



ARTÍCULO DE REVISIÓN REVIEW PAPER

ALTA DEFINICIÓN ECOGRÁFICA EN TIEMPO REAL (HDLIVE US) EN OBSTETRICIA Y GINECOLOGÍA

Resumen

Los ultrasonidos de alta definición en tiempo real (HDLive US) incorporan un software que calcula la propagación de la luz a través de superficies y en relación con la dirección de la misma. Esta fuente de luz puede ser posicionada libremente con el fin de iluminar las áreas de interés deseadas, permitiendo así imágenes de mejor calidad, una mayor sensación de profundidad y una visión más sencilla de superficies fetales. Mostramos casos de embriones y fetos normales, así como algunas malformaciones para señalar las posibilidades de esta nueva tecnología. El auténtico potencial de esta nueva tecnología está aún por revelar. La HDLive representa, en nuestra opinión, una verdadera innovación y un paso más hacia una visión anatómica mucho más realista de estructuras normales y patológicas fetales.

Palabras clave: Ultrasonido, HDLive US, Obstetricia, Ginecología.

High real time ultrasound definition (HDLive US) in Obstetrics and Gynecology

ABSTRACT

High definition real time ultrasound (HDLive US) incorporates software that calculates the propagation of light through surface structures in relation to light direction. This light source can be freely positioned in order to illuminate the desired area of interest allowing better image quality, better sensation of deepness and easier visualization of fetal surfaces. Cases of normal embryos, fetuses and common fetal malformations are shown. The full potential of this new technology is still to be revealed. HDLive represents, in our opinion, an innovative tool and a step towards an even more realistic anatomical visualization of normal and malformed fetuses.

Key words: Ultrasound, HDLive US, Obstetrics, Gynecology.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años han aparecido una serie de modos ecográficos de enorme interés, algunos en áreas limitadas y tentativas para mejorar la calidad de la imagen. Nos referimos a:

FERNANDO BONILLA-MUSOLES, JUAN CARLOS CASTILLO FARFÁN, FRANCISCO RAGA, FRANCISCO BONILLA JR., OSCAR CABALLERO LUNA¹

¹ Facultad de Medicina, Área de Obstetricia y Ginecología, Universidad de Valencia, España

Artículo recibido el 25 de enero de 2013 y aceptado para publicación el 3 de febrero de 2013.

Correspondencia:
Profesor Fernando Bonilla Musoles
Blasco Ibañez 17, 46011 Valencia. España
Correo electrónico:
profesorbonillamusoles@hotmail.com

Rev peru ginecol obstet. 2013; 59: 33-41

- Modo inverso, de aplicación en el recuento de folículos antrales y el diagnóstico de malformaciones fetales de naturaleza quística (hidrocefalias, síndrome de abdomen en ciruela de pasa o *prune belly*, poliquistosis renal, otros).
- Modo AVC (*automatic volume calculation*), para la valoración del envejecimiento ovárico y el cálculo de volúmenes tumorales (quistes, cáncer de ovario, otros).
- Modo VOCAL (*virtual semi-automatic organ volume calculation*), aplicable en cálculos volumétricos obstétricos, ginecológicos y oncológicos.
- La ecografía 3D/4D, que ha alcanzado una enorme difusión en diagnóstico prenatal, valoración de la translucencia nucal (TN), su cálculo volumétrico semiautomático o combinado



con VOCAL y su medición con ecografía 3D.

- La imagen tomográfica ultrasónica, semejante a la RNM o al TAC, realiza cortes seriados, permitiendo definir cualquier tumor o estructura.
- La sono T, que calcula de forma semiautomática la translucencia nucal (TN).

La mejoría de la calidad de la imagen se logra aumentando la reflexión sónica, aumentando la amplitud de las ondas y empleando modos 3D.

Mayores frecuencias aumentan el tamaño y calidad de la imagen; a medida que se pierde campo visual, aumentando la amplitud de la onda sónica se logra mayor intensidad de grises. La imagen aparece más blanca 'global'.

Empleando 3D con modos de superficie, transparencias y rayos X se mejora la calidad a costa de ver determinadas estructuras (huesos y otros), en detrimento de otras.

Ciertos aparatos permiten el cambio del color de la imagen. Aparecen otras gamas (ocre, cobre, sepia, azul). La mejoría es subjetiva, debida al color, pero no más nítidas de definición. En resumen, no se gana nada.

ALTA DEFINICIÓN EN TIEMPO REAL (HDLIVE)

Este software calcula la velocidad de propagación de la luz a través de estructuras y en relación con su dirección. Es pues, como si incorporara una fuente de luz virtual, móvil y ajustable. Crea así imágenes increíblemente realistas. A medida que el haz penetra en los órganos, la 'luz' produce una iluminación especial selectiva con sus respectivas sombras que aparecen en la porción posterior de las estructuras por donde atraviesa. De esta forma, y a través del uso de un modelo de iluminación avanzado, el HDlive crea a modo de una fuente de luz virtual, produciendo luces y sombras.

