

## ORIGINALES

## Clasificación de los recién nacidos por impedanciometría mediante análisis lineal discriminante

M Casanova Román, A Jiménez-Jiménez\*, 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. XIV Reunión Conjunta de las Sociedades de Pediatría de Andalucía y Occidental y Extremadura. Sevilla.

### 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 analizar si mediante parámetros BIA se pueden clasificar a los RN dentro de los grupos AEG y PEG utilizando un análisis lineal discriminante (ADL).

**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  $Ht^2/R + 592$ ; 533  $Ht^2/R + 344$ , Mayfield 1991; 0,593  $Ht^2/R + 0,065$  Wt + 0,04, Kushner 1992) específicas para neonatos. Se aplicaron técnicas de análisis exploratorio de datos y la técnica ADL.

**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). Con las variables predictoras  $Ht^2/R$  y EG ubicamos al 100% de los AEG dentro de dicho grupo y al 92% de los PEG. Las ecuaciones de predicción y la EG también proporcionan aciertos superiores al 95% en ambos grupos (95,83% para los AEG y 100% para los PEG).

**Conclusiones:** Con las variables BIA usando un ADL se predicen con un alto porcentaje de aciertos qué RN son AEG o PEG, por lo que es posible establecer grupos en función de estos parámetros. No existen referencias del uso de esta técnica estadística para clasificar grupos en la literatura BIA.

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

### NEW BORN CLASSIFICATION BY BIOELECTRICAL IMPEDANCE ANALYSIS AND LINEAL DISCRIMINANT ANALYSIS

#### 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 BIA can classify newborns in groups (AGA and SGA) by means of a lineal discriminant analysis (LDA).

**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  $Ht^2/R + 592$ ; 533  $Ht^2/R + 344$ , Mayfield 1991; 0,593  $Ht^2/R + 0,065$  Wt + 0,04, Kushner 1992). Statistical analysis was performed using outliers determination and LDA.

**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). Predictors variables  $Ht^2/R$  and GA classify 100% of AGA in this group and also 92% of SGA infants. Equations and GA also give more than 95% of correct classifications (95,83% AGA and 100% SGA).

**Conclusions:** BIA parameters by means of LDA can predict with great accuracy who newborns belongs to each group (AGA or SGA), so, it's possible to do new classifications with BIA parameters. We didn't find references about LDA in BIA literature to classify groups.

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

### INTRODUCCIÓN

El fenómeno eléctrico de los sistemas biológicos intrigó a los investigadores durante muchos años<sup>(1,2)</sup>. Nyboer en 1943<sup>(3)</sup> intuyó que las medidas de impedancia corporal total y los espacios corporales acuosos se correlacionaban, y Hoffer, Meador y Simpson<sup>(2,4)</sup> demostraron que la resistencia (R) del cuerpo humano a la conducción de una corriente eléctrica alterna se relaciona inversamente con el volumen de líquido y de las dimensiones corporales. Lukaski y cols en 1985 validaron las primeras ecuaciones y establecieron el método general para el uso del BIA<sup>(5)</sup>.

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>(6-8)</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>(4,9)</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>(10)</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>(5,11,12)</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 grasa. La impedancia es baja en el tejido magro, donde se encuentran, principalmente, los líquidos intracelulares y los electrolitos, y alta en el tejido grasa, por lo que es proporcional al 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>(1,5,7,10,12,13)</sup>.

El objetivo de este trabajo es analizar la posibilidad de clasificar a los RN en AEG y PEG, utilizando como predictores parámetros BIA, mediante un análisis lineal discriminante (ADL).

## MATERIAL Y MÉTODO

### Muestra

Se estudiaron 41 RN nacidos en el Hospital Universitario de Puerto Real (Cádiz), 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 hidrops, infección o tratamiento con diuréticos o fototerapia.

La edad gestacional en semanas completas se determinó a partir de la fecha del primer día del último período menstrual (FUR) y confirmada por la exploración prenatal de los obstetras, ecográfico, y el examen neurológico y físico del recién nacido (test de Ballard)<sup>(14)</sup>. Cuando existieron diferencias entre la edad gestacional estimada a partir de las características físicas y neurológicas y la basada sobre los datos maternos, se consideró válida la edad gestacional según la valoración del examen neonatal. Los RN se dividieron en 2 grupos, AEG y PEG, según el peso al nacimiento estuviese por encima o debajo del percentil 10 del valor de referencia<sup>(15)</sup> respectivamente. Las medidas se hicieron en 27 AEG y 14 PEG 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 con una báscula SECA (SECA, Hamburg, Germany) con una precisión de 5 g, la longitud con un neonatómetro Holtain (Holtain Ltd, Dyfed, Wales), con una precisión de 0,1 cm. Los pliegues tricipital, bicipital, subescapular, suprailiaco con un calibre Holtain (Holtain Ltd, Crymych Wales) y los perímetros (craneal, torácico, abdominal y braquial) con una cinta métrica inextensible milimetrada. Todas las medidas se recogieron en el hemicerpo izquierdo por triplicado.

