

Diferencias entre la mañana y la tarde en la valoración nutricional del niño mediante impedancia bioeléctrica

G. Rodríguez Martínez¹, A. Sarría Chueca², L. Moreno Aznar⁴, J. Fleta Zaragoza⁵, M. Bueno Sánchez³

Resumen. *Objetivo:* Observar si existen cambios en las cifras de impedancia bioeléctrica (IB), obtenidas por la mañana (08:30 horas) y por la tarde (17:00 horas), al valorar el estado nutricional del niño.

Material y métodos: Se han estudiado 30 niños varones con edades comprendidas entre los 6,5 y 10,9 años. A todos ellos se les valoró el peso, talla, pliegues cutáneos e impedancia total corporal (Z) a las 08:30 y 17:30 horas del mismo día.

Resultados: En 28 de los 30 niños, la Z a las 17:00 horas era menor que a las 08:30 horas. La disminución media de la Z suponía un 4,64% del valor de la mañana ($p = 0,0001$). A las 17:00 horas, se observó un aumento del agua total corporal (ATC) y de la masa libre de grasa (MLG) calculados mediante IB, de 0,68 l. y 0,93 kg. respectivamente ($p = 0,0001$), en comparación a los valores de la mañana. No se encontraron diferencias entre los valores de las mediciones de los pliegues cutáneos obtenidos por la mañana y por la tarde, exceptuando el pliegue suprailíaco que era ligeramente superior por la tarde ($p = 0,05$). Tanto por la mañana como por la tarde, se observaron altas correlaciones entre la MLG calculada mediante pliegues cutáneos y los valores de ATC y MLG calculados mediante IB.

Conclusiones: En niños, existe una disminución de la Z por la tarde (17:00 horas) respecto a la mañana (08:30 horas). Esta circunstancia debe ser considerada por el pediatra al utilizar la IB como método para la valoración del estado nutricional en la infancia.

An Esp Pediatr 1998;49:145-150.

Palabras clave: Impedancia bioeléctrica; composición corporal; nutrición; niños.

DIFFERENCES BETWEEN MORNING AND AFTERNOON IN THE ASSESSMENT OF NUTRITIONAL STATUS BY BIOELECTRIC IMPEDANCE IN CHILDREN

Abstract. *Objective:* The aim of this study was to examine if there were differences in the assessment of the nutritional status between values of bioelectric impedance (BI) measured in the morning (08:30) and in the afternoon (17:00).

Patients and methods: We have studied 30 boys between 6.5 and 10.9 years of age. Weight, stature, skinfold thickness and total body impedance (Z) were measured at 08:30 and at 17:00 on the same day.

Results: In 28 of 30 boys, Z at 17:00 was lower than Z at 08:30. The mean decrease in Z was 4.64% of the morning result ($p = 0.0001$). At

17:00 there was an increase in total body water (TBW) and fat-free mass (FFM) measured by BI, 0.68 l. and 0.93 Kg, respectively ($p = 0.0001$), compared with morning values. We did not find differences between skinfold thickness values in the morning and in the afternoon, except for the suprailiac skinfold, which was a bit larger in the afternoon ($p = 0.05$). In the morning and afternoon there was a high correlation between FFM measured by skinfold thickness and values of TBW and FFM measured by BI.

Conclusions: Z in boys decreases in the afternoon (17:00) compared with morning values (08:30). This fact must be considered by the pediatrician when IB is used for the assessment of nutritional status in children.

Key words: Electrical impedance. Bioelectrical impedance analysis. Body composition. Nutrition. Children.

Introducción

La elevada prevalencia de los problemas nutricionales justifica el interés creciente que existe por el estudio y medición de la composición corporal en niños. En edades infantiles se establecen los hábitos dietéticos y se suceden períodos críticos, con fenómenos de hiperplasia e hipertrofia celular, que determinan la forma y composición corporal del individuo adulto⁽¹⁾. Además, la aterosclerosis y la obesidad, con sus diferentes patrones de distribución de la grasa, pueden iniciarse en edades tempranas, relacionándose con su aparición posterior en edad adulta y con un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular⁽²⁾. En otros procesos como el SIDA o la anorexia nerviosa, las alteraciones del peso repercuten, tanto a nivel inmunitario, como bioquímico⁽³⁾.

