,7%	29	38,7%	4	5,3%	75
	7	4	4,9%	47	57,3%	29	35,4%	2	2,4%	82
	8	10	9,7%	62	60,2%	31	30,1%			103
	9	10	10,3%	58	59,8%	27	27,8%	2	2,1%	97
	10	11	13,6%	46	56,8%	20	24,7%	4	4,9%	81
	11	12	11,5%	70	67,3%	22	21,2%			104
	12	4	6,9%	43	74,1%	9	15,5%	2	3,4%	58
	13	8	14,0%	32	56,1%	14	24,6%	3	5,3%	57
	14	38	45,8%	39	47,0%	6	7,2%			83
	15	18	18,4%	64	65,3%	14	14,3%	2	2,0%	98
	16	20	22,2%	57	63,3%	13	14,4%			90
	17	19	20,7%	52	56,5%	18	19,6%	3	3,3%	92
	18	28	30,1%	51	54,8%	11	11,8%	3	3,2%	93
Total		194	14,7%	762	57,6%	327	24,7%	41	3,1%	1.324

TABLA XXIII. DISTRIBUCIÓN POR EDADES DE LOS INDIVIDUOS DENTRO DE LOS DISTINTOS GIRRIIR

		- 80		80-120		120-160		+160		Total recuento
		Recuento	% fila	Recuento	% fila	Recuento	% fila	Recuento	% fila	
Hombre	0-1	2	6,1%	24	72,7%	7	21,2%			33
	2-3	2	2,6%	18	23,7%	44	57,9%	12	15,8%	76
	4-6	1	0,5%	84	45,7%	84	45,7%	15	8,2%	184
	7-9	12	3,9%	175	56,8%	106	34,4%	15	4,9%	308
	10-12	57	18,5%	185	60,1%	60	19,5%	6	1,9%	308
	13-14	28	17,3%	93	57,4%	38	23,5%	3	1,9%	162
	15-16	57	29,2%	114	58,5%	24	12,3%			195
	17-18	41	32,3%	70	55,1%	14	11,0%	2	1,6%	127
Total		200	14,4%	763	54,8%	377	27,1%	53	3,8%	1.393
Mujer	0-1	1	2,6%	27	71,1%	9	23,7%	1	2,6%	38
	2-3			20	26,7%	42	56,0%	13	17,3%	75
	4-6	11	6,4%	94	54,3%	62	35,8%	6	3,5%	173
	7-9	24	8,5%	167	59,2%	87	30,9%	4	1,4%	282
	10-12	27	11,1%	159	65,4%	51	21,0%	6	2,5%	243
	13-14	46	32,9%	71	50,7%	20	14,3%	3	2,1%	140
	15-16	38	20,2%	121	64,4%	27	14,4%	2	1,1%	188
	17-18	47	25,4%	103	55,7%	29	15,7%	6	3,2%	185
Total		194	14,7%	762	57,6%	327	24,7%	41	3,1%	1.324

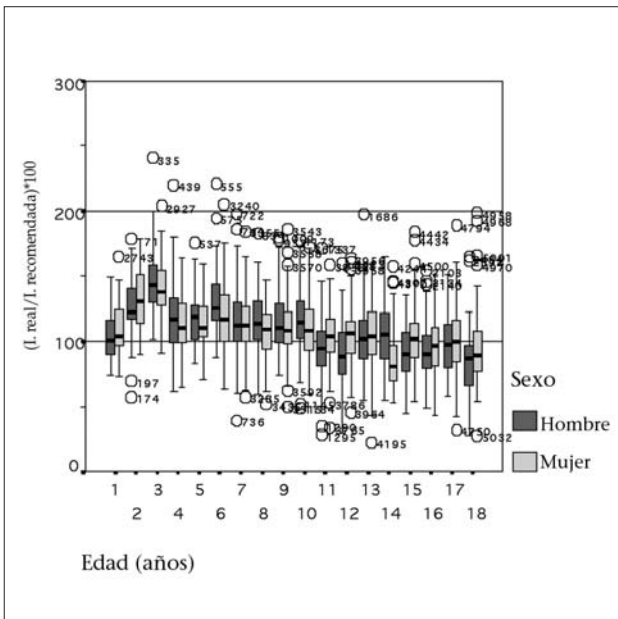


Figura 16. Relación (IR/IRC)*100 por edades.

