

# Composición corporal del recién nacido de bajo peso. Análisis de las diferencias según la edad gestacional

M Casanova Román, A Jiménez Jiménez\*, S Paul Torres, IM Rodríguez Ruiz, A Mariño Gil, M Casanova Bellido

Servicio de Pediatría. Hospital Clínico de Puerto Real. Cátedra de Pediatría. Facultad de Medicina. Universidad de Cádiz. \*Servicio de Informática Científica y Estadística. Universidad de Cádiz.

Premio a la mejor comunicación. LXXXIII Reunión Científica de la SPAOE. Cádiz, noviembre 1998.

## RESUMEN

El análisis de la impedancia bioeléctrica (BIA) es un nuevo método, simple, no invasivo, de valoración de la composición corporal. El objetivo de este trabajo es estudiar la composición corporal de los recién nacidos de bajo peso, para conocer las diferencias existentes según su edad gestacional.

**Material y método:** Se estudiaron 41 RN (27 AEG y 14 PEG) de peso menor de 2.500 g exentos de patología. Se midieron EG (Ballard), peso, longitud, perímetros (craneal, braquial, torácico y abdominal), pliegues (tríceps, bíceps, subescapular y suprailíaco), y parámetros BIA. Se utilizó un BIA 101-S (RJL Systems, Detroit, MI) con una corriente alterna constante de 800  $\mu$ A a una frecuencia de 50 KHz. Se usaron tres ecuaciones de predicción (215,6 Wt Ht<sup>2</sup>/R + 592; 533 Ht<sup>2</sup>/R + 344, Mayfield 1991; 0,593 Ht<sup>2</sup>/R + 0,065 Wt + 0,04, Kushner 1992) específicas para neonatos. Se aplicaron técnicas de análisis exploratorio de datos y un ANOVA.

**Resultados:** Encontramos 3 "outliers" estrictos en variables antropométricas y BIA, por lo que se decide su eliminación. La muestra resultante es de 38 RN (24 AEG y 14 PEG). En las variables Ht<sup>2</sup>/R y R el ANOVA encuentra diferencias entre grupos, que son corroboradas por los tests de comparaciones múltiples.

**Conclusiones:** Existen diferencias en la composición corporal en los recién nacidos según la edad gestacional. Se abre la posibilidad de clasificar a los RN mediante el índice de impedancia.

**Palabras clave:** Composición corporal. Impedancia bioeléctrica. Recién nacido de bajo peso. Pequeño para la edad gestacional.

**Results:** 3 outliers were determined in anthropometric and BIA parameters, and they were excluded. So, our sample was of 38 newborns (24 AGA and 14 SGA). In variables Ht<sup>2</sup>/R and R ANOVA find differences between groups, and they were also detected by means of multiple ranks analysis.

**Conclusions:** There are differences in body composition in neonates depending on gestational age. So, a new possibility opens, that is classify newborns infants by means of the impedance index.

**Key words:** Body composition. Bioelectrical impedance. Low birthweight infant. Small for gestational age.

## INTRODUCCIÓN

El análisis de la impedancia bioeléctrica (BIA) es un método para el estudio de la composición corporal, que se basa en la naturaleza de la conducción de la corriente eléctrica a través de tejidos biológicos<sup>(1-3)</sup>. La conducción eléctrica corporal es de tipo iónico, y se relaciona con el contenido iónico libre de diversas sales, bases y ácidos, su concentración y movilidad, y la temperatura del medio conductor<sup>(4,5)</sup>. Mientras que la masa magra contiene una gran cantidad de agua y electrolitos y es altamente conductiva, la grasa y el hueso son sustancias dieléctricas, por lo que son malos conductores<sup>(6)</sup>. Dado que la corriente eléctrica sigue el camino de mínima resistencia, los compartimentos magros, como el agua extracelular y el músculo, predominan en la determinación de la impedancia corporal total<sup>(7-9)</sup>.