Existen diferentes métodos para valorar la composición corporal basados en el análisis de las características químicas y/o distribución anatómica de distintos componentes del organismo. Ninguno de ellos es ideal y hay que aceptar sus limitaciones y utilidades en cada circunstancia⁽⁴⁾. La impedancia bioeléctrica (IB) es uno de los nuevos métodos utilizados para la exploración del estado nutricional, tanto en el niño, como en el adulto. El interés creciente por la IB se fundamenta en que es una técnica simple, rápida, no invasiva, que demuestra alta precisión en el estudio de los compartimentos corporales.

La impedancia es la resistencia que ofrece un cuerpo al paso de una corriente eléctrica, en dependencia de la frecuencia utilizada y de la longitud y sección del conductor. En los años 60⁵, Thomasset⁽⁵⁾ y Hoffer y cols.⁽⁶⁾ comprobaron este principio en un sistema biológico, concluyendo que el volumen del agua total corporal (ATC) era proporcional a la fracción L^2/Z , sien-

¹MIR de Pediatría y áreas específicas. ²Profesor Emérito. ³Catedrático y Director del Departamento de Pediatría, Radiología y Medicina Física. Facultad de Medicina. ⁴Profesor Ayudante. Profesor Titular ⁵. E.U. Ciencias de la Salud. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.

Correspondencia: Gerardo Rodríguez Martínez. Departamento de Pediatría, Radiología y Medicina Física. Facultad de Medicina. C/ Domingo Miral, s/n. 50009 Zaragoza.

Recibido: Diciembre 1997

Aceptado: Febrero 1998

do L la longitud del conductor y Z la impedancia bioeléctrica. Ello es debido a que la electricidad se propaga por el compartimento no graso que es el que contiene el agua y electrolitos necesarios para conducir la corriente.

La IB de un individuo depende principalmente de las características del sujeto y de la corriente empleada. Existen otros factores como la temperatura ambiental, ingesta reciente de sólidos o líquidos, ejercicio físico, estado de hidratación, postura del individuo y colocación de los electrodos, que afectan en mayor o menor grado a la medida de la IB⁽⁷⁾. El uso de un método de IB estandarizado garantiza la detección de signos de malnutrición a nivel individual y permite realizar estudios epidemiológicos poblacionales. En la actualidad no se conoce con precisión, al menos en niños, la influencia que puede tener el momento del día en que se realiza la medición. Intentando contribuir a la estandarización de esta técnica, el objetivo de este estudio ha sido observar si existen cambios en la IB obtenida por la mañana y por la tarde, en niños.

Material y métodos

Población

Se han estudiado 30 niños varones, ingresados en el Departamento de Pediatría del Hospital Clínico Universitario "Lozano Blesa" de Zaragoza, entre enero y septiembre de 1997. La edad estaba comprendida entre 6,5-10,9 años. Ninguno de ellos presentaba patología que pudiera modificar la cifra de IB: fiebre, deshidratación, alteraciones en la piel, prótesis o yesos, malformaciones o deformaciones físicas, edemas tisulares, procesos crónicos modificadores del estado nutricional, intervención quirúrgica reciente, obligación de permanecer en posición supina, etc.. Estos niños se encontraban ingresados en el hospital por problemas menores. Todos ellos pertenecían a las categorías socioeconómicas III y IV de Graffar⁽⁸⁾.

Diseño del estudio

Las mediciones se realizaron dos veces en el mismo día en cada individuo. La primera a las 08:30 horas tras levantarse de la cama y antes del desayuno, la segunda a las 17:00 horas antes de la merienda. La comida la habían realizado entre las 13:00 y 13:30 horas.

Medidas antropométricas

Se valoraron el peso, talla y pliegues cutáneos bicipital, tricipital, subescapular y suprailíaco. Se calcularon el índice de masa corporal (IMC) o peso/talla^2 y las puntuaciones típicas de las medidas antropométricas, tomando como referencia la población infantil de nuestra provincia⁽⁹⁾. El material utilizado para la antropometría consistió en una báscula SECA, tallímetro modelo Harpenden y calibrador marca Holtain. Todas las mediciones fueron realizadas por la misma persona, previa y suficientemente entrenada, siguiendo la metodología ampliamente aceptada⁽¹⁰⁾. Se efectuaron tres mediciones consecutivas de la talla y pliegues cutáneos, considerando la media como valor definitivo.

