

ORIGINAL

Construcción de un modelo de cálculo y registro del percentil de peso neonatal

N.L. González González^{a,*}, E. González Dávila^b, J.A. García Hernández^c,
F. Cabrera Morales^c, E. Padrón^a y E. Domenech^a

^a Departamento de Pediatría, Obstetricia y Ginecología, Hospital Universitario de Canarias, Universidad de La Laguna, Tenerife, España

^b Departamento de Estadística, Investigación Operativa y Computación, Universidad de La Laguna, Tenerife, España

^c Departamento de Obstetricia y Ginecología, Hospital Universitario Materno Infantil de Canarias, Universidad de Las Palmas, Las Palmas, Gran Canaria, España

Recibido el 16 de septiembre de 2012; aceptado el 18 de mayo de 2013

Disponible en Internet el 9 de julio de 2013

PALABRAS CLAVE

Peso fetal;
Peso neonatal;
Curvas percentiladas;
Grandes para la edad gestacional;
Pequeños para la edad gestacional

Resumen

Objetivos: Elaborar unas curvas de peso neonatal con una metodología que permita el acceso al cálculo automático del percentil, el registro y almacenamiento secuencial de los resultados y compararlas con otros modelos creados para niños españoles.

Material y métodos: Se realizó un análisis de regresión múltiple considerando como variable dependiente el peso del recién nacido (RN) y la edad gestacional (EG) y el sexo como independientes, para construir un modelo de cálculo del peso óptimo y de los correspondientes percentiles. Se comparan los resultados al clasificar a los RN como grandes o pequeños para la EG con el modelo propuesto y con el de Carrascosa, con el de Figueras y con los de Ramos.

Resultados: Modelo de cálculo del peso óptimo: $3.311,062 + 68,074 * \text{sexo} + 143,267 * \text{EG}40 - 13,481 * \text{EG}40^2 - 0,797 * \text{EG}40^3 + \text{sexo} * (5,528 * \text{EG}40 - 0,674 * \text{EG}40^2 - 0,064 * \text{EG}40^3)$. Los percentiles de peso se obtuvieron de los datos estandarizados usando el coeficiente de variación del peso óptimo. El grado de concordancia entre el modelo construido y el de Carrascosa, el de Ramos dado en percentiles empíricos y el de Ramos en percentiles suavizados resultó «casi perfecto», $\kappa = 0,866$, $\kappa = 0,872$ y $\kappa = 0,876$ ($p < 0,001$), respectivamente; y con el de Figueras «considerable», $\kappa = 0,720$ ($p < 0,001$).

Conclusiones: El modelo construido es comparable con los utilizados para niños españoles y ofrece como ventajas: La posibilidad de cálculo automático, actualizado y sin ajustes, del percentil de peso. Disponibilidad de forma abierta. Y la posibilidad de registrar y exportar los resultados a cualquier base de datos, puntualmente, o para el seguimiento longitudinal del crecimiento fetal.

© 2012 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: ngonzalezg@sego.es (N.L. González González).

KEYWORDS

Fetal weight;
Birth weight;
Growth curves;
Large for gestational age;
Small for gestational age

Construction of model for calculating and recording neonatal weight percentiles**Abstract**

Objectives: To construct a model for calculating optimal foetal and neonatal weight curves with a method that allows automatic calculation of the percentile and sequential recording of results.

Material and methods: A model was constructed for calculating optimal weight and the corresponding percentiles for gestational age and sex from a sample of 23,578 newborns, after excluding cases with diseases. Birth weight was modelled using stepwise multiple regression analysis. Newborns were classified as small or large for gestational age (SGA or LGA) using the proposed model. The resulting classification was compared with those derived from other models designed for Spanish children.

Results: Optimal weight model: $3,311.062 + 68.074 *sex + 143.267 *GE40 - 13.481 *GE40^2 - 0.797 *GE40^3 + sex * (5.528 *GE40 - 0.674 *GE40^2 - 0.064 *GE40^3)$. (GE, gestational age). Weight percentiles were obtained from standardized data using the coefficient of variation of the optimal weight. The degree of agreement between our model classification and those of the Carrascosa model and Ramos model, with empirical and smooth percentiles, was «almost perfect» ($\kappa = 0.866$, $\kappa = 0.872$, and $\kappa = 0.876$ ($P < .001$), respectively), and between our model and that proposed by Figueras it was «substantial» ($\kappa = 0.720$, $P < .001$).

Conclusions: The new model is comparable to those used for Spanish children and allows accurate, updated automatic percentile calculation for gestational age and sex. The results can be digitally stored to track longitudinal foetal growth. Free access to the model is offered, together with the possibility of automatic calculation of foetal and neonatal weight percentiles.

© 2012 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Uno de los objetivos principales de los obstetras y neonatólogos es la prevención, la identificación y la asistencia a los fetos y recién nacidos con un crecimiento intrauterino anómalo, tanto de los pequeños (PEG), como de los grandes para la edad gestacional (GEG). El peso es un indicador objetivo de bienestar fetal y de salud posnatal. Los fetos que presentan un crecimiento intrauterino deficiente o excesivo tienen mayor riesgo de morbilidad perinatal^{1,2}, obesidad en la infancia y vida adulta^{3,4}, hipertensión, síndrome metabólico y enfermedades cardíacas⁵⁻⁸.

