



## ARTÍCULO ORIGINAL ORIGINAL PAPER

# ÁREA DEL CORDÓN UMBILICAL MEDIDA POR ECOGRAFÍA COMO PREDICTOR DE MACROSOMÍA FETAL

### Resumen

**Objetivo:** Demostrar que el área del cordón umbilical medida por ecografía es un predictor de macrosomía fetal en fetos únicos a término. **Diseño:** Estudio de tipo descriptivo, observacional, de corte transversal. **Institución:** Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión, Callao, Perú. **Participantes:** Gestantes a término. **Intervenciones:** En 181 gestantes a término con feto único se realizó un estudio ultrasonográfico evaluando los parámetros antropométricos, fórmula de Hadlock, fórmula de Cromi y área de un corte transversal del cordón umbilical en un asa libre. La regresión logística fue utilizada para determinar los predictores de macrosomía fetal. **Principales medidas de resultados:** Predicción de macrosomía fetal. **Resultados:** La prevalencia de macrosomía fetal detectada por ecografía fue 41,9%. La proporción de casos de área de cordón umbilical mayor al percentil 95 medida por ecografía fue significativamente mayor en los casos de recién nacidos con macrosomía (85% versus 34,2%). En el modelo de regresión múltiple se demostró la contribución independiente del área de cordón umbilical mayor al percentil 95 como un predictor de macrosomía, con sensibilidad de 86,6%, especificidad 65,7%, valor predictivo positivo 64,35% y valor predictivo negativo 86%. El área bajo la curva ROC del área de cordón umbilical mayor al percentil 95 fue superior (0,75) al ponderado fetal ecográfico de la fórmula de Hadlock (0,74). **Conclusiones:** El área de cordón umbilical mayor al percentil 95 para la edad gestacional fue un buen predictor de macrosomía fetal en fetos únicos a término. **Palabras clave:** Macrosomía fetal, cordón umbilical, ultrasonografía.

### ROMMEL OMAR LACUNZA PAREDES<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Médico Gineco-Obstetra, Asistente del Servicio de Ginecología-Obstetricia, Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión, Callao-Perú

Fuente de financiamiento: Autofinanciado

Conflicto de interés: ninguno

Artículo recibido el 6 de abril de 2013 y aceptado para publicación el 24 de octubre de 2013.

Correspondencia:

Dirección: Jr. Genaro Delgado Mz. K Lt. 9A, San Martín de Porres, Lima

Celular: 985436784

Correo electrónico:

drllacunza@hotmail.com

*Rev peru ginecol obstet.* 2013;59: 247-253

### Ultrasound-measured umbilical cord area predictor of fetal macrosomia

### ABSTRACT

**Objective:** To demonstrate that the umbilical cord area measured by ultrasound is a predictor of fetal macrosomia in term singleton fetuses. **Design:** Descriptive, observational, cross sectional study. **Setting:** Hospital Nacional Daniel Alcides Carrion, Callao, Peru. **Participants:** Pregnant women at term. **Interventions:** Ultrasound anthropometric parameters, Hadlock formula, Cromi formula and cross-sectional area in a free loop of the umbilical cord were determined in 181 pregnant women at term with single fetus. Logistic regression was used to determine predictors of fetal macrosomia. **Main outcome measures:** Prediction of fetal macrosomia. **Results:** The prevalence of fetal macrosomia detected by ultrasound was 41.9%. The proportion of cases of umbilical cord area above the 95th percentile was significantly

higher in cases of infants with macrosomia (85% versus 34.2%). The multiple regression model demonstrated the independent contribution of the umbilical cord area above the 95th percentile as a predictor of macrosomia with sensitivity 86.6%, specificity 65.7%, positive predictive value 64.35% and negative predictive value 86%. The ROC curve showed the area under the curve of the umbilical cord area above the 95th percentile was higher (0.75) than the ultrasound fetal weight by Hadlock formula (0.74). **Conclusions:** The umbilical cord area above the 95th percentile for gestational age is a good predictor of fetal macrosomia in term singleton fetuses.