Tabla I Edad, peso, talla e IMC de la muestra

	MEDIA	DE
Edad (años)	8,95	1,31
Peso (kg.)	30,84	6,12
Peso (PT)	0,38	0,96
Talla (cm.)	134,79	8,22
Talla (PT)	0,69	1,01
IMC	16,8	1,64
IMC (PT)	-0,09	0,79

DE: desviación estándar. PT: puntuación típica.

Medida de la impedancia bioeléctrica

Para medir la IB se utilizó un aparato, Biological OHM modelo BES 200Z, de Bioelectrical Sciences (La Jolla, California) con frecuencia de 50 kHz. Los electrodos se colocaron de manera tetrapolar en el lado derecho del paciente, en los sitios estandarizados para esta técnica⁽¹¹⁾. La impedancia total corporal (Z) se obtuvo de la cifra que más se repetía, después de 4 ó 5 determinaciones consecutivas separadas por un par de segundos. Los pacientes fueron valorados en posición supina, en una cama aislada eléctricamente, con los brazos y piernas separados del cuerpo en abducción de 30-40 grados aproximadamente. Ningún paciente había ingerido alimento ni había realizado ejercicio alguno en las 2 horas anteriores. La temperatura y humedad ambiental en el hospital se mantuvo prácticamente constante durante todo el día y a los niños se les permitió conservar durante la medición el pijama, pero no los zapatos, calcetines o materiales conductores de electricidad.

Cálculo del ATC y masa libre de grasa (MLG)

El ATC y la MLG mediante IB (ATCi y MLGi) se estimaron a partir de las ecuaciones, válidas para niños, propuestas por Kushner et al.⁽¹²⁾ y por Goran et al.⁽¹³⁾ respectivamente. La MLG obtenida mediante pliegues cutáneos (MLGp) se calculó a partir de la diferencia entre el peso y la grasa; la grasa se calculó mediante la fórmula de Siri⁽¹⁴⁾, para la cual se necesita conocer la densidad corporal empleando las fórmulas de Brook⁽¹⁵⁾.

Método estadístico

Los resultados se presentan como media y desviación estándar. Se han comparado las medias de las medidas obtenidas a las 08:30 y a las 17:00 horas mediante el test *t de Student*, para grupos apareados. Se han calculado las correlaciones de Pearson entre las medidas realizadas a las 08:30 horas y las mismas a las 17:00 horas del mismo día.

Resultados

El peso, talla e IMC de la muestra aparecen, junto a sus respectivas puntuaciones típicas, en la tabla I. Las medidas de los pliegues cutáneos, impedancia total corporal (Z), MLGp, ATCi y MLGi a las 8:30 horas y a las 17:00 horas se muestran en la

Tabla II Comparación de diferentes mediciones realizadas a las 08:30 y 17:00 horas del mismo día

	08:30 horas		17:00 horas		p
	MEDIA	DE	MEDIA	DE	
Pl. bicipital (mm)	5,26	2,17	5,45	2,64	NS
Pl. tricipital (mm)	9,34	3,49	9,21	3,75	NS
Pl. subescapular (mm)	6,14	2,22	6,25	2,44	NS
Pl. suprailíaco (mm)	5,31	2,93	5,68	3,42	0,05
Z (ohmios)	737,83	53,13	703,6	45,13	0,0001
ATCi (litros)	16,72	2,59	17,4	2,5	0,0001
MLGi (kg.)	22,95	3,61	23,88	3,5	0,0001
MLGp (kg.)	25,34	4,31	25,32	4,47	NS

DE: desviación estándar. Pl: pliegue. Z: impedancia total corporal. ATCi: agua total corporal mediante impedancia. MLGi: masa libre de grasa mediante impedancia. MLGp: masa libre de grasa mediante pliegues cutáneos.

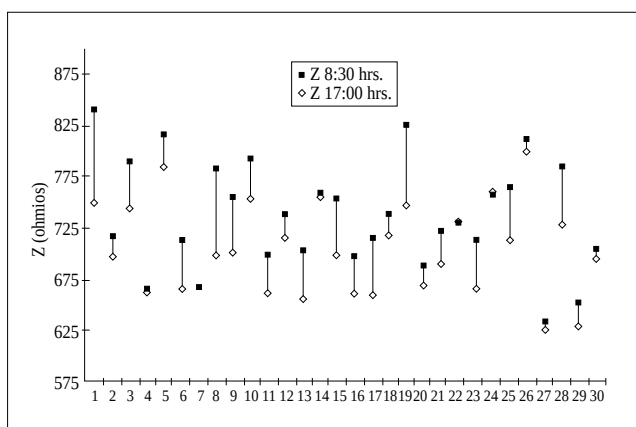


Figura 1. Impedancia total corporal (Z) a las 08:00 y a las 17:00 horas en cada uno de los niños.