Lubchenco et al.⁹ publicaron en 1963 las primeras tablas percentiladas de peso neonatal, posteriormente se comprobó la necesidad de que cada comunidad contase con sus propios modelos y de actualizarlos periódicamente¹⁰⁻¹⁷.

Existen muchas curvas percentiladas diferentes que relacionan la EG y el sexo con el peso fetal. No existen modelos matemáticos estándar para crearlas^{18,19} y las características de la población utilizada, la metodología, el tamaño, la fuente de información y los criterios de exclusión de casos varían de unas a otras¹⁰⁻¹⁴. Estas circunstancias explican que los resultados obtenidos al clasificar a los recién nacidos como PEG o GEG dependan del modelo de normalidad utilizado¹⁰⁻¹⁷.

Las tablas de peso neonatal creadas por Carrascosa et al.^{14,15}, ampliamente utilizadas, se incluyen entre las propuestas por la Sociedad Española de Neonatología. La Sociedad Española de Ginecología y Obstetricia oferta las de Santamaría et al.²⁰ y el modelo de Figueras et al.²¹. De forma

similar a las de Carrascosa et al.^{14,15}, están las tablas de Ramos et al.¹⁷, los cuales analizan a más de 200.000 recién nacidos, proporcionando tablas de percentiles empíricos así como suavizados. La presentación de estos modelos obliga a ajustar los percentiles cuando los pesos se sitúan entre 2 rangos. El acceso en la web al modelo de cálculo automático de Figueras et al.²⁰ es libre, pero las tablas de Carrascosa et al.^{14,15} han de utilizarse manualmente, salvo que se disponga de clave de acceso. Ninguno de estos métodos permite almacenar los resultados o generar curvas de crecimiento fetal.

Elaborar unas curvas de peso fetal y neonatal con una metodología que permita el acceso al cálculo automático del percentil y el registro y almacenamiento secuencial de los resultados, así como compararlas con otros modelos creados para niños españoles son los objetivos principales de este trabajo.

Material y método

La muestra estudiada procede del Registro de Datos Perinatales del Hospital Universitario Materno Infantil de Canarias. Este hospital cubre la asistencia pública de toda la isla de Gran Canaria (845.676 habitantes). Se valora a 23.578 neonatos producto de gestaciones únicas nacidos de madres españolas entre las 26-43 semanas durante el periodo 2008-2011. La cronología del embarazo fue confirmada por ecografía a las 11-14 semanas y, cuando no fue posible, entre las 20-22 semanas de gestación.

Se excluyeron de la muestra los casos en los que se asoció un estado hipertensivo del embarazo, diabetes, adicción a

tóxicos (tabaco, alcohol o drogas), malformaciones mayores o muerte prenatal.

Peso óptimo de un feto o recién nacido según su edad gestacional y sexo

Para construir un modelo de cálculo del peso óptimo se realizó un análisis de regresión múltiple paso a paso, considerando como variable dependiente el peso y la edad gestacional, y el sexo como independientes, según el procedimiento descrito por Gardosi y Francis²². Se define peso óptimo para una EG y sexo el correspondiente al percentil 50.

Para la construcción del modelo se introdujo la variable EG definida como las semanas de diferencia con respecto a la EG40, equivalente a 280 días de gestación y coincidente con la mediana de los datos, considerando el efecto cuadrático y cúbico (EG40² y EG40³) y las interacciones con la variable sexo. La variable sexo fue codificada como -1 para femenino y 1 para masculino. El término independiente del modelo representará el peso óptimo de un recién nacido de 40 semanas y sexo neutro. El coeficiente de variación de Pearson (cv) se obtuvo del cociente entre la raíz cuadrada del error cuadrático medio y el término independiente del modelo. Se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov para comprobar la normalidad de la distribución de los datos para cada EG y sexo.

Los percentiles de peso se obtuvieron a partir de los datos estandarizados usando el coeficiente de variación.

$$P_{1-\alpha} = \text{Peso ó ptimo} + z_{\alpha}sd = \text{Peso ó ptimo}(1 + z_{\alpha}cv)$$

Modelos de peso percentilados

Para un determinado peso y una EG y sexo conocidos, el percentil se calcula obteniendo en primer lugar el punto z_{α} a partir del peso observado, el peso óptimo para esa EG y sexo, y del coeficiente de variación:

$$z_{\alpha} = \left(\frac{\text{peso}}{\text{peso ó ptimo}} - 1 \right) \frac{1}{c.v.}$$

El percentil buscado se obtendrá como la probabilidad acumulada por debajo de este punto z_{α} en una distribución normal estándar. Estos valores z_{α} son las puntuaciones z (Z-scores).

Se diseñó una página web con acceso libre a los modelos creados en Excel, OpenExcel y Google Docs para facilitar el cálculo automático de los percentiles de peso y las puntuaciones z, de manera puntual, o registrando en tablas y gráficos los patrones de crecimiento intrauterino.