**Keywords:** Fetal macrosomia, umbilical cord, ultrasonography.



## INTRODUCCIÓN

La macrosomía fetal -considerada como un peso mayor a 4 000 g en el recién nacido- afecta a 10% de las gestaciones en general<sup>(1)</sup>. Entre los múltiples factores asociados tenemos la gestación posttérmino, obesidad materna, antecedente de feto macrosómico, multiparidad, feto masculino, diabetes gestacional o pre-gestacional, entre otros<sup>(1,2)</sup>. Pueden presentarse complicaciones maternas o perinatales, tales como trabajo de parto disfuncional, hemorragia posparto, laceraciones perineales importantes, asfixia neonatal, distocia de hombros, parálisis de plexo braquial, fractura de clavícula, Apgar disminuido y admisión en UCI<sup>(3)</sup>. En este contexto cobra gran importancia la capacidad para predecir la macrosomía antes del trabajo de parto, con la finalidad de poder decidir un adecuado manejo y vía de término de la gestación, y lograr minimizar los riesgos<sup>(1,2,4)</sup>.

Actualmente se hace necesario corroborar nuestra sospecha de macrosomía fetal con un examen ecográfico, el cual está basado en fórmulas que evalúan distintos aspectos de la morfología fetal<sup>(5-11)</sup>. La más utilizada mundialmente es la propuesta por Hadlock, en 1984, de un modelo matemático en el que se incluye el diámetro biparietal (DBP) o la circunferencia cefálica (CC), la circunferencia abdominal (CA) y la longitud del fémur (LF), con un rango de variación de 6 a 15%<sup>(6)</sup>. Posteriormente, numerosas fórmulas han sido desarrolladas con diferentes grados de exactitud; sin embargo, ninguna de ellas es consistentemente superior, evidenciando lo impreciso del diagnóstico de macrosomía fetal<sup>(11)</sup>.

La gelatina de Wharton es un tejido amorfo que constituye el mayor componente del cordón umbilical en el segundo y tercer trimestre de la gestación. La alteración en la cantidad de la gelatina de Wharton ha sido asociada con distintas patologías de la gestación, como distrés fetal, diabetes gestacional, óbito fetal, preeclampsia y restricción del crecimiento intrauterino<sup>(12-14)</sup>.

Inicialmente, las investigaciones en relación al peso fetal y el área del cordón umbilical (gelatina de Wharton) estuvieron enfocadas en fetos con restricción de crecimiento intrauterino<sup>(12)</sup>. Sin embargo, en los últimos años se ha propuesto la relación entre la macrosomía fetal y el aumento del área de cordón umbilical para la edad gestacional<sup>(15-20)</sup>.

Cromi demuestra que el área del cordón umbilical (área de la gelatina de Wharton) puede ser un buen predictor del peso fetal mayor de 4 000 g,

evidenciando que el área de cordón umbilical es mayor en los fetos macrosómicos que en los no macrosómicos, y proponiendo una nueva fórmula que incluye al área de cordón umbilical para el cálculo del ponderado fetal<sup>(17)</sup>.

Esta relación existente entre el peso fetal y el aumento del área en un corte transversal del cordón umbilical se vislumbra como una nueva y práctica medida para mejorar la predicción de la macrosomía en el estudio ultrasonográfico, de manera de lograr un mejor diagnóstico y manejo de los casos de macrosomía fetal y evitar intervenciones innecesarias en la madre<sup>(11)</sup>.

El presente estudio tuvo por objetivo demostrar que el área de cordón umbilical medida por ecografía es un predictor de macrosomía fetal en fetos únicos a término.

## MÉTODOS

El presente estudio fue de tipo descriptivo, observacional de corte transversal. Se realizó entre abril de 2011 y abril 2012 en gestantes a término atendidas en el Hospital Nacional Daniel Alcides Carrión (HNDAC) y que tuvieron parto institucional. La muestra estuvo constituida por las gestantes a término que cumplieron los criterios de inclusión y que acudieron al servicio de ecografía obstétrica del HNDAC durante el periodo mencionado, sin considerar el motivo de la indicación del estudio ecográfico y las cuales tuvieron parto en los 7 siguientes días como máximo; fueron seleccionadas según la tabla de números aleatorios. Los criterios de inclusión fueron feto vivo único, gestación a término (edad gestacional mayor de 37 semanas valorada por una ecografía del primer trimestre o fecha de última regla), ausencia de malformaciones fetales, presencia de tres vasos al estudio ecográfico de cordón umbilical y membranas amnióticas intactas. Se excluyó la muerte fetal, gestación con patología uterina o anexial, gestación múltiple, gestación con anomalías en el líquido amniótico o la placenta.

