

PUNTO DE VISTA

Ultrasonografía endoscópica tridimensional (USE-3D)

M. J. Varas Lorenzo, F. Muñoz Agel y R. Abad Belando

Unidad de Ecoendoscopia. Centro Médico Teknon y Centro Internacional de Medicina Avanzada (CIMA). Barcelona

RESUMEN

Se efectúa una revisión y puesta al día de la ultrasonografía endoscópica tridimensional en 3D, en todos sus aspectos, sus detalles técnicos y sus indicaciones actuales.

Se presentan imágenes de experiencia propia.

Palabras clave: Ecografía o ultrasonografía tridimensional. Ultrasonografía endoscopia tridimensional. Ultrasonografía endorrectal tridimensional. Ultrasonografía laparoscópica tridimensional.

ABSTRACT

A review and update on 3D endoscopic ultrasonography is included regarding all of this technique's aspects, technical details, and current indications.

Images from our own clinical experience are presented.

Key words: 3D echography or ultrasonography. 3D endoscopic ultrasonography. 3D endorectal ultrasonography. 3D laparoscopic ultrasonography.

Varas Lorenzo MJ, Muñoz Agel F, Abad Belando R. Ultrasonografía endoscópica tridimensional (USE-3D). *Rev Esp Enferm Dig* 2007; 99: 39-45.

ASPECTOS TÉCNICOS PREVIOS

Este punto de vista y actualización es un complemento a la revisión publicada con anterioridad (1).

Se acepta de manera unánime la importancia de las imágenes tridimensionales, obtenidas actualmente mediante tomografía computarizada (TC), o mediante resonancia magnética (RM), que nos permiten estudiar con precisión, no únicamente la localización exacta de una determinada lesión, sino sus relaciones con las estructuras y órganos vecinos y lo que es más importante, establecer si existe continuidad, especialmente en las lesiones neoplásicas infiltrantes. Permite además, en las lesiones expansivas, medir de manera precisa su volumen para planificar su tratamiento, de especial relevancia en el caso de los tumores hepáticos, tratados mediante alcoholización, inyección de sustancias antitumorales, sondas

de radiofrecuencia, ondas de choque, etc., y poder además monitorizar su respuesta al mismo.

Para obtener estas imágenes tridimensionales, toda la información obtenida del estudio de un determinado volumen es ordenada por un *software* determinado que permite su reconstrucción espacial. La obtención de estas imágenes mediante TC o RM es sencilla relativamente, ya que el sistema de escaneado de ambos métodos es automático y los múltiples cortes de una determinada región se obtienen seguidos uno después de otro, sin mayores dificultades por parte del explorador. En el caso de la ecografía la posibilidad de reconstruir las imágenes en tres dimensiones se complica algo más, ya que los diferentes cortes obtenidos mediante la ecografía convencional en 2D son manuales, no automáticos, por lo que la obtención de las imágenes depende de la habilidad del explorador. Por otra parte la cantidad de cortes que se pueden obtener son incalculables, y no tienen un principio y un final definidos, ya que siempre se puede conseguir un corte más. A pesar de estos inconvenientes, recientemente se han usado diferentes sistemas para poder obtener imágenes en tres dimensiones mediante ecografía o ultrasonografía.

Recibido: 17-04-06.

Aceptado: 20-04-06.

Correspondencia: M. J. Varas Lorenzo. Unidad de Endoscopia. Centro Médico Teknon. C/ Marquesa de Vilallonga, 12. 08017 Barcelona. e-mail: varas@dr.teknon.es

Para poder entender esta técnica es necesario comentarlos sucintamente.

1. *Sistema de manos libres.* El primero de los sistemas usados consistía en un ordenador que tenía capacidad para, una vez recibidas las imágenes de la unidad cuando había finalizado ya la exploración, ordenarlas en una secuencia determinada para su reconstrucción volumétrica. Las imágenes podían ser giradas sobre diferentes ejes para su posterior reconstrucción. Este sistema utilizado por Sackman en el año 1994 (2) para el estudio del hígado y del páncreas precisaba un tiempo de exploración alargado, ya que la información que debía proporcionar el equipo al ordenador era minuciosa y dependía de la habilidad del explorador para obtener múltiples cortes sin vacíos.

Este sistema denominado de manos libres en ocasiones puede ayudarse por sensores acústicos o magnéticos que ayudan al posicionamiento de los cortes para su posterior interpretación.

2. *Sistema mecánico de movimiento.* Los sistemas que usan transductores mecánicos son los usados en la actualidad (*VOLUSON 530 y 730*, de 3-5 MHz, con programas *Vocal™* y *Shell™*). En ellos ya no es necesario que el explorador practique múltiples cortes con una secuencia e inclinación determinadas que requiere, además de habilidad, tiempo para poder realizar la exploración. Sino que es la propia sonda la que incorpora un sistema mecánico de movimiento que permite captar las imágenes que serán posteriormente procesadas.

Existen dos tipos de transductores mecánicos, el primero de ellos consiste en un transductor que mediante un sistema mecánico de rotación, permite obtener multitud de imágenes que posteriormente son procesadas en el ordenador. Este sistema que no tiene las desventajas que supone la obtención manual de los cortes, es útil especialmente cuando la región anatómica a explorar es pequeña, como por ejemplo en transductores endorrectales (3).

Otro sistema de transductor mecánico más avanzado lo constituyen aquellos que permiten obtener una imagen volumétrica de un cono truncado (*VOLUSON 730* con un ángulo de 75%), en el cual el vértice estaría situado en el transductor.

El explorador al alcanzar la imagen o la región a estudiar debe permanecer con el transductor estático mientras el paciente permanece inmóvil, generalmente en inspiración profunda, para permitir a la sonda efectuar un barrido simultáneo en dos planos.

Las imágenes son pasadas y procesadas por un ordenador que las reproduce de manera tridimensional. En el modo multiplanar se efectúan tres planos (longitudinal o sagital-A, transversal-B y coronal-C) y una reconstrucción ortogonal, pudiéndose girar mediante tres ejes (X, Y, Z). El plano coronal podría ser importante para el estudio de litiasis en el cuello vesicular y en la vía biliar principal distal especialmente si existe un quiste de colédoco.

Se puede efectuar también *Color-Angiografía* o *Power-Doppler* en 3D. Serán importantes los índices de vascularización, flujo, volumen de interés, etc.

En este modo multiplanar puede verse la imagen en superficie (superficie) pero también puede verse en su interior (nicho).

3. *Minisondas transendoscópicas y use 3D:* existen dos sistemas mecánicos de minisondas transendoscópicas (MST) desarrollados por Fuji y Olympus, que efectúan un barrido radial y lineal (manual, FUJI) (automático y simultáneo en dos planos, Olympus) (Fig. 1).

Las imágenes pueden ser procesadas por un ordenador, reproduciéndose en tres dimensiones (Figs. 2 y 3).

El sistema desarrollado por Olympus se denomina DPR (*Dual-Plane Reconstruction*). En 3D puede verse la imagen en superficie o en su interior. Olympus y Pentax Hitachi también han desarrollado un ecoendoscopio en 3D. El estudio se desarrolla en tres fases.

INDICACIONES

En el campo de la gastroenterología (4), los primeros trabajos publicados relacionados con el uso de esta técnica valoraban la posibilidad de la exactitud en la medición de los volúmenes como un futuro potencial diagnóstico de este medio (5). Clínicamente la medición del volumen de un órgano o de una lesión forma parte del diagnóstico y seguimiento de multitud de enfermedades. La ultrasonografía convencional en 2D, que representa un método rápido y barato para su determinación, calcula el volumen, mediante el método sencillo de multiplicar tres diámetros perpendiculares entre sí por 3/4.

Este método basado en asumir estas figuras geométricas, supone asumir un margen de error en ocasiones significativo en la estimación del volumen. La ecografía tridimensional se ha usado con buenos resultados en el cálculo de volúmenes de tumores hepáticos (6), y otros (7-11), mediante planimetría, demostrando mayor exactitud que la ecografía convencional en 2D y que la TC que hallan el volumen a través de la fórmula de la elipse.

Un paso adelante en el capítulo del uso de la ecografía 3D en gastroenterología lo representó su aplicación en la ultrasonografía endoscópica (*USE*) (12-15), aunque mediante este método parece que los volúmenes encontrados son mayores que en la realidad (15). Así Kallimanis (16) publica en 1994, las imágenes conseguidas en ocho pacientes afectados de tumores esofágicos conseguidas mediante un ecoendoscopio Olympus, digitalizadas y procesadas posteriormente en un PC con un determinado *software*. Nishimura, en 1997 (17), publica los primeros resultados: 18 tumores resecaados en 21 pacientes. Los tumores eran esofágicos, gástricos y colónicos, y en el estudio *in vitro* de los mismos, la imagen de la superficie era similar a los hallazgos macroscópicos, permitiendo un estudio detallado de la infiltración del tumor. Su aplicación en clínica tenía limitaciones, pero resultó útil en el esófago y en el recto (18-20). Algunos autores han ensayado el uso de la ecografía tridimensional en el estudio *preoperatorio* de los tumores de recto, considerando a esta técnica como una ayuda útil para su valoración antes de una decisión terapéutica (21,22).

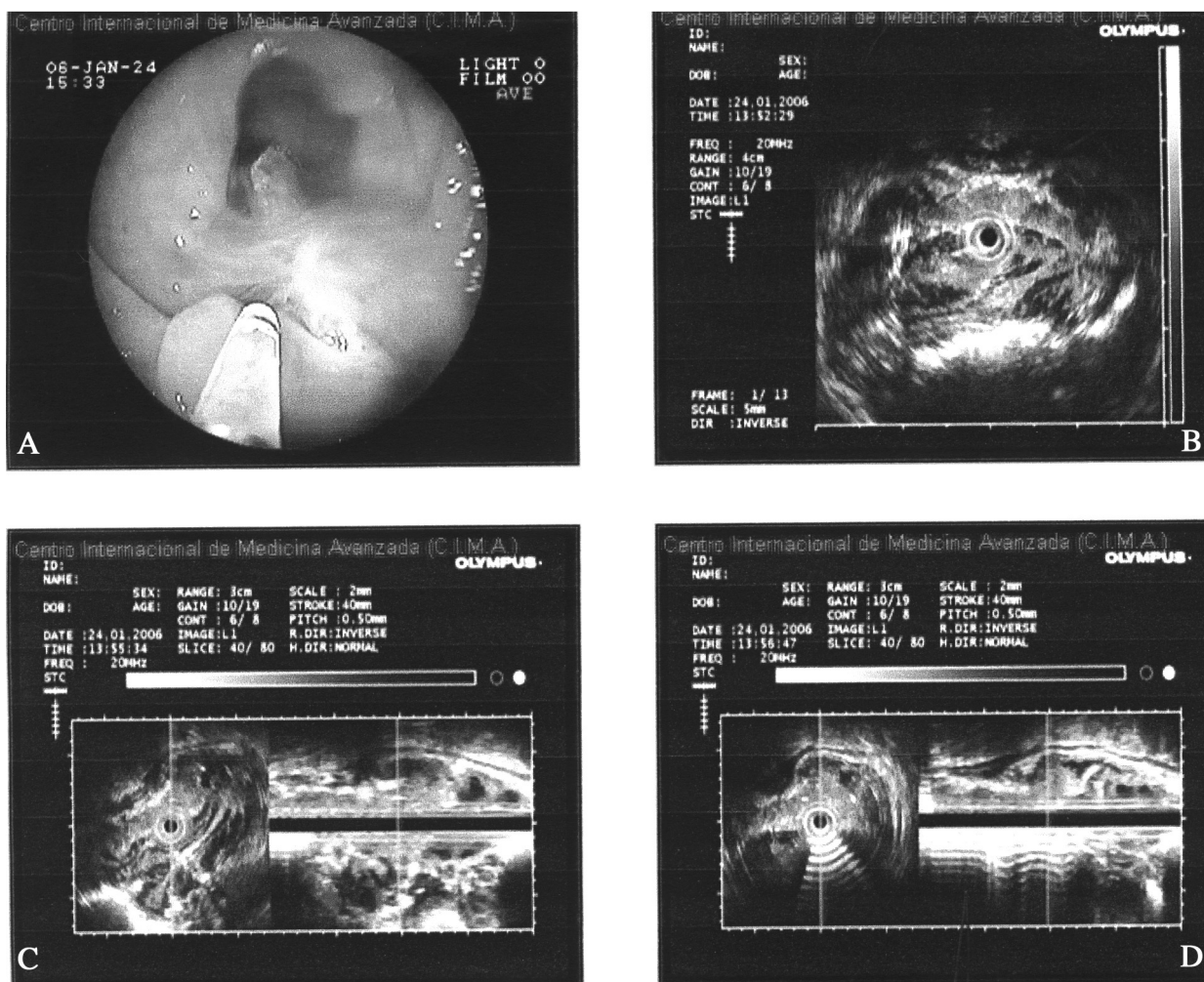


Fig. 1. (A) Lesión rectal yuxtanal de 15 mm de diámetro máximo (adenocarcinoma) sobre la cual se coloca una MS de 20 MHz. (B) Se efectúa una imagen radial, (C) y una imagen radial y lineal automática que demuestra afectación fundamentalmente de la mucosa, rechazando la submucosa y dejando indemne la muscular propia. (D) Adenocarcinoma, T1 mucoso N0.

Se sabe que después de la amputación rectal con fines curativos existen unas tasas elevadas de recidiva local, si existe infiltración de la grasa perirrectal (23). Por otra parte en aquellos casos de tumores avanzados, la radioterapia y la quimioterapia aumentan la reseabilidad y la supervivencia. Estudios recientes han demostrado que casi un 70% de tumores inextirpables pueden ser resecados con intención curativa, después de radioterapia.

Por todo ello, definir la estadificación es muy importante para la conducta terapéutica a seguir. Se ha sugerido que la presencia de estenosis (14%) causada por el tumor se asocia a un mal pronóstico. Sin embargo aunque los tumores estenosantes generalmente se asocian a enfermedad local avanzada, no representa este dato un factor de mal pronóstico si lo consideramos aisladamente. Por otro lado, la obstrucción como factor aislado no justifica tratamiento preoperatorio con radioterapia y/o quimioterapia.

Por todo ello, la evaluación preoperatoria precisa en el cáncer rectal es imprescindible aun en los casos de tumores que cursan con obstrucción. Hasta el momento la ecografía endorrectal constituye la técnica más precisa para su estudio. Sin embargo ello no es posible en aquellos casos de tumores estenosantes, que no permiten el paso de la sonda a través de la estenosis. Para ello Hünerbein (24) estudió a 94 pacientes consecutivos afectados de carcinoma rectal. En 26 (27%) de los mismos se halló una estenosis que impedía la exploración adecuada mediante la ecografía endorrectal, y en los 26 casos se practicó con éxito una ecografía endorrectal 3D, que permitió la visualización de la estenosis y el tumor en todos los casos. La endosonografía 3D, diagnosticó acertadamente el grado de infiltración en el 78% de los casos, es decir, en 18 pacientes, y así demostró tres pacientes con invasión de la muscular propia (T2), ocho pacientes en los que el tumor

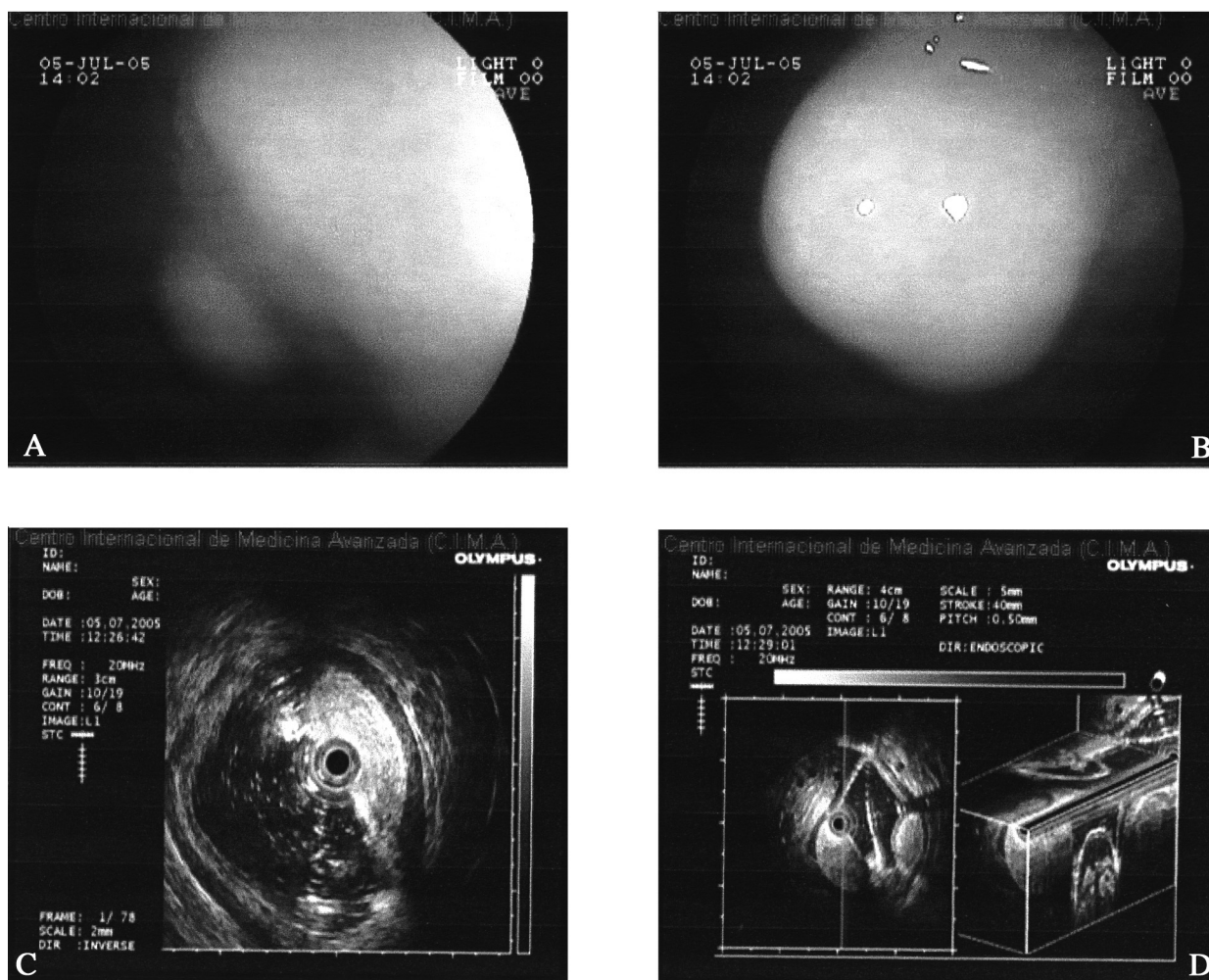


Fig. 2. (A y B) Lesión submucosa antral de 10 mm, (C) sobre la que se practica ecoendoscopia radial con MS de 20 MHz visualizando imagen ecogénica situada en la submucosa con muscular propia indemne, compatible con fibrolipoma, (D) que se ve mucho mejor en la ultrasonografía tridimensional.

afectaba además la grasa perirrectal (T3), y finalmente tres enfermos con invasión de órganos vecinos (T4). La capacidad para demostrar la presencia de adenopatías perirrectales fue del 75%. En ocho pacientes la obstrucción que presentaban fue atribuida acertadamente por la endosonografía 3D a lesiones extrínsecas aparecidas tras la cirugía. Es conveniente señalar que a pesar de que el tamaño de las lesiones oscilaba entre 3 y 6 cm el TC únicamente las había demostrado en 6 casos. En los ocho casos el diagnóstico se completó mediante biopsia dirigida por la misma técnica.

Estos resultados son de gran importancia, ya que demuestran que el empleo de esta técnica es útil para valorar el grado de infiltración del tumor, aun en aquellos casos de tumores estenosantes (14%) que no permiten el paso de la sonda a su través y que su valoración permite en algunos casos cambiar la actitud terapéutica (24,25).

Su aplicación en el estudio de las enfermedades pancreáticas y biliares se ha investigado recientemente mediante el empleo de sondas intraductales (26,27) y, aun-

que no existen resultados definitivos, abre un atractivo camino para la investigación. Se ha investigado también la utilidad (28) de la ecografía 3D intraductal para el estadiaje del carcinoma de los conductos biliares, aunque en un escaso número de casos. Así, en un trabajo reciente se valoraron preoperatoriamente una serie de enfermos afectados de carcinoma de los conductos biliares extrahepáticos. En todos ellos se les practicó un estudio sonográfico endoscópico intraductal mediante ultrasonografía convencional y en 3D, para valorar la invasión de la arteria hepática derecha, de la vena porta y del parénquima pancreático antes de la resección. Los resultados fueron posteriormente comparados con la información histológica de las piezas resecadas. La ecografía tridimensional informó de la invasión de la arteria hepática derecha en el 88% de los casos, de la vena porta en el 100%, y del parénquima pancreático en el 100%, mientras que la sonografía intraductal convencional alcanzaba únicamente el 88% en los tres parámetros valorados. Estos hallazgos permitían concluir a los autores, a pesar del escaso núme-

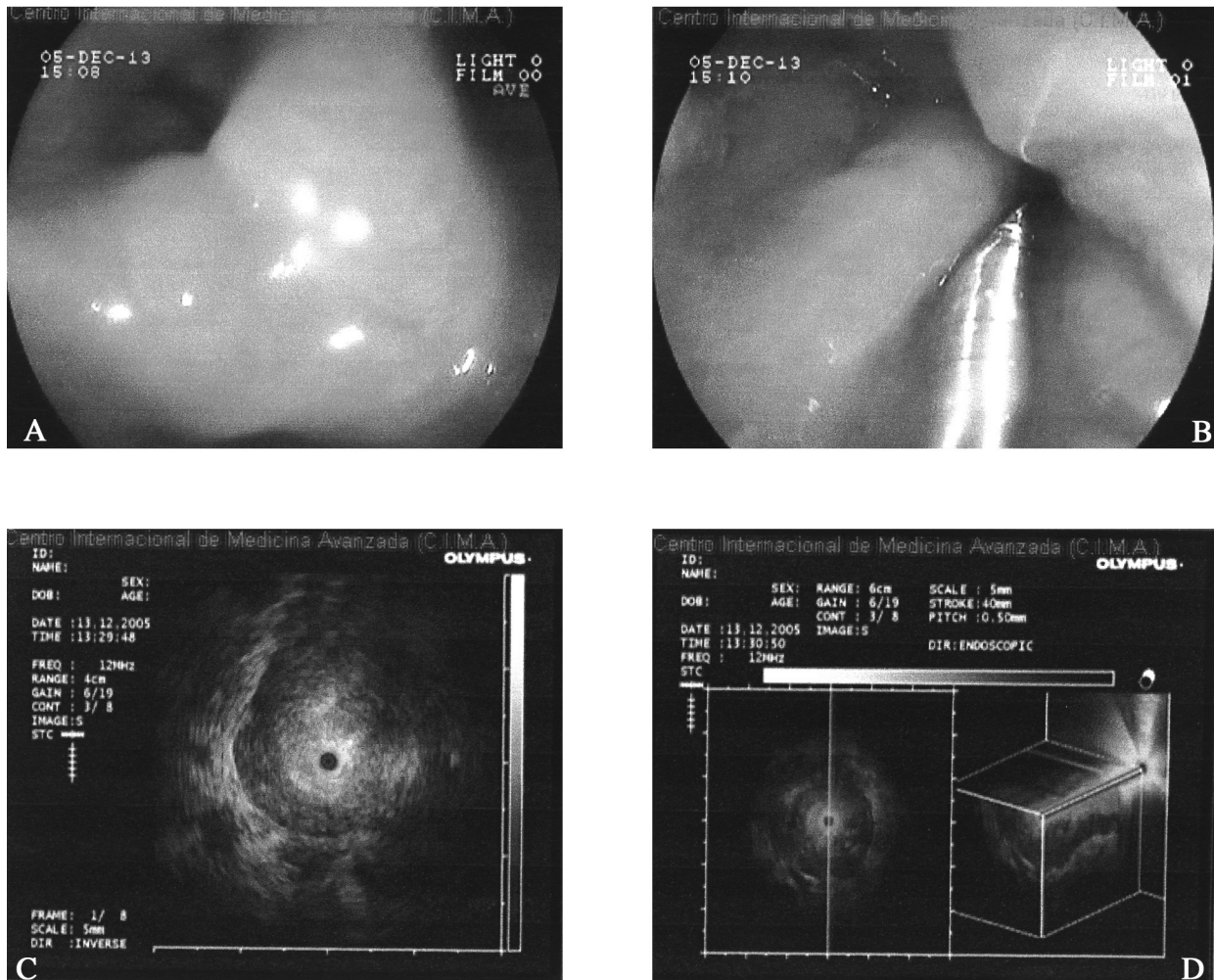


Fig. 3. (A) Estenosis cardial, (B) en la que se introduce una MS de 12 MHz, (C) visualizando una imagen radial de neoplasia hipocogénica estenosante de cardias T3 N1. (D) La imagen en 3-D demuestra la profundidad y longitud de la estenosis (25 mm).

ro de casos estudiados, que la ecografía tridimensional endoscópica intraductal es útil en el estadiaje del carcinoma del conducto biliar.

Finalmente algunos autores como Kavic (29) sostienen que la aplicación de la ecografía 3D en la cirugía laparoscópica, se vislumbra en el horizonte, ya que puede ofrecer una precisa información de las estructuras anatómicas en tiempo real, de una manera segura, sin emplear radiaciones ionizantes, y con un coste relativamente barato (29,30).

ECOGRAFÍA ENDOANORRECTAL TRIDIMENSIONAL

La ecografía tridimensional ha sido utilizada en clínica especialmente en la exploración endoanorrectal (31,32). Una de las ventajas que aporta esta técnica que participa, junto con la ultrasonografía convencional endoanorrectal, de la buena tolerancia por parte del paciente, y de la poca preparación que precisa por parte del mismo, es precisa-

mente la rapidez en la toma de las imágenes. En la ecografía endoanal en dos dimensiones es preciso entrar y retirar el transductor en varias ocasiones para obtener el explorador, tras los diferentes cortes radiales una composición espacial de la región a estudiar. En la sonografía tridimensional es el propio transductor el que efectúa el barrido para ofrecernos, sin necesidad de que el paciente esté ya presente, las imágenes en secciones radiales y longitudinales, así como el estudio planimétrico y volumétrico. Las indicaciones en la patología anorrectal son:

1. Estudio de las fístulas perianales.
2. Estudio de la incontinencia para valoración de los esfínteres.
3. Estudio de los tumores rectales para su estadiaje.
4. Estudio de masas perirrectales.

En el estudio de las fístulas perianales el uso de la ecografía tridimensional resulta de gran utilidad. En un reciente estudio publicado por Ratto en el 2005, en el que analizaba a 112 pacientes afectados de fístula anal y explorados mediante USE-3D, demostró una alta coincidencia

entre los resultados de esta exploración y los hallazgos quirúrgicos (94% en la localización de los trayectos fistulosos y 100% en la localización de los abscesos) (33). La precisión del estudio preoperatorio permitía al autor la curación de la fístula en el 98% de los pacientes. La continencia permaneció preservada en todos los casos. El autor concluye que esta precisión en las relaciones del trayecto fistuloso con los esfínteres en el estudio preoperatorio, le permitió escoger un procedimiento quirúrgico respetuoso con los esfínteres y asegurar la continencia posterior. El relleno de la fístula con peróxido de hidrógeno, a través de la inyección de esta sustancia en el orificio fistuloso externo, aunque en algunos estudios no aporta beneficios, puede ser útil especialmente en aquellos casos complejos (34). Algunos estudios han comparado la eficacia de la ultrasonografía tridimensional endoanal y la RMN endoanal, mediante relleno de la fístula con peróxido de hidrógeno, hallando resultados similares en ambas técnicas (35,36).

La valoración de los esfínteres, indispensable en el diagnóstico de la incontinencia, se beneficia también de esta técnica (37). Regadas en el 2005 analiza a 74 pacientes explorados con *USE-3D*, y concluye que esta técnica demuestra las diferencias anatómicas en el canal anal entre hombres y mujeres relativas al esfínter anal externo, justificando la mayor proporción de alteraciones en el suelo pélvico en mujeres respecto a los varones (38). Las alteraciones de los esfínteres pueden ser demostradas mediante la *USE* y la *USE-3D*. No obstante la *USE-3D* aumenta la capacidad de diagnóstico en las lesiones de los esfínteres (39). La mayor precisión que ofrece la *USE-3D* ha permitido recientemente demostrar a Gosselink, alteraciones en el esfínter anal externo del 57% de los pacientes con amputación rectal y anastomosis ileo anal o colo anal, aunque no halló relación entre estas alteraciones y el resultado funcional de la intervención (40). La atrofia del esfínter anal externo, que ofrece un pobre resultado a la cirugía, puede ser detectada mediante la RMN endoanal, pero no mediante la ecografía endoanal.

El TAC y la RMN son excelentes exploraciones para valorar la extensión a distancia de la enfermedad, pero no tanto para valorar las características locales como el grado de invasión o la relación con las vísceras vecinas, adenopatías, etc. (41). Y es aquí donde la ultrasonografía endoanal tiene una de sus indicaciones (42). Actualmente la sonografía convencional endoanorrectal es la técnica de elección para valorar el grado de infiltración de los tumores rectales no estenosantes así como para la demostración de sus adenopatías. El grado de infiltración del tumor en la pared rectal lo detecta aproximadamente en el 80-90% de los casos, y las adenopatías en el 70-80% de los mismos. No obstante, es indispensable experiencia por parte del explorador para la interpretación de las imágenes radiales, y aún así, en los casos *borderline* puede resultar errónea la interpretación de la infiltración (43). Por otra parte, dado que en el tratamiento y en el pronóstico del cáncer de recto es fundamental un estadiaje co-

recto, y dado que en los últimos años existe un incremento en los tratamientos conservadores de los esfínteres en los tumores de recto, se han usado con esperanza las imágenes tridimensionales en el estudio de estos tumores. No obstante, hasta el momento, los trabajos que intentan valorar la eficacia de ambas técnicas hallan resultados similares en las dos. Algunos estudios que comparan las dos técnicas, a pesar de que hallan más capacidad para valorar la infiltración de la pared rectal en la *USE-3D*, tanto en los casos T2 como en los T3, y más capacidad para detectar adenopatías, los resultados no han sido estadísticamente significativos (44,45). Recientemente Christensen afirma que en el carcinoma del canal anal, la ultrasonografía tridimensional endoanal, aumenta la capacidad de detección de adenopatías, comparándola con la ultrasonografía endoanal convencional, pero son necesarios nuevos estudios (46). El problema que se plantea en el control de la infiltración y de las adenopatías en los tumores de recto tras tratamiento preoperatorio con quimioterapia o radioterapia no se ha abordado de manera precisa con esta técnica por lo que no es posible sacar conclusiones. Un paso adelante lo puede constituir la combinación del PET y TAC.

También se ha comparado la endoanal con la RMI endoanal en el estudio del canal anal normal y de los tumores rectales (47-49).

Finalmente el diagnóstico de las masas perirrectales (50) puede realizarse si el recto está contrastado, con una fiabilidad diagnóstica superior al 90% mediante TAC o RMN. Pero a menudo, las relaciones exactas de la masa con las vísceras vecinas permanecen inciertas. La *USE-3D* aporta una ayuda eficaz en estas situaciones, especialmente para la valoración de la infiltración de la pared rectal o de los genitales en los tumores presacros.

En nuestro medio existen revisiones muy recientes sobre el tema que nos ocupa (51-54).

BIBLIOGRAFÍA

1. Muñoz Agel F, Varas Lorenzo M.J. Tridimensional (3D) ultrasonography. *Rev Esp Enferm Dig* 2005; 97: 125-34.
2. Sackman M, Pauletzky J, Zwiebel FM, Holl J. Three-dimensional ultrasonography in hepatobiliary and pancreatic diseases. *Bildgebung* 1994; 61: 104-9.
3. Candiani F. The latest in ultrasound: three-dimensional imaging. Part 1. *Euro J Radiol*. 1998; 27