



Avances en las aplicaciones del ultrasonido volumétrico en ginecoobstetricia

Resumen

En la última década ha habido importantes avances en los software volumétricos de los ecógrafos. Existen programas específicos para nuevas aplicaciones, lo que se ha logrado por el mejoramiento de los procesos de captura, presentación y tratamiento de los volúmenes. Hacemos una revisión sobre la física de la ecografía volumétrica, 3D y 4D, y la aplicación de la tecnología en la ginecología, obstetricia y reproducción humana.

Palabras clave: Ultrasonografía, ecografía, ultrasonido volumétrico 3D y 4D, ginecología, obstetricia, reproducción humana.

Moisés Huamán

Profesor, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú
Instituto Latinoamericano de Salud Reproductiva-ILSAR

Rev Per Ginecol Obstet. 2009;55:174 -179.

Advances in volumetric ultrasound applications in gynecology and obstetrics

ABSTRACT

In the last decade we have seen important advances in ultrasound volumetric software. Specific programs for new applications have been obtained by improving volume capture, presentation and management processes. We review in this paper physics of 3D-4D volumetric ultrasound and the new technology application in Gynecology, Obstetrics and human reproduction.

Key words: *Ultrasound, 3D-4D volumetric ultrasound, Gynecology, Obstetrics, human reproduction.*

Física de la Ecografía Volumétrica (3D y 4D)

En la última década ha habido importantes avances en los software volumétricos, con programas específicos para nuevas aplicaciones, lo que se ha logrado por el mejoramiento de los

procesos de captura, presentación y tratamiento de los volúmenes.

La tecnología más desarrollada en las aplicaciones gineco-obstétricas utiliza transductores electrónicos de barrido automático que tienen un cristal fijo que genera la imagen 2D -que es imagen A con el plano de corte inicial-; al activar el programa volumétrico, empieza la captura, al desplazarse otro cristal movido por un motor ubicado dentro del transductor, haciendo el barrido de los otros dos planos ortogonales. La información en 2D de los 3 planos (sagital, axial y coronal) es integrada en un voxel, llenándose algorítmicamente los espacios vacíos. Así se obtiene el volumen: al agregar al largo y ancho del 2D

la profundidad, se constituye el 3D. Si solo se realiza un barrido, se obtiene un solo volumen en 3D, es el denominado 3D estático. Si se captura secuencialmente más volúmenes, que son presentados en el monitor a una velocidad mayor de 18 volúmenes por segundo, se tendrá la sensación de tiempo real (3D dinámico), que es el mal denominado 4D (recordar que en el universo físico solo hay 3 dimensiones).

Realizada la captura del volumen, hay 3 formas de presentación de este: de superficie, multiplanar y Doppler + 3D. Los sistemas de superficie sirven para estudiar relieves o superficies diferenciadas por la combinación de brillos y sombras proyectadas en diferentes



Figuras 1 y 2. Volumen de superficie y multiplanar.

ángulos, que permiten, por ejemplo, tener la superficie del cuerpo fetal. El sistema multiplanar es el de mayor aplicación; permite estudiar el volumen capturado desde cualquier plano ortogonal y en las diferentes profundidades del voxel. La combinación del Doppler con el 3D estático genera imágenes volumétricas del árbol vascular capturado, aplicación de gran ayuda en el estudio de tumores, vasculatura fetal, entre otros. El programa VOCAL (análisis virtual de los órganos, asistido por computadora) ofrece gran ayuda en cálculos más exactos del volumen de masas y en la evaluación menos subjetiva de la cantidad de vasos sanguíneos y flujos en determinada área (índice de vascularización, índice de flujo, índice de flujo de la vascularización).

Avances en las aplicaciones de la ecografía volumétrica en ginecología y reproducción

Las aplicaciones actuales más importantes de los programas volumétricos son:

- Evaluación de las anomalías del conducto de Müller
- Evaluación del endometrio.