Los métodos convencionales de representación, por ejemplo la 3D, utilizan fuentes fijas de luz virtual que se reflejan en las superficies. La HDLive difiere en que emplea 'voxels', que no pixels, y así calcula la propagación de la luz a través de cada uno de los diversos tejidos, proporcionando iluminaciones y sombras diferentes.

Cuando el haz de luz virtual llega a las superficies, una porción se refleja, mientras que la luz restante entra en el área de interés y pasa a través de los tejidos. La luz que se propaga es continua

y es atenuada dispersamente. Aparecen entonces sombras allí donde la luz ha pasado a través del tejido más denso.

El ecografista puede libremente posicionar la fuente de luz en cualquier ángulo en relación con la estructura a estudiar; puede incluso colocar la fuente detrás de la escena. La imagen mostrará la máxima translucencia.

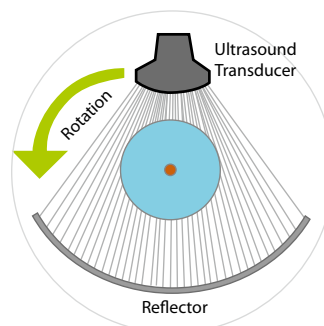
El ecógrafo dispone de una sonda matricial de casi 1 000 elementos, el de mayor potencia de los procesadores actuales y un software específico. Se consigue así una alta definición de información de voxels (volumen del conjunto de pixel de cada plano de corte), del que posteriormente, igual que en el TAC o en la RM, se obtiene con el procesado o con los algoritmos adecuados la visualización de las imágenes o volúmenes más adecuados. La calidad de la señal, la cantidad de información y el complejo y potente procesado permiten el realismo de las imágenes.

El transductor HD emplea un motor de segunda generación *Dynamic Rendering*, que realiza los cálculos en una unidad de procesamiento de gráficos, con una potencia 20 veces mayor que las existentes en la actualidad (figura1).

La palabra *Live* indica tiempo real; lo mismo que 3D se le aplica para volúmenes y 4D para volúmenes en movimiento o real time.

La HDLive puede ser empleada permanentemente en cualquier examen realizado con 3D. Acontece como pasaba con la 3D, que si se muestra las imágenes obtenidas a los padres se mejora enormemente la comunicación médico-paciente y facilita la comprensión de resultados ecográficos, especialmente cuando estamos ante malformaciones fetales (Meier 1998). La combinación de luces y sombras da como resultado imágenes espectaculares mucho más naturales

Figura 1. Medición de la velocidad del sonidos (tomado de Ne-becker 2012).



128 líneas de barrido de radio frecuencia.
2400 muestras cada 0.0627 micro segundos por muestra.



que con la simple 3D.

Este software puede ser empleado con una imagen 3D aislada, en planos ortogonales, combinando con modos AVC o VOCAL o incluso tras emplear el corte mágico.

La fuente de luz puede ser posicionada libremente y ser cambiada cuantas veces se desee, con el fin de lograr iluminar el área de interés deseada. Lo mostramos en las imágenes que aportamos con un círculo amarillo situado abajo y derecha de las fotos y en su interior una flecha que señala por donde entra la luz virtual.

También, puede jugar con toda la imagen, rotándola en el plano deseado; se consigue así mejorar la imagen, al ver lo que se busca y con mejor luminosidad. El ecografista 'juega' así con la fuente de luz. Puede lograr una mayor o menor luminosidad general, produciendo sombras más o menos intensas que mejoran la calidad de la imagen. Puede iluminar bien globalmente, desde delante, desde atrás o desde los lados.

Cuando la fuente de luz es posicionada detrás de la región de interés, puede obtenerse efectos espléndidos de luminosidad máxima, dándole al operador la oportunidad de aumentar la percepción de profundidad^(1-6,8-11).

Permite así:

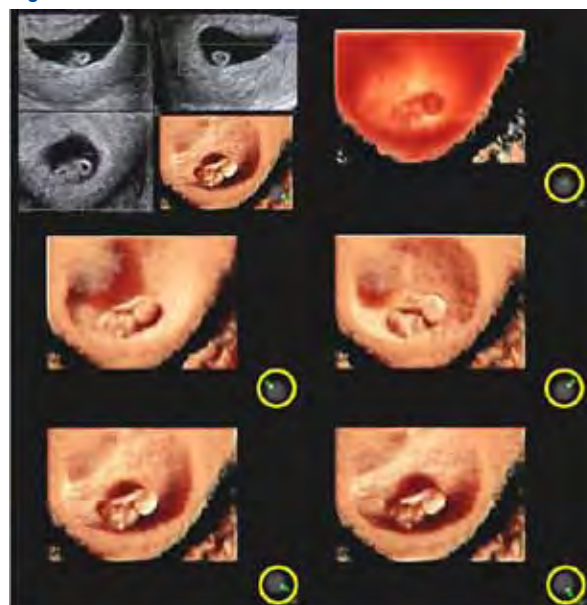
- Una imagen mucho más natural, con mejor calidad, mayor y mejor sensación de profundidad, visión más sencilla y real de estructuras internas y tumorales (papilas, tabiques, crecimientos endofíticos, grosores de paredes).
- En gestaciones, aporta imágenes fetales de increíble calidad, belleza y de extraordinario valor para la pareja, especialmente en la interpretación y comprensión de las malformaciones.
- Por último, el software puede ser empleado con posterioridad, con el material almacenado. Cualquier otro ecografista puede trabajar con el mismo material. Sirve para docencia.

