

NUEVA FORMULA PARA ESTIMACION DEL PESO FETAL POR EXAMEN ULTRASONOGRAFICO

Dr. Rudecindo Lagos

Maternidad, Hospital Regional Temuco, Chile; Facultad de Medicina, Universidad de la Frontera (UFRO), Chile; Centro de Formación, Investigación en Medicina Basada en Evidencias. CIGES, UFRO, Chile.

Dr. Rodolfo Espinoza G.

Maternidad, Hospital Regional Temuco, Chile; Facultad de Medicina, Universidad de la Frontera (UFRO), Chile.

Sr. Juan José Orellana

Facultad de Medicina, Universidad de la Frontera (UFRO), Chile; Centro de Formación, Investigación en Medicina Basada en Evidencias. CIGES, UFRO, Chile.

Resumen

Se presenta una fórmula local para estimación del peso fetal y se compara con otras fórmulas utilizadas en nuestro país.

Este es un estudio cohorte retrospectivo de recién nacidos que tuvieron en el período fetal su última ultrasonografía a siete o menos días del parto, en la ciudad de Temuco (120 metros sobre el nivel del mar), entre los años 1994-2000, que cumplían los siguientes criterios: a) edad gestacional conocida (ultrasonografía antes de las 12 semanas); b) embarazos únicos sin malformaciones; c) recién nacidos vivos de 26 a 42 semanas al parto.

409 casos con un promedio de 2.8 días entre la ultrasonografía y el parto cumplieron esos criterios. Se obtuvo una fórmula para estimar el peso fetal que probó ser confiable (0.0056 en Shrinkage on Cross-Validation <0.88). El peso estimado fue más exacto que el obtenido mediante las fórmulas de comparación. El error de estimación mayor al 10% ocurrió en el 18.1% de los casos, en comparación al 29.8, 33.3 y 38.4% de las fórmulas: Hadlock, Vaccaro y UC2 respectivamente.

La fórmula confeccionada en nuestro centro muestra ser confiable. Arroja valores similares a la de Hadlock y Vaccaro en edades gestacionales inferiores a 32 semanas. Sobre ese período, nuestra fórmula es más válida que la Hadlock y Vaccaro, que subestiman el peso real y UC2 que lo sobrestima.

Palabras claves: Peso fetal estimado, peso neonatal observado.

Abstract

We present a local function to predict the fetal weight using ultrasound measurements. This function is compared with other functions currently used in our country. This is a retrospective cohort study with new born child that had an ultrasound exam at seven or less days before its delivery. Our cases were collected in Temuco city (120 meters above the sea level) during 1994-2000. They were selected according to: a) know gestational age (with an ultrasound exam before the 12th weeks of gestation); b) single pregnancies without malformations; c) alive newborn infant of 26 to 42 weeks of gestation at delivery.

A total of 409 cases were collected, with an average of 2.8 days between the last ultrasound exam and the deliver. We obtained a reliable fetal weight estimation function (0.0056 in a Shrinkage on Cross-Validation <0.88). The estimation error greater than 10% occurred only in 18.1% of the cases compared with 29.8, 33.3 and 38.4% produced in our cases using the function by: Hadlock, Vaccaro and the UC2, respectively.

Our function showed to be similar to the Hadlock estimating fetal weight during gestational ages less than week 32. Over this week, our function is much more valid, were Hadlock and Vaccaro formulas underestimate the real weights and the UC2 formula over estimate it.

Keys words: Fetal weight estimation.

Introducción

El peso fetal estimado por ultrasonografía es considerado hoy el mejor predirector del crecimiento fetal, permitiendo diagnosticar oportunamente patrones de crecimiento fetal normal y anormal (restricción o macrosomía).^(1, 2)

Con el advenimiento de la evaluación ultrasono-

gráfica y mediante la construcción de ecuaciones de regresión ha sido posible estimar el peso fetal, obteniendo además gráficas de peso fetal según semana de gestación.