Comparación entre modelos

Los recién nacidos incluidos en la muestra inicial (n = 23.578) fueron clasificados según el percentil correspondiente a su peso utilizando las curvas creadas, las propuestas por Carrascosa et al.¹⁵, las de Figueras et al.²¹ y las de Ramos

Tabla 1 Características maternas y fetales de la muestra utilizada para el cálculo de las tablas y curvas percentiladas normales de peso fetal y neonatal (n = 16.958)

Edad materna, media ± DE; mediana	28,5 ± 6,2; 29
IMC, media ± DE; mediana	24,7 ± 4,9; 23,6
Estatura, media ± DE; mediana	162,9 ± 6,1; 163
Peso, media ± DE; mediana	65,5 ± 13,9; 63
Nulíparas, n (%)	11.916 (70,3)
Edad gestacional, media ± DE; mediana	277,9 (12,9); 280
Peso al nacer, media ± DE; mediana	3.235,6 ± 506,9; 3.250
Sexo	
Recién nacidas, n (%)	8.259 (48,7)
Recién nacidos, n (%)	8.699 (51,3)
Edad gestacional, n (%)	
< 37 semanas	1.025 (6,0)
37-42 semanas	1.5413 (90,9)
> 42 semanas	520 (3,1)
Peso al nacer, n (%)	
< 2.500 g	1.057 (6,2)
2.500-3.999 g	14.975 (88,3)
> 3.999 g	926 (5,5)

DE: desviación estándar; IMC: índice de masa corporal.

et al.¹⁷, tanto en su versión empírica como suavizada. Se definen como GEG los recién nacidos con un peso > percentil 90, PEG < percentil 10 y adecuados a la EG (AEG) aquellos con un peso entre el percentil 10 y 90. Se utilizó el coeficiente kappa de Cohen para analizar el grado de acuerdo entre métodos y la escala propuesta por Landis y Kock²³ para describir el grado de concordancia: 0,21-0,40, «pobre»; 0,41-0,60, «moderado»; 0,61-0,80, «bueno»; 0,81-1,00 «casi perfecto».

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, Estados Unidos).

Resultados

Se excluyeron de la muestra inicial de 23.578 recién nacidos todos los casos con pérdida de datos o inverosimilitud en los campos: EG incierta (n = 127), peso del recién nacido (n = 21) y sexo (n = 4). La muestra quedó constituida por 23.426 recién nacidos.

Peso óptimo de un feto o recién nacido

Para realizar el cálculo del peso óptimo y de las curvas percentiladas, se excluyeron de la muestra de 23.426 recién nacidos 6.468 casos, quedando la muestra constituida por 16.958 casos. Las causas fueron: patología materna: diabetes gestacional (n = 1544), pregestacional (n = 153), hipertensión crónica (n = 343), inducida por la gestación (n = 437), preeclampsias (n = 254), muerte fetal intraútero (n = 51), malformaciones congénitas (n = 261), hábitos tóxicos (n = 3425) (tabla 1).

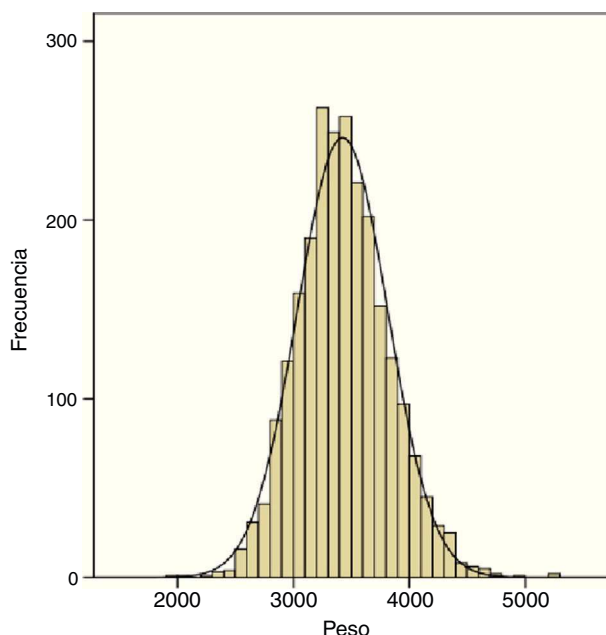


Figura 1 Histograma obtenido para el peso de recién nacidos varones y 40 semanas de edad gestacional.

Modelo de cálculo del peso óptimo:

$$\begin{aligned} \text{Peso óptimo} = & 3311,062 + 68,074 * \text{sexo} + 143,267 \\ & * EG40 - 13,481 * EG40^2 - 0,797 * EG40^3 \\ & + \text{sex} * (5,528 * EG40 \\ & - 0,674 * EG40^2 - 0,064 * EG40^3) \end{aligned} \quad (1)$$

$R^2=0,403$; error cuadrático medio = 153.534,243; coeficiente de variación de Pearson = 11,83%

Cálculo de percentiles

Se comprobó la normalidad de la distribución de las curvas de peso obtenidas para cada EG y sexo, resultando 10 p-valores mayores que 0,9; 7 entre 0,5 y 0,9; 8 entre 0,3 y 0,5; 8 entre 0,05 y 0,4, y solo 1 p-valor menor de 0,05 ($p=0,011$), el correspondiente a sexo masculino y EG 40. El coeficiente de asimetría para este último caso fue de 0,264 y la representación gráfica muestra que no se produce una perturbación importante respecto a la normalidad (fig. 1).

Los percentiles de peso obtenidos para cada EG y sexo se recogen en la tabla 2 y las curvas en la figura 2.