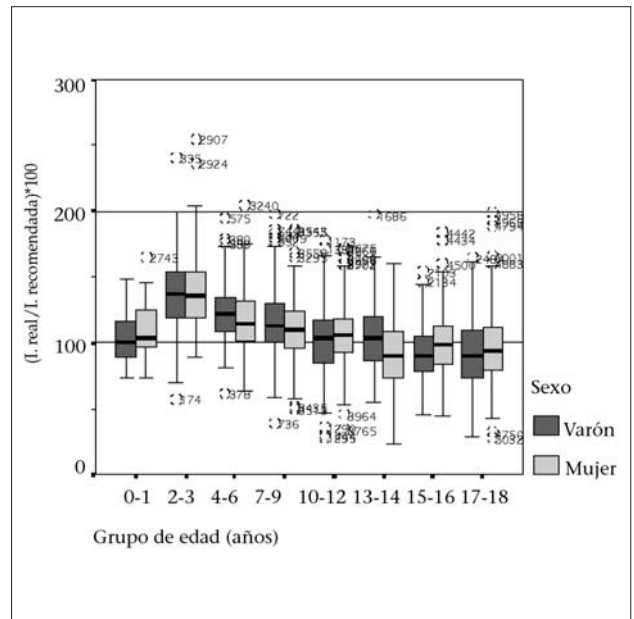


Figura 17. Relación (IR/IRC)*100 por grupos de edades.

TABLA XXIV. VALORES MÁS IMPORTANTES DE LA RELACIÓN (IR/IRC)*100, DISTRIBUIDOS POR EDADES

	N	X	EE[X]	S	Hombre				
					P5	P25	P50	P75	P95
0	77	-	-	-	-	-	-	-	-
1	74	104,81	3,81	21,91	76,86	88,30	100,38	116,17	148,41
2	85	124,51	4,32	24,43	64,95	116,27	121,52	140,63	173,75
3	99	146,47	4,14	27,43	103,24	129,32	142,76	158,43	197,15
4	105	119,07	3,66	26,91	86,68	98,70	116,33	132,75	176,51
5	104	118,87	2,62	19,06	92,11	101,31	118,90	128,82	157,64
6	117	129,67	3,02	26,47	90,83	115,26	125,17	143,55	175,36
7	121	116,39	2,65	26,19	69,97	100,21	112,96	130,35	165,36
8	125	117,29	2,17	21,25	86,05	101,75	113,11	131,00	156,08
9	157	116,51	2,42	25,83	85,01	99,28	110,47	129,47	168,51
10	163	115,67	2,16	23,70	70,69	102,83	115,04	130,98	158,96
11	160	95,18	2,05	21,80	61,54	81,48	95,01	108,30	132,11
12	162	91,05	2,71	23,47	53,14	74,36	88,43	106,86	135,97
13	158	103,32	2,97	24,29	66,53	86,05	102,43	117,84	148,51
14	172	105,32	2,40	23,39	65,66	85,90	105,63	122,10	144,55
15	193	91,02	2,14	20,84	60,72	77,48	89,82	106,37	126,39
16	204	93,72	2,15	21,46	61,18	79,12	90,28	104,71	137,45
17	187	97,24	2,54	21,84	65,72	79,66	97,22	113,20	134,16
18	173	85,08	3,49	25,41	52,33	66,55	87,21	97,96	134,57
	N	X	EE[X]	S	Mujer				
					P5	P25	P50	P75	P95
0	75	-	-	-	-	-	-	-	-
1	77	109,81	3,20	19,72	84,70	97,09	104,28	125,32	147,35
2	81	133,02	4,43	25,05	90,76	114,22	130,67	152,76	174,70
3	85	149,47	7,91	51,89	99,95	127,50	137,49	155,02	250,87
4	92	112,82	3,52	23,62	70,25	98,07	110,13	128,92	157,42
5	92	116,32	3,52	25,60	82,13	102,72	110,67	127,24	158,21
6	121	119,50	3,02	26,17	79,30	100,45	117,24	135,93	162,78
7	117	113,88	2,50	22,62	79,50	99,86	112,59	127,45	150,77
8	125	107,48	1,94	19,69	74,98	94,15	108,81	120,96	140,02
9	132	109,87	2,35	23,10	71,34	97,79	108,14	122,77	149,67
10	129	110,17	2,87	25,87	69,46	92,54	108,56	124,67	164,29
11	149	103,78	2,01	20,49	67,17	92,14	104,03	117,48	138,31
12	143	105,74	2,93	22,30	70,71	91,09	106,16	115,19	155,74
13	160	115,63	9,22	69,64	50,48	89,96	104,10	122,47	224,77
14	177	84,98	2,45	22,32	53,56	69,14	80,78	97,02	134,03
15	174	103,07	2,58	25,52	61,39	87,19	101,49	114,36	153,19
16	180	96,44	2,32	22,00	56,27	80,93	96,36	111,50	132,43
17	197	102,89	3,54	33,94	59,66	84,02	100,28	116,64	151,24
18	184	94,17	2,89	27,87	58,85	77,40	89,19	107,94	147,56