tabla II. En ella se observa que no existen diferencias entre los valores de las mediciones de los pliegues cutáneos obtenidos por la mañana y por la tarde, exceptuando el pliegue suprailíaco que es ligeramente superior por la tarde ($p = 0,05$). Tampoco se encuentran diferencias en la MLGp. La Z es mayor por la mañana, 34,23 ohmios ($p = 0,0001$); el ATCi y la MLGi son menores por la mañana, 0,68 l y 0,93 kg. respectivamente ($p = 0,0001$).

Como se puede ver en la figura 1, en 28 de los 30 niños la Z a las 17:00 horas es menor que a las 08:30 horas. La disminución media de la Z supone un 4,64% del valor de la mañana; sin embargo, los ascensos de la Z a las 17:00 horas, en las 2 excepciones, sólo suponen 0,003% y 0,005%, respectivamente.

Las correlaciones entre las medidas realizadas a las 08:30 y a las 17:00 horas se muestran en la tabla III. Las correlaciones más elevadas entre la mañana y la tarde se han detectado en el ATCi y la MLGi aunque, en general, todas ellas han sido muy altas.

Tabla III Correlación entre las medidas realizadas a las 08:30 y 17:00 horas del mismo día

	r	p
Pliegue bicipital (mm)	0,948	< 0,001
Pliegue tricipital (mm)	0,938	< 0,001
Pliegue subescapular (mm)	0,922	< 0,001
Pliegue suprailíaco (mm)	0,961	< 0,001
Impedancia total corporal (ohmios)	0,875	< 0,001
ATCi (litros)	0,983	< 0,001
MLGi (kg.)	0,984	< 0,001

ATCi: agua total corporal mediante impedancia.

MLGi: masa libre de grasa mediante impedancia.

Si se analizan diversas medidas antropométricas realizadas por la mañana y los valores de la Z, ATCi y MLGi a esa misma hora (Tabla IV), se observan altas correlaciones entre la MLGp y los valores de ATCi y MLGi. También, aunque en menor grado, existen correlaciones entre el IMC y el ATCi y MLGi. En la Tabla V se muestran las correlaciones entre las mismas medidas a las 17:00 horas con resultados similares a los de la Tabla IV.

Discusión

La IB empleada para estimar la composición corporal tiene su mejor utilidad en estudios epidemiológicos. En este contexto, puede mejorar los conocimientos sobre la prevalencia de malnutrición poblacional y debe considerarse como complemento, de otros métodos de campo utilizados habitualmente para la evaluación del estado nutricional⁽¹⁶⁾. La estandarización de su técnica y la elección de las ecuaciones de predicción adecuadas, especialmente en niños, son dos aspectos importantes a tener en cuenta por el clínico.

Es indudable que la IB presenta una serie de ventajas frente a otros métodos de medición de la composición corporal. Es una técnica no invasiva, rápida, fácil de realizar y el aparataje no es caro. Por otro lado, gracias a las múltiples ecuaciones predictivas descritas en la literatura⁽¹⁷⁾, ha demostrado ser precisa en la valoración de compartimentos corporales, fundamentalmente del ATC y MLG, en niños y adultos sanos u hospitalizados. Todas estas fórmulas se basan en la proporción L^2/Z , con la posibilidad de incluir otras variables como el peso y sexo que disminuyen el error estándar de la media (EEM). El análisis mediante regresión permite calcular el ATC o MLG con un EEM de 0,23-1,5 kg. y 1,7-3 kg. respectivamente⁽¹⁷⁾. En niños se ha demostrado relación entre parámetros antropométricos e IB⁽¹⁸⁾ y se puede calcular el ATC Y MLG con un EEM de 0,3-1,7 y 2-2,8 kg. respectivamente⁽¹⁷⁾.