### BIA

Las determinaciones de los parámetros BIA, resistencia (R) y reactancia ( $X_c$ ), se realizaron con un analizador de bioimpedancia BIA-101 S (RJL Systems, Detroit, MI), con una configuración tetrapolar, que usa una corriente alterna constante de 800  $\mu$ A a una frecuencia fija de 50 kHz. Se usaron electrodos de ECG, autoadhesivos y desechables Sentry Silver Circuit Infant EKG (Sentry Industries, Irvine, CA, USA) y cada uno medía 1,2 cm al ser mitades de los originales<sup>(16)</sup>. Previamente a su aplicación limpiamos la piel con alcohol, y la dejamos secar.

Se utilizó un sistema tetrapolar en el hemicerpo derecho y se situaron 2 electrodos distales en la superficie dorsal de manos y pies, proximales a las articulaciones metacarpo y metatarsofalángicas, y otros 2 electrodos 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, en la posición habitual del adulto<sup>(4,6,12)</sup>.

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, conforme a lo recomendado en otras edades<sup>(1,10)</sup>, y con el niño calmado e inmovilizado<sup>(14,15)</sup>. Se eludió el contacto con elementos metálicos y las mediciones se realizaron sin el uso, en ese momento, de monitores cardiorrespiratorios, pese a haberse demostrado que no alteran significativamente la lectura de la R<sup>(6)</sup>. En todos los casos se recogieron las medidas de R y  $X_c$  por triplicado cuando obteníamos una lectura estable en la pantalla digital<sup>(1,5,17,18)</sup>.

Se ha calculado el índice de impedancia ( $HT^2/R$ ) (HT en cm y R en Ohmios), que se relaciona con el volumen total del conductor, y, por tanto, es una estimación del TBW, y los cálculos con diversas ecuaciones de predicción previamente validadas para prematuros<sup>(6,19)</sup> (Tabla I).

Tabla I Ecuaciones de predicción del TBW

Clave	Ecuación	Autor
EC 1	TBW (ml) $215,6Wt \text{ Ht}^2 / R + 592$	Mayfield <sup>(6)</sup>
EC 2	TBW (ml) $533 \text{ Ht}^2 / R + 344$	Mayfield <sup>(6)</sup>
EC 3	TBW (kg) $0,593 \text{ Ht}^2 / R + 0,065Wt + 0,04$	Kushner <sup>(19)</sup>

Tabla II Descripción de la muestra resultante

	AEG	PEG
N	24	14
EG	$35,6 \pm 1,13$	$38,4 \pm 1,01$
Longitud	$46,6 \pm 1,1$	$45,4 \pm 2,02$
Peso	$2.273,3 \pm 163,9$	$2.202,8 \pm 168,2$
PC	$32,5 \pm 1,04$	$32,27 \pm 0,93$
R	$765,2 \pm 72,52$	$812,5 \pm 65,13$
Ht <sup>2</sup> /R	$2,86 \pm 0,27$	$2,56 \pm 0,31$