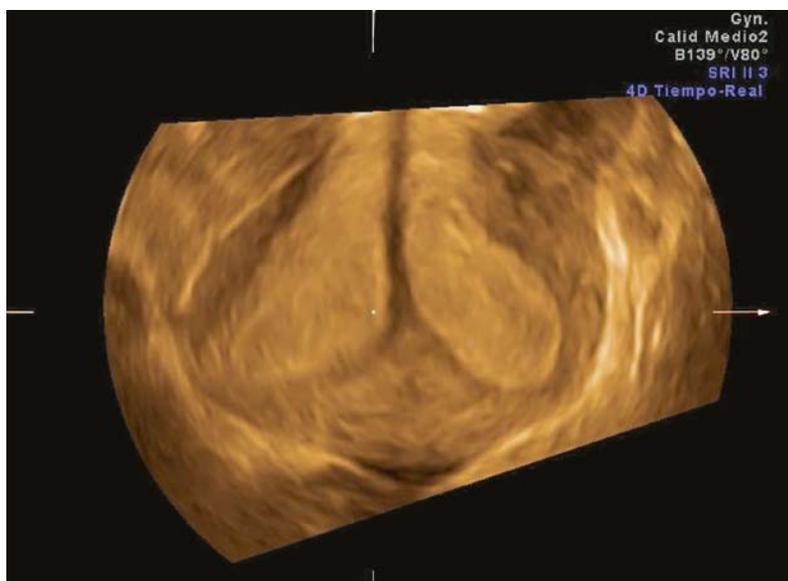


Figura 3. Útero didelfo.

- Histerosonografía.
- Tumores uterinos.
- Diferenciación de malignidad del tumor ovárico.
- Estudio de folículos ováricos.
- Estudio del piso pélvico femenino.

El estudio volumétrico multiplanar de las anomalías congénitas del conducto de Müller permite resultados diagnósticos comparables con la resonancia magnética, definiendo con exactitud el tipo de anomalía. El obtener un volumen del endometrio

en el plano coronal facilita el estudio detallado de este y su relación con la pared uterina. El programa VOCAL puede aportar información adicional.

La histerosonografía es un procedimiento sencillo, de excelente rendimiento para el examen de la cavidad endometrial. Si agregamos el Doppler más el 3D, conseguimos información adicional de la tumoración y su vascularización (Figura 4).

En la patología uterina, se puede estudiar aspectos complementarios



Figura 4. Histerosonografía con Doppler más 3D en pólipo endometrial.

velocidad media máxima (TAMXV) mayor de 7,2 cm/seg, impedancia baja (IR:<4,5; IP<1), vasos atípicos al estudio 3D power^(1,3-5).

El valor predictivo de estos marcadores de malignidad mejora cuando se les combina con marcadores epidemiológicos (edad, antecedentes familiares de cáncer), marcadores bioquímicos (Ca 125 >25 U/mL). La experiencia actual encuentra sensibilidades variables (entre 50 y 98%), valor predictivo positivo entre 30 y 50%, dependiendo del uso de variables simples o combinadas⁽⁶⁾.

al 2D, como la ubicación espacial de la tumoración y sus relaciones con estructuras vecinas. En este caso, el programa multiplanar permite el análisis del volumen desde cualquier ángulo de observación; se puede agregar el Doppler más 3D, calcular volúmenes, características de vascularización y flujos, aplicando el VOCAL. Podemos tener información más clara de la extensión de la enfermedad.

En el tumor ovárico, la ecografía permite diferenciar un quiste orgánico del ovario, evitando así iatrogenias en el manejo de los quistes funcionales. Identifica marcadores de riesgo para malignidad, en las tumoraciones quísticas o sólidas, además de servir como guía de punción diagnóstica y/o terapéutica.