Para la estimación de peso fetal, en nuestro medio, se utilizan ecuaciones de regresión logarítmicas publicadas por Hadlock ^(3, 4) y las nacionales, publicadas por

Vaccaro,⁽⁵⁾ Herrera y col.⁽⁶⁾ Esta última es construida mediante ecuación de regresión lineal. En un estudio previo de nuestro grupo,⁽⁷⁾ en embarazos que tuvieron una ultrasonografía a siete o menos días del parto (2.8), se observó que las tres fórmulas antes señaladas diferían en forma considerable en sus estimaciones respecto del peso neonatal observado. Un error de estimación mayor a 10% estaba presente en el 29.8 a 38.4% de los embarazos, generando incertidumbre en cuanto al peso real del feto. Lo anterior, además de las recomendaciones de la OMS,⁽⁸⁾ nos motivó a construir ecuaciones de regresión que se adecuen más a nuestra realidad y que mejoren la estimación del peso fetal. En un informe preliminar⁽⁹⁾ se mostró una primera ecuación de regresión construida en nuestro centro y se la comparó con la fórmula de Hadlock y se contrastaron ambas fórmulas con el peso neonatal observado.

El propósito de este estudio es la construcción de una fórmula para estimación del peso fetal desde las 25 semanas de gestación, que estime mejor el peso fetal y compararlas con las fórmulas propuestas por Hadlock, Vaccaro y Herrera (UC2).

Material y métodos

El estudio se efectuó entre los años 1994 y 2000 en embarazadas de la ciudad de Temuco (120 metros sobre el nivel del mar) que cumplieran los siguientes criterios:

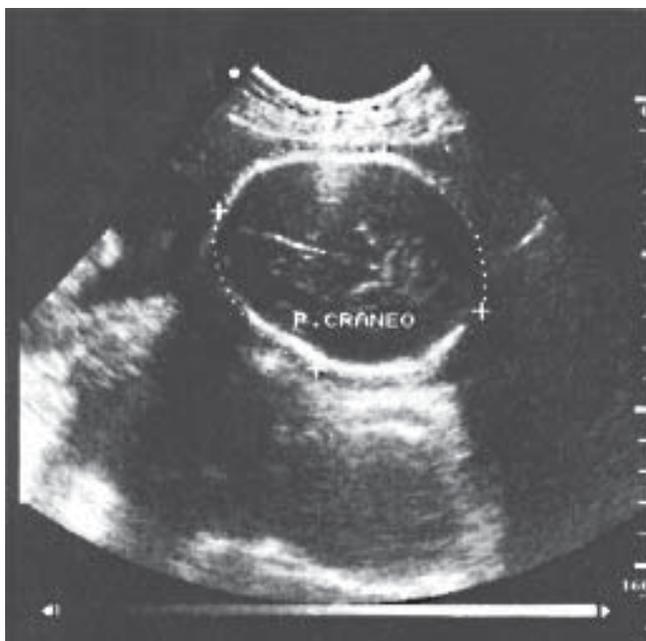
- a) Edad gestacional segura estimada por ultrasonografía precoz (menor de 12 semanas) utilizando referencias publicadas por Robinson y Fleming.⁽¹⁰⁾

- b) Embarazo único sin malformaciones y
- c) Recién nacidos vivos, de 26 a 42 semanas al parto.

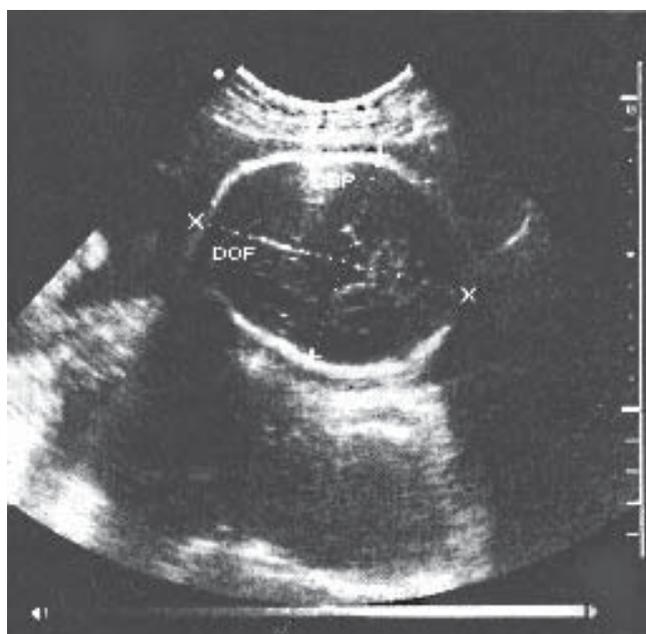
Este es un estudio de cohorte retrospectivo de 409 recién nacidos (RN) que tuvieron en el período fetal su última ultrasonografía a siete o menos días del parto (promedio 2.8 días).

