



Valores de referencia del índice de pulsatilidad de las arterias uterina y umbilical durante el embarazo

Néstor Medina Castro,* Horacio Figueroa Diesel,* Mario Guzmán Huerta,** Edgar Hernández Andrade*,**

Nivel de evidencia: II-3

RESUMEN

Objetivo: establecer los valores de referencia del índice de pulsatilidad de las arterias uterina y umbilical durante la segunda mitad del embarazo.

Pacientes y método: se evaluaron con ultrasonido Doppler las arterias uterina y umbilical de 2,081 embarazos con fetos con crecimiento normal entre la semana 20 y 40 de gestación. En las arterias uterinas se calculó el índice de pulsatilidad promedio (IP PROM-Ute: $IP\ Art-Ute\ Izq + IP\ Art-Ute\ Der / 2$) y se documentó la prevalencia de muesca protodiastólica (notch) en cada semana de gestación. En la arteria umbilical se documentó el índice de pulsatilidad (IP Art-Umb). Se determinaron los límites de normalidad para cada semana de gestación y se analizó la reproducibilidad y consistencia en las mediciones.

Resultados: los valores del índice de pulsatilidad de ambas arterias mostraron correlación inversa con la edad gestacional (IP PROM-Ute = $(1.57 + -0.02) \times$ semanas de gestación, $r^2 = 0.07$; IP Art-Umb = $(1.56 + -0.02) \times$ semanas de gestación, $r^2 = 0.15$). La prevalencia unilateral y bilateral de "notch" durante el embarazo fue del 5% (mediana, rango 3-10%) y del 17% (rango 4-23%), respectivamente. El coeficiente de correlación intraobservador para el cálculo del índice de pulsatilidad PROM-Ute fue de 0.87 (IC 95%, 0.74-0.93), el coeficiente de correlación interobservador fue de 0.78 (IC 95%, 0.59-0.88). Para el índice de pulsatilidad de la arteria umbilical el coeficiente de correlación intraobservador fue de 0.97 (IC 95%, 0.93-0.98) y el coeficiente de correlación interobservador fue de 0.94 (IC 95%, 0.88-0.97). Los intervalos de concordancia al 95% para el cálculo del índice de pulsatilidad PROM-Ute fueron de -0.27 - 0.28, con diferencia media de 0.01 (DE, 0.13) y para el cálculo del índice de pulsatilidad de la arteria umbilical de -0.29 a 0.36, con diferencia media de 0.04 (DE 0.16).

Conclusión: la determinación de valores de referencia actualizados del índice de pulsatilidad de las arterias uterina y umbilical permite su aplicación en la vigilancia del embarazo normal y complicado.

Palabras clave: embarazo, arteria uterina, arteria umbilical, índice de pulsatilidad, valores de referencia, muesca protodiastólica, notch.

ABSTRACT

Objective: To establish the normal reference values of the pulsatility index in the uterine (UtA PI) and umbilical (UmA PI) arteries during pregnancy.

Patients and methods: A total of 2081 normal pregnancies with normal growth fetuses were evaluated with pulsed Doppler ultrasound (US) between 20 and 40 weeks of gestation (WG). Both, UtA and UmA, were located with color Doppler US and PI measured in 5 consecutive and uniform cardiac cycles. In the uterine arteries, mean PI from the left and right arteries (Mean UtAPI) was calculated and the prevalence of unilateral or bilateral "notch" documented. Normal reference values for each gestational week were constructed, and reproducibility analyzed.

Results: There was a negative correlation between the gestational age and PI values from both arteries (Mean UtAPI = $1.57 + -0.02 \times$ WG, $r^2 = 0.07$; PI UmA = $1.56 + -0.02 \times$ WG, $r^2 = 0.15$). The prevalence of unilateral and bilateral "notch" in the uterine arteries was (median) 5% (range 3-10%), and 17% (range 4-23%), respectively. Reproducibility analysis for calculation of the Mean UtAPI showed an intraclass and interclass correlation coefficients of 0.87 (95% confidence intervals [CI] 0.74 - 0.93) and 0.78 (95% CI 0.59-0.88), respectively, and for UmAPI, 0.97 (95% CI 0.93-0.98) and 0.94 (95% CI 0.88-0.97), respectively. Agreement analysis between observers for the calculation of the Mean UtAPI showed a mean difference of 0.01 (SD, 0.13) (95% limits of agreement [95% LA] -0.27-0.28) and for the UmAPI mean difference of 0.04 (SD 0.16) (95% LA, -0.29 - 0.36).

Conclusion: The reference values here obtained of the mean UtA PI and UmAPI can be applied in the clinical surveillance of normal and complicated pregnancies.