Los marcadores de riesgo para malignidad importantes, considerados en las puntuaciones más utilizadas (Lerner, Sassone, Kurjak, otros), son:

- Morfológicos: componente sólido, tabiques gruesos (más

de 3 mm), vegetaciones de más de 3 mm de altura, pared interna irregular, pared gruesa (más de 3 mm), contorno impreciso de la pared, gran tamaño del quiste (mayor de 10 cm), bilateralidad de la masa, líquido ascítico, entre otros. La ecografía 3D adiciona información valiosa a la ecografía convencional^(1,2).

- Doppler color, power Doppler, 3D power: mapa vascular anormal, neovasos centrales,

- La ecografía volumétrica aporta en la valoración correcta de la rotura capsular, del crecimiento endofítico y exofítico, la relación de la tumoración ovárica y los órganos vecinos, la arquitectura vascular del tumor⁽⁷⁻⁹⁾, la extensión metastásica^(10,11), entre otros.

Las evidencias científicas sobre el valor predictivo de la tecnología volumétrica en la diferenciación de

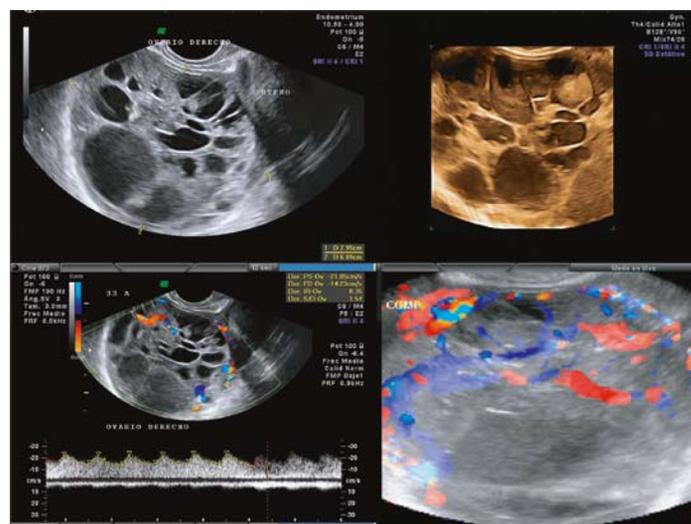


Figura 5. Ultrasonografía 2D, Doppler y 3D en tumor ovárico



benignidad versus malignidad del tumor de ovario requieren ser mejor validadas para integrarse definitivamente en la valoración del riesgo, con la finalidad de que el manejo de esa paciente sea en el nivel de atención adecuado. Esto permitirá evaluar integralmente el valor predictivo de la ecografía, así como el costo-beneficio de la nueva tecnología. Es claro que debemos integrar la información que proporcionan el 2D, Doppler y 3D adicionales a una buena historia clínica y marcadores bioquímicos (Figura 5).

El aporte de los nuevos programas que permiten evaluar volúmenes de folículos antrales sustrayendo el componente estromal, deberá tener evidencia científica, además del costo-beneficio.

Avances de las aplicaciones volumétricas en Obstetricia

Los avances en este campo son muy significativos, y tienen que ver con la sustancial mejora de la tecnología volumétrica y nuevos programas de aplicación específica, como el STIC en la ecocardiografía fetal. Se puede resumir:

- Avances en el estudio del embrión
- Avances en el estudio morfológico y funcional del feto y anexos
- Avances en estudio de las anomalías fetales.

La ecografía volumétrica en la etapa embrionaria permite adelantar en 3 a 4 días la observación de la vesícula vitelínica secundaria (VV) y del embrión (E), en comparación con la ecografía convencional

endovaginal; la vesícula vitelínica secundaria puede ser observada desde las 5 semanas de gestación cumplidas, con nivel de GTC-B por encima de 1 500 UI. El embrión se identifica a partir de las 5 semanas y 3 días, con GTC-B por encima de 4 000 UI ⁽¹²⁻¹⁸⁾.

Estos hallazgos tienen importante significado en embarazos con antecedente de pérdidas precoces, abortos repetidos, sospecha de etiología cromosómica, embarazos anembrionados, angustia de los padres ⁽¹⁸⁻²⁰⁾.