APLICACIÓN EN OBSTETRICIA

No existen indicaciones 'exclusivas'. Puede ser aplicado en cualquier examen 3D.

Aportamos algunos ejemplos de casos de normalidad y patologías que muestran la calidad de imágenes obtenidas.

Figura 2. Gestación de 6 semanas + 3 días.



La imagen es muy semejante a la anterior, pero podemos observar ya claramente cómo el conducto onfalomesentérico se ha alargado mucho, se desplaza por encima del embrión y lateraliza a la vesícula vitelina. Las imágenes con máxima luminosidad y fuente de luz, penetrando desde las 11 a las 03 horas, son de inmensa belleza. Arriba e izquierda, los planos ortogonales, que son 2D.

Gestación de 8 semanas

La figura 3 muestra la visión completa de las extremidades, con los esbozos iniciales de las manos, la aparición de la herniación fisiológica y la visión del 'quiste cefálico posterior' o rombencéfalo.

En este embrión de 8 semanas se ha desarrollado el polo cefálico, que está mucho más engrosado e individualizado. El abdomen es mucho más crecido y hay esbozos de manos y pies. Algo tapado, se ve el inicio de la herniación fisiológica. Con el sistema de máxima luminosidad puede verse el rombencéfalo y el diencéfalo.

Gestación 32 semanas

La figura 4 muestra una cara enfrentada a la luz virtual, lo que permite ver un excelente perfil.

Otras situaciones de aplicación de gran interés

Visión de la translucencia nucal

Como hemos comentado, la TN se revela como el dato a medir fundamental para evitar el naci-

Figura 3. Visión de las extremidades, esbozos iniciales de las manos, herniación fisiológica y rombencéfalo.

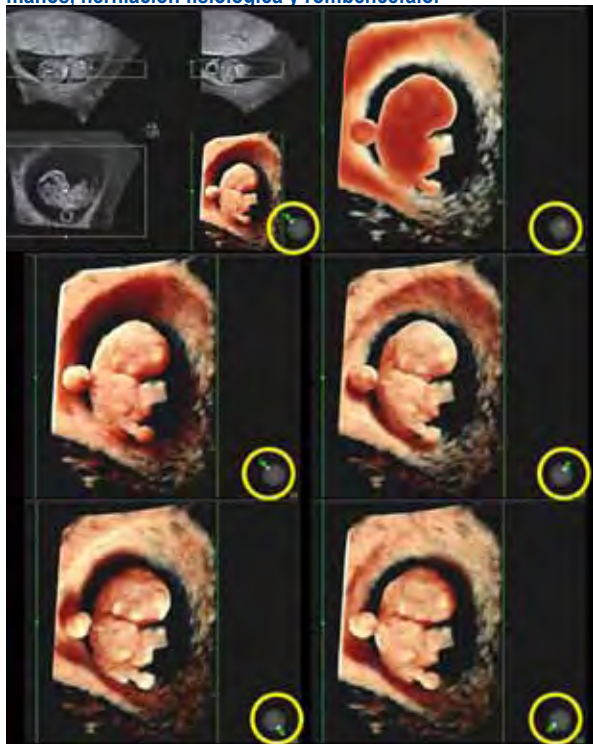


Figura 4. Cara fetal. El empleo de la luz logra ver nitidamente los dedos de la mano, el cordón a la derecha y en la cara los ojos, la nariz, la boca, los arcos superciliares, la frente y los labios.