Ejemplo de aplicación del cálculo del percentil: si consideramos una recién nacida de 38 semanas y 2500 g, sustituyendo en la ecuación (1) sexo por -1 , y $EG40=38-40$ por -2 obtenemos un peso óptimo de 2.922, que coincide con el valor dado en la tabla 2 para esa edad gestacional y sexo. Así, $z_{\alpha} = (2.500/2.922,1 - 1)/0,11834 = -1,2206$. Localizando esta puntuación z en la función de distribución de una normal estándar, por ejemplo en Excel, obtendremos que el peso de esta niña corresponde a un percentil 11,1.

Se creó un acceso libre a estos modelos en Excel, OpenExcel y Google Docs: <https://sites.google.com/site/curvaspercentilicas/>

La aplicación permite el cálculo individualizado y preciso de un percentil de peso para una EG y sexo concretos sin necesidad de ajustar por rangos, así como registrar el patrón de crecimiento fetal incluyendo la representación gráfica. Los resultados obtenidos pueden exportarse a cualquier base de datos.

Comparación de modelos

En la figura 3 se muestra el comportamiento de los percentiles 10 y 90 para ambos sexos comparando los obtenidos en este estudio con los correspondientes al propuesto por Carrascosa et al.¹⁵, Figueras et al.²¹ y Ramos et al.¹⁷, tanto en su versión empírica como suavizada. Para la presentación del modelo de Figueras et al.²¹ se ha considerado una mujer europea, de 163 cm de altura y 65 kg de peso, nulípara y no fumadora, valores más probables en nuestra base de datos.

El porcentaje de niños PEG y GEG observado en la muestra de 23.426 recién nacidos incluidos inicialmente en este estudio fue del 11,7 y el 10,6%, respectivamente, cuando utilizamos para clasificarlos el modelo que proponemos, del 12,3 y el 9,3% cuando recurrimos al propuesto por Figueras et al.²¹, del 11,1 y el 11,4%, respectivamente, si los clasificamos siguiendo el modelo de Carrascosa et al.¹⁵ y del 12,1 y el 9,6% y el 11,6 y el 9,5%, respectivamente, si los clasificamos según Ramos et al.¹⁷, según la versión empírica o suavizada, respectivamente (tabla 3).

Un 87,8% de los PEG y un 91,5% de los GEG según nuestro modelo coinciden con los clasificados de esta forma según el modelo de Carrascosa et al.¹⁵. El 81,2% de PEG y un 69,3% de GEG según nuestro modelo lo son también según el modelo de Figueras et al.²¹, y un 92,1 y un 90,9% de los PEG y un 84,4 y un 83,7% de los GEG según el modelo propuesto lo son también según Ramos et al.¹⁷ en sus versiones empíricas y suavizadas, respectivamente (tabla 3).

Los grados de concordancia entre el modelo de curvas percentiladas de peso que hemos construido y el propuesto por Carrascosa et al.¹⁵ y los propuestos por Ramos et al.¹⁷ en sus versiones empírica y suavizada para niños españoles resultan «casi perfecto», $\kappa=0,866$, $\kappa=0,872$ y $\kappa=0,876$ ($p<0,001$), respectivamente. El grado de concordancia entre nuestro modelo y el propuesto por Figueras et al.²¹ fue «bueno», $\kappa=0,720$ ($p<0,001$).

Discusión

El modelo de tablas y curvas de pesos fetal y neonatal que presentamos ha sido creado teniendo en cuenta las recomendaciones propuestas por diferentes autores para que puedan ser tomadas como referencia de normalidad. Se ha considerado una muestra amplia, 23.578 recién nacidos, procedentes de un único hospital, en un periodo corto, lo que excluye los posibles errores derivados de la participación de diferentes centros y las modificaciones que se producen en los parámetros antropométricos cuando los periodos observacionales son largos, la recogida de datos ha sido prospectiva y el responsable el único observador, y la EG se estableció por ecografía precoz^{9,23}.

La necesidad de excluir de los cálculos de los modelos de referencia de normalidad a los recién nacidos con riesgo asociado de excesivo o bajo peso es innegable, sin embargo,

Tabla 2 Tabla de peso percentilada según la edad gestacional y el sexo para fetos y recién nacidos