Key words: pregnancy, uterine artery, umbilical artery, pulsatility index, normal reference values, notch.

RÉSUMÉ

Objectif : établir les valeurs de référence de l'indice de pulsativité des artères utérine et ombilicale pendant la seconde moitié de la grossesse.

Patients et méthode : on a évalué à l'aide de l'ultrason Doppler les artères utérine et ombilicale de 2081 grossesses avec des fœtus de croissance normale entre la semaine 20 et 40 de gestation. Dans les artères utérines on a calculé la moyenne de l'indice de pulsativité (IP MOY-Ute : $IP\ Art-Ute\ Gauche + IP\ Art-Ute\ Droite / 2$) et on a documenté la prévalence d'encoche protodiastolique (notch) dans chaque

semana de gestación. Dans l'artère ombilicale on a documenté l'indice de pulsatilité (IP Art-Omb). On a déterminé les limites de normalité pour chaque semaine de gestation et l'on a analysé la reproductibilité et consistance dans les mesurages.

Résultats : les valeurs de l'indice de pulsatilité des deux artères ont montré corrélation inverse avec l'âge gestationnel (IP MOY-Ute = $(1.57 + -0.02) \times$ semaines de gestation, $r^2 = 0.07$; IP Art-Omb = $(1.56 + -0.02) \times$ semaines de gestation, $r^2 = 0.15$). La prévalence unilatérale et bilatérale de notch pendant la grossesse a été de 5% (moyenne, rang 3-10%) et de 17% (rang 4-23%), respectivement. Le coefficient de corrélation intraobservateur pour le calcul de l'indice de pulsatilité MOY-Ute a été de 0.87 (IC 95%, 0.74-0.93), le coefficient de corrélation intraobservateur a été de 0.78 (IC 95%, 0.59-0.88). Pour l'indice de pulsatilité de l'artère ombilicale le coefficient de corrélation intraobservateur a été de 0.97 (IC 95%, 0.93-0.98) et le coefficient de corrélation intraobservateur a été de 0.94 (IC 95%, 0.88-0.97). Les intervalles de concordance au 95% pour le calcul de l'indice de pulsatilité MOY-Ute ont été de -0.27 – 0.28, avec différence moyenne de 0.01 (DE, 0.13) et pour le calcul de l'indice de pulsatilité de l'artère ombilicale de -0.29 à 0.36, avec différence moyenne de 0.04 (DE 0.16).

Conclusion : la détermination de valeurs de référence mises à jour de l'indice de pulsatilité des artères utérine et ombilicale permet son application dans la surveillance de la grossesse normale et compliquée.

Mots-clé : grossesse, artère utérine, artère ombilicale, indice de pulsatilité, valeurs de référence, encoche protodiastolique, notch.

RESUMO

Objetivo: estabelecer os valores de referência do índice de pulsatilidade das artérias uterina e umbilical durante a segunda metade da gravidez.

Pacientes e método: avaliaram-se com ultrassom Doppler as artérias uterina e umbilical de 2,081 gravidezes com fetos com crescimento normal entre a semana 20 e 40 de gestação. Nas artérias uterinas calculou-se o índice de pulsatilidade promédio (IP PROM-Ute: $IP \text{ Art-Ute Izq} + IP \text{ Art-Ute Der} / 2$) e se registrou a prevalência da cavidade protodiastólica (notch) em cada semana de gestação. Na artéria umbilical se registrou o índice de pulsatilidade (IP Art-Umb). Determinaram-se os limites de normalidade para cada semana de gestação e se analisou a reproducibilidade e consistência nas medições.

Resultados: os valores do índice de pulsatilidade de ambas artérias mostraram correlação inversa com a idade gestacional (IP PROM-Ute = $(1,57 + -0,02) \times$ semanas de gestação, $r^2 = 0,07$; IP Art-Umb = $(1,56 + -0,02) \times$ semanas de gestação, $r^2 = 0,15$). A prevalência unilateral e bilateral de "notch" durante a gravidez foi de 5% (média, promédio 3-10%) e de 17% (promédio 4-23%), respectivamente. O coeficiente de correlação intra-observador para o cálculo do índice de pulsatilidade PROM-Ute foi de 0,87 (IC 95%, 0,74-0,93), o coeficiente de correlação intra-observador foi de 0,78 (IC 95%, 0,59-0,88). Para o índice de pulsatilidade da artéria umbilical o coeficiente de correlação intra-observador foi de 0,97 (IC 95%, 0,93-0,98) e o coeficiente de correlação intra-observador foi de 0,94 (IC 95%, 0,88-0,97). Os intervalos de concordância ao 95% para o cálculo do índice de pulsatilidade PROM-Ute foram de -0,27 – 0,28, com diferença média de 0,01 (DE, 0,13) e para o cálculo do índice de pulsatilidade da artéria umbilical de -0,29 a 0,36, com diferença média de 0,04 (DE 0,16).