En la Figura 6 se observa claramente la vesícula vitelínica y el embrión en una gestación de 5 semanas y tres días, cuando solo fue posible identificar la vesícula vitelina con la ecografía endovaginal.



Figura 6. Ecografía volumétrica a las 5 semanas y 3 días.



Figura 7. Gestaciones de 7 semanas normales y patológicas.

A: Embrión normal, vesícula vitelínica (VV) y cordón (C).

B: Embrión normal (E) con vesícula vitelínica (VV) y conducto onfalomesentérico (CO) (eco 3D).

C: Fotografía de embrión.

D y E: Embriones anormales que se abortaron espontáneamente



Figura 8. Higroma quístico. A y B: Higroma quístico en feto de 10 semanas. B: Higroma quístico en feto de 13 semanas. C: Feto normal.

En la Figura 8 se muestra la anomalía detectada por ecografía volumétrica a las 10 semanas de gestación, como edema tabicado en las regiones laterales y posteriores del cuello, debido a la acumulación de linfa por falla en el drenaje. Se asocia a monosomía X (XO) y puede regresionar alrededor de las 24 semanas; es indicación de estudio citogenético.

Los marcadores de riesgo para anomalías cromosómicas pueden ser identificados precozmente, como se observa en la Figura 9⁽²¹⁻²³⁾.

El estudio del aparato cardiovascular fetal con el programa volumétrico STIC o similares permite detectar anomalías desde la primera mitad del embarazo. Se ha posicionado como una herramienta especializada de los centros de medicina fetal⁽²⁴⁾. El aporte de la ecografía volumétrica en el estudio de anomalías fetales es un extenso campo del diagnóstico prenatal que tiene avances en cada área específica, lo que queda fuera del objetivo de la presente comunicación^(25,26).



Figura 9. Marcadores de anomalías cromosómicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guerriero S, Ajossa S, Garau N, Piras B, Paoletti AM, Melis GB. Ultrasonography and color Doppler-based triage for adnexal masses to provide the most appropriate surgical approach. *Am J Obstet Gynecol.* 2005;192(2):401-6.
2. Erdogan N, Ozcelik B, Serin IS, Akgun M, Ozturk F. Doppler ultrasound assessment and serum cancer antigen 125 in the diagnosis of ovarian tumors. *Int J Gynaecol Obstet.* 2005;91(2):146-50.
3. Wheeler TC, Fleischer AC. Complex adnexal mass in pregnancy: predictive value of color Doppler sonography. *J Ultrasound Med.* 1997;16:425-8.
4. Marret H, Tranqueat F, Sauget S, Lansac J. Sonographic diagnosis of ovarian tumors: pre-operative Doppler evaluation. *J Radiol.* 2003;84:1725-31.
5. Cohen LS, Escobar PF, Scharms C, Glimco B, Fishman DA. Three-dimensional power Doppler ultrasound improves the diagnostic accuracy for ovarian cancer prediction. *Gynecol Oncol.* 2001;82:40-8.
6. Kinkel K, Hricak H, Lu Y, Tsuda K, Filly RA. US characterization of ovarian