TABLA XXV. VALORES MÁS IMPORTANTES DE LA RELACIÓN (IR/IRC)*100, DISTRIBUIDOS POR GRUPOS DE EDADES

	N	X	EE[X]	S	Hombre				
					P5	P25	P50	P75	P95
0-1	151	104,81	3,81	21,91	76,86	88,30	100,38	116,17	148,41
2-3	184	137,22	3,24	28,24	99,24	119,58	136,82	153,85	189,87
4-6	326	123,45	1,85	25,14	90,34	107,63	121,82	134,29	169,46
7-9	403	116,72	1,40	24,54	83,23	100,81	112,60	130,36	160,53
10-12	485	102,16	1,45	25,36	64,42	84,86	103,36	117,34	143,51
13-14	330	104,50	1,86	23,71	65,96	86,01	104,11	120,43	144,17
15-16	397	92,40	1,51	21,15	61,58	78,53	90,08	105,96	132,71
17-18	360	92,17	2,14	24,07	58,39	73,09	89,57	109,53	132,15

	N	X	EE[X]	S	Mujer				
					P5	P25	P50	P75	P95
0-1	152	109,81	3,20	19,72	84,70	97,09	104,28	125,32	147,35
2-3	166	142,46	4,98	43,10	92,49	119,55	135,85	154,43	210,35
4-6	305	116,78	1,93	25,35	77,93	100,72	114,82	130,71	158,65
7-9	374	110,17	1,30	21,85	74,67	96,48	109,30	123,42	145,49
10-12	421	106,37	1,47	22,91	69,67	91,97	105,80	118,78	149,53
13-14	337	97,46	4,21	49,76	53,51	72,99	90,33	108,47	145,89
15-16	354	99,89	1,76	24,07	60,14	83,24	98,94	113,01	145,04
17-18	381	98,51	2,30	31,26	58,97	79,71	93,85	111,80	149,24

También es significativo que en los hombres el porcentaje de ingesta deficiente en las edades de 10-12 y 15-18 años es mayor que en las mujeres, mientras que el porcentaje de sobreingesta es menor; y lo mismo ocurre con las mujeres respecto a los hombres en los grupos de edad de 7-9 y 13-14 años.

Paradójicamente a lo que cabría pensar en un principio, hay una correlación estadísticamente significativa ($p < 0,001$) entre los GIRRIIR y los grupos de ejercicio físico (Fig. 19) de manera que, a más horas de ejercicio realizado, mayor es el porcentaje de individuos que tienen una ingesta superior a la recomendada. Cabe la duda de si esto se deba a que, al realizar más horas de ejercicio, también sea mayor el gasto energético y, por tanto, necesite una ingesta mayor o si, por el contrario, los niños con una ingesta excesiva hayan exagerado en el cuestionario de actividad física o sólo lo hayan respondido aquellos que realmente tuvieran una actividad física mayor a la media.

DISCUSIÓN

La obesidad es el resultado de un balance energético crónicamente positivo que conduce a un exceso de depósito en

forma de tejido graso (MG). A lo largo de la evolución los humanos se han adaptado a ganar peso debido a que la constante ambiental ha sido la carencia o escasez de alimentos. Bajo estas condiciones ha predominado la expresión de genes que permitan el acúmulo máximo de MG, por lo que los individuos seleccionados han sido aquellos más eficientes en cuanto a depósitos de grasa corporal, lo que permitía la mejora de la supervivencia en las épocas de hambre⁽¹³⁾.

La prevalencia de obesidad se incrementa de forma alarmante en los países desarrollados, particularmente en el sexo femenino. Se han sugerido múltiples factores, entre otros la posible **disminución del gasto energético en la infancia**. La mayoría de los autores están de acuerdo en que no hay diferencias en el gasto basal (GER) entre sujetos obesos y no obesos. Aunque en los trabajos publicados inicialmente mostraban que el GER era cuantitativamente mayor en obesos, cuando se ajusta dicho hallazgo a sus principales determinantes –sexo, estadio puberal, superficie corporal y, especialmente, en relación la masa magra (también aumentada en los obesos)–, los resultados que se obtienen son similares. De la misma forma, no se evidencian diferencias sexuales cuando se ajusta en función de la masa magra, ya que el GER depende del tamaño y composición corporales⁽³⁵⁻³⁷⁾.