La IB, junto a las ventajas, tiene una serie de limitaciones que conviene conocer para su correcto uso. No parece útil para valorar cambios en la composición corporal en períodos cortos de tiempo, derivado de regímenes dietéticos o aumento del ejer-

Tabla IV Correlación entre diversas medidas recogidas mediante impedancia bioeléctrica y antropometría a las 08:30 horas

	IMC	Pl. Bicipital (mm)	Pl. Tricipital (mm)	Pl. Subescapular (mm)	Pl. Suprailíaco (mm)	MLGp (kilos)
Z (ohmios)	0,02	0,137	0,163	0,155	0,193	-0,211
ATCi (litros)	0,574 ***	0,332	0,244	0,284	0,055	0,904***
MLGi (kilos)	0,574***	0,331	0,244	0,287	0,059	0,905***

*** : $p < 0,001$

IMC: índice de masa corporal. Pl: pliegue. MLGp: masa libre de grasa calculada mediante pliegues cutáneos. Z: impedancia total corporal. ATCi: agua total corporal calculada mediante impedancia. MLGi: masa libre de grasa calculada mediante impedancia.

Tabla V Correlación entre diversas medidas recogidas mediante impedancia bioeléctrica y antropometría a las 17:00 horas

	IMC	Pl. Bicipital (mm)	Pl. Tricipital (mm)	Pl. Subescapular (mm)	Pl. Suprailíaco (mm)	MLGp (kilos)
Z (ohmios)	0,096	0,222	0,272	0,239	0,363**	-0,126
ATCi (litros)	0,573***	0,224	0,116	0,155	-0,042	0,919***
MLGi (kilos)	0,574***	0,221	0,116	0,155	-0,038	0,921***

** : $p < 0,05$ ***: $p < 0,001$

IMC: índice de masa corporal. Pl: pliegue. MLGp: masa libre de grasa calculada mediante pliegues cutáneos. Z: impedancia total corporal. ATCi: agua total corporal calculada mediante impedancia. MLGi: masa libre de grasa calculada mediante impedancia.

cicio físico. Por otra parte, la capacidad para predecir volúmenes corporales en grandes obesos está limitada⁽¹⁹⁾. En todos los niños seleccionados en este trabajo el IMC se encontraba entre ± 2 DE, por lo que el estado de nutrición de la muestra debe considerarse satisfactorio.

En el presente estudio se ha observado una disminución en la Z a las 17:00 horas respecto a la de las 08:00 horas del mismo día. Esta variación de la Z provoca diferencias en el ATCi y MLGi, calculada también en dichos momentos. Para cada medición se ha utilizado la misma técnica y el material descrito anteriormente.

Existen diferentes condiciones que pueden modificar la Z de una persona. Las extremidades contribuyen aproximadamente a un 90% del valor de la Z. Esto es debido a que su menor sección geométrica supone un aumento de las resistencias⁽²⁰⁾. Según este dato, cambios en la postura de las extremidades o pequeñas modificaciones en el volumen de líquido a ese nivel, como es el caso de edemas periféricos, producen variaciones importantes en la Z. Cruzar o aducir las piernas pueden reflejar descensos de hasta el 18% y el contacto entre las manos y la cintura un 43%. Sin embargo, cambios en el volumen del tronco afectan mínimamente a la Z como es el caso de la ingesta de líquidos y sólidos que sólo modifican un 3% la Z en adultos⁽⁷⁾.

Los cambios en la perfusión vascular, principalmente en extremidades, también modifican los valores de las resistencias

corporales. Esto ocurre, por ejemplo, con la realización de ejercicio físico recientemente o cambios en la temperatura ambiental. En adultos, una variación desde 35°C hasta 14°C en la temperatura del lugar donde se realiza la medición, produce una disminución de la Z y, por lo tanto, una sobreestimación de la MLG (2,2 kg.) y del ATC (2,5 l)⁽²¹⁾.

Por ahora, ni los cambios en la perfusión vascular, ni la posición, ni aumentos de líquidos en las partes distales pueden explicar la variación observada en este estudio, porque se tuvieron en cuenta previamente al diseñar la metodología. Otro factor a considerar es la redistribución de los líquidos corporales entre el compartimento intracelular (CI) y extracelular (CE). Se ha demostrado, con analizadores de IB con multifrecuencia, que las frecuencias <10 kHz son buenas predictoras del CE, porque la corriente es conducida sólo por este espacio al no atravesar las membranas celulares. Sin embargo, las frecuencias >100 kHz penetran en la célula valorando el ATC (CE + CI)⁽¹⁹⁾. Está asumido que la señal a 50 kHz atraviesa las membranas celulares y circula libremente por todos los líquidos, pero esto no es del todo cierto. La corriente a 50 kHz es conducida mejor por el CE que por el CI. Así pues, cambios en el CE de las zonas distales de las extremidades modificarán las resistencias valoradas a frecuencias bajas, e incluso a 50 kHz.