La fetometría se efectuó con técnica propuesta por Hadlock y col.⁽¹¹⁻¹³⁾ **Cabeza:** imagen de cráneo en corte transversal con tálamo visualizado en línea media equidistante de tablas parietales y cavum septum pellucidum hacia frontal (*Fotografías 1 y 2*). DBP medido de tabla externa parietal proximal a la tabla interna de parietal distal, DOF de tabla externa a externa. Para cálculo de CC se utilizó: a) Fórmula (DBP + DOF x 1.62) propuesta por Jeanty y col.⁽¹⁴⁾ y b) medición directa por método de la eclipse. **Abdomen:** imagen transversal con vista de la columna, estómago y porción umbilical de vena porta izquierda (*Fotografía 3*), la medición de DAT y DAAP fue desde la parte más externa de piel a cada lado; CA calculado mediante fórmula estándar de perímetro (DAAP + DAT x 1.57); o medido también por método de elipse. **Fémur:** fue medido en vista sagital del hueso, excluyendo a nivel distal: cartílago hiperecogénico y epífisis femoral distal (*Fotografía 4*). Los exámenes ultra-sonográficos fueron hechos por un mismo operador en equipos Toshiba Sal 32-R con transductor lineal de 3,5 MHz, y Philips P-600 y P-700 con transductores convexos de 3,5 MHz. Los datos fueron registrados y procesados inicialmente en la base computacional del Sistema Informático Perinatal SIP, dependiente del CLAP-OPS/OMS, que es

Fotografía 1: Cráneo.



Fotografía 2: DBP-DOF.



una base de registro continuo de datos de la historia perinatal.⁽¹⁵⁾

La estimación de peso ecográfico, se comparó con los pesos neonatales observados en aquel RN que tenían una ultrasonografía a siete o menos días el parto.

Análisis estadístico

Se utilizó la regresión lineal múltiple para predecir el Log10 del peso fetal en función de las cuatro primeras componentes principales ecográficas –DDBP, CC, CA y LF. Para el reporte final de la

fórmula de estimación, se reconvierten los parámetros de la regresión a las variables predictoras ultrasonográficas ya mencionadas.

La confiabilidad estadística del modelo predictivo es evaluada mediante el método de muestras divididas.⁽¹⁶⁾

La validez y significación clínica de nuestro modelo, y los de Hadlock, Vaccaro y UC2, es estudiada mediante las diferencias relativas entre los valores estimados por ultrasonografía y valores reales observados, poniendo como punto de corte un error de estimación de 10%.

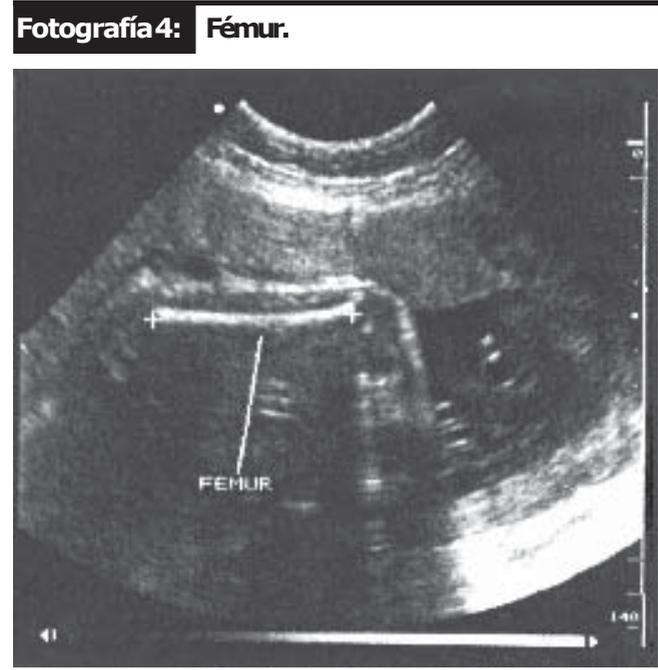
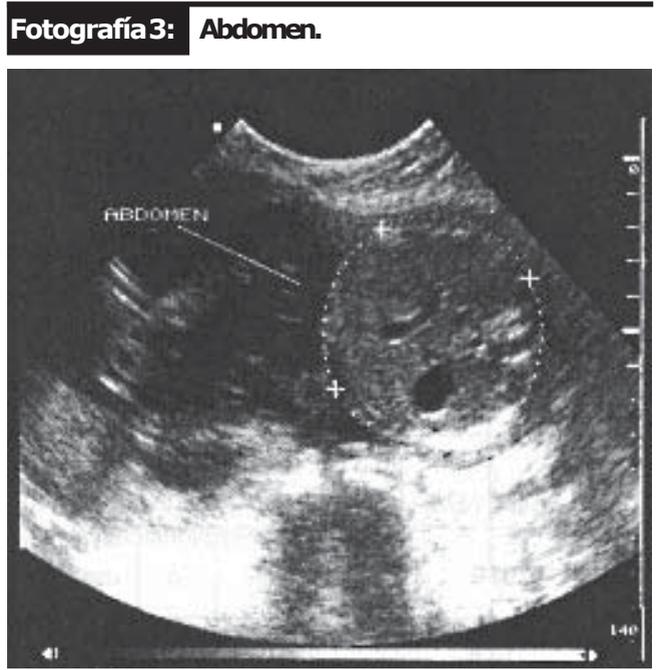


Figura 1: Distribución de los pesos de nacimiento según edad gestacional y percentiles 10 y 90 de los pesos de nacimientos observados en 38.000 nacidos vivos en Temuco.

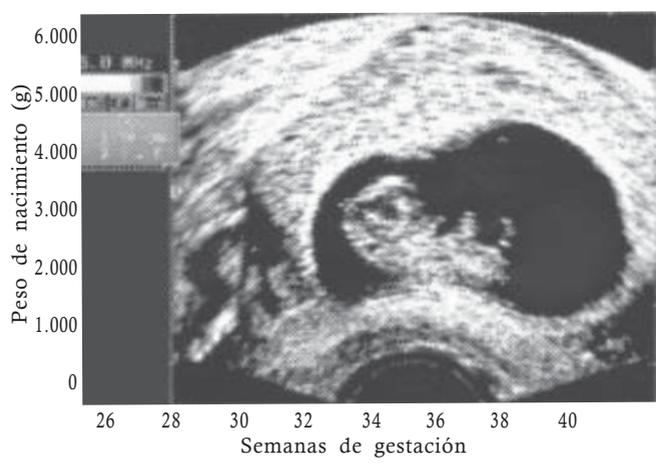
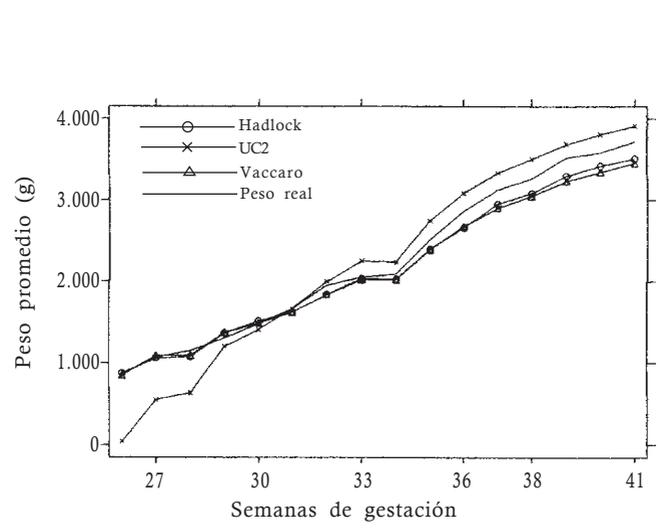


Figura 2: Peso fetal promedio estimado por Hadlock, Vaccaro, UC2 y peso neonatal promedio observado.



Resultados

El perfil de edad, paridad, talla, peso pregestacional e índice de masa corporal (IMC) de las embarazadas se muestra en la *Tabla 1*.

El peso de nacimiento en el grupo en estudio cubre los valores observados en la población general. La *Figura 1* muestra la distribución de los pesos de nacimiento según edad gestacional con relación a los percentiles 10 y 90 de pesos de nacimiento observados en 38.000 nacidos vivos en Temuco.

La distribución del número de días entre el parto y la última ultrasonografía se muestra en la *Tabla 2*. El 36% tuvo cero o un día de diferencia y el 63% de los casos tuvo una diferencia menor a cuatro días.

Al comparar el peso promedio de nacimiento observado y los promedios de pesos fetales estimados por las fórmulas de Hadlock, Vaccaro y UC2 en cada semana de gestación, se observa un comportamiento

similar para las fórmulas de Hadlock y Vaccaro. Ambas fórmulas arrojan estimaciones de peso promedio similar al peso neonatal hasta la semana 32, a partir de la cual subestiman progresivamente el peso. Por otro lado, la fórmula UC2 subestima exageradamente el peso promedio a las 26 semanas, mejorando hacia las 32 semanas, para luego sobreestimarlos sistemáticamente (*Figura 2*).

Considerando clínicamente significativo aquellos errores de estimación del peso fetal superiores al 10% (respecto al peso neonatal del observado), se encontró para las fórmulas de Hadlock, Vaccaro y UC2 un error de: 29.8, 33.3 y 38.4% respectivamente.

Para la fórmula construida en nuestro centro el error de estimación fue de 18.1% en total y 16.3% para los casos con edad gestacional mayor a 32 semanas (*Tabla 3*).

Una visión gráfica de las estimaciones para nuestra fórmula (10% de error) se muestra en la *Figura 3*. El ancho de las cajas (percentiles 25, 50 y 75) es

Tabla 1: Características generales de las embarazadas en estudio.

Características generales	Promedio \pm IDE	Mínimo	Máximo
Edad (años)	26,90 \pm 6,4	13	45
Paridad	1,32 \pm 1,5	0	9
Talla materna (cm)	156,00 \pm 6,1	141	177
Peso pregestacional (kg)	59,40 \pm 9,1	35	90
Índice masa corporal (IMC)	24,50 \pm 3,6	16	36

Tabla 2: Distribución de frecuencia del número de días entre la última ultrasonografía y el parto.

Días Dif Eco/Parto	N	%	% Acumulado
0	30	7.3	7.3
1	116	28.4	35.7
2	55	13.5	49.1
3	58	14.2	63.3
4	50	12.2	75.6
5	42	10.3	85.2
6	31	7.6	93.4
7	27	6.6	100.0
Total	409	100.0	

Figura 3: Distribución para nuestra fórmula de los errores de estimación de peso fetal respecto al peso neonatal según semanas de gestación.

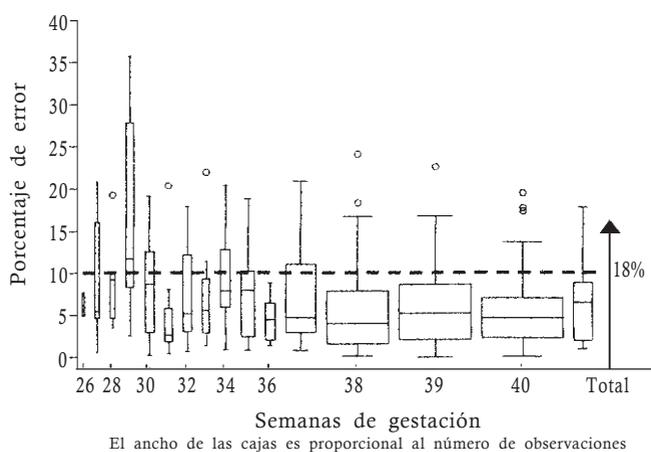
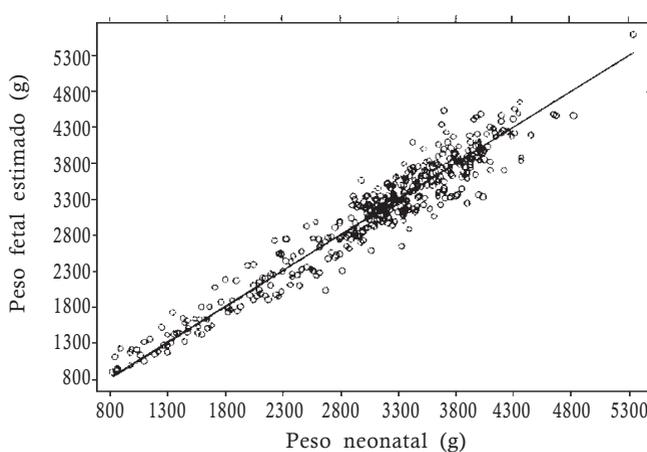


Figura 4: Correlación entre peso neonatal y peso fetal estimado ($R^2=96,31\%$).



proporcional al número de observaciones por semana. La distribución de peso promedio, DE, percentiles 10, 50, 90 según semana de gestación se describe para fetos y neonatos en la *Tabla 4*.

Con los 409 casos se construyó el siguiente modelo predictivo:

$$\text{Peso Lagos} = 10^{(1.8395318 + .00140201 \text{ ca} + .00074982 \text{ cc} + .00919704 \text{ IF} + .00333183 \text{ dbp})}$$

Este modelo presenta las siguientes características:

- Usando un criterio estadístico el modelo predictivo es confiable. Aplicando el método de las muestras divididas, se obtuvo un puntaje de Shrinkage on cross-validation (SH²) de 0.0056 [R² (1)=96.53; R² (2)=95.97]. Klienbaum et al. postulan que los modelos predictivos son confiables si el SH² < 0.1¹⁶.
- R² ajustado = 94.7%
- La correlación entre los pesos predichos y los pesos neonatales (coeficiente de determinación) fue de 96.31% (*Figura 4*).
- La varianza explicada por el modelo es altamente significativa (valor p < 0.000001).

Tabla 3: Distribución de frecuencia de errores de estimación* (límite de validez 10%) según cuatro modelos predictivos y dos grupos de edades de gestación.

Modelo predictivo	Edad gestacional (semanas)				Total	
	- 32		>32			
	n	%	n	%	n	%
Hadlock ^{3,4}	19	36.5	103	29.8	122	29.8
Vaccaro ⁵	20	38.5	116	32.5	136	33.3
UC2 ⁷	35	7.3	122	34.2	157	38.4
Lagos	16	30.8	58	16.3	74	18.0

* Error de estimación = [(valor estimado - valor real) / (valor real)] x 100

Discusión

En el mejoramiento de los indicadores de mortalidad perinatal, la evaluación prenatal del crecimiento ha sido un factor fundamental. Al mejorar la sobrevivencia del RN prematuro, se hace imperativo una adecuada estimación de peso en edades más tempranas. Por otro lado en los fetos de tercer trimestre el conocimiento oportuno de un crecimiento inadecuado y/o

Tabla 4: Promedio, desviación estándar y percentiles 10, 50 y 90 de Peso Observados y estimados por fórmula Lagos, según semana de gestación.

Sem	n	Observado (Neonatal)					Estimado (Ultrasonografía)				
		Prom	DS	P10	P50	P90	Prom	DS	P10	P50	P90
26	3	853	21	830	860	870	906	11	894	912	913
27	5	1060	87	980	1040	1190	1113	97	986	1135	1207
28	6	1148	215	870	1145	1450	1149	118	948	1169	1311
29	9	1301	275	850	1350	1650	1414	191	1105	1414	1725
30	10	1507	213	1185	1580	1720	1529	199	12282	1564	1804
31	9	1662	350	1300	1570	2470	1686	339	1404	1529	2326
32	10	1889	347	1365	1875	2280	1878	265	1491	1914	2213
33	8	1934	406	1380	2075	2370	1979	466	1423	2002	2719
34	12	2230	301	1870	2245	2630	2133	216	1897	2131	2415
35	16	2509	422	2000	2545	3190	2493	443	1943	2430	3141
36	11	2866	419	2400	2930	3350	2782	362	2251	2897	3140
37	36	3124	524	2330	3195	3900	3086	509	2251	3131	3708
38	72	3260	444	2730	3220	3820	3244	466	2705	3222	3749
39	85	3532	439	3000	3490	4100	3491	489	2888	3487	4174
40	95	3615	466	3100	3600	4130	3646	454	3026	3652	4233
41	22	3645	476	3000	3665	4200	3704	568	2980	3722	4415

disarmónico nos permite concentrar en ellos recursos para una vigilancia más estricta de la unidad fetoplacentaria.

A pesar de haber mejorado la confiabilidad de las estimaciones del peso fetal respecto de las otras fórmulas, consideramos que debíamos hacer nuevos esfuerzos para aumentar la exactitud de las estimaciones. Un camino a explorar sería considerar la importancia relativa que tienen los diversos factores predictivos del peso (DBP, CC, CA, LF), en las diferentes etapas de la gestación (la tasa de crecimiento de abdomen es mayor que el de cráneo y fémur al final del embarazo). Ello obligaría a considerar una fórmula que contenga además la variable edad gestacional como predictor del peso fetal.

Creemos importante aumentar el número de casos con edades gestacionales precoces. De esta forma se aumentará la precisión y la confiabilidad de las estimaciones en este grupo. Esperamos aumentar la casuística con un estudio mayor, idealmente multicéntrico.

Clínicamente se hace difícil la utilización de modelos estadísticos complejos, siendo necesario recurrir a programas computacionales *ad hoc*. Un avance en esta línea se está dando en nuestro centro, donde estamos desarrollando un software clínico ultrasonográfico de fácil aplicación, que permite una evaluación protocolizada del crecimiento fetal.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer cordialmente la colaboración prestada en la revisión final de este texto, a los Docentes de nuestra Maternidad, Drs. Gloria Carreño Campos y Patricio Echeverría Gómez.

Referencias

1. Juez G, Lucero E, Ventura-Juncá P. Crecimiento intrauterino en recién nacidos chilenos de clase media. *Rev Chil Pediatr* 1989; 60:198-202.
2. Weldt E, Rosselot S, Tohá D, Andrade C. Evaluación del crecimiento intrauterino mediante el peso de nacimiento. *Rev Chil Pediatr* 1988; 59:267-269.
3. Hadlock FP, Harrist RB, Carpenter RJ y col. Sonographic estimation of fetal weight. *Radiology* 1998; 150:535.
4. Hadlock FP, Harris RB, Martínez Poyer J. In utero analysis of fetal growth: A sonographic weight standar. *Radiology* 1991; 181:129-33.
5. Vaccaro H. Crecimiento fetal. *Rev Chil Obstet Ginecol* 1991; 56:353-358.
6. Herrera B, Donoso E, Gormaz G, Tsunekawa H. Estimación del peso fetal mediante ultrasonografía. ¿Balanza intrauterina? *Rev Chil Obstet Ginecol* 1986; 51:478.
7. Lagos RA, Espinoza R, Echeverría LP, Orellana JJ y col. Gráfica regional de crecimiento fetal normal. *Rev Chil Ultrasonog* 1999; 2: 124-131.
8. Organización Mundial de la Salud: Prevención de la mortalidad y morbilidad perinatales. *Ser Inf Tecn* 1970; 457.
9. Lagos RA, Espinoza R, Orellana JJ. Fórmula regional de peso fetal. Libro Resumen R-52 XVI Reunión ALIRH Chile, Sept.1999.
10. Robinson HP, Flemming JE. A critical evaluation of sonar crown-rump length measurements. *Br J Obstet Gynecol* 1975; 82:702.
11. Hadlock FP, Ronald MD, et al. Estimating fetal age using multiples parameters: A prospective evaluation in racially mixed population. *Am J Obstet Gynecol* 1987; 156:955.
12. Hadlock P, Russell L, Deter RL et al. Estimating fetal age: computer assisted analysis of multiple fetal growth parameters. *Radiology* 1984; 152:497-501.
13. Hadlock FP, Harris RB, Scharman RS, et al. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements: A prospective study. *Am J Obstet Gynecol* 1985; 151: 333.
14. Jenty P y col. Fórmula para compensar perímetro cefálico en medición manual. DNP 1983.
15. Boletín CLAP 19/94: Normatización de ecografías obstétricas. Montevideo, Uruguay 1994.
16. Kleinbaum, Kupper & Muller. *Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods*. 2nd edition. PWS-KENT Publishing Company (pag 330).