Conclusão: a determinação de valores de referência atualizados do índice de pulsatilidade das artérias uterina e umbilical permite a sua aplicação na vigilância da gravidez normal e complicada.

Palabras chave: gravidez, artéria uterina, artéria umbilical, índice de pulsatilidade, valores de referência, cavidade protodiastólica, notch.

La preeclampsia y la restricción en el crecimiento intrauterino son dos de las principales causas de morbilidad y mortalidad perinatal en el mundo. La detección de estas enfermedades en la fase inicial tiene importancia significativa, ya que permite establecer medidas de prevención y vigilancia, las cuales se traducen en mejor pronóstico para la madre y el feto. El análisis de la onda de velocidad de flujo, obtenida a través del

ultrasonido Doppler pulsado, es actualmente la técnica no invasora más útil en la evaluación de las circulaciones útero-placentaria y fetal, ya que es capaz de mostrar aumento en la impedancia en estas circulaciones, las cuales son producto de una invasión trofoblástica defectuosa (estado compartido por la preeclampsia y la restricción en el crecimiento intrauterino).

Se propuso que el aumento del índice de pulsatilidad, o una muesca protodiastólica (notch) en las arterias uterinas, pronostican preeclampsia temprana o restricción en el crecimiento intrauterino.¹ También, el aumento en el índice de pulsatilidad, la ausencia de flujo telediastólico o el flujo diastólico reverso en las arterias umbilicales se han utilizado para la detección y vigilancia de subgrupos de alta morbilidad y mortalidad en fetos con alteraciones del crecimiento. Sin embargo, la eficacia diagnóstica de la evaluación Doppler en ambas arterias tiene relación directa con

* Unidad de Medicina Fetal, Departamento de Ginecología y Obstetricia del Hospital Materno Infantil Vall d'Hebron, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

** Departamento de Medicina Materno-Fetal del Instituto Nacional de Perinatología de México.

Correspondencia: Dr. Mario Guzmán Huerta. Departamento de Medicina Materno-Fetal, Instituto Nacional de Perinatología. Montes Urales 800, colonia Lomas Virreyes, CP 11000, México, DF. Recibido: febrero, 2006. Aceptado: junio, 2006.

La versión completa de este artículo también está disponible en internet: www.revistasmedicasmexicanas.com.mx

las curvas de normalidad utilizadas, las cuales pueden afectarse por pequeñas variaciones metodológicas o por la capacidad tecnológica del equipo de ultrasonido. El resultado en la bibliografía médica son distintas curvas de referencia, las cuales muestran discretas variaciones que pueden ser relevantes para la toma de decisiones clínicas y para renovar periódicamente estas curvas. El propósito de este estudio es generar valores de referencia para el índice de pulsatilidad promedio en la arteria uterina y para el índice de pulsatilidad de la arteria umbilical durante la segunda mitad de la gestación y evaluar la prevalencia unilateral y bilateral del "notch" en las arterias uterinas.

PACIENTES Y MÉTODOS

Se incluyeron mujeres con embarazos únicos y sin complicaciones de enero del 2003 a julio del 2005. La fecha del embarazo se estableció según la última menstruación y se confirmó o corrigió por ultrasonido durante el primer trimestre, en caso de que la diferencia fuera mayor a una semana. Todos los recién nacidos tuvieron peso normal y no padecieron alteraciones estructurales o cromosómicas. A todas las participantes se les solicitó consentimiento informado y el proyecto fue aprobado por el comité de bioética de los hospitales participantes.

Las mediciones Doppler en ambas arterias se realizaron con equipos de US ATL-HDI-5000 (Philips Medical Systems ATL, Bothell, WA, USA) y SONOLINE Antares® (Siemens Ultrasound Division, Mountain View, CA 94043 USA), con transductores abdominales lineales-curvos de 7-4 MHz y 6-2 MHz, respectivamente. Se utilizó un filtro de pared de 73 Hz, velocidad de repetición de pulsos de 4.9 kHz e intensidad de 68 dB. Las mediciones se realizaron en ausencia de movimientos respiratorios y corporales de la madre y el feto, y con frecuencia cardíaca fetal entre 120 y 160 latidos por minuto. Los índices térmico y mecánico se mantuvieron siempre por debajo de 1. El tiempo de exploración nunca excedió los siete minutos.