Fetos/recién nacidos varones									
Edad gestacional	P3	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95	P97
26	688,2	712,9	751,0	814,6	885,3	955,9	1.019,5	1.057,6	1.082,3
27	734,7	761,1	801,7	869,6	945,1	1.020,5	1.088,4	1.129,0	1.155,4
28	811,4	840,6	885,4	960,4	1.043,7	1.127,1	1.202,0	1.246,9	1.276,0
29	914,4	947,2	997,8	1.082,3	1.176,1	1.270,0	1.354,5	1.405,1	1.437,9
30	1.039,5	1.076,8	1.134,3	1.230,3	1.337,1	1.443,8	1.539,8	1.597,3	1.634,7
31	1.182,8	1.225,2	1.290,6	1.399,9	1.521,4	1.642,8	1.752,1	1.817,5	1.860,0
32	1.340,2	1.388,3	1.462,4	1.586,3	1.723,9	1.861,5	1.985,3	2.059,4	2.107,6
33	1.507,8	1.561,9	1.645,3	1.784,6	1.939,4	2.094,2	2.233,6	2.316,9	2.371,1
34	1.681,5	1.741,8	1.834,8	1.990,2	2.162,8	2.335,5	2.490,9	2.583,8	2.644,2
35	1.857,2	1.923,9	2.026,6	2.198,3	2.389,0	2.579,6	2.751,3	2.854,0	2.920,7
36	2.031,1	2.104,1	2.216,4	2.404,1	2.612,6	2.821,1	3.008,8	3.121,1	3.194,1
37	2.199,0	2.278,0	2.399,6	2.602,8	2.828,6	3.054,4	3.257,6	3.379,2	3.458,2
38	2.357,0	2.441,7	2.572,0	2.789,8	3.031,8	3.273,8	3.491,6	3.622,0	3.706,6
39	2.501,0	2.590,8	2.729,2	2.960,3	3.217,0	3.473,8	3.704,9	3.843,3	3.933,1
40	2.627,0	2.721,4	2.866,7	3.109,4	3.379,1	3.648,9	3.891,6	4.036,9	4.131,2
41	2.731,0	2.829,1	2.980,2	3.232,5	3.512,9	3.793,3	4.045,7	4.196,7	4.294,8
42	2.809,0	2.909,9	3.065,2	3.324,8	3.613,2	3.901,6	4.161,2	4.316,5	4.417,4
Fetos femeninos/recién nacidas									
Edad gestacional	P3	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95	P97
26	633,7	656,4	691,5	750,0	815,1	880,1	938,7	973,7	996,5
27	698,0	723,0	761,6	826,1	897,8	969,5	1.034,0	1.072,6	1.097,6
28	786,8	815,1	858,6	931,3	1.012,1	1.092,9	1.165,6	1.209,1	1.237,3
29	896,8	929,0	978,6	1.061,4	1.153,5	1.245,6	1.328,4	1.378,0	1.410,2
30	1.024,4	1.061,2	1.117,8	1.212,5	1.317,6	1.422,8	1.517,5	1.574,1	1.610,9
31	1.166,3	1.208,1	1.272,6	1.380,4	1.500,2	1.619,9	1.727,7	1.792,2	1.834,0
32	1.319,0	1.366,4	1.439,3	1.561,2	1.696,6	1.832,0	1.953,9	2.026,9	2.074,2
33	1.479,1	1.532,3	1.614,1	1.750,8	1.902,6	2.054,5	2.191,2	2.273,0	2.326,1
34	1.643,3	1.702,3	1.793,2	1.945,1	2.113,8	2.282,5	2.434,4	2.525,2	2.584,3
35	1.808,1	1.873,0	1.973,0	2.140,1	2.325,7	2.511,4	2.678,4	2.778,4	2.843,4
36	1.970,0	2.040,8	2.149,7	2.331,8	2.534,0	2.736,3	2.918,3	3.027,3	3.098,0
37	2.125,7	2.202,1	2.319,6	2.516,0	2.734,3	2.952,5	3.149,0	3.266,5	3.342,9
38	2.271,8	2.353,3	2.479,0	2.688,9	2.922,1	3.155,4	3.365,3	3.490,9	3.572,5
39	2.404,7	2.491,1	2.624,1	2.846,3	3.093,2	3.340,1	3.562,3	3.695,3	3.781,6
40	2.521,2	2.611,7	2.751,2	2.984,1	3.243,0	3.501,8	3.734,8	3.874,2	3.964,8
41	2.617,7	2.711,8	2.856,5	3.098,4	3.367,2	3.636,0	3.877,9	4.022,6	4.116,6
42	2.691,0	2.787,6	2.936,4	3.185,1	3.461,4	3.737,7	3.986,3	4.135,1	4.231,8

P: percentiles.

algunos autores^{21,24-26} no excluyen, por ejemplo, los casos de madres fumadoras, aunque está probado el efecto del tabaco sobre el peso fetal^{15,27-29}.

El procedimiento de cálculo que hemos utilizado tiene características comunes con el descrito por Gardosi y Francis²² quienes corrigen el peso óptimo obtenido a término para un recién nacido en función de la EG según la ecuación de peso fetal propuesta por Hadlock³⁰. El error cuadrático medio que observamos y los coeficientes que reflejan el efecto ajustado del sexo sobre el peso fetal son similares a los referidos por otros autores^{21,22}, pero la proporción de variación del peso fetal o neonatal explicada

por nuestro modelo, 40,3%, es superior al 20-30% explicada por otros^{10,15,21}. Esta mejoría puede ser consecuencia de haber introducido la corrección temporal en el propio modelo, en vez de hacerlo una vez ajustado para gestaciones a término. Aun así, estos valores indican que existen otros factores biológicos, ambientales o sociales con influencia sobre el peso fetal y neonatal que no están siendo considerados.