Se realizó la biometría en un ecógrafo Voluson 730 G.E., obteniendo las medidas antropométricas fetales diámetro biparietal (BDP), circunferencia de cráneo (CC), circunferencia abdominal (CA) y longitud del fémur (LF), para luego obtener el ponderado fetal según la fórmula de Hadlock:

$$\text{Ponderado fetal} = 1.3596 + 0.0064 (\text{HC}) + 0.0424 (\text{AC}) + 0.174 (\text{FL}) + 0.00061 (\text{BPD}) (\text{AC}) - 0.00386 (\text{AC}) (\text{FL})$$



La valoración del área de la gelatina de Wharton (área transversal del cordón umbilical) se obtuvo al sustraer el área de los tres vasos del área total del cordón umbilical en un asa libre (gráfica 1). Adicionalmente, se calculó la fórmula propuesta por Cromi que considera el área de cordón umbilical:

$$\text{Ponderado fetal} = -2936.2 + 1.233 \times \text{área de cordón umbilical} + 36.115 \times \text{BPD} + 14.674 \times \text{AC} - 32.75 \times \text{FL}^{(17)}$$

Se consideró un recién nacido con macrosomía si su peso fue mayor o igual a 4 000 g, y macrosomía fetal por ecografía si el ponderado fetal según la fórmula de Hadlock fue mayor a 4 000 g. Adicionalmente, se consideró en el análisis los factores de riesgo asociados a macrosomía fetal, como edad materna, peso materno preconcepcional, multiparidad, antecedente de recién nacido macrosómico, edad gestacional, vía de parto y sexo del recién nacido.

Todos los datos obtenidos fueron analizados en SPSS 20. Las variables nominales fueron analizadas por la prueba de chi cuadrado. La re-

gresión logística fue utilizada en el análisis para predecir macrosomía; las covariantes consideradas fueron ponderado fetal según Hadlock y área de cordón umbilical mayor al percentil 95 para edad gestacional, para identificar sus odd ratios ajustados. Se calculó la sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo para cada parámetro medido por ecografía, según tablas de contingencia. Con estos datos se construyó una curva ROC. Los parámetros con significancia fueron determinados por un  $p < 0,05$ .

### RESULTADOS

La muestra necesaria para el estudio fue de 181 casos, los cuales cumplieron los criterios de inclusión y fueron recolectados entre abril de 2011 y abril 2012, en el HNDAC. Las características de la población son mostradas en la tabla 1.

La prevalencia de macrosomía en el recién nacido fue 41,9%; los fetos considerados macrosómicos por ecografía representaron 26,5%. El 96% de los casos de macrosomía fetal nació por vía cesárea y, de los casos diagnosticados como

**Gráfica 1. Técnica para la obtención del área de la gelatina de Wharton en un corte transversal de un asa libre del cordón umbilical.**