Este método mide la impedancia u oposición al flujo de una corriente eléctrica a través de los líquidos corporales contenidos, fundamentalmente, en los tejidos magro y graso. La impedancia es baja en el tejido magro, donde se encuentran principalmente los líquidos intracelulares y los electrolitos, y alta en el tejido graso, por lo que es proporcional al agua corporal total (TBW).

El atractivo de esta técnica se basa en su rapidez, facilidad de uso, no invasividad, costo, reproducibilidad y en ser portátiles, por lo que es un método muy apropiado para estudios pediátricos<sup>(2,6,7,9-11)</sup>.

## LOW BIRTHWEIGHT NEW BORN BODY COMPOSITION. DIFFERENTIAL ANALYSIS BY GESTATIONAL AGE

### ABSTRACT

Bioelectrical impedance analysis (BIA) is a new technique for estimating body composition. It's non-invasive, simple and reliable. The aim was to test the hypothesis that body composition in low birth weight infants is different depending on gestational age.

**Subjects and methods:** 41 newborns (27 AGA and 14 SGA) with birth weight below 2.500 g and normal physical examination. We measured: gestational age (GA) (Ballard), weight, length, body circumferences (head, chest, abdomen and midupper-arm), skinfold-thickness (biceps, triceps, subscapular and suprailiacal) and BIA parameters. BIA measurements were recorded using a BIA 101-S unit (RJL Systems, Detroit, MI) applying an imperceptible current of 800  $\mu$ A at a frequency of 50 KHz at the distal electrodes. We also used three previously validated, population-specific, prediction equations (215,6 Wt Ht<sup>2</sup>/R + 592; 533 Ht<sup>2</sup>/R + 344, Mayfield 1991; 0,593 Ht<sup>2</sup>/R + 0,065 Wt + 0,04, Kushner 1992). Statistical analysis was performed using outliers determination and ANOVA.

En toda investigación la presencia de un solo "outlier" o valor extremo influye bastante en los resultados, produciendo distorsiones en los valores de la media y desviación típica, pero no en la mediana ni en el rango intercuartílico (IQR).

Un "outlier" es un valor que está situado lejos de la parte central de la distribución -más de 1,5 IQR por debajo del primer cuartil o por encima del tercero-. Más concretamente, los situados entre 1,5 y 3 IQR son "outliers" medios y los que están a más de 3 IQR son "outliers" extremos o estrictos, tanto superiores, como inferiores (Tabla I). Este tipo de observaciones puede deberse a errores en la toma de los datos o en su medición, existencia de factores que influyan en ellas o a distribuciones asimétricas<sup>(12)</sup>.

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar la composición corporal de los recién nacidos (RN) de bajo peso, para conocer las diferencias existentes según su edad gestacional, en una población uniforme previamente seleccionada mediante la determinación de "outliers".

## MATERIAL Y MÉTODO

### Muestra

Se estudiaron 41 RN de peso menor de 2.500 g, raza blanca y cuya exploración física fuese normal. Los criterios de exclusión incluían malformaciones congénitas, evidencia de edema, ascitis o hydrops, infección o tratamiento con diuréticos o fototerapia. La edad gestacional se determinó mediante FUR y test de Ballard<sup>(13)</sup>. Los RN se dividieron en 2 grupos (27 AEG y 14 PEG), y se midieron entre las 48 y las 72 horas de vida, por un único observador, con los RN dentro de la incubadora y en ayunas.

### Antropometría

Se midieron el peso, longitud, perímetros (craneal, torácico, abdominal y braquial) y los pliegues (tricipital, bicipital, subescapular, suprailíaco). Todas las medidas se recogieron en el hemicuerpo izquierdo por triplicado.