Las diferencias observadas en la proporción de niños GEG o PEG, según el modelo de cálculo que se utilice, y la importancia de las actuaciones clínicas derivadas ponen de manifiesto la necesidad de utilizar las curvas de

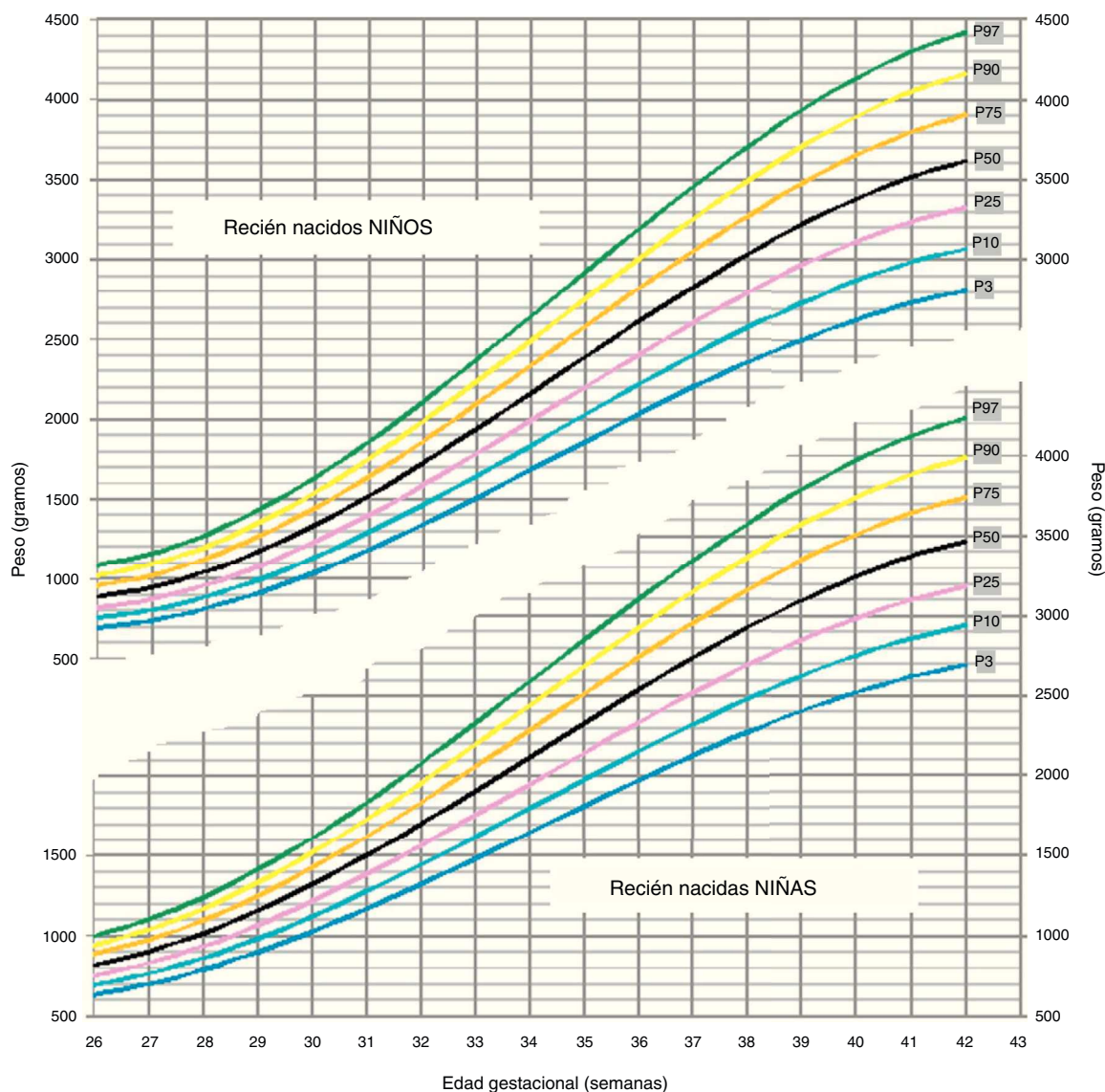


Figura 2 Curvas percentiladas de los valores de peso fetal y neonatal en función del sexo y edad gestacional.

referencia más adecuadas para cada población. La concordancia «casi perfecta» que hemos encontrado entre nuestro modelo y el de Carrascosa et al.¹⁵, fundamentado en el método descrito por Cole³¹, así como los de Ramos et al.¹⁷, nos permite considerar la posibilidad de utilizarlo para el cálculo de los percentiles de peso de los fetos y recién nacidos españoles. Sin embargo, el grado de concordancia obtenido al comparar el modelo de Figueras et al.²¹ con el nuestro es menor, aunque sigue siendo «bueno», hecho favorecido por el gran número de recién nacidos AEG incluidos en la muestra.

Nuestro modelo ha sido construido con niños españoles, en su gran mayoría canarios, el de Carrascosa et al.¹⁵ con catalanes y aragoneses, los de Ramos et al.¹⁷ con catalanes y el de Figueras et al.²¹ con niños de raza caucásica, fundamentalmente catalanes. Las diferencias observadas, más que con diferencias antropométricas poblacionales, podrían deberse a que Figueras et al.²¹ no excluyeron de

los cálculos de su modelo a las madres fumadoras. Esta circunstancia justifica la menor frecuencia de PEG y mayor incidencia GEG que hemos observado cuando se utilizan sus tablas y curvas para clasificar a los recién nacidos que cuando utilizamos nuestras curvas o las de Carrascosa et al.¹⁵.

El modelo de curvas percentiladas de peso fetal y neonatal que hemos construido es comparable con el utilizado para niños españoles y ofrece como ventajas con respecto a otros modelos: a) la posibilidad de realizar un cálculo automático, actualizado, del percentil para cada edad gestacional y sexo, sin necesidad de consultar tablas ni curvas, ni de realizar ajustes entre rangos; b) estar disponible de forma abierta, y c) la opción de registrar y exportar los resultados a cualquier base de datos, bien puntualmente, o para realizar un seguimiento longitudinal del crecimiento fetal sobre una tabla o gráfico.