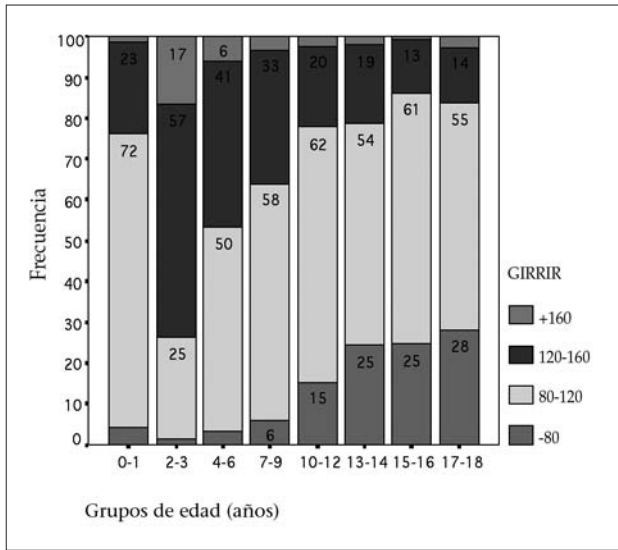


Figura 18. Distribución en porcentajes de los individuos por grupos de edad en los distintos GIRRIR.

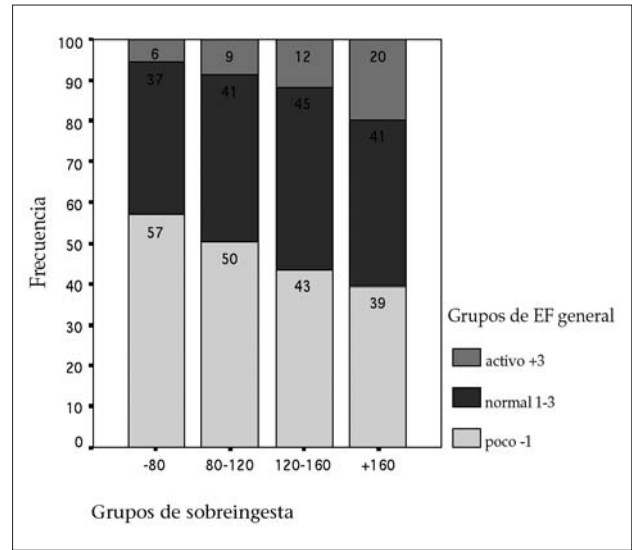


Figura 19. Relación entre los distintos GIRRIR y los grupos creados para el análisis de la actividad física.

La posibilidad de realizar estimaciones del gasto en estudios poblacionales se ve limitada al empleo de las ecuaciones de predicción. El problema surge a la hora de decidir cuál de ellas es más exacta, válida y reproducible. Rodríguez et al.⁽³⁸⁾ estudiaron a 116 niños y adolescentes con edades comprendidas entre los 7,8 y 16,6 años para valorar el grado de concordancia entre la calorimetría indirecta (como criterio de referencia) y diversas ecuaciones de estimación (OMS, Schofield, Harris-Benedict y Mafeiss). Los mejores resultados se obtuvieron con las ecuaciones de la OMS y las ecuaciones de Schöfield.

En un reciente trabajo realizado en la Unidad de Nutrición Pediátrica del HCU⁽³⁹⁾ sobre una muestra de 70 niños obesos con edades comprendidas entre los 8 y los 18 años, se encontró que el GEB determinado por calorimetría fue significativamente inferior ($p < 0,05$) al gasto teórico estimado a partir de las ecuaciones de la OMS y de Schöfield; es decir: los modelos teóricos (ecuaciones de estimación) sobreestiman el GEB.

En el caso de nuestro estudio, el objetivo era comparar si las distintas ecuaciones para el cálculo del gasto energético (OMS, Schöfield, y las nuevas ecuaciones propuestas por Kuczmarski et al.) eran equiparables. Al ser un estudio poblacional con una muestra con un número elevado de individuos (5.126) ha sido imposible, tanto por motivos eco-

nómicos, como técnicos, la realización de la calorimetría indirecta como criterio de referencia.

En nuestros resultados observamos que, aunque se puede establecer una relación lineal entre las tres fórmulas, sí existen diferencias significativas entre ellas, siendo las ecuaciones de la OMS las que ofrecen un GER mayor al de las otras dos, mientras que la de Schöfield en las primeras etapas de la vida es la que ofrece unos valores más bajos para después colocarse entre los valores de la OMS y las de Kuczmarski.

Según la mayoría de los estudios, parece que las ecuaciones sobreestiman el GER en comparación con la calorimetría, pero no hay consenso entre los investigadores sobre cuál es la ecuación más adecuada. Para unos, como Cerzo⁽⁴⁰⁾ o Tverskaya⁽⁴¹⁾, la ecuación de OMS es la que más se acerca a los valores de la calorimetría, mientras que, para otros^(38,42) son las ecuaciones de Schöfield las que más se acercan a los resultados de la calorimetría. Suponiendo que ambas ecuaciones sobreestiman el gasto, en nuestro estudio la ecuación de Schöfield parece la más adecuada.