### BIA

Las determinaciones de los parámetros BIA, resistencia (R) y reactancia ( $X_c$ ), se realizaron con un analizador BIA-101 S que usa una corriente alterna constante de 800  $\mu$ A a una frecuencia fija de 50 kHz. Se utilizó un sistema tetrapolar en el hemicuerpo derecho

**Tabla I Tipos de outliers**

Tipo de Outlier	Definición
Outlier inferior (extremo)	$x < Q_1 - 3,0$ (IQR)
Outlier superior (extremo)	$x > Q_3 + 3,0$ (IQR)
Outlier inferior (medio)	$Q_1 - 1,5(\text{IQR}) < x \leq Q_1 - 3,0$ (IQR)
Outlier superior (medio)	$Q_3 + 1,5(\text{IQR}) < x \leq Q_3 + 3,0$ (IQR)

**Tabla II Ecuaciones de predicción del TBW utilizadas**

Clave	Ecuación	Autor
ECU 1P TBW (ml)	$215,6Wt \text{ Ht}^2 / R + 592$	Mayfield
ECU 2P TBW (ml)	$533 \text{ Ht}^2 / R + 344$	Mayfield
ECU 3P TBW (kg)	$0,593 \text{ Ht}^2 / R + 0,065Wt + 0,04$	Kushner

y se situaron 2 electrodos distales en la superficie dorsal de manos y pies, proximales a las articulaciones metacarpo y metatarsofalángicas, y otros 2 por debajo de una línea imaginaria que pasara por las carillas articulares de cúbito y radio y entre los maléolos medial y lateral del tobillo. Las mediciones se tomaron con el RN en decúbito supino, con los pies en separación de 45° y el brazo en separación de 30° respecto al tronco, con el niño calmado e inmovilizado<sup>(1,6,10,13,14)</sup>.

Se calculó el índice de impedancia ( $\text{Ht}^2 / R$ ) que se relaciona con el volumen total del conductor, y es una estimación del agua corporal total (TBW), y los cálculos con diversas ecuaciones de predicción previamente validadas para prematuros (Tabla II)<sup>(1,15)</sup>.

### Análisis estadístico

Se aplicaron técnicas de análisis exploratorio de datos con el fin de determinar observaciones extremas que pudiesen ser valores erróneos ("outliers" superiores e inferiores) e influir en los resultados. Dichas técnicas analizaron macrodatos mediante gráficos de tipo "Sun-Ray", tablas de correlaciones, análisis "cluster", y de nube de puntos y microdatos mediante la propia definición matemática del concepto de "outlier"<sup>(12)</sup>.

Los gráficos tipo "Sun-Ray" permiten obtener una representación visual de los individuos de la muestra con el objetivo de explorar los valores de las variables de una forma cómoda. En esta representación se identifica a cada individuo de la muestra con una estrella

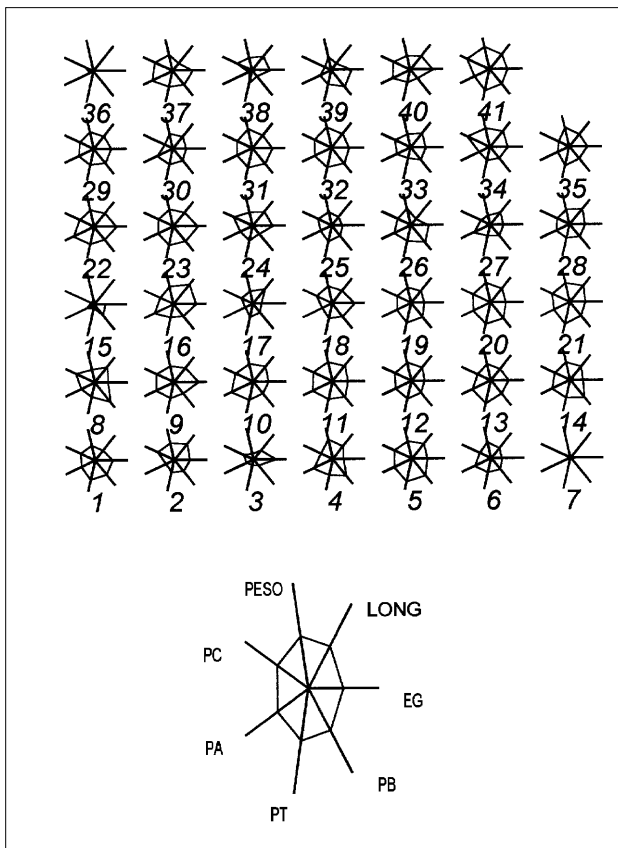


Figura 1. Gráfico "Sun-Ray".