Las arterias uterinas principales se localizaron con ultrasonido Doppler a color en un corte parasagital de la pelvis materna, en el cual el volumen muestra del Doppler pulsado fue colocado un centímetro por

arriba del cruce con la arteria iliaca externa. El ángulo de insonación se mantuvo siempre por debajo de 45° (figura 1). La arteria umbilical se localizó en un asa

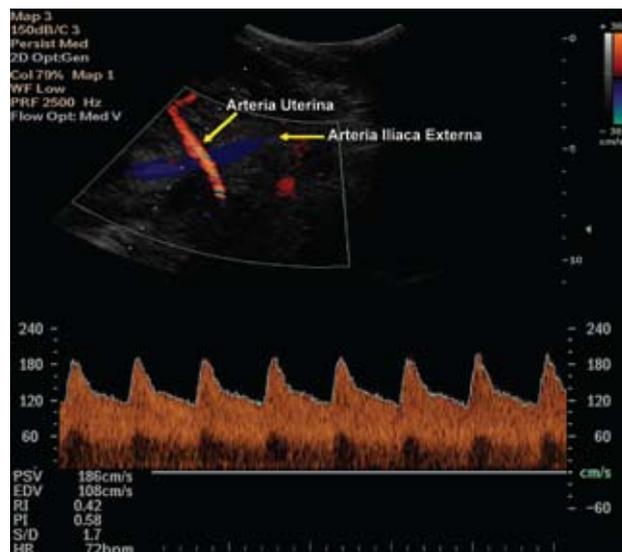


Figura 1. Localización de la arteria uterina en un corte parasagital de la pelvis materna. Con Doppler color se pone de manifiesto el cruce de la arteria iliaca externa y la arteria uterina principal, y el sitio donde se coloca el volumen muestra del Doppler pulsado. Se hace notar la corrección necesaria del ángulo de insonación.

libre de cordón umbilical y el volumen muestra se colocó en todo el diámetro de la arteria. El ángulo de insonación se mantuvo lo más cercano de 0° (figura 2).

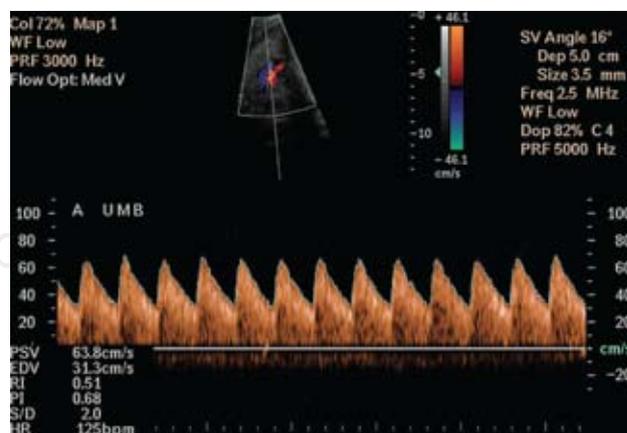


Figura 2. Área de localización de la arteria umbilical.

Antes de realizar el cálculo del índice de pulsatilidad, se bajó la línea de base, se disminuyó la escala

hasta que la altura de la onda ocupara 75% del área de análisis y se ajustaron las ganancias. Después de estos cambios, el índice de pulsatilidad (velocidad sistólica-velocidad diastólica final/velocidad promedio durante el ciclo) se obtuvo por análisis automático del perfil de la onda vascular de flujo en cinco ciclos cardiacos uniformes. Enseguida de realizar el cálculo del índice de pulsatilidad de las arterias uterinas derecha e izquierda se obtuvo el índice de pulsatilidad promedio (IP PROM-Ute). La prevalencia de *notch* unilateral o bilateral se documentó. Este proceso lo repitió cada operador para cálculos de reproducibilidad y consistencia.

La reproducibilidad en la medición del índice de pulsatilidad de ambas arterias se evaluó en 65 casos a través del coeficiente de correlación intraobservador e interobservador, y con el análisis de los límites de concordancia al 95% entre observadores sugerido por Bland y Altman.²

Para el análisis descriptivo se utilizaron como medida de tendencia central la mediana y como medida de dispersión los percentiles. Posteriormente, se construyeron curvas dependientes de la edad gestacional. Para realizar dichos cálculos se utilizó el paquete estadístico SPSS 12.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA). Los resultados de este estudio se compararon con las curvas de referencia utilizadas habitualmente en la práctica clínica.