Cuando un sujeto se encuentra en bipedestación o sentado, las fuerzas gravitatorias provocan acúmulos de agua extracelular en

el espacio intersticial y sistema vascular de las partes distales de las extremidades. Mientras el individuo permanece tumbado, el líquido intersticial, parcialmente acumulado, se reabsorbe hacia la circulación central y el CI⁽²²⁾. Ello puede contribuir a la explicación de los cambios observados en la Z de nuestro estudio. La corriente a 50 kHz, que se conduce mejor por el CE, registra los pequeños aumentos del volumen extracelular que se producen con el paso del día, reflejando descensos importantes de la Z y, por lo tanto, sobreestimación del volumen de ATC.

La disminución media de la Z producida desde las 08:30 y las 17:00 horas obtenida en este trabajo (4,64%) supone, si se utilizan los parámetros antropométricos medios y las fórmulas citadas en la metodología, un aumento del ATC y de la MLG de 0,68 l y 0,93 kg respectivamente a las 17:00 horas frente a la mañana. Las cifras anteriores suponen un aumento del 4 % del ATC y MLG a las 17:00 horas que, obviamente, es desmesurado. Si se resta al peso la MLG de la mañana y de la tarde, en teoría, se obtiene la cantidad de masa grasa (MG) en ambos momentos. Entonces, la diferencia entre la MG a las 08:30 y las 17:00 horas es también 0,93 kg porque se arrastra el error. En situaciones como ésta existe riesgo de obtener resultados sesgados, si la técnica y momento de la medida no se encuentran estandarizados, tanto por el que realiza la valoración, como por el autor de la ecuación predictiva.

Para comprobar la influencia de los cambios ortostáticos en las mediciones con IB, Roos et al.⁽²³⁾ valoraron los efectos de la postura en 10 varones adultos tras 15, 30, 45 y 60 minutos después de tumbarse. Encontraron un incremento del 3% en la Z después de 60 minutos, que se corregía tras 5 minutos en bipedestación. Otros autores han diseñado trabajos similares al anterior, limitados a un corto espacio de tiempo y con una reducida muestra de individuos adultos^(24,25). No hay que olvidar que los niños poseen más porcentaje de ATC que los adultos, lo cual puede producir variaciones en la Z más notables. Según los datos de este trabajo, los posibles cambios producidos por el ortostatismo no se reflejan claramente en las mediciones de los pliegues cutáneos, debido a la ausencia de agua en el tejido graso subcutáneo. No se han detectado diferencias significativas entre la mañana y la tarde, excepto para el pliegue suprailíaco, y aun en este caso las diferencias son escasas ($p = 0,05$).

En resumen, se ha observado una disminución significativa en la Z de niños valorados mediante IB a las 17:00 horas (4,64%) respecto a la medida realizada a las 08:30 horas. La variación supera el 2%, que la literatura otorga como normal en adultos, si se repite esta técnica en el mismo día o semana^(11,26,27). Esta circunstancia debe ser considerada por el pediatra al utilizar la IB como método para la valoración del estado nutricional en la infancia. La causa de esta disminución no se conoce exactamente, pero los cambios circadianos de las resistencias corporales, especialmente en niños, son un aspecto que puede contribuir potencialmente para la estandarización de las condiciones de medición de esta técnica, que parece consolidarse como una buena alternativa, tanto en individuos sanos, como en la práctica clínica, en un campo tan importante como es la explo-

ración de la composición corporal del niño y del adulto. El reto siguiente sería investigar cual es el mejor momento del día para la realización de las mediciones y fórmulas predictivas.