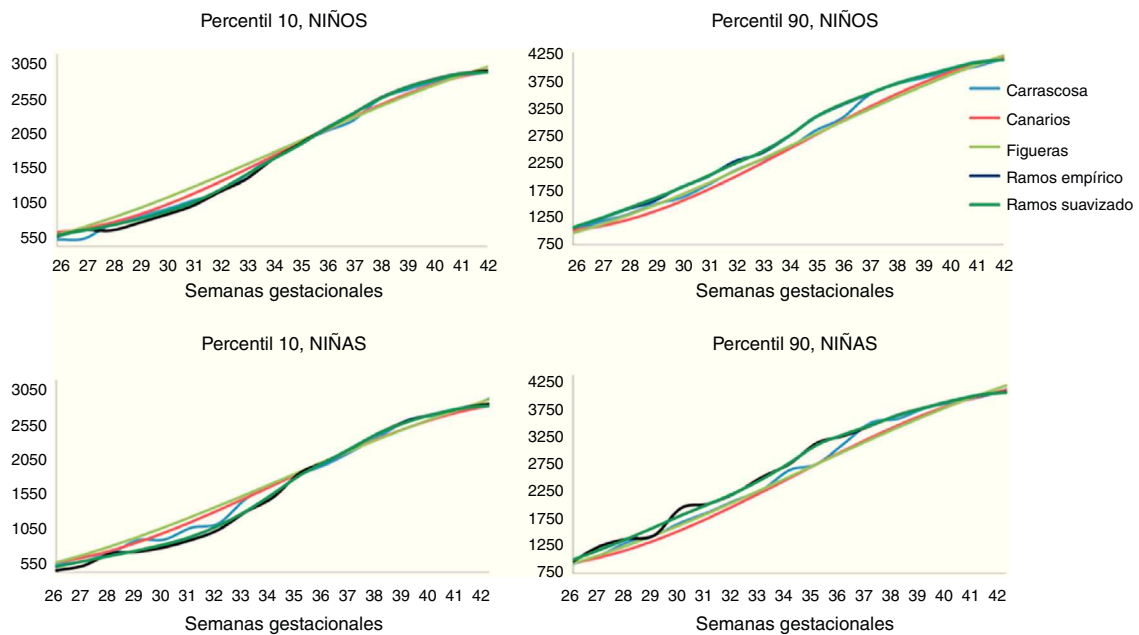


Figura 3 Percentiles 10 y 90 de los valores de peso neonatal según Carrascosa et al.¹⁵, Figueras et al.²¹, Ramos et al.¹⁷ en sus versiones empíricas y suavizadas y los obtenidos en este trabajo.

Tabla 3 Clasificación de los recién nacidos por pesos según el modelo creado, el de Carrascosa et al., el de Figueras et al. y los de Ramos et al. en sus versiones de percentiles empíricos y suavizados

	Carrascosa et al. ¹⁵			Figueras y et al. ²¹			Total
	PEG	AEG	GEG	PEG	AEG	GEG	
<i>Modelo creado</i>							
PEG	2.397	334	0	2.218	513	0	2.731
AEG	212	17.594	414	664	17.093	463	18.220
GEG	0	210	2.265	0	762	1.713	2.475
Total	2.609	18.138	2.679	2.882	18.368	2.176	23.426
Ramos et al. ¹⁷							
	Empíricos			Suavizados			Total
	PEG	AEG	GEG	PEG	AEG	GEG	
<i>Modelo creado</i>							
PEG	2.515	216	0	2.482	249	0	2.731
AEG	329	17.725	166	237	17.819	164	18.220
GEG	0	386	2.089	0	403	2.072	2.475
Total	2.844	18.327	2.255	2.719	18.471	2.236	23.426

AEG: adecuados a la edad gestacional; GEG: grandes para la edad gestacional; PEG: recién nacidos pequeños para la edad gestacional. Fuente: Carrascosa et al.¹⁵, Figueras et al.²¹ y Ramos et al.¹⁷

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Agradecimientos

La investigación de E.G.D. fue parcialmente subvencionada por el proyecto del Ministerio de Ciencia e Innovación (MTM2010-16828).

Bibliografía

- Alexander GR, Himes JH, Kaufman RB, Mor J, Kogan M. A United States national reference for fetal growth. *Obstet Gynecol.* 1996;87:163–8.
- Gonzalez-Gonzalez NL, Ramirez O, Mozas J, Melchor J, Armas H, Garcia-Hernandez JA, et al. Factors influencing pregnancy outcome in women with type 2 versus type 1 diabetes mellitus. *Acta Obstet Gynecol Scand.* 2008; 43–9.