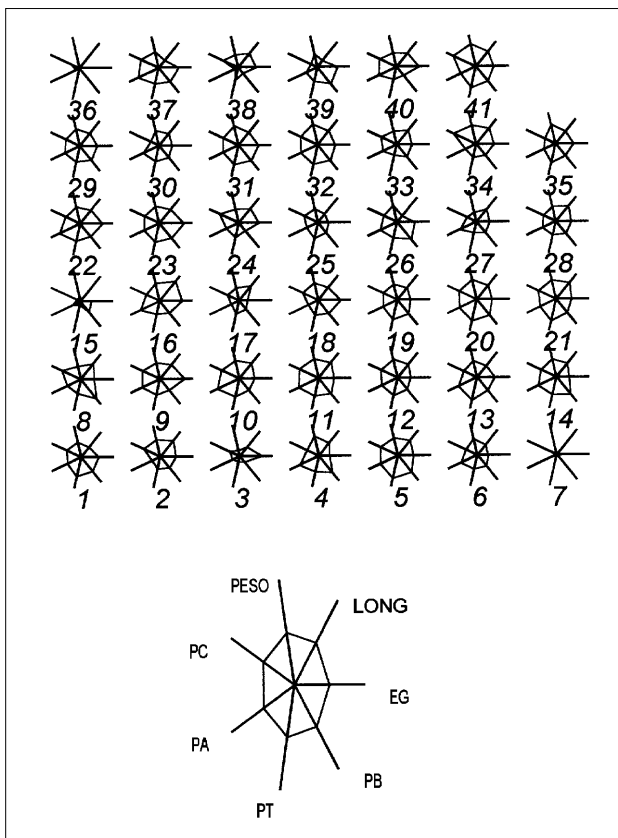


Figura 1. Gráfico "Sun-Ray".

### Análisis estadístico

Se aplicaron técnicas de análisis exploratorio de datos con el fin de la determinación de 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>(20,21)</sup>.

Posteriormente se realizó un análisis lineal discriminante (ADL), que es una técnica multivariante

que permite la clasificación de individuos en grupos excluyentes con el objetivo de distinguir los grupos establecidos de individuos con retraso del crecimiento intraútero y normales, en función de las similitudes entre el conjunto de variables cuantitativas consideradas predictoras. En nuestra investigación utilizaremos la técnica ADL propuesta por Fisher, asociando a los grupos  $G_1$  y  $G_2$  las poblaciones de RN con retraso del crecimiento intrauterino y RN normales. Para este caso particular de dos grupos, el vector de peso discriminante se obtiene imponiendo el criterio de maximizar las dispersiones entre grupos, minimizando, paralelamente, las dispersiones dentro de cada grupo<sup>(22)</sup>.

Se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p < 0,05$ .

### RESULTADOS

En el análisis exploratorio de datos se detectaron 3 posibles observaciones extremas estrictas en variables antropométricas y BIA. Los gráficos de nube de punto corroboraron adicionalmente los análisis anteriores, así como los gráficos "Sun-Ray". 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, la muestra total se componía de 38 RN de los cuales 24 eran AEG y 14 PEG (Tabla II). Los resultados se expresan como media y desviación estándar.

En el ADL, la tabla III muestra los valores del estadístico experimental (de Wilks) y su significación para cada par de variables predictoras consideradas. Los resultados de la clasificación para todos los posibles pares de variables predictoras se muestran en la tabla IV, donde cada celda muestra la matriz ADL asociada al modelo que utiliza la fila y la columna como variable predictoras. Se han marcado en negrita sólo aquellos pares de variables que proporcionan más de

**Tabla III Inferencias sobre la capacidad predictiva del eje discriminante**

	EG	LONG	R	HT <sup>2</sup> /R	EC 1	EC 2	EC 3
EG		$\Lambda = 0,2677$ $p < 0,0000$	$\Lambda = 0,3482$ $p < 0,0000$	$\Lambda = 0,2603$ $p < 0,0000$	$\Lambda = 0,2787$ $p < 0,0000$	$\Lambda = 0,3441$ $p < 0,0000$	$\Lambda = 0,3245$ $p < 0,0000$
LONG			$\Lambda = 0,7781$ $p < 0,0124$	$\Lambda = 0,7784$ $p < 0,0124$	$\Lambda = 0,7889$ $p < 0,0157$	$\Lambda = 0,8377$ $p < 0,0451$	$\Lambda = 0,8223$ $p < 0,0326$
R				$\Lambda = 0,7794$ $p < 0,0127$	$\Lambda = 0,8053$ $p < 0,0226$	$\Lambda = 0,8743$ $p < 0,0953$	$\Lambda = 0,8581$ $p < 0,0687$
HT <sup>2</sup> /R					$\Lambda = 0,7877$ $p < 0,0153$	$\Lambda = 0,7877$ $p < 0,0153$	$\Lambda = 0,7876$ $p < 0,0153$
EC 1						$\Lambda = 0,7894$ $p < 0,0159$	$\Lambda = 0,7906$ $p < 0,0163$
EC 2							$\Lambda = 0,7867$ $p < 0,0150$
EC 3							