Bibliografía

- 1 Bueno M. Crecimiento y desarrollo humanos. En: Bueno M, ed. Crecimiento y desarrollo humanos y sus trastornos. 2ª ed. Madrid: Ergon, 1996; 3-28.
- 2 Bueno M. Obesidad. En: Cruz M, ed. Tratado de Pediatría. Barcelona: Espaxs, 1993; 719-730.
- 3 Kotler DP, Wang J, Pierson R, Holt PR. Body composition studies in patients with AIDS. *Am J Clin Nutr* 1985; **42**:1255-1265.
- 4 Sarria A. Methods for assessing fat patterning in children. En: Hernández M, Argente J, eds. Human growth: Basic and clinical aspects. Amsterdam: Elsevier, 1992: 233-243.
- 5 Thomasset A. Bio-electrical properties of tissue impedance measurements. *Lyon Med* 1962; **207**:107-118.
- 6 Hoffer DE, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol* 1969; **27**:531-534.
- 7 Kushner RF, Gudivaka R, Schoeller DA. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. *Am J Clin Nutr* 1996; **64** (suppl): 423s-427s.
- 8 Graffar M. Social study of the samples. En: Modern problems in pediatrics. V. Basel. S. Karger, 1960.
- 9 Sarria A, Fleta J, Martínez T, Bueno M, Rubio E, Bueno M. Índices antropométricos de composición corporal para el análisis del estado nutricional del niño. Premio Especial sobre Nutrición Infantil. Asociación Española de Pediatría, 1988.
- 10 PAIDOS '84. Estudio epidemiológico sobre nutrición y obesidad infantil. Madrid: Jomagar, 1985.
- 11 Kushner RF, Schoeller DA. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1986; **44**:417-424.
- 12 Kushner RF, Schoeller DA, Fjeld CA, Danford L. Is de impedance index (ht^2/R) significant in predicting total body water?. *Am J Clin Nutr* 1992; **56**:835-839.
- 13 Goran M, Kaskoun MC, Carpenter W, Poehlman ET, Ravussin E, Fontvieille A. Estimating body composition of young children by using bioelectrical resistance. *J Appl Physiol* 1993; **75**(4):1776-1780.
- 14 Siri WE. Body composition from fluid spaces and density : Analysis of methods. En: Brozek J, Henschel A, eds. Techniques for measuring body composition. Washington, DC: National Academy Press, 1961;223-224.
- 15 Brook CGD. Determination of body composition of children from skin-fold measurements. *Arch Dis Child* 1971; **46**:182-187.
- 16 Deurenberg P, Smit HE, Kusters CSL. Is the bioelectric impedance method suitable for epidemiologic field studies? *Eur J Clin Nutr* 1989; **43**:647-654.
- 17 Houtkooper LB, Lohman TG, Going SB, Howell WH. Why bioelectrical impedance analysis should be used for estimating adiposity. *Am J Clin Nutr* 1996; **64** (suppl):436s-448s.
- 18 Ruiz PJ, Sarria A. Relaciones entre la impedancia bioeléctrica y parámetros nutricionales e índices ponderales en niños y adolescentes. *Act Pediatr Esp* 1993; **51**:109-110.
- 19 Nih Technol Assess Statement. Bioelectrical impedance analysis in body composition measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement. *Am J Clin Nutr* 1996;

- 64 (suppl):524s-532s.
- 20 Scheltinga MR, Helton WS, Rounds J, Jacobs DO, Wilmore DW. Impedance electrodes positioned on proximal portions of limbs quantify fluid compartments in dogs. *J Appl Physiol* 1991; **70**:2039-2044.
 - 21 Caton JR, Mole PA, Adams WC, Heustis DS. Body composition analysis by bioelectrical impedance: effect of skin temperature. *Med Sci Sports Exerc* 1988; **20**:489-491.
 - 22 Maw GJ, Mackenzie IL, Taylor NAS. Redistribution of body fluids during postural manipulations. *Acta Physiol Scand* 1995; **155**:157-164.
 - 23 Roos AN, Westendorp RGJ, Frolich M, Meinders AE. Tetrapolar body impedance is influenced by body posture and plasma sodium concentration. *Eur J Clin Nutr* 1992; **46**:53-60.
 - 24 Shirreffs SM, Maughan RJ. The effect of posture change on blood volume, serum potassium and whole body electrical impedance. *J Appl Physiol* 1994; **69**:461-463.
 - 25 Berg HE, Tedner B, Tesch PA. Changes en lower limb muscle cross-sectional area and tissue fluid volume after transition from standing to supine. *Acta Physiol Scand* 1993; **148**:379-385.
 - 26 Segal KR, Gutin B, Presta E, Wang J, Van Itallie T. Estimation of human body composition by electrical impedance methods: a comparative study. *J Appl Physiol* 1985; **58**:1565-1571.
 - 27 Van Loan M, Mayclin P. Bioelectrical impedance analysis: is it a reliable estimator of lean body mass and total body water? *Hum Biol* 1987; **59**:299-309.