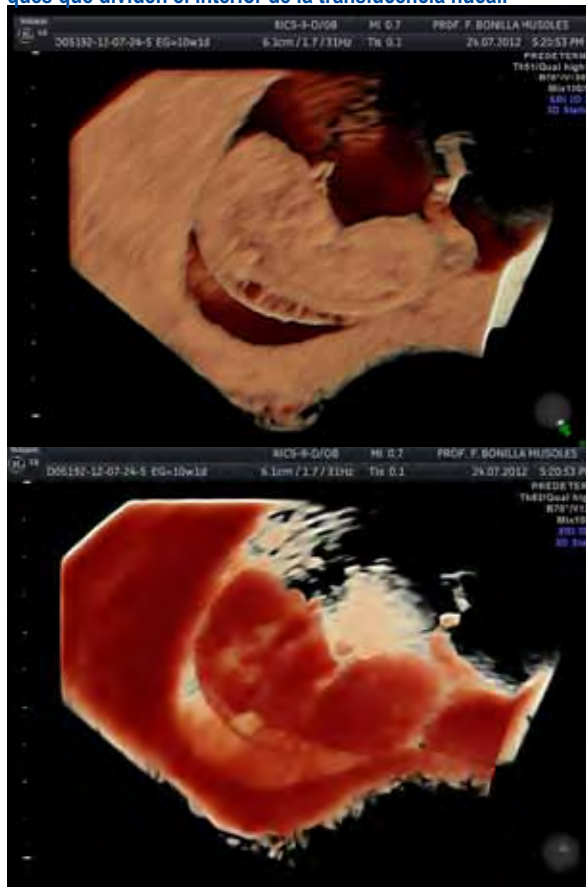


miento de fetos con cromosomopatías. La figura 5 aprecia como la HDLive aporta hallazgos fundamentales, como la visión de septos y tabiques que empeoran el pronóstico.

Malformaciones fetales

Se trata de un defecto ventral de la pared abdominal caracterizado por la herniación de asas intestinales y /o hígado en la base de la inserción del cordón. Toda la herniación está cubierta por

Figura 5. Estas imágenes permiten ver clarísimamente los tabiques que dividen el interior de la translucencia nucal.



una fina membrana limitante, casi transparente, que semeja al amnios.

Como en el presente caso, frecuentemente se asocia a trisomías 18 (70 a 80%), 13 o síndrome de Klinefelter. Estas cromosomopatías son más frecuentes cuando la herniación contiene solo asas intestinales (65%) y mucho menos de ser el hígado el órgano herniado. Sin embargo, en esta segunda circunstancia es más frecuente la presencia de otras malformaciones estructurales (cardíacas, faciales, renales, de los miembros).

Mostramos un caso de trisomía 13, afecto de manos incurvadas, implantación baja de orejas y gran onfalocele. Comparamos la imagen en 3D convencional, que también es excelente, con la que se obtiene con HDlive, muy superior (figura 6⁽⁷⁾).

Aplicaciones en reproducción asistida

La ecografía 2D transvaginal es la base de todo el diagnóstico y manejo de la reproducción asistida. Es inconcebible cualquier actuación que no vaya acompañada de ecografía. La 3D, espe-



Figura 6. Trisomía 13, nótese el onfalocelo. Aunque la imagen 3D es de muy buena calidad, la visión de las malformaciones con HDLive es mucho más nítida



cialmente algunos de sus nuevos modos (modo inverso, AVC y VOCAL), se han revelado como ayudas insustituibles.

Aunque es evidente que no se precisa de la tecnología 3D en la rutina clínica, es sabido que cada vez más debemos recurrir a esta tecnología para alcanzar los diagnósticos deseados.

- Al margen de patología fuera de los anexos, como quistes de paraovario, hidrosálpinx o enfermedad pélvica inflamatoria, pueden verse patologías anexiales trascendentes, como quistes puros foliculares, endometriosis y patologías benignas.

Pero, por la belleza de las imágenes que se obtiene, lo más interesante es el control de

- La reserva ovárica. Como con 2D y 3D puede realizarse el recuento del número y tamaño de los folículos antrales existentes. Es imprescindible en toda pareja sometida a reproducción asistida. Para ello no es preciso emplear HDLive, pues puede realizarse con 2D vaginal y 3D; pero, si se dispone de esta tecnología, se obtiene imágenes como las que mostramos.
- Control de la foliculogénesis espontánea.
- Inducción controlada de la foliculogénesis.
- Patologías endocrinas (ovarios poliquísticos).

Foliculogénesis espontánea:

Puede controlarse igual como se realiza con 2D/3D vaginal.

Inducción controlada de la foliculogénesis:

Anualmente, millones de mujeres son sometidas en todo el mundo, y cientos de miles en España, a inducción controlada de la foliculogénesis, bien con citrato de clomifeno, letrozol o con gonadotropinas.

Los problemas más graves a evitar son:

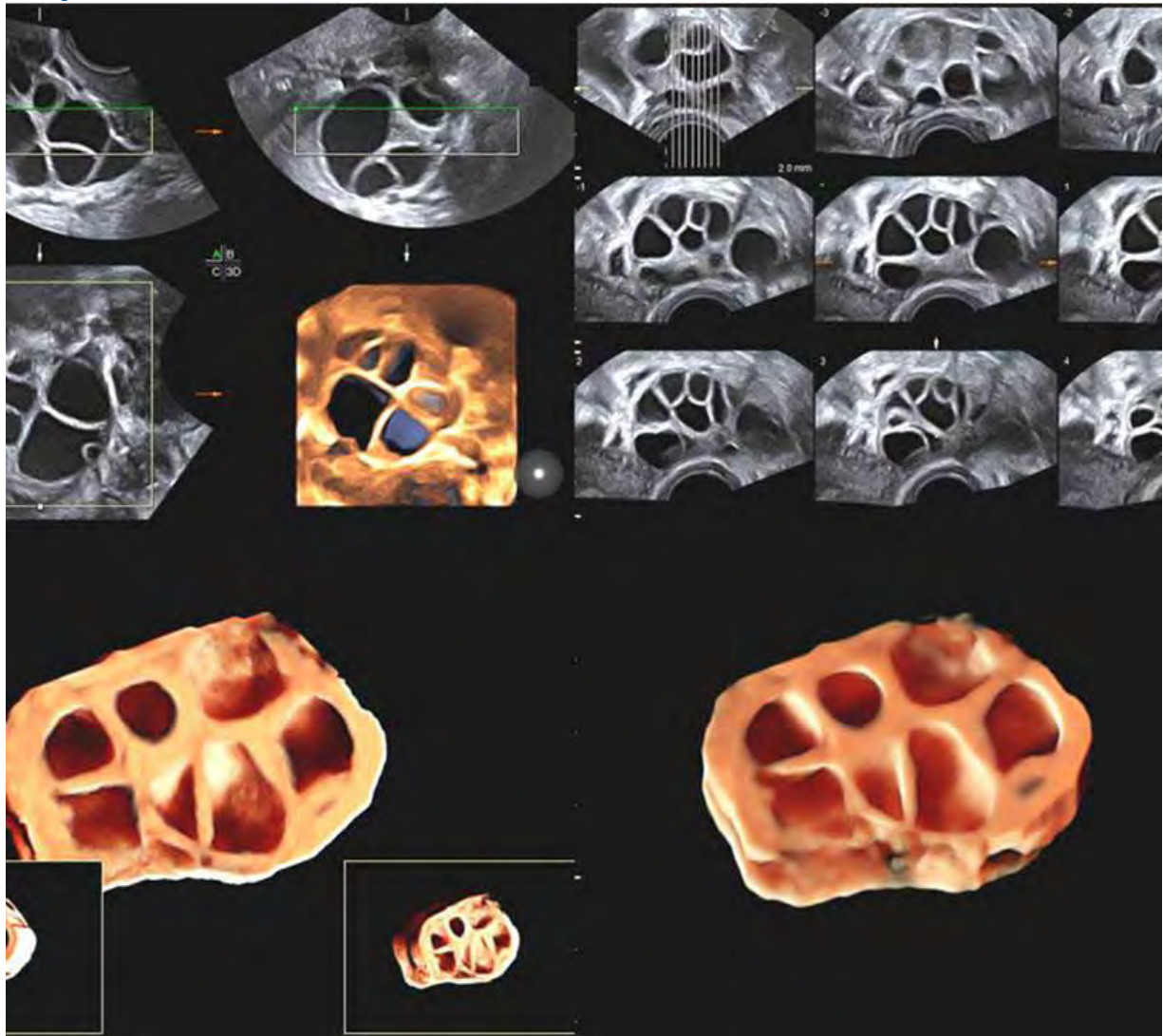
- La hiperestimulación; aún hoy difícil de evitar, incluso con el empleo de agonistas y, sobre todo, antagonista (figura 7).
- La gestación múltiple, solo evitable a costa de transferir un solo blastocisto de excelente calidad, que no todos practican.
- Patologías endocrinas (ovarios poliquísticos).

En el año 2003 la Sociedad Americana de Radiología y la ESHRE se reunieron, llegando a un consenso por el que el síndrome del ovario poliquístico, la endocrinopatía más común causante de 30% de las esterilidades femeninas, es definido por tres parámetros.

Hasta ese año, curiosamente y resulta difícil entenderlo, la ecografía vaginal no formaba parte del grupo de parámetros diagnósticos. Los parámetros eran:

- oligo y/o anovulación.
- signos clínicos y/o bioquímicos de hiperandrogenismo.
- ecografía de ovarios poliquísticos.

Figura 7. Hiperestimulación controlada en 3D, planos ortogonales, TUI y HDlive en dos planos diferentes de fuente de luz a los de la imagen anterior.



Los criterios ecográficos de SOP eran mostrar al menos uno de los siguientes (figura 8):

- 12 o más folículos de 2 a 9 mm de diámetro.
- volumen ovárico >10 cm³.
- Estos criterios eran suficientes, aún estando presentes en un solo ovario.

Y se aconsejaba:

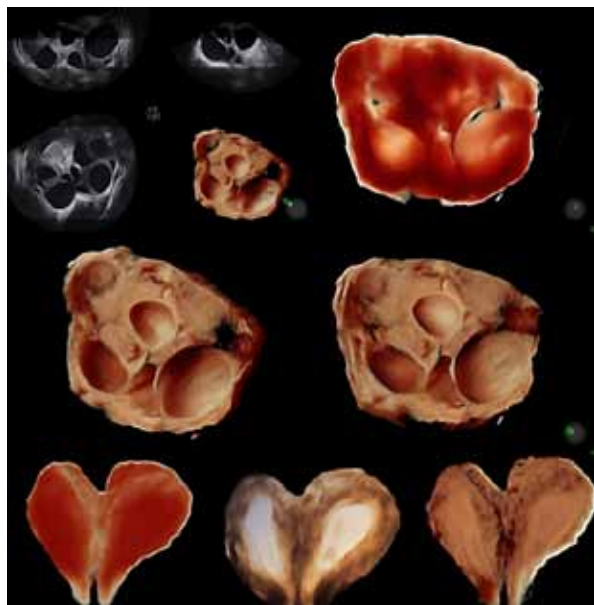
- no importaba la distribución folicular, ya que no se precisaba que estuvieran dispuestos en la periferia, en la cortical, como radios de rueda de carro.
- no importaba la ecogenicidad ni el volumen del estroma. Curioso, ya que a nuestro

entender es importante el grosor, la homogeneidad y la valoración de los flujos con Doppler.