**Tabla IV Clasificación grupos previstos vs grupos actuales**

	EG	LONG	R	HT <sup>2</sup> /R	EC 1	EC 2	EC 3
EG		91,67 8,33 0,0 100	95,83 4,17 7,14 92,86	100 0 7,14 92,86	95,83 4,17 0,0 100	95,83 4,17 0,0 100	95,83 4,17 0 100
LONG			83,33 16,67 14,29 85,71	79,17 20,83 14,29 85,71	87,50 12,50 14,29 85,71	87,50 12,50 28,57 71,43	87,50 12,50 28,57 71,43
R				79,17 20,83 14,29 85,71	79,17 20,83 14,29 85,71	66,67 33,33 28,57 71,43	66,67 33,33 21,43 78,57
HT <sup>2</sup> /R					75 25 14,29 85,71	79,17 20,83 14,29 85,71	79,17 20,83 14,29 85,71
EC 1						75 25 14,29 85,71	75 25 14,29 85,71
EC 2							79,17 20,83 14,29 85,71
EC 3							

un 80% de aciertos en la predicción de ambos grupos (AEG y PEG), aunque el valor de p fuese significativo para un porcentaje menor.

Del análisis de ambas tablas (III y IV) se deduce que las variables predictoras EG versus longitud, resistencia, índice de impedancia (HT<sup>2</sup>/R) y ecuaciones, son las que mejor establecen diferencias entre individuos normales y con retraso de crecimiento intrauterino. En particular, las variables predictoras EG versus índice de impedancia, y EG versus ecuaciones son capaces de diferenciar entre ambos grupos con un alto porcentaje de aciertos.

## DISCUSIÓN

La composición del peso al nacimiento y sus variaciones durante el crecimiento postnatal tiene interés para investigar el estatus nutricional del RN. En este estudio se ha utilizado la técnica BIA, junto a la antropometría, en RN AEG y PEG. Se eligieron sólo de peso inferior a 2.500 g con el objeto de controlar las variables antropométricas y no encontrar diferencias en ellas, con el fin de que la muestra sólo difiriese en la EG y, si se encontraban, en parámetros BIA.

Se encontraron tres observaciones extremas estrictas, por lo que se realizaron dos estudios en paralelo

con y sin la presencia de dichas observaciones, dando lugar a los mismos resultados, pero causando una pérdida de la normalidad de las distribuciones en el primero de los casos, por lo que se procedió a su eliminación. No hemos encontrado referencias del uso de estas técnicas en la bibliografía especializada, aunque es indudable que dota a nuestros resultados de mayor fiabilidad y robustez<sup>(20,21)</sup>.

Con la técnica ADL, en nuestra muestra, con las variables HT<sup>2</sup>/R y EG ubicamos al 100% de los individuos clasificados como AEG en dicho grupo, y también al 92,86% de los PEG. Las ecuaciones ECU1P, ECU2P y ECU3P versus EG nos localizan correctamente al 95,83% de los AEG y al 100% de los PEG. También se obtienen resultados por encima de un 85% de aciertos para ambos grupos con R versus EG y con longitud versus EG. En resumen, con estas variables, sobre todo cuando elegimos variables BIA versus EG, podemos distinguir bien los grupos, lo cual indica que este método podría usarse para identificar a estas dos poblaciones, y abre la posibilidad de realizar clasificaciones de los estados neonatales basándonos en su composición corporal. Esta técnica de análisis, para clasificar grupos no se ha descrito en la literatura BIA pediátrica ni de adultos.

La alta capacidad de discriminación de los grupos mediante la técnica ADL en los RN AEG y PEG se debe a que existen diferencias muy claras en parámetros BIA (HT<sup>2</sup>/R y R), aunque no existan en la antropometría, por ello sería posible su clasificación mediante dichos parámetros.

El interés de la valoración de la composición corporal del RN es crucial en la monitorización de su desarrollo. La utilidad potencial de las medidas es doble: el seguimiento de los niños afectados de retraso de crecimiento intrauterino, que están en riesgo de presentar desórdenes metabólicos en el período neonatal, y la valoración no invasiva de la adecuación del estatus nutricional neonatal precoz cuando los cambios en los parámetros antropométricos solos no pueden reflejar exactamente el estatus real de crecimiento<sup>(18,23)</sup>. Un cambio en el peso de los RN es difícil de interpretar, porque representa una modificación, tanto en el tejido adiposo, como en el magro, por tanto el BIA tetrapolar representa un gran avance en dicha valoración.

La capacidad de predecir el agua corporal total (TBW) en un amplio rango de condiciones, unida a la facilidad de medición, incluso en neonatos, hace a la técnica BIA especialmente atractiva para su aplicación

clínica. La relación que se ha postulado entre el índice de impedancia y el TBW<sup>(1-6,24,25)</sup> nos proporciona una herramienta útil en estudios perinatales del TBW y en nutrición.