Finalmente, hay que recalcar la necesidad de realizar nuevos trabajos de investigación con una submuestra homogéneamente distribuida (principalmente del mismo sexo, edad y estadio puberal) y con un número limitado de individuos para poder estudiar y comparar el GER calculado

mediante técnicas de calorimetría y aplicando modelos teóricos predictivos (ecuaciones de estimación), para así conocer cuál de ellos se ajusta mejor en nuestra población.

No obstante, es preciso tratar de acercarse lo más posible al conocimiento del gasto energético real, para ajustar de esta forma las recomendaciones nutricionales ya que, si bien el GER no parece haber variado con los hábitos dietéticos actuales, sí puede haberlo hecho el GET al cambiar los estilos de vida. Ello tiene especial importancia en la prevención de la obesidad ya que las recomendaciones de ingesta calórica⁽⁴³⁾ se dan –internacionalmente– para asegurar que cubran las necesidades del 98% de la población, que puede ser muy heterogénea.

Por ello, aun asumiendo las dificultades a la hora de estimar la actividad física, nos pareció que era el parámetro más importante para tratar de establecer el gasto energético total que podrían tener en la actualidad nuestra población pediátrica y que explicara el incremento de la prevalencia de sobrepeso y obesidad.

En nuestro medio no se discute la destacada contribución de la falta de **ejercicio (actividad muscular voluntaria)** al desarrollo de la obesidad. De hecho, como se deduce de los resultados del estudio *en-Kid*, la prevalencia de obesidad infantil aumenta proporcionalmente al tiempo que los niños pasan frente al televisor, tiempo que combina sedentarismo y riesgo de modificar los patrones alimentarios, ya que continuamente el niño recibe mensajes publicitarios que promueven la ingesta de *snacks* y de otros alimentos de alta densidad calórica^(44,45). Parece claro que el ejercicio aeróbico moderado y constante aumenta la capacidad de oxidación lipídica en los músculos⁽²⁵⁾ y, como se desprende de los resultados de diversos estudios, en los niños la actividad física regular parece estar acompañada de una tendencia a seleccionar una alimentación más equilibrada con mayor proporción de hidratos de carbono y menor de grasas^(25,44).

Junto a la actividad voluntaria juega un importante papel la actividad física involuntaria o inconsciente (contracciones musculares espontáneas, mantenimiento de postura y tono muscular, etc.) en el mantenimiento del balance energético, aspecto éste muy difícil de cuantificar en un estudio de estas características, por lo que carecemos de datos fiables sobre su contribución al gasto total. Estudios en voluntarios evidenciaron que este componente del gasto era el

principal determinante de la resistencia relativa al acúmulo de grasa⁽⁴⁶⁾.

Es decir, el gasto por actividad física depende del rendimiento energético del trabajo muscular y de la cantidad de trabajo muscular, entendiendo como tal la actividad física cotidiana o habitual. En diversos trabajos realizados al respecto, no parece existir una disminución significativa del trabajo muscular en el obeso; sin embargo, sí se encuentra que el tiempo dedicado a la actividad física es menor en aquellos con mayor peso corporal, siendo más evidente en niñas, sobre todo a partir del inicio del desarrollo puberal. Según el estudio *en-Kid*, más del 60% de los jóvenes practican ejercicio menos de dos veces a la semana y, superando el porcentaje, en las niñas el 75%.

La recogida de los datos sin una metodología estandarizada es un problema importante, pues nos impide comparar los resultados entre distintos estudios. Asimismo se ha visto que, cuando se contraponen los resultados obtenidos por cuestionarios y los obtenidos con medidas objetivas (acelerómetros, podómetros, etc.), los primeros tienden a sobreestimar el ejercicio que se realiza^(47,48). Valorar las dificultades en la estimación de la actividad física, componente más variable del gasto energético diario, constituye por sí mismo un objetivo prioritario en nuestro estudio. En este sentido, un trabajo previo realizado en nuestro grupo evidenció diferencias estadísticamente significativas al estimar los niveles de actividad física (considerando ésta como múltiplo del GEB) al aplicar los factores de actividad de la FAO/OMS/ONU y los coeficientes de actividad física revisados para niños con sobrepeso/obesidad de Kuczmarski et al.⁽⁴⁹⁾.

Como se explica en párrafos anteriores, en este trabajo no ha sido posible la determinación de la actividad física espontánea debido a que se trata de un estudio poblacional con un elevado tamaño muestral. Para intentar una aproximación a este componente del gasto se recurrió a pasar un cuestionario autorrespondido sobre actividad, al que contestaron el 60% del total muestral.

En nuestro trabajo evidenciamos que la actividad física diaria no programada era muy baja, siempre menor de 2 horas al día; y que esta actividad disminuye conforme avanza la edad, siendo la disminución siempre más importante en las niñas. Todos estos datos son coincidentes con los resultados aportados por otros estudios^(44,51,52).