- emplear ecografía vaginal.
- realizar la ecografía en la fase folicular precoz.
- no incluir pacientes medicadas con anticoncepción previa, incluso inmediata; la imagen ecográfica no se haya presente.
- NO hay que olvidar la aplicación de toda esta tecnología en el estudio de las malformaciones müllerianas⁽¹²⁾. Sin duda alguna, el diagnóstico exacto pasa hoy por el empleo de esta tecnología combinado con la RNM (figura 8).



Figura 8. Arriba, síndrome de ovario poliquístico. Abajo, malformación mülleriana, útero bicorne completo con septo en canal cervical ⁽¹²⁾.



APLICACIÓN EN GINECOLOGÍA

Hemos seleccionado un pequeño muestrario de aplicaciones ginecológicas. Son las mismas que cuando no se dispone de este software. La única importante diferencia es la calidad de las imágenes que obtenidas (figura 9).

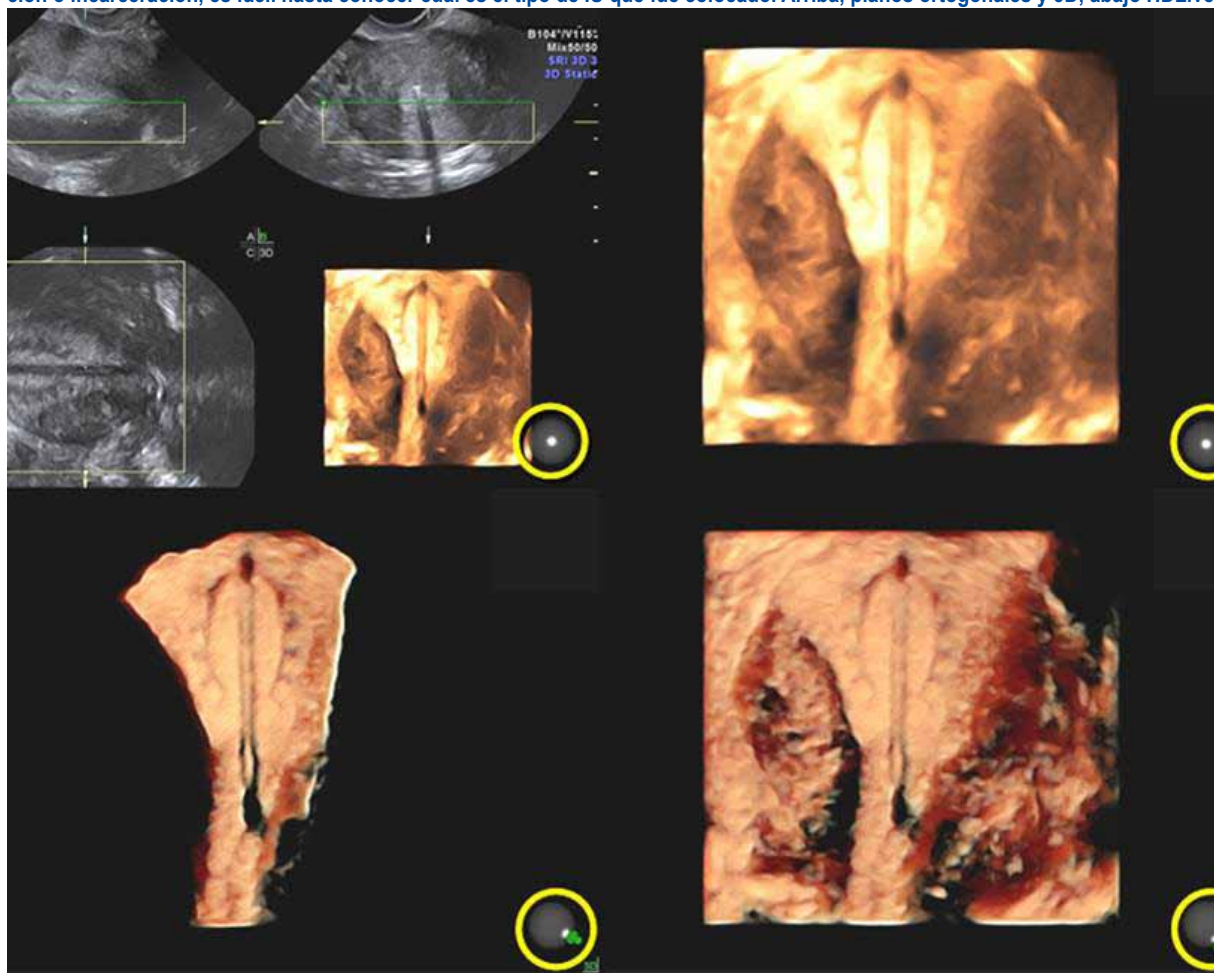
APLICACIÓN EN ONCOLOGÍA GINECOLÓGICA

La ecografía vaginal es un componente esencial para el diagnóstico lo más precoz posible del cáncer de endometrio y de ovario. Esta técnica forma parte del ‘estándar dorado del diagnóstico’.

Se recomienda que toda mujer en menopausia debiera ser examinada una vez por año incluyendo una ecografía vaginal, con el fin de determinar la apariencia de las áreas endometriales y ováricas.

En caso de masas anexiales, los criterios ecográficos de benignidad/malignidad se basan en la

Figura 9. Mostramos un caso de DIU visto con 3D y con este nuevo software. Amén de poder conocer cualquier anomalía de posición o incarceration, es fácil hasta conocer cuál es el tipo de IU que fue colocado. Arriba, planos ortogonales y 3D, abajo HDLive



aparición del contenido tumoral (quístico, sólido, mixto), presencia de papilas, crecimientos y la visión de ascitis y metástasis.

Los nuevos modos de ultrasonidos 3D (3D/4D de superficie, AVC, VOCAL, modo inverso, 3D angioDoppler, etc.) han permitido obtener imágenes excepcionales de estructuras uterinas y ováricas, tanto vía abdominal como vaginal.

Las imágenes 3D han resultado ser superiores a las convencionales 2D, especialmente cuando se ha pretendido ver estructuras anatómicas en superficie, como las paredes, tabiques y papilas de tumores ováricos

La sensibilidad y especificidad de la 3D ha resultado ser superior a la 2D, sobre todo cuando se ha combinado con el análisis vascular empleando la angiografía digital Doppler color o energía 3D.

Para mejorar las imágenes 3D solo disponemos hoy de esta nueva tecnología HDlive, aún no aplicada en oncología ginecológica (figura 10).

Los ejemplos más evidentes pueden ser obtenidos al examinar:

- Tumores ováricos benignos y malignos.
- Patología endometrial.

Tumores ováricos benignos y malignos

Mostramos casos de neoplasias ováricas (figura 10). La primera es un cistoadenoma seroso. El caso es enormemente concluyente para mostrar el potencial del software en la visión de tabiques internos.