RESULTADOS

Los dos centros hospitalarios aportaron pacientes en proporciones equivalentes. Se estudiaron 2,081 embarazadas que cumplieron los criterios de inclusión. La edad materna fue de 23 años (mediana, rango 15-37 años) con edad gestacional entre 20 y 40 semanas. Se analizó la distribución de los resultados por institución participante, con la finalidad de evaluar el efecto de las altitudes a las que se encuentra cada centro;³ se encontró gran similitud entre las distribuciones. Los valores de tendencia central y de dispersión del índice de pulsatilidad PROM-Ute y del índice de pulsatilidad de la arteria umbilical para cada semana de gestación se muestran en los cuadros 1 y 2. En ambas arterias, el índice de pulsatilidad mostró correlación inversa con la edad gestacional (IP PROM-Ute = $(1.57 + -0.02) \times$

Cuadro 1. Valores percentilares del índice de pulsatilidad promedio de las arterias uterinas por semana de gestación

Semanas de gestación	p5	p50	p95
20	0.78	1.08	1.83
21	0.49	0.62	1.71
22	0.76	0.95	1.75
23	0.54	0.86	1.56
24	0.58	0.97	1.47
25	0.50	0.98	1.52
26	0.51	0.87	1.43
27	0.47	0.86	1.39
28	0.50	0.84	1.33
29	0.44	0.73	1.36
30	0.50	0.88	1.30
31	0.47	0.84	1.25
32	0.50	0.78	1.22
33	0.47	0.77	1.26
34	0.48	0.80	1.21
35	0.49	0.76	1.28
36	0.49	0.75	1.21
37	0.46	0.74	1.15
38	0.46	0.73	1.19
39	0.47	0.70	1.13
40	0.43	0.69	1.12

p: percentiles.

Cuadro 2. Valores percentilares del índice de pulsatilidad de la arteria umbilical por semanas de gestación

Semanas de gestación	p 5	p 50	p 95
20	0.91	1.08	1.73
21	0.89	1.15	1.76
22	1.03	1.31	1.64
23	0.91	1.16	1.59
24	0.84	1.11	1.51
25	0.72	1.03	1.41
26	0.75	1.00	1.28
27	0.70	1.03	1.46
28	0.76	1.06	1.41
29	0.76	1.00	1.46
30	0.77	1.03	1.39
31	0.76	1.03	1.37
32	0.76	1.00	1.35
33	0.70	0.96	1.30
34	0.71	0.97	1.29
35	0.67	0.93	1.27
36	0.67	0.92	1.21
37	0.66	0.86	1.18
38	0.64	0.84	1.12
39	0.60	0.83	1.05
40	0.57	0.79	1.07

p: percentiles.

semanas de gestación, $r^2 = 0.07$; IP Art-Umb = $(1.56 + -0.02) \times$ semanas de gestación, $r^2 = 0.15$, figuras 3 y 4).

La prevalencia unilateral o bilateral de *notch* durante el embarazo fue del 17% (mediana, rango 4-23%) y del 5% (rango 3-12%), respectivamente (cuadro 3).

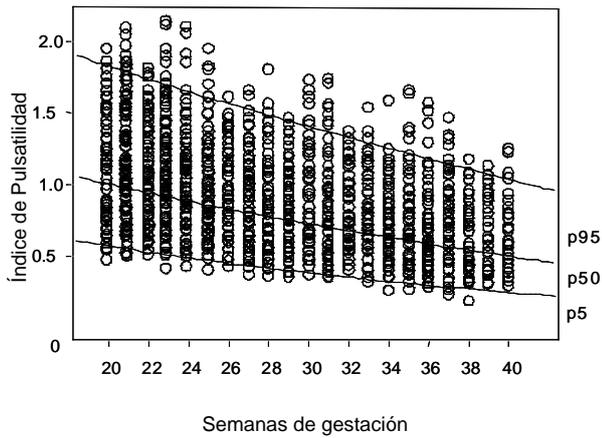


Figura 3. Curvas de normalidad del promedio del índice de pulsatilidad de las arterias uterinas por semanas de gestación.

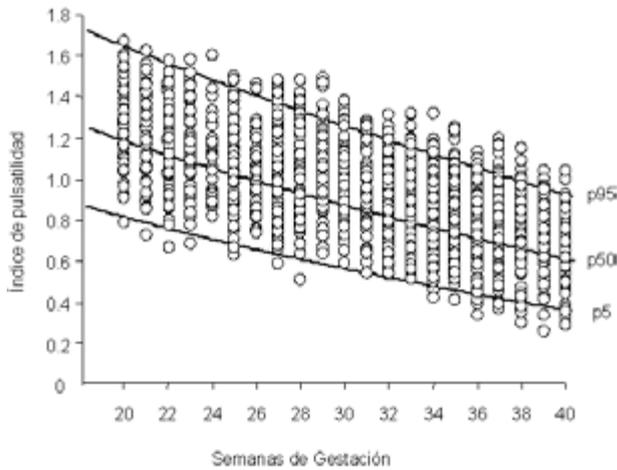


Figura 4. Curvas de normalidad de índice de pulsatilidad de la arteria umbilical por semanas de gestación.