- masses: a meta-analysis. *Radiology*. 2000;217(3):803-11.
7. Czekierdowski A. Studies on angiogenesis in the benign and malignant ovarian neoplasms with the use of color and pulsed Doppler sonography and serum CA-125, CA-19.9, CA 72.4 and vascular endothelial growth factor measurements. *Ann Univ Marieae Curie Sklodowska*. 2002;57(1):113-31.
 8. Kurjak A, Zalud I, Alfirevic Z. Evaluation of adnexal masses with transvaginal color ultrasound. *J Ultrasound Med*. 1991;10(6):295-7.
 9. Salem S, White LM, Lai J. Doppler sonography of adnexal masses: the predictive value of the pulsatility index in benign and malignant disease. *AJR Am Roentgenol*. 1994;163 (5):1147-50.
 10. Geomini P, Kluivers K, Moret E, Bremer G, Kruitwagen R, Mol B. Evaluation of adnexal masses with three-dimensional ultrasonography. *Obstet Gynecol*. 2006;108:1167-75.
 11. Kurjak A, Prka M, Bajo Arenas JM, Sparak V, Merce LT, Corusic A, Ivancic-Kosuta M. Three-dimensional ultrasonography and power Doppler in ovarian cancer screening of asymptomatic peri- and postmenopausal women. *Croat Med J*. 2005;(5):757-64.
 12. Muller T, Sutterlin M, Phls U, Dietl J. Transvaginal volumetry of first trimester gestational sac : a comparison of conventional with three-dimensional ultrasound. *J Perinat Med*. 2000;28(3):214-20.
 13. Goncalves LF, Nien JK, Espinoza J, Kusanovic JP, Lee W, Swope B, Soto E, Treadwell MC, Romero R. What does 2-dimensional imaging add to 3- and 4-dimensional obstetric ultrasonography? *J Ultrasound Med*. 2006;25(6):691-9.
 14. Blaas HG, Eik-Nes SH, Berg S, Torp H. In-vivo three-dimensional ultrasound reconstructions of embryos and early fetuses. *Lancet*. 1998;352(9135):1182-6.
 15. Benoit B, Hafner T, Kurjak A, Kupesic S, Bekavac I, Bozek T. Three-dimensional sonoembryology. *J Perinat Med*. 2002;30(1):63-73.
 16. Aviram R, Shpan DK, Markovitch O, Fishman A, Tepper R. Three-dimensional first trimester fetal volumetry: comparison with crown rump length. *Early Hum Dev*. 2004;80(1):1-5.
 17. Huamán M, Sosa A, Mannara JC, Huamán M Jr. Signo del cometa: primer indicio ecográfico de embarazo eutópico. *Progr Diag Trat Prenat*. 2006;18(1):11-3.
 18. Figueras F, Torrents M, Munoz A, Comas C, Antolin E, Echevarria M, Carrera JM. Three-dimensional yolk and gestational sac volume. A prospective study of prognostic value. *J Reprod Med*. 2003;48(4):252-6.
 19. Blaas HG, Taipale P, Torp H, Eik-Nes H. Three-dimensional ultrasound volume calculations of human embryos and young fetuses: a study on the volumetry of compound structures and its reproducibility. *Ultrasound Obst Gynecol*. 2006;27(6):640-6.
 20. Sedgmen B, McMahon C, Cairns D, Benzie RJ, Woodfield RL. The impact of two-dimensional versus three-dimensional ultrasound exposure on maternal-fetal attachment and maternal health behavior in pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2006;27(3):245-51.
 21. Filkins K, Koos BJ. Ultrasound and fetal diagnosis. *Curr Opin Obstet Gynecol*. 2005;17(2):185-95.
 22. Worda C, Radner G, Lee A, Eppel W. Three-dimensional ultrasound for nuchal translucency thickness measurements: comparison of transabdominal and transvaginal ultrasound. *J Soc Gynecol Investig*. 2003;10(6):361-5.
 23. Nicolaides KH. Nuchal translucency and other first-trimester sonographic markers of chromosomal abnormalities. *Am J Obstet Gynecol*. 2004;191(1):45-67.
 24. Lang RM, Mor-Avi V, Sugeng L, Nieman PS, Sahn DJ. Three-dimensional echocardiography: the benefits of the additional dimension. *J Am Coll Cardiol*. 2006;48(10):2053-69.
 25. Campbell S. 4D, or not 4D: That is the question. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2002;19:1-4.
 26. Kurjak A, Vecek N, Hafner T, Bozek T, Funduk-Kurjak B, Ujevic B. Prenatal diagnosis: what does four-dimensional ultrasound add? *J Perinat Med*. 2002;30(1):57-62.