donde cada rayo es una variable. Un punto sobre un eje en particular de la estrella representa el valor que el individuo posee en la variable asociada a dicho eje. Puede utilizarse para comparar individuos en términos de la similitud de sus polígonos o bien para obtener características erróneamente medidas<sup>(12,16)</sup>(Fig. 1).

Las comparaciones entre los grupos se realizaron mediante un análisis de la varianza (ANOVA) de un factor, previa comprobación de las hipótesis de aleatoriedad, normalidad y homocedasticidad. Posteriormente, se empleó la visualización de los intervalos de confianza y los test de comparaciones múltiples de Bonferroni, Tukey y Scheffé.

## RESULTADOS

En el análisis exploratorio de datos se detectaron 3 posibles observaciones extremas estrictas en variables antropométricas y BIA. En la figura 1 se aprecia que los casos 7, 15 y 36 tienen características distintas a los demás. Por ello se procedió a su eliminación, así,

Tabla III Descripción de la muestra resultante

	AEG	PEG
N	24	14
EG	35,6 ± 1,13	38,4 ± 1,01
Longitud	46,6 ± 1,1	45,4 ± 2,02
Peso	2273,3 ± 163,9	2202,8 ± 168,2
PC	32,5 ± 1,04	32,27 ± 0,93
R	765,2 ± 72,52	812,5 ± 65,13
Ht <sup>2</sup> /R	2,86 ± 0,27	2,56 ± 0,31

la muestra total se componía de 38 RN de los cuales 24 eran AEG y 14 PEG (Tabla III). Los resultados se expresan como media y desviación estándar.

En el ANOVA, los factores capaces de diferenciar a ambos grupos se han producido en los índices R y HT<sup>2</sup>/R, además de en la variable antropométrica PLB y, como era de esperar, en la edad gestacional. Las ecuaciones que predicen el contenido de agua de los individuos también han aportado diferencias entre los grupos, siendo de mayor a menor las diferencias en: ECU1P, ECU3P y ECU2P. Estos resultados quedan establecidos en las tablas IV y V.

## DISCUSIÓN

Las técnicas de determinación de "outliers" tienen la ventaja de dotar a nuestros resultados de una mayor fiabilidad y robustez. Si no se hubiesen realizado, nos habrían conducido al empleo de técnicas no paramétricas, más débiles, en lugar de modelos ANOVA, o bien a otras más complejas como la transformación Box-Cox. Además, si la muestra no era normal no se hubiese podido realizar el estudio de correlaciones, por todas estas razones se decidió suprimir dichas observaciones. Sin embargo, se adoptó la actitud moderada en cuanto a eliminación de extremos no estrictos, manteniéndolas en la investigación al no afectar en ninguna medida a las distribuciones ni a los resultados<sup>(12)</sup>. En la bibliografía consultada no hemos encontrado ningún trabajo que realice un preanálisis estadístico de los datos.

El análisis de la varianza permite la comparación de valores medios de la variable respuesta sobre los grupos determinados por cada factor. Este modelo establece la necesidad de verificar las hipótesis de aleatoriedad, normalidad y homocedasticidad. Las variables longitud y pliegue del tríceps no verificaron esta última hipótesis, por lo que les aplicamos los tests

Tabla IV Tabla de análisis de la varianza para establecer la influencia de los grupos