Por todo ello hay que remarcar la importancia de disponer de test estandarizados para la determinación de la actividad física incidiendo, no sólo en el tiempo, sino también en el tipo e intensidad del ejercicio, así como en la necesidad de incluir en dichos cuestionarios información sobre el resto de actividades a lo largo del día (horas de televisión o videojuegos, tiempo de sueño, etc.).

Lo anteriormente expuesto se traduce por la necesidad de estandarizar la metodología en la recogida de datos y en su posterior transformación aplicando correctamente los factores de actividad para evitar sobreestimar el GET, lo que contribuiría al fracaso en el enfoque terapéutico de la obesidad infantil. La necesidad de ajustar lo más exactamente posible los requerimientos energéticos en estos niños pone de manifiesto la importancia en la revisión del cálculo de los mismos, y adecuar las ingestas a las necesidades reales de éstos.

Admitiendo que la obesidad se genera asociada a un prolongado desequilibrio entre el ingreso y el gasto energéticos que conduce a un balance energético positivo en el que el exceso de energía se acumula en forma de tejido adiposo, nos pareció obligado estudiar el segundo brazo de la balanza: la ingesta energética.

Como evidencia el estudio *en-Kid*, uno de los cambios más significativos en los países desarrollados en la dieta de los niños y adolescentes ha sido el aumento de alimentos de origen animal y el de comidas o picoteos en forma de tentempiés y bebidas, la mayoría de ellos de alto contenido en grasas y/o azúcares refinados, sal y, en todos los casos, con alta densidad energética. Estos cambios parecen estar condicionados sobre todo por los modelos de estructura familiar, familias con un solo hijo, monoparentales o divorciados donde es menor la supervisión familiar de la alimentación y mayor la libertad de elección y la disponibilidad económica del niño. A esto se añade que cada vez más niños comen en la escuela, donde la composición de la comida muchas veces no cumple los objetivos de la dieta saludable. Destacar de nuevo que, en nuestro medio, la primera y principal fuente de información sobre nutrición es la televisión y, en segundo lugar, las revistas.

En adultos la composición de la dieta (y no sólo la densidad energética de la misma) influye en el porcentaje de grasa corporal, siendo el aporte de grasa más determinante que el de proteínas o hidratos de carbono. La correlación

entre ingesta grasa y adiposidad no se ha demostrado en preescolares pero sí en niños mayores y en adolescentes, especialmente en varones. En niños obesos se ha demostrado un mayor consumo de grasa que en no obesos y una asociación inversa entre el consumo de carbohidratos y obesidad.

Revisando la bibliografía hay dos hechos de gran interés y fundamentales en el mantenimiento del balance de energía positivo⁽⁵³⁾:

- Las recomendaciones actuales (nacionales e internacionales) de ingesta energética en niños y adolescentes están sobredimensionadas en un 10-25%.
- En preescolares, escolares y adolescentes, el gasto total de energía es significativamente más bajo que las recomendaciones de energía a consumir.

Distintos estudios han encontrado diferencias significativas entre la ingesta energética estimada a partir de encuestas dietéticas y el GET obtenido por calorimetría o agua doblemente marcada, encontrándose que, a mayor peso, hay una mayor infraestimación de la ingesta.

Los datos sobre la ingesta de los niños de Castilla y León fueron obtenidos mediante una encuesta dietética a la que respondieron el 53%. A pesar de disponer de gran cantidad de datos, ¿podría ser que aquellos individuos sabedores de que están realizando un hábito no saludable fueran los que no contesten a la encuesta? y, por tanto, el porcentaje de ingesta patológica fuera mucho mayor al que muestran las encuestas. Además, tal y como muestran los trabajos de Suzanne M. et al.⁽⁵⁴⁾, Schoeller DA⁽⁵⁵⁾, nos encontramos con los sesgos de información:

- La persona que contesta a la encuesta casi siempre intenta aparentar (de forma voluntaria o involuntaria) que lleva hábitos dietéticos más saludables a los reales.
- Olvidarse de apuntar los alimentos ingeridos fuera de las comidas principales, que generalmente son los más energéticos (refrescos, *snacks*, etc.).
- Subjetividad a la hora de valorar la cantidad de los alimentos.

Aun así, de nuestro estudio se desprende que, excluyendo al grupo de edad de 0-3 años, hasta el 42% de los individuos tienen una ingesta que se aleja de las recomendaciones. Y contrariamente a lo esperado, lo más destacable es la relación entre sobreingesta y horas de ejercicio diario pues, a más horas de ejercicio realizadas, también es mayor

el porcentaje de individuos con una ingesta superior a la recomendada. Cabe la duda de si esto se debe a que:

- Los niños que más horas de ejercicio realizan también tienen un mayor gasto energético y, por tanto, necesitan una ingesta mayor.
- Los niños con una ingesta excesiva han contestado sobreestimando la actividad física que realizan.