El coeficiente de correlación intraobservador para el cálculo del índice de pulsatilidad PROM-Ute fue de 0.87 (IC 95%, 0.74-0.93) y el coeficiente de correlación interobservador de 0.78 (IC 95%, 0.59-0.88). Para el índice de pulsatilidad de la arteria umbilical el coeficiente de correlación intraobservador fue de 0.97 (IC 95%, 0.93-0.98) y el coeficiente de correlación interobservador de 0.94 (IC 95%, 0.88-0.97). Los intervalos de concordancia al 95% para el cálculo del índice de pulsatilidad PROM-Ute fueron de -0.27 a 0.28, con diferencia media de 0.01 (DE 0.13). Para el índice de pulsatilidad de la arteria umbilical los intervalos fueron de -0.29 a 0.36, con diferencia media de 0.04 (DE 0.16, figuras 5 y 6).

Cuadro 3. Prevalencia de *notch* por semana de gestación

Semanas de gestación	Notch bilateral (%)	Notch unilateral (%)
20	3	5
21	3	4
22	2	5
23	3	6
24	3	4
25	3	4
26	3	8
27	3	10
28	3	10
29	3	11
30	5	13
31	5	14
32	5	17
33	6	18
34	9	19
35	9	20
36	10	20
37	10	20
38	10	20
39	10	21
40	12	23

La comparación entre los valores de este estudio y los valores de referencia utilizados más frecuentemente del índice de pulsatilidad de la arteria umbilical se muestran en el cuadro 4, en el cual se ve que en el límite superior existe diferencia promedio de 2.5 décimas con respecto a los valores publicados por Arduini y sus colaboradores.⁴ Esta diferencia fue prácticamente inexistente en trabajos más recientes.^{5,6} Se realizó una búsqueda extensa y no se encontraron tablas con los valores percentilares del índice del pulsatilidad

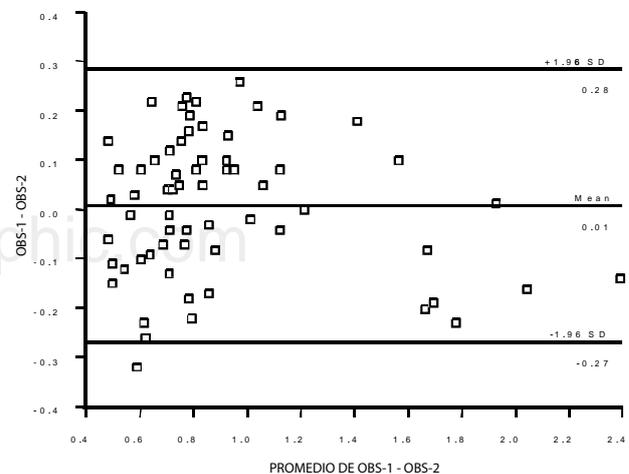


Figura 5. Límites de concordancia al 95% entre observadores en la medición del índice de pulsatilidad promedio de las arterias uterinas.

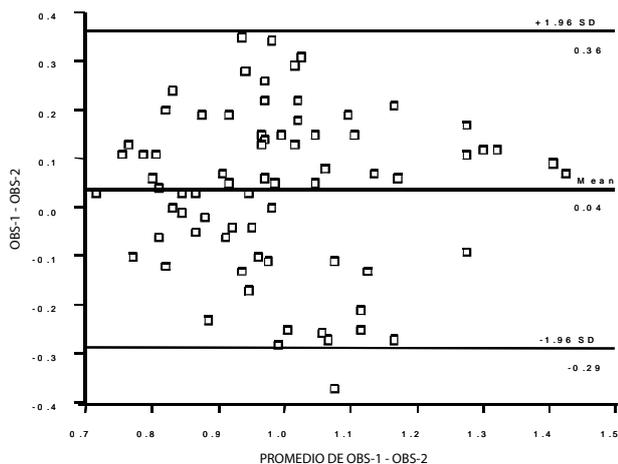


Figura 6. Límites de concordancia entre observadores en la medición del índice de pulsatilidad de la arteria umbilical.

PROM-Ute a lo largo del embarazo con los cuales se pudieran comparar los resultados de este estudio.

DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo muestran que, durante el embarazo normal, el índice de pulsatilidad PROM-Ute de la arteria umbilical disminuye en relación inversa con la edad gestacional. Este comportamiento parece ser consecuencia de la disminución progresiva en la resistencia al flujo de la circulación útero-placentaria.