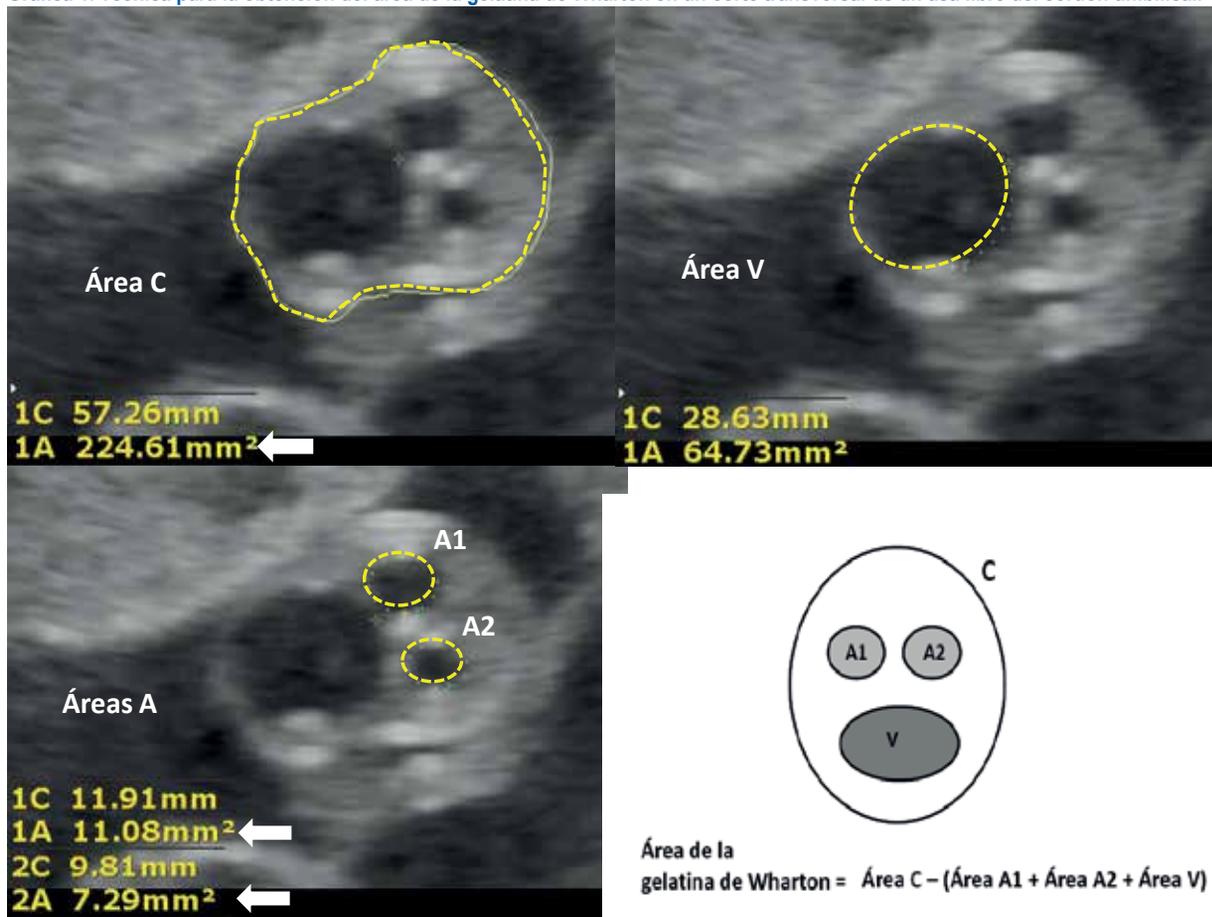




Tabla 1. Características generales de la población.

Característica	n (%)
<b>Edad materna</b>	<b>25,9 años (17 a 42 años)</b>
Gestante adolescente	19 (10,5)
Entre 19 y 35 años	141 (77,8)
Gestante mayor de 35 años	21 (11,6)
<b>Peso materno</b>	<b>73,3 kg (52 a 160 años)</b>
Peso normal	23 (12,7)
Sobrepeso	108 (59,7)
Obesidad materna	50 (27,6)
<b>Paridad</b>	
Primípara	74 (40,9)
Múltipara	107 (59,1)
<b>Edad gestacional (semanas)</b>	
37	4 (2,2)
38	34 (18,8)
39	51 (28,2)
40	58 (32)
41	34 (18,8)
<b>Vía de término de la gestación</b>	
Cesárea	121 (66,9)
Parto vaginal	60 (33,1)
<b>Peso al nacer</b>	<b>3 652,82 g (2 480 a 4 550 g)</b>
Macrosomía fetal	76 (42)

fetos macrosómicos en la ecografía previa, el 100% fue sometido a cesárea. Los casos de macrosomía se presentaron principalmente en las gestantes con sobrepeso y obesidad preconcepcional (57 y 39%, respectivamente).

La proporción de casos de área de cordón umbilical mayor al percentil 95 medida por ecografía fue significativamente mayor en los casos de recién nacidos con macrosomía, 85% versus 34,2%,  $p < 0,05$ .

El análisis univariante encontró asociación significativa entre macrosomía y el área de cordón umbilical mayor al percentil 95, peso materno, vía de parto, ponderado fetal ecográfico por la fórmula de Hadlock y de Cromi. Tabla 2.

En el modelo de regresión múltiple se demostró la contribución independiente del área de cordón umbilical mayor al percentil 95 como un predictor de macrosomía. Otros factores que también se mostraron como predictores fueron

el peso materno y el ponderado fetal ecográfico por la fórmula de Hadlock y de Cromi. Tabla 2.