	Medias		ANOVA		Welch		Brown-Forsythe	
	Grupo AEG	Grupo PEG	Valor exp.	Nivel signif.	Valor exp.	Nivel signif.	Valor exp.	Nivel signif.
EG	35,63	38,43	58,11	0,0000	61,67	0,0000	61,67	0,0000
Long	46,63	45,18	5,04	0,0311	3,71	0,0708	3,71	0,0708
Peso	2273,33	2202,86	1,60	0,2136	1,58	0,2194	1,58	0,2194
PC	32,52	32,28	0,49	0,4875	0,52	0,4759	0,52	0,4759
PA	27,25	27,59	0,42	0,5203	0,42	0,5203	0,42	0,5203
PT	29,14	28,95	0,28	0,5972	0,26	0,6142	0,26	0,6142
PB	8,83	8,75	0,18	0,6704	0,18	0,6791	0,18	0,6791
PLT	2,94	2,84	0,38	0,5438	0,28	0,6049	0,28	0,6049
PLB	2,42	2,17	4,20	0,0478	4,47	0,0430	4,47	0,0430
PLS	2,84	2,73	0,42	0,5213	0,38	0,5412	0,38	0,5412
PLSI	2,28	2,25	0,03	0,8528	0,03	0,8628	0,03	0,8628
R	765,23	812,54	4,05	0,0518	4,29	0,0471	4,29	0,0471
Xc	24,23	24,42	0,00	0,9577	0,00	0,9629	0,00	0,9629
HT <sup>2</sup> /R	2,87	2,56	9,70	0,0036	9,20	0,0062	9,02	0,0062
EC1P	87,95	82,336	8,63	0,0057	7,97	0,0094	7,97	0,0094
EC 2P	82,54	77,92	3,69	0,0626	3,48	0,0738	3,48	0,0738
EC 3P	0,78	0,72	0,027	0,0343	4,57	0,0425	4,57	0,0425

Tabla V Tabla de diferencias significativas para los principales tests de comparaciones múltiples

	Bonferroni	Tukey	Scheffe	Resultado
EG	Diferencia significativa p < 0,01	Diferencia significativa p < 0,01	Diferencia significativa p < 0,01	EG <sub>1</sub> < EG <sub>2</sub>
PLB	Diferencia significativa p < 0,05	Diferencia significativa p < 0,05	Diferencia significativa p < 0,05	PLB <sub>1</sub> > PLB <sub>2</sub>
R	Diferencia significativa p < 0,1	Diferencia significativa p < 0,1	Diferencia significativa p < 0,1	R <sub>1</sub> < R <sub>2</sub>
HT <sup>2</sup> /R	Diferencia significativa p < 0,01	Diferencia significativa p < 0,01	Diferencia significativa p < 0,01	HT <sup>2</sup> /R <sub>1</sub> > HT <sup>2</sup> /R <sub>2</sub>
EC 1P	Diferencia significativa p < 0,01	Diferencia significativa p < 0,01	Diferencia significativa p < 0,01	EC1P <sub>1</sub> > EC1P <sub>2</sub>
EC 2P	Diferencia significativa p < 0,1	Diferencia significativa p < 0,1	Diferencia significativa p < 0,1	EC2P <sub>1</sub> > EC2P <sub>2</sub>
EC 3P	Diferencia significativa p < 0,05	Diferencia significativa p < 0,05	Diferencia significativa p < 0,05	EC3P <sub>1</sub> > EC3P <sub>2</sub>

alternativos de Welch y Brown-Forsythe que son variaciones del análisis de la varianza clásico.

En el estudio del análisis de la varianza se encontraron diferencias significativas entre los grupos en las variables EG, pliegue del bíceps e incide de impedancia (HT<sup>2</sup>/R), así como en la resistencia (Tabla IV). Esto quiere decir que las dos poblaciones no tenían diferencias antropométricas y sólo diferían en su edad gestacional, por lo tanto, con los métodos clásicos

antropométricos no podíamos distinguirlas. Sin embargo, sí existían diferencias en el parámetro BIA RxA, y mayores aún en el HT<sup>2</sup>/R (p < 0,0036), así, las diferencias encontradas en este último parámetro podemos asegurar que no se deben a la longitud, en la que no se han hallado, sino a las existentes en parámetros bioeléctricos.