3. Plagemann A, Harder T, Dudenhausen JW. Childhood obesity, other cardiovascular risk factors, and premature death. *N Engl J Med.* 2010;362:1840–1.
4. Gillman MW, Rifas-Shiman S, Berkey CS, Field AE, Colditz GA. Maternal gestational diabetes, birth weight, and adolescent obesity. *Pediatrics.* 2003;111:e221–6.
5. Barker DJP. Maternal nutrition, fetal nutrition, and disease in later life. *Nutrition.* 1997;13:807–13.
6. Gluckman PD, Hanson MA, Cooper C, Thornburg KL. Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease. *N Engl J Med.* 2008;359:61–73.
7. Oken E. Maternal and child obesity: The causal link. *Obstet Gynecol Clin NA.* 2009;36:361–77.
8. Johnson RC, Schoeni RF. Early-life origins of adult disease: National longitudinal population-based study of the United States. *Am J Public Health.* 2011;101:2317–24.
9. Lubchenco LO, Hansaman C, Dressler M, Boyd E. Intrauterine growth as estimated from live birth-weight data of 24 to 42 weeks of gestation. *Pediatrics.* 1963;32:793–800.
10. Usher RH, McLean FH. Intrauterine growth of liveborn Caucasian infants at sea level: Standards obtained from measurements in 7 dimensions of infants born between 25 and 44 weeks after gestation. *J Pediatr.* 1969;74:901–10.
11. Largo RH, Walli R, Duc G, Fanconi A, Prader A. Evaluation of perinatal growth. Presentation of combined intra- and extrauterine growth standards for weight, length and head circumference. *Helv Paediatr Acta.* 1980;35:419–36.
12. Sobradillo B, Aguirre A, Aresti U, Bilbao A, Fernández-Ramos C, Lizárraga A, et al. Curvas y tablas de crecimiento (estudios longitudinal y transversal). Bilbao: Instituto de Investigación sobre Crecimiento y Desarrollo, Fundación Faustino Orbeago Eizaguirre. 2004. [consultado 4 Oct 2012]. Disponible en: http://www.aepap.org/pdf/f_orbeago.04.pdf
13. Onis de M, Garza C, Onyango AW, Rolland-Cachera MF. France, Comité de nutrition de la Société Française de pédiatrie WHO Child Growth Standards. *J Arch Pediatr.* 2009;16:47–53.
14. Carrascosa A, Yeste D, Copil A, Almar J, Salcedo S, Gussinyé M. Patrones antropométricos de los recién nacidos pretérmino y a término (24-42 semanas de edad gestacional) en el Hospital Materno-infantil Vall d'Hebron (Barcelona) (1997-2002). *An Pediatr (Barc).* 2004;60:406–16.
15. Carrascosa A, Ferrández A, Yeste D, García-Dihinx J, Romo A, Copil A, et al. Estudio transversal español de crecimiento 2008: I. Valores de peso y longitud en 9.362 (4.884 varones, 4.478 niñas) recién nacidos de 26-42 semanas de edad gestacional. *An Pediatr (Barc).* 2008;68:544–51.
16. Carrascosa A, Ferrández A, Yeste D, García-Dihinx J, Romo A, Copil A, et al. Estudios españoles de crecimiento 2008. Nuevos patrones antropométricos. *Endocrinol Nutr.* 2008;55:484–506.
17. Ramos F, Prats R, Jane M, Plasencia A, Pérez G. Corbes de referència de pes, perímetre cranial i longitud en neixer de noutats d'embarassos únics, de bessons i de trigemins a Catalunya. Direccio General de Salut Publica. Generalitat de Catalunya. Barcelona:Prous Science;2007.
18. Flegal KM. Curve smoothing and transformations in the development of growth curves. *Am J Clin Nutr.* 1999;70:1635–55.
19. Ramos F, Pérez G, Jane M, Prats R. Construction of the birthweight by gestational age population reference curves of Catalonia (Spain). *Gac Sanit.* 2009;23:76–81.
20. Santamaría R, Verdú LI, Martín C, García G. Tablas españolas de pesos neonatales según edad gestacional, 1998. [consultado 4 Oct 2012]. Disponible en: www.sego.es
21. Figueras F, Meler E, Iraola A, Eixarch E, Coll O, Figueras J, et al. Customized birthweight standars for a Spanish population. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2008;136:20–4.
22. Gardosi J, Francis A. Customised Weight Centile Calculator – GROW-Centile v.5.12/6.2 2009. Gestation Network. [consultado 4 Oct 2012]. Disponible en: www.gestation.net
23. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33:159–74.
24. Gardosi J, Chang A, Kalyan B, Sahota D, Symonds EM. Customised antenatal growth charts. *Lancet.* 1992;339:283–7.
25. Clausson B, Gardosi J, Francis A, Cnattingius S. Perinatal outcome in SGA births defined by customised versus population-based birthweight standards. *BJOG.* 2001;108:830–4.
26. McCowan L, Stewart AW, Francis A, Gardosi J. A customised birthweight centile calculator developed for a New Zealand population. *Aust N Z J Obstet Gynaecol.* 2004;44:428–31.
27. Mongelli M, Figueras F, Francis A, Gardosi J. A customised birthweight centile calculator developed for an Australian population. *Aust N Z J Obstet Gynaecol.* 2007;47:128–31.
28. Gardosi J, Francis A. A customised standard to assess fetal growth in a US population. *Am J Obstet Gynecol.* 2009;201:25, e1-25.e8.
29. Plasencia W, González Dávila E, Tetilla V, Padrón Pérez E, García Hernández JA, González González NL. First-trimester screening for large-for-gestational-age infants. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2012;39:389–95.
30. Hadlock FP, Harrist RB, Martinez-Pover J. In-utero analysis of fetal growth: A sonographic weight standard. *Radiology.* 1991;181:129–33.
31. Cole TJ. The LMS method for constructing normalized growth standards. *Eur J Clin Nutr.* 1990;44:45–60.