El ponderado fetal ecográfico por la fórmula de Hadlock detectó 55,2% de los casos de macrosomía y la fórmula de Cromi 22,3%. Por otra parte, el área de cordón umbilical mayor al percentil 95 detectó a 86%. La sensibilidad del área de cordón umbilical mayor al percentil 95 fue 86,6%, especificidad 65,7%, valor predictivo positivo 64,35% y valor predictivo negativo 86% (tabla 3). Al análisis de la capacidad diagnóstica de las pruebas en la curva de ROC, el área bajo la curva del área de cordón umbilical mayor al percentil 95 fue superior (0,75) al ponderado fetal ecográfico, tanto de la fórmula de Hadlock (0,74) como de Cromi (0,61). Gráfica 2.

Con los datos encontrados se estableció una tabla de percentiles del área de cordón umbilical, de acuerdo al rango de ponderado fetal ecográfico. Tabla 4.



Tabla 2. Resultado del análisis univariante y multivariante.

Característica	Macrosomía fetal	No macrosomía fetal	P	OR	IC 95%
<b>Edad materna</b>				<b>0,69</b>	<b>0,02-0,29</b>
Gestante adolescente	10 (13,2)	9 (8,6)			
Entre 19-35 años	63 (82,9)	78 (74,3)			
Gestante mayor de 35 años	3 (3,9)	18 (17,1)			
<b>Peso materno</b>			<b>&lt; 0,001</b>	<b>4,54</b>	<b>1,9-10,5</b>
Peso normal	2 (2,6)	21 (20)			
Sobrepeso	44 (57,9)	64 (61)			
Obesidad materna	30 (39,5)	20 (19)			
<b>Paridad</b>					
Primípara	27 (35,5)	47 (44,8)			
Múltipara	49 (64,5)	58 (55,2)			
<b>Edad gestacional (semanas)</b>			<b>&lt; 0,001</b>	<b>0,9</b>	<b>0,63-1,44</b>
37	1 (1,3)	3 (2,9)			
38	11 (14,5)	23 (21,9)			
39	13 (17,1)	28 (36,2)			
40	37 (48,7)	21 (20)			
41	14 (18,4)	20 (19)			
<b>Vía de término de la gestación</b>			<b>&lt; 0,001</b>		
Cesárea	73 (96,1)	57 (54,3)			
Parto vaginal	3 (3,9)	48 (45,7)			
<b>Ponderado fetal ecográfico, fórmula de Hadlock</b>			<b>&lt; 0,001</b>	<b>25,19</b>	<b>7,4-85,05</b>
> 4 000 g	42 (55,3)	6 (5,7)			
< 4 000 g	34 (44,7)	99 (94,3)			
<b>Ponderado fetal ecográfico, fórmula de Cromi</b>			<b>&lt; 0,001</b>		
> 4 000 g	17 (22,4)	0			
< 4 000 g	59 (77,6)	105 (100)			
<b>Área de cordón umbilical</b>			<b>&lt; 0,001</b>	<b>11,15</b>	<b>3,8-31,98</b>
mayor a percentil 95	65 (85,5)	36 (34,3)			
menor a percentil 95	11 (14,5)	69 (65,7)			
<b>Sexo del recién nacido</b>					
Masculino	48 (63,2)	52 (49,5)			
Femenino	28 (36,8)	53 (50,5)			

## DISCUSIÓN

La prevalencia encontrada de macrosomía fetal en el presente estudio fue mucho mayor a la reportada en la literatura (41,9% versus 10 a 15%) y esto po-

dría explicarse por ser el hospital donde se realizó el estudio un centro de referencia. Adicionalmente, una indicación frecuente del estudio ecográfico es la sospecha de macrosomía fetal, lo cual presumiblemente influyó en la prevalencia alta encontrada.



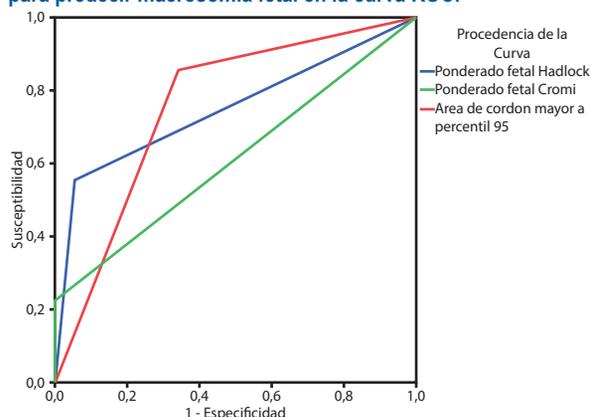
**Tabla 3. Rendimiento diagnóstico de la fórmula de Hadlock, fórmula de Cromi y área de cordón umbilical > percentil 95, para predecir macrosomía fetal.**