En el contexto actual de la sociedad de la abundancia, las condiciones ambientales son totalmente nuevas y quizá justifiquen, por sí mismas, el aumento de la prevalencia de la obesidad en nuestro medio. Grosso modo los factores ambientales incidirían desde dos perspectivas:

- Pequeños excesos de aporte energético mantenidos durante períodos prolongados de tiempo.
- Descensos moderados, pero igualmente mantenidos, en la actividad física.

De esta forma entendemos el creciente aumento de la prevalencia de la obesidad ligada, fundamentalmente, a los cambios ambientales, ya que es imposible que en sólo 3 décadas se haya modificado la reserva genética para explicar la tasa de aumento del tejido graso. Sin embargo, es preciso tener siempre presente la interacción genética-ambiente, ya que la susceptibilidad a la obesidad está determinada por factores genéticos, pero es el ambiente el que condiciona la expresión fenotípica⁽⁵⁶⁾.

Es fundamental estudiar los factores de riesgo desde la infancia para poder establecer el grado de incidencia y gravedad del problema y poder establecer las guías para la prevención y la actuación sanitaria. En manos de los pediatras está el promover hábitos o estilos de vida saludables atendiendo, no sólo a la dietética, sino también al resto de los factores implicados en la obesidad.

CONCLUSIONES

El cálculo del gasto energético basal es fundamental para establecer el consumo calórico real que el niño debería tener. No podemos afirmar que las diferencias en la estimación del gasto se deban a la inadecuación de las ecuaciones. Necesitamos estudios en grupos homogéneos que utilicen criterios de referencia válidos y fiables para determinar cuál entre los modelos predictivos se ajusta mejor a nuestra población.

La actividad física diaria no programada es llamativamente baja en la población infantil y juvenil de Castilla y León (siempre menor de 2 horas al día), y tiende a disminuir conforme avanza la edad, siendo esta disminución más acusada en las niñas. Estos datos, coincidentes con otros estudios, llevan a la suposición, que el bajo nivel de actividad, especialmente en las niñas, en nuestro medio se perfila como factor de riesgo para el control del peso corporal.

La dificultad en la estimación de la actividad física destaca la importancia de trabajar con protocolos estandarizados especificando, además, tipo, duración e intensidad del ejercicio, así como la necesidad de incluir en dichos protocolos información sobre actividades sedentarias.

BIBLIOGRAFÍA

1. Grupo Colaborativo AEP-SENC-SEEDO. Dossier de Consenso: Curvas de Referencia para la Tipificación Ponderal. Población Infantil y Juvenil. Madrid: Ediciones IM&C, S.A.; 2002.
2. Matix Verdú J, Martínez Hernández JA. Capítulo 23: Balance de energía corporal. En: Mataix Verdú J (ed). Nutrición y Alimentación Humana: II. Situaciones fisiológicas y patológicas. Madrid: Ergon; 2002. p. 703-22.
3. García-Lorda P, Bulló Bonet M, Salas i Salvadó J. Capítulo 7: El cuerpo humano: Técnicas de estudio del consumo energético. En: Miján de la Torre A (ed). Técnicas y métodos de investigación en Nutrición. Madrid: Glosa; 2002. p. 165-82.
4. Poehlman ET, Horton ES. Capítulo 5: Necesidades energéticas: Evaluación y requerimientos en humanos. En: Shills ME (ed). Nutrición en la salud y enfermedad. p. 112-22.
5. Román Viñas B, Serra Majem L, Ribas Barba L, Pérez Rodrigo C, Aranceta Bartrina J. Crecimiento y desarrollo: actividad física. En: Serra Majem L, Aranceta Bartrina J, Rodríguez-Santos F (ed). Crecimiento y desarrollo. Estudio *enKid*. Vol 4. Barcelona: Masson; 2001. p. 57-74.
6. Dietz WH, Chen C. Obesidad en la infancia y adolescencia. Nestlé Nutrition Workshop Series (pediatric Proogram Volume 49). Vevey: Nestec S.A; 2002.
7. Salbe AD, Weyer C, Harper I, Lindsay RS, Ravussin E, Tataranni PA. Assessing Risk Factor for Obesity Between Childhood and Adolescence: II. Energy Metabolism and Physical Activity. *Pediatrics* 2002; **110** (2): 307-14.
8. Perks SM, Roemmich JM, Sandow-Pajewski M, Clark PA, Thomas E, Weltman A, et al. Alterations in growth and body composition during puberty. IV. Energy intake estimated by the Youth-Adolescent Food-Frequency Questionnaire: validation by the doubly labeled water method. *Am J Clin Nutr* 2000; **72**: 1455-60.