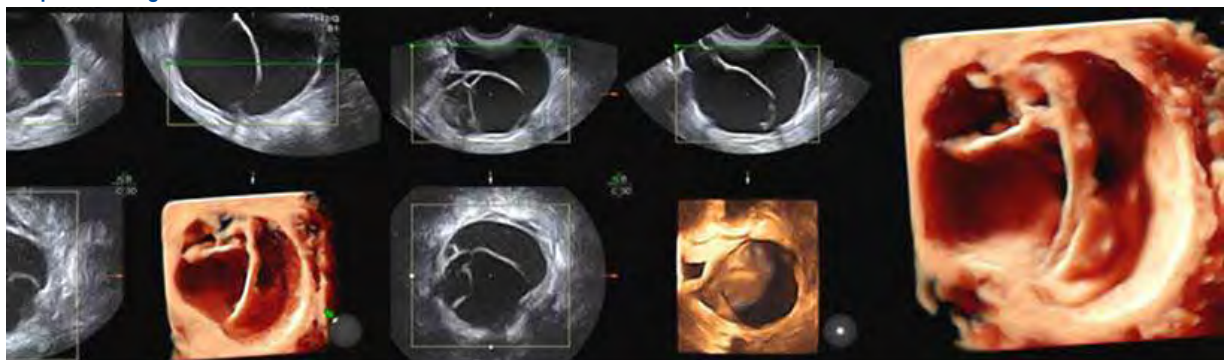


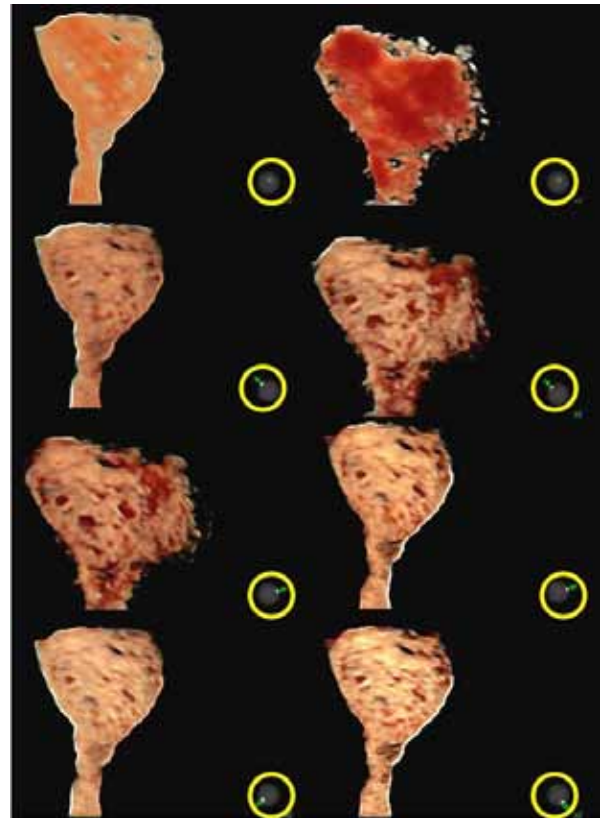
Figura 10. Tumoración quística con tabiques finos y poco homogéneos que, al emplear el sistema de luz, permiten ver (derecha) en la profundidad del tumor pequeños crecimientos endofíticos que hacen la imagen muy sospechosa y que no son apreciados en los planos ortogonales.

Patología endometrial

Sin duda, el mayor interés está en la diferenciación en menopausia entre grosores y homogeneidades normales y patológicas. Grosores inferiores a 5 mm y homogeneidades normales descartan casi al 99% una neoplasia maligna, incluso con clínica de metrorragia.

Mostramos (figura 11) casos anormales en menopausia.

Figura 11. Máxima luminosidad desde atrás y delante, y haz de luz recorriendo la dirección de las saetas del reloj. La imagen ha sido obtenida tras emplear el modo 'corte mágico'.





COMENTARIOS

La visión de patologías malformativas obstétricas y de tumoraciones ginecológicas mediante el empleo de esta nueva tecnología tiene la habilidad de permitir al ecografista una definición más nítida, tanto más importante cuanto que son los casos más complejos de nuestra especialidad.

Aunque la experiencia es realmente pequeña en todos los campos^(1-6,8-12), estamos convencidos que va a tener una importantísima aplicación práctica en un futuro inmediato.

Creemos que aún está por demostrar todo el potencial clínico. En nuestra opinión, sí representa una importante innovación diagnóstica

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nebeker J, Nelson R. Imaging of sound speed using reflection ultrasound tomography. *J Ultrasound Med.* 2012;31:1389-404.
2. Raga F, Castillo JC, Bonilla Jr. F, Bonilla-Musoles F. Hdlive ultrasound images in assisted reproduction treatment. *RBM on line* 2013 <http://doi.org/10.1016/j.rbmo.2012.11.012>