En la literatura sólo hemos encontrado un trabajo que tiene algún parecido con el nuestro, realizado

por Gartner y cols<sup>(17)</sup>, también publicado previamente con una serie menor<sup>(18)</sup>. Seleccionaron dos grupos (AEG y PEG) sin límite de peso ni de EG y aplicaron un test-t de Student, más débil que nuestro modelo ANOVA. Como resultado no encontraron diferencias en la EG, pero sí en el peso, longitud, perímetro braquial, pliegues tricpital y subescapular, y en la resistencia y  $HT^2/R$ . Sin embargo, los valores medios  $\pm$  SD del peso  $2.833 \pm 0,709$  y talla  $47,9 \pm 3,5$  para los AEG,  $1.840 \pm 0,277$  y  $43,4 \pm 2,1$  en el PEG. Para los mismos parámetros en nuestra muestra encontramos  $2.273,3 \pm 163,9$  y  $46,6 \pm 1,1$  en los AEG,  $2.202,8 \pm 168,2$  y  $45,4 \pm 2$  en los PEG, puede apreciarse fácilmente la gran dispersión y diferencias en los valores medios de Gartner y cols. por lo que parecen encontrar diferencias en poblaciones que ya lo son de partida. Además, anteriormente hemos visto cómo la resistencia y  $HT^2/R$  dependen del peso, así podemos pensar que las diferencias encontradas en parámetro se deben, al menos en parte, a que los grupos son diferentes. Nosotros hemos encontrado diferencias en parámetros bioeléctricos en poblaciones con antropometría similar, que sólo difieren en su EG, mediante potentes métodos estadísticos.

Grazioso y cols<sup>(19)</sup> encontraron diferencias mediante un test-t entre CIR simétricos y asimétricos en variables antropométricas y BIA, aunque no muestran los resultados.

Finalmente, encontramos que la ecuación que mejor distingue a los grupos es la ECU1P, que es la mejor ecuación de predicción del TBW aportada por Mayfield y cols<sup>(1)</sup>, seguida por la ECU3P que pertenece a un trabajo de Kushner y cols<sup>(15)</sup> en el que analizaron los datos de tres estudios incluido el de Mayfield y cols<sup>(1)</sup>, como ya se ha mencionado.

Cuando usamos el análisis de la varianza podemos establecer efectos significativos producidos sobre la variable respuesta por diferentes factores, sin embargo, no es posible determinar las comparaciones dos a dos de las medias en los grupos, por lo que han de usarse los tests de comparaciones múltiples. Adicionalmente, hemos empleado la visualización gráfica de intervalos de confianza para la media en los grupos para aclarar el resultado de estas comparaciones. Encontramos diferencias significativas en los mismos parámetros que el análisis de la varianza (Tabla V), demostrando que el pliegue del bíceps,  $HT^2/R$  y los resultados de ECU1P, ECU2P y ECU3P son mayores en el grupo AEG que en el PEG, y la EG y Rx menores en el primero de éstos.

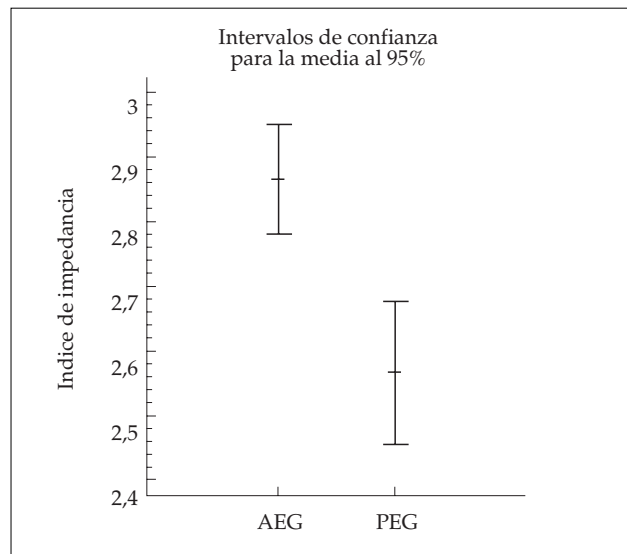


Figura 2. Intervalos de confianza.