9. Salbe AD, Weyer C, Lindsay RS, Ravussin E, Tataranni PA. Assessing Risk Factor for Obesity Between Childhood and Adolescence: I. Birth Weight, Childhood Adiposity, Parental Obesity, Insulin, and Leptin. *Pediatrics* 2002; **110** (2): 299-306.
10. Coss-Bu JA, Jefferson LS, Walding D, David Y, O'Brian Smith E, Klish WJ. Resting energy expenditure in children in a pediatric intensive care unit: comparison of Harris-Benedict and Talbot predictions with indirect calorimetry values. *Am J Clin Nutr* 1998; **67**: 74-80.
11. Goran MI. Metabolic precursors and effects of obesity in children: a decade of progress, 1990-1999. *Am J Clin Nutr* 2001; **73**: 158-71.
12. Tershakovec AM, Kuppler KM, Zemel B, Stallings VA. Age, sex, ethnicity, body composition, and resting energy expenditure of obese African American and white children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 2002; **75**: 867-71.
13. Beghin L, Michaud L, Guimber D, Vaksmann G, Turck D, Gottrand F. Assessing sleeping energy expenditure in children using heart-rate monitoring calibrated against open-circuit indirect calorimetry: a pilot study. *Brit J Nutr* 2002; **88**: 533-43.
14. Rodríguez G, Moreno LA, Sarría A, Fleta J, Bueno M. Resting energy expenditure in children and adolescents: Agreement between calorimetry and prediction equations. *Clin Nutr* 2000; **21** (3): 255-60.
15. Cerezo MP, Sierra Salinas C, del Río Mapelli L, Barco Gálvez A, Delgado Utrera C, Juraqdo Ortiz A. Influencia del gasto energético en la obesidad infantil. *An Pediatr* 2002; **58** (4): 316-21.
16. Deckelbaum RF, Williams CL. Childhood Obesity: The Health Issue. *Obesity Research* 2001; **9**: 239-43.
17. Leis Trabazo R, Díaz Fernández O, Vázquez Donsión M, Martínez Lorente A, Novo Ares A, Villar Márquez CH, et al. Tendencia de la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños entre 1979 y 2001, basada en tres estudios transversales. El estudio Galinut. 2002.
18. Rodríguez Martínez G, Moreno Aznar L, Sarría Chueca A, Fleta Zaragoza J, Pineda Ortiz I, Bueno Sánchez M. Diferencias en la ingesta y en el gasto energético de niños y adolescentes obesos frente a los no obesos.
19. Redondo MP, Bartolomé JM, Cantero MT, Castro MJ, Martínez MJ, Alonso Franch M. Gasto basal en niños obesos adecuación de las ecuaciones de estimación.
20. Maffei C. Childhood obesity: the genetic-environmental interface. *Baillieres Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 1999; **13**: 31-46.
21. Levine JA, Eberhardt NL, Jensen MD. Role of nonexercise activity thermogenesis in resistance to fat gain in humans. *Science* 1999; **283**: 212-4.
22. Davies PSW, Gregory J, White A. Energy expenditure in children ages 1,5 to 14,5 y: a comparison with current recommendations for energy intake. *Eur J Clin Nutr* 1995; **49**: 360-4.
23. Bjorntorp P. Thrifty genes and human obesity. Are we chasing ghosts? *Lancet* 2001; **358**: 1006-8.; Hill JO, Peters JC. Environmental contributions to the obesity epidemic. *Science* 1998; **280**: 1371-4.
24. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. WHO Tech. Rep. Ser. 724. Genève: World Health Organization; 1985.
25. Harris J, Benedict F. A biometric study of basal metabolism in man. Washington, DC: Carnegie Institution; 1919. (Publication 279).
26. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Guo SS, Wei R, Mei Z, Curtin LR, Roche AF, Johnson CL. 2000 CDC growth charts United States. Advance Data from Vital and Health Statistics. Hyattsville, MD: National Center for Health Statistics.
27. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr* 1985; **39** C (suppl): 5-41.
28. Tverskaya R, Rising R, Brown D, Lifshitz F. Comparison of several equations and derivation of a new equation for calculating basal metabolic rate in obese children. *J Am Coll Nutr* 1998; **17** (4): 333-6.
29. Kaplan AS, Zemel BS, Neiswender KM, Stallings VA. Resting energy expenditure in clinical pediatrics: measured versus prediction equations. *J Pediatr* 1995; **127** (2): 200-5.
30. Ekelund U, Aman J, Yngve A, Renman C, Westerterp K, Sjostrom M. Physical activity but not energy expenditure is reduced in obese adolescents: a case-control study. *Am J Clin Nutr* 2002; **76** (5): 935-41.
31. Schoeller DA. Limitations in the assessment of dietary energy intake by self-report. *Metabolism* 1995; **44** (2 Suppl 2): 18-22.