Cuadro 4. Medidas de tendencia central y de dispersión del índice de pulsatilidad de la arteria umbilical durante el embarazo en este estudio y los reportados en la bibliografía

Semanas de gestación	Este estudio (n = 2,081)			Acharya y col. ¹³ (n = 130)			Baschat y col. ¹² (N = 306)			Arduini y col. ¹¹ (n = 1,556)		
	p5	p50	p95	p5	p50	p95	-2DE	Media	+2 DE	p5	p50	p95
20	0.91	1.08	1.73	0.99	1.27	1.62	0.79	1.31	1.83	1.04	1.54	2.03
21	0.89	1.15	1.76	0.95	1.22	1.58	0.91	1.27	1.63	0.98	1.47	1.96
22	1.03	1.31	1.64	0.92	1.19	1.54	0.94	1.28	1.62	0.92	1.41	1.90
23	0.91	1.16	1.59	0.89	1.15	1.50	0.88	1.12	1.36	0.86	1.35	1.85
24	0.84	1.11	1.51	0.86	1.12	1.47	0.93	1.21	1.49	0.81	1.30	1.79
25	0.72	1.03	1.41	0.83	1.09	1.44	0.81	1.13	1.45	0.76	1.25	1.74
26	0.75	1.00	1.28	0.80	1.06	1.41	0.85	1.11	1.37	0.71	1.20	1.69
27	0.70	1.03	1.46	0.77	1.03	1.38	0.73	1.07	1.41	0.67	1.16	1.65
28	0.76	1.06	1.41	0.75	1.00	1.35	0.79	1.05	1.31	0.63	1.12	1.61
29	0.76	1.00	1.46	0.72	0.98	1.32	0.73	1.11	1.49	0.59	1.08	1.57
30	0.77	1.03	1.39	0.70	0.95	1.29	0.58	1.04	1.50	0.56	1.05	1.54
31	0.76	1.03	1.37	0.68	0.93	1.27	0.73	0.99	1.25	0.53	1.02	1.51
32	0.76	1.00	1.35	0.66	0.90	1.25	0.55	0.93	1.31	0.50	0.99	1.48
33	0.70	0.96	1.30	0.64	0.88	1.22	0.58	0.92	1.26	0.48	0.97	1.46
34	0.71	0.97	1.29	0.62	0.86	1.20	0.63	0.89	1.15	0.46	0.95	1.44
35	0.67	0.93	1.27	0.60	0.84	1.18	0.69	0.91	1.13	0.44	0.94	1.43
36	0.67	0.92	1.21	0.58	0.82	1.16	0.57	0.93	1.29	0.43	0.92	1.42
37	0.66	0.86	1.18	0.56	0.80	1.14	0.47	0.95	1.43	0.42	0.92	1.41
38	0.64	0.84	1.12	0.55	0.78	1.12	0.57	0.89	1.21	0.42	0.91	1.40
39	0.60	0.83	1.05	0.53	0.76	1.10	0.67	1.01	1.35	0.42	0.91	1.40
40	0.57	0.79	1.07	0.51	0.75	1.09	0.43	0.75	1.07	0.42	0.91	1.40

p: percentil; DE: desviación estándar.

Las primeras curvas de normalidad del índice de pulsatilidad de la arteria umbilical se publicaron a finales de la década de 1980.⁴ Desde entonces, los equipos de ultrasonido incrementaron su capacidad tecnológica. Al analizar nuestros valores de referencia por edad gestacional del índice de pulsatilidad de la arteria umbilical se notó disminución de aproximadamente 2.5 décimas de unidad al compararlos con los obtenidos por el grupo de Arduini y sus colaboradores.⁴ Esta diferencia podría ser consecuencia de modificaciones sutiles en la técnica de medición. En este estudio todos los parámetros Doppler se ajustaron para captar, de manera óptima, las ondas sónicas de alta y baja velocidad, y coinciden con los reportados por Baschat y sus colaboradores⁵ y los de Acharya y sus colaboradores.⁶ La discriminación de las ondas sónicas de baja velocidad permite identificar con mayor precisión los flujos lentos e integrarlos al espectro del análisis. El aumento en la frecuencia de repetición de pulsos permite identificar cambios sutiles del flujo sanguíneo en relación con el tiempo.

Existen diversas curvas de normalidad del índice de pulsatilidad PROM-Ute; sin embargo, no están referidas las tablas percentilares.⁷⁻¹¹ Este trabajo aporta tablas percentilares del índice de pulsatilidad PROM-Ute obtenidas por vía abdominal durante el embarazo. Esto parece de especial importancia ya que la delimitación correcta de los puntos de corte es importante para establecer la conducta clínica.