Aún hay mucho que aprender sobre el efecto de las anomalías de la composición corporal en el comienzo de la vida sobre el crecimiento y desarrollo posteriores. Si queremos que se cumplan estas expectativas es necesaria la estandarización de la técnica BIA<sup>(1,10,16,17,26-28)</sup>.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Kushner RF. Bioelectrical impedance analysis: A review of principles and applications. *J Am Coll Nutr* 1992; **11**:199-209.
- 2 Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. A relationship between whole body impedance and total body water volume. *Ann NY Acad Sci* 1970; **110**:452-461.
- 3 Nyboer J, Bogno S, Nimo LF. The electrical impedance plethysmograph -an electrical volume recorder. Washington, DC: National Academy Press, 1943. (NCR report 149)
- 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 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.
- 6 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.
- 7 Thomas BJ, Cornish BH, Ward LC. Bioelectrical impedance analysis for measurement of body fluid volumes: a review. *J Clin Eng* 1992; **17**:505-510.
- 8 Chumlea WC, Guo SS. Bioelectrical impedance and body composition: Present status and future directions. *Nutr Rev* 1994; **52**:123-131.
- 9 Thomasset A. Propriétés bio-électriques des tissus. Mesures de l'impédance en clinique. Signification des courbes obtenues. *Lyon Med* 1962; **207**:107-118.
- 10 Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: Traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987; **46**:537-556.
- 11 Baumgartner RN, Chumlea WC, Roche AF. Bioelectrical impedance phase angle and body composition. *Am J Clin Nutr* 1988; **48**:16-23.
- 12 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.
- 13 Fuller NJ, Jebb SA, Laskey MA, Coward WA, Elia M. Four-component model for the assessment of body com-

- position in humans: comparison with alternative methods, and evaluation of the density and hydration of fat-free mass. *Clin Sci* 1992; **82**:687-693.
- 14 Ballard JL, Novak KK, Driver M. A simplified score for assessment of fetal maturation of newly born infants. *J Pediatr* 1977; **95**:769-774.
  - 15 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.
  - 16 Sidhu JS, Triggs EJ, Charles BG, Tudehope DI. Electrode placement in neonatal bioelectrical impedance analysis. *Med Biol Eng Comput* 1994; **32**:456-459.
  - 17 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.
  - 18 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.
  - 19 Kushner RF, Schoeller DA, Fjeld CR, Danford L. Is the impedance index ( $ht^2/R$ ) significant in predicting total body water?. *Am J Clin Nutr* 1992; **56**:835-839.
  - 20 Hamilton LC. Modern data analysis. A first course in Applied Statistics. Belmont (CA): Brooks/Cole Publishing Company, 1990.
  - 21 Krzanowski WJ. One way graphical representation of data matrices. En: Krzanowski WJ, editor. Multivariate analysis. A user's perspective. Oxford: Oxford University Press, 1988: 33-85.
  - 22 Dillon WR, Goldstein M. Discriminant analysis: The two-group problem. En: Dillon WR, Goldstein M, editores. Multivariate analysis. Methods and applications. John Wiley & Sons: New York, 1984: 360-393.
  - 23 Beattie RB, Johnson P. Practical assessment of neonatal nutrition status beyond birth weight: an imperative for the 1990s. *Br J Obstet Gynaecol* 1994; **101**:842-846.
  - 24 Kushner RF, Schoeller DA. Estimation of total body water by bioelectrical impedance analysis. *Am J Clin Nutr* 1986; **44**:417-424.
  - 25 Muthappa PB, Morkeberg JC, Wong WW, Schanler RJ, Sheng HP. Rapid, noninvasive measurements of body composition using bioelectrical impedance in preterm infants [abstract]. *Pediatr Res* 1990; **27**:287A.
  - 26 Gartner A, Maire B, Delpeuch F, Sarda P, Dupuy RP, Rieu D. Importance of electrode position in bioelectrical impedance analysis [letter]. *Am J Clin Nutr* 1992; **56**:1067-1068.
  - 27 Cohn SH. How valid are bioelectrical impedance measurements in body composition studies? [editorial]. *Am J Clin Nutr* 1985; **42**:889-890.
  - 28 Casanova Román M, Rico de Cos S, Ferriz Mas B, Tapia Barrios JM, Rodríguez Ruiz I, Casanova Bellido M. Influencia de la posición de los electrodos en la determinación de la impedancia bioeléctrica en pretérminos [abstract]. *An Esp Pediatr* 1996; Suppl **84**:33.

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