Sin embargo, hay que destacar que encontramos una clara zona de corte entre los valores de  $HT^2/R$  para los grupos (Fig. 2), lo que haría posible el intento de clasificarlos mediante esta medida. Por tanto, se abre la posibilidad de establecer relaciones nomográficas entre parámetros BIA, composición corporal y estado neonatal, proporcionando una valiosa herramienta en los estudios nutricionales y en el manejo del agua corporal en el período perinatal.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Mayfield SR, Uauy R, Waidelich D. Body composition of low-birth-weight infants determined by using bioelectrical resistance and reactance. *Am J Clin Nutr* 1991; **54**:296-303.
- 2 Thomas BJ, Cornish BH, Ward LC. Bioelectrical impedance analysis for measurement of body fluid volumes: a review. *J Clin Eng* 1992; **17**:505-510.
- 3 Chumlea WC, Guo SS. Bioelectrical impedance and body composition: Present status and future directions. *Nutr Rev* 1994; **52**:123-131.
- 4 Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Physiol* 1969; **27**:531-534.
- 5 Thomasset A. Propriétés bio-électriques des tissus. Mesures de l'impédance en clinique. Signification des courbes obtenues. *Lyon Med* 1962; **207**:107-118.
- 6 Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: Traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987; **46**:537-556.

- 7 Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 1985; **41**:810-817.
- 8 Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectrical impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr* 1988; **48**:16-23.
- 9 Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* 1986; **60**:1327-1332.
- 10 Kushner RF. Bioelectrical impedance analysis: A review of principles and applications. *J Am Coll Nutr* 1992; **11**:199-209.
- 11 Fuller NJ, Jebb SA, Laskey MA, Coward WA, Elia M. Four-component model for the assessment of body composition in humans: comparison with alternative methods, and evaluation of the density and hydration of fat-free mass. *Clin Sci* 1992; **82**:687-693.
- 12 Hamilton LC. Coping with outliers and skewness. En: Hamilton LC, editor. *Modern data analysis. A first course in Applied Statistics*. Pacific Grove (CA): Brooks/Cole Publishing Company, 1990: 149-176.
- 13 Ballard JL, Novak KK, Driver M. A simplified score for assessment of fetal maturation of newly born infants. *J Pediatr* 1977; **95**:769-774.
- 14 Jiménez R, Figueras J, Villanueva C, Botet F. Valoración del crecimiento intrauterino a nivel del mar entre las 25 y 43 semanas de gestación. *Arch Pediatr* 1982; **33**:191-200.
- 15 Kushner RF, Schoeller DA, Fjeld CR, Danford L. Is the impedance index (ht<sup>2</sup>/R) significant in predicting total body water?. *Am J Clin Nutr* 1992; **56**:835-839.
- 16 Krzanowski WJ. One-way graphical representation of data matrices. En: Krzanowski WJ, editor. *Principles of multivariate analysis. A user's perspective*. New York: Oxford University Press, 1988: 33-85.
- 17 Gartner A, Sarda P, Dupuy RP, Maire B, Delpeuch F, Rieu D. Bioelectrical impedance analysis in small- and appropriate-for-gestational-age newborn infants. *Eur J Clin Nutr* 1994; **48**:425-432.
- 18 Gartner A, Maire B, Delpeuch F, Sarda P, Dupuy RP, Rieu D. The use of bioelectrical impedance analysis in newborns. The need for standardization. *Basic Life Sci* 1993; **60**:165-168.
- 19 Grazioso C, Molina S, Santizo MC, Mazariegos M, Siu ML, Vettorazzi C, Solomons NW. Anthropometry and bioelectrical impedance analysis in newborns with intrauterine growth retardation. *Basic Life Sci* 1990; **55**:51-54.

Correspondencia:  
M. Casanova Román  
C/ Real, 107 - 1ºB  
11100 San Fernando (Cádiz)