Los resultados de este estudio muestran prevalencia de *notch* bilateral relativamente alta. Una de las explicaciones puede ser que la definición de *notch* fue subjetiva, como lo propusieron Bower y sus colaboradores.¹¹ Esta forma de definir al *notch* aumenta su prevalencia, ya que pequeñas muescas, aun con flujo diastólico muy importante, se clasifican de la misma forma que las que se acompañan de reducción en el flujo diastólico. Diversos estudios han intentado catalogar al *notch* unilateral o bilateral como indicador aislado para predecir preeclampsia o restricción en el crecimiento intrauterino; sin embargo, su utilidad en la identificación de estos grupos de riesgo parece aumentar cuando se combina con un índice de pulsatilidad elevado en la arteria uterina.¹

En este estudio no se encontraron diferencias en las distribuciones de datos de los dos centros participantes. Esto es de importancia significativa, ya que se ha reportado la influencia de altitudes extremas en las mediciones Doppler.³ El estudio de reproducibilidad en el cálculo del índice de pulsatilidad PROM-Ute sugiere que, a pesar de que es una valoración clínicamente aplicable y relativamente fácil de realizar, existe cierta variación en el cálculo de los resultados. Los límites de concordancia muestran que la variación entre dos observadores puede ser tan grande como de -0.27 a 0.28. Por ejemplo, si un observador toma un resultado del índice de pulsatilidad PROM-Ute de 1.3, el segundo observador puede variar de 1.03 a 1.58. Esta variabilidad, que afecta también a la arteria umbilical, está influida por parámetros fisiológicos como la frecuencia cardíaca fetal o materna y la tensión arterial sistémica. Esto puede contribuir significativamente a la diferencia de resultados que se obtienen al aplicar este método en la práctica diaria. La variabilidad puede reducirse al tomar varios ciclos y promediarlos, y disminuye los efectos que las variables fisiológicas tienen en la medición.

CONCLUSIÓN

Los valores de referencia del índice de pulsatilidad de la arteria umbilical obtenidos en este estudio

muestran disminución con respecto a los valores originalmente reportados en la década de 1980, pero son consistentes con los valores de referencia de estudios más recientes.^{5,6} En cuanto al índice de pulsatilidad PROM-Ute, este trabajo aporta valores percentilares para cada edad gestacional. Conocer los límites de normalidad de ambas arterias, obtenidos con la técnica Doppler descrita, permite de manera confiable la vigilancia de embarazos normales y complicados.

REFERENCIAS

- Hernandez-Andrade E, Brodzki J, Lingman G, et al. Uterine artery score and perinatal outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2002;19:438-42.
- Bland JM, Altman DG. Applying the right statistics: analyses of measurement studies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003;22:85-93.
- Krampl ER, Espinoza-Dorado J, Lees CC, et al. Maternal uterine artery Doppler studies at high altitude and sea level. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2001;18:578-82.
- Arduini D, Rizzo G. Normal values of Pulsatility Index from fetal vessels: a cross-sectional study on 1,556 healthy fetuses. *J Perinat Med* 1990;18:165-72.
- Baschat AA, Gembruch U. The cerebroplacental Doppler ratio revisited. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2003;21:124-7.
- Acharya G, Wilsgaard T, Berntsen GK, Maltau JM, Kiserud T. Reference ranges for serial measurements of blood velocity and pulsatility index at the intra-abdominal portion, and fetal and placental ends of the umbilical artery. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005;26:162-9.
- Papageorgiou AT, Yu C, Erasmus IE, Cuckle HS, Nicolaides KH. Assessment of risk for the development of pre-eclampsia by maternal characteristics and uterine artery Doppler. *BJOG* 2005;112:1-7.
- Joern H, Funk A, Goetz M, et al. Development of quantitative Doppler indices for uteroplacental and fetal blood flow during the third trimester. *Ultrasound Med Biol* 1996;22:823-35.
- Gudmundsson S, Marsal K. Umbilical artery and uteroplacental blood flow velocity waveforms in normal pregnancy—a cross-sectional study. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1988;67:347-54.
- McCowan LM, Ritchie K, Mo LY, Bascom PA, Sherret H. Uterine artery flow velocity waveforms in normal and growth-retarded pregnancies. *Am J Obstet Gynecol* 1988;158:499-504.
- Bower S, Vyas S, Campbell S, Nicolaides KH. Color Doppler imaging of the uterine artery in pregnancy: normal ranges of impedance to blood flow, mean velocity and volume of flow. *Ultrasound Obstet Gynecol* 1992;2:261-5.