3. Bonilla-Musoles F, Merz E. Better ultrasound image definition in Obstetrics and Gynecology. Value of the high density definition real time (HDLive US) software. *Ultraschall Med* 2013. En prensa.
4. Bonilla-Musoles F, Raga F, Osborne N, Bonilla Jr. F, Climent MT, Castillo JC. Increasing Ob/Gyn US image quality by using the high definition live (HDLive US) software. *Ultrasound Quarterly* 2013. En prensa.
5. Kagan KO, Pintoff K, Hoopmann M. First-trimester ultrasound images using HDlive. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011;38, 607.
6. Merz E. Oberflächendarstellung eines Feten (28+2 SSW) mittels HDlive Technologie. *Ultraschall Med.* 2012;33:211-2.
7. Maier B, Hasenörhl G, Steiner H, et al. Psychological influence of three-dimensional fetal imaging on women with high-risk pregnancies. En: Merz E, ed: *3-D Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. Philadelphia: Lippincott, Williams & Wilkins, 1998:149-52.
8. Hata T, Hanaoka U, Tenkumo C, Sato M, Tanaka H, Ishimura M. Three- and four-dimensional HDlive rendering images of normal and abnormal fetuses. *Arch Gynecol Obstet.* 2012;286(6):1431-5
9. Hata T, Tenkumo C, Sato M, Kanenishi K, Ishimura M. Three-dimensional HDlive-rendered images of intrauterine abnormalities during pregnancy. *J Med Ultrasonics.* Aug 2012, en prensa.
10. Bonilla-Musoles F, Machado LE, Raga F, Castillo JC, Osborne N, Villalaiz E, Bonilla Jr. F., Machado F. 3D / 4D US in fetal malformations. Part One: First trimester anomalies. En: Hata T, Kurjak A; Kozuma S. *Current Topics on Fetal 3D/4D Ultrasound*. Bussum Holand: Bentham Science Publishers. 2009:15-55.
11. Bonilla-Musoles F, Raga F, Bonilla Jr. F, Castillo JC, Osborne NG, Caballero O. Semi-quantitative nuchal translucency sono T measurements. *Clin Exp Obstet Gynecol.* 2013 en prensa.
12. Bonilla-Musoles F, Raga F, Bonilla Jr. F. Malformaciones mülterianas: origen, diagnóstico e impacto sobre la reproducción. *Cuadernos de Medicina Reproductiva.* 2013;19:9-88.