	Sensibilidad (%)	Especificidad (%)	VPP (%)	VPN (%)
Ponderado fetal por Hadlock	55	94,2	87	74,4
Ponderado fetal por Cromi	22,3	100	100	35,9
Área de cordón umbilical > percentil 95	86,6	65,7	64,36	86

La totalidad de los casos considerados como macrosómicos por la ecografía tuvieron parto por cesárea. Únicamente 4% de los recién nacidos macrosómicos tuvo nacimiento por parto vaginal, ninguno de los cuales fue considerado como macrosómico por la ecografía. Si bien el parto vaginal no está contraindicado en la macrosomía fetal, la sospecha en esta población fue siempre indicación de cesárea<sup>(1-3)</sup>. Como podemos apreciar, la vía de término de la gestación en los fetos macrosómicos sigue siendo un tema de gran controversia.

Nuestra población también mostró asociación entre el aumento del peso materno preconcepcional y la tasa de macrosomía del recién nacido, como se ha encontrado en estudios anteriores<sup>(1,2)</sup>.

**Grafica 2. Rendimiento diagnóstico de la fórmula de Hadlock, fórmula de Cromi y área de cordón umbilical > percentil 95 para predecir macrosomía fetal en la curva ROC.**



Tanto la fórmula de Hadlock como la de Cromi mostraron una alta especificidad para la detección de macrosomía fetal (94 y 100%, respectivamente) pero una sensibilidad pobre (55 y 22,3%, respectivamente). En la valoración del ponderado fetal, la fórmula de Hadlock mostró una menor diferencia con el peso del recién nacido; en comparación, la fórmula de Cromi mostró una tendencia a infravalorar el peso del feto, como también lo señalaron estudios anteriores<sup>(17)</sup>. La fórmula de Cromi no es superior en la predicción del peso fetal a la fórmula de Hadlock. Por lo tanto, no se recomienda la inclusión del área del cordón umbilical en el cálculo del ponderado fetal, al no aportar mayor precisión.

**Tabla 4. Valores estimados de percentiles del área de la gelatina de la Wharton (mm<sup>2</sup>), de acuerdo al rango de ponderado fetal por ecografía.**

Ponderado fetal ecográfico	n	p 5	p 50	p 95
2 400 a 2 599 g	4	78	83	94
2 800 a 2 999 g	8	89	146	266
3 000 a 3 199 g	43	82	100	216
3 200 a 3 399 g	24	98	211	220
3 400 a 3 599 g	4	123	163	215
3 600 a 3 799 g	27	86	92	210
3 800 a 3 999 g	9	208	223	232
4 000 a 4 199 g	30	142	212	245
4 200 a 4 399 g	5	165	243	304
4 400 a 4 600 g	27	142	215	230

El área del cordón umbilical mayor del percentil 95 en un corte transversal (según la técnica propuesta por Ghezzi<sup>(16,19)</sup>), fue significativamente más frecuente en los casos de macrosomía, quedando demostrada entonces la asociación entre un aumento del área de cordón umbilical para la edad gestacional y la macrosomía fetal. Si bien el estudio de Cromi no llegó a mostrar que el área de cordón umbilical fuera superior a la valoración del ponderado fetal por la fórmula de Hadlock en la predicción de la macrosomía fetal, el rendimiento del área de cordón umbilical mayor al percentil 95 para la detección de macrosomía en el presente estudio sí fue superior a la valoración del ponderado por la fórmula de Hadlock. Esto podría estar asociado a la prevalencia alta de macrosomía fetal en la muestra y debemos tomarlo en cuenta como un posible sesgo. Sin embargo, los resultados abogan por un mejor rendimiento del área de cordón umbilical mayor al percentil 95 como una medida independiente para la detección de macrosomía fetal en una población con riesgo alto (población con prevalencia alta de macrosomía fetal o con un ponderado ecográfico previo mayor a 4 000 g). Si bien se logró establecer percentiles del área de cordón umbilical para los ponderados ecográficos fetales, la población de estudio parece insuficiente para generalizar estos datos,



por lo que se hace necesario un estudio con mayor población de manera de establecer percentiles más precisos.

En conclusión, el área de cordón umbilical mayor al percentil 95 para la edad gestacional parece ser un buen predictor de macrosomía, adicionalmente a su fácil realización, poco entrenamiento requerido y mínima variación interobservador. Podría ser considerado en el estudio rutinario, junto con el ponderado fetal ecográfico por la fórmula de Hadlock, ante la sospecha de macrosomía fetal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American College of Obstetricians and Gynecologists. Fetal macrosomia. Practice Bulletin No. 22. ACOG: Washington, DC, 2000.
- Ng SK, Olog A, Spinks AB, Cameron CM, Searle J, McClure RJ. Risk factors and obstetric complications of large for gestational age births with adjustments for community effects: results from a new cohort study. *BMC Public Health*. 2010;6(10):460.
- Ju H, Chadha Y, Donovan T, O'Rourke P. Fetal macrosomia and pregnancy outcomes. *Aust N Z J Obstet Gynaecol*. 2009;49(5):504-9.
- Chauhan SP, Grobman WA, Gherman RA, Chauhan VB, Chang G, Magann EF. Suspicion and treatment of the macrosomic fetus: a review. *Am J Obstet Gynecol*. 2005;193:332-46.
- Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements - a prospective study. *Am J Obstet Gynecol*. 1985;151:333-7.
- Hart NC, Hilbert A, Meurer B, Schrauder M, Schmid M, Siemer J, Voigt M. Macrosomia: a new formula for optimized fetal weight estimation. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2010;35(1):42-7.
- Hoopmann M, Abele H, Wagner N, Wallwiener D, Kagan KO. Performance of 36 different weight estimation formulae in fetuses with macrosomia. *Fetal Diagn Ther*. 2010;27(4):204-13.
- Rosati P, Arduini M, Giri C, Guariglia L. Ultrasonographic weight estimation in large for gestational age fetuses: a comparison of 17 sonographic formulas and four models algorithms. *J Matern Fetal Neonatal Med*. 2010;23(7):675-80.
- Lindell G, Källén K, Marsál K. Ultrasound weight estimation of large fetuses. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2012;91(10):1218-25.
- Lalys L, Grangé G, Pineau JC. Estimation of small and large fetal weight at delivery from ultrasound data. *J Gynecol Obstet Biol Reprod*. 2012;41(6):566-73.
- Melamed N, Yogev Y, Mizner I. Sonographic prediction of fetal macrosomia: the consequences of false diagnosis. *J Ultrasound Med*. 2010;29(2):225-30.
- Milnerowicz-Nabzdyk E, Zimmer M, Tlolkka J, Michniewics J, Pomorski M, Wiatrowski A. Umbilical cord morphology in pregnancies complicated by IUGR in cases of tobacco smoking and pregnancy-induced hypertension. *Neuro Endocrinol Lett*. 2010;31:842-7.
- Binbir B, Yeniel AO, Ergenoglu AM, Kazandi M, Akercan F, Sagol S. The role of umbilical cord thickness and HbA1c levels for the prediction of fetal macrosomia in patients with gestational diabetes mellitus. *Arch Gynecol Obstet*. 2012;285(3):635-9.
- Raio L, Ghezzi F, Di Naro E, Franchi M, Bolla D, Schneider H. Altered sonographic umbilical cord morphology in early-onset preeclampsia. *Obstet Gynecol*. 2002;100:311-6.
- Barbieri C. Area of Wharton's jelly as an estimate of the thickness of the umbilical cord and its relationship with estimated fetal weight. *Reproductive Health*. 2011;8:32.
- Raio L, Ghezzi F, Di Naro E, Gomez R, Franchi M, Mazor M, Bruhwiler H. Sonographic measurement of the umbilical cord and fetal anthropometric parameters. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 1999;83:131-5.
- Cromi A, Ghezzi F, Di Naro E. Large cross-sectional area of the umbilical cord as a predictor of fetal macrosomia. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2007;30:861-6.
- Barbieri C, Cecatti JG, Krupa F, Marussi EF, Costa JV. Validation study of the capacity of the reference curves of ultrasonographic measurements of the umbilical cord to identify deviations in estimated fetal weight. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2008;87(3):286-91.
- Ghezzi F, Raio L, Di Naro E, Franchi M, Balestreri D, D'Addario V. Nomogram of Wharton's jelly as depicted in the sonographic cross section of the umbilical cord. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2001;18:121-5.
- Barbieri C, Cecatti J, Surita F, Marussi E, Costa E. Sonographic measurement of the umbilical cord area and the diameters of its vessels during pregnancy. *J Obstet Gynecol*. 2012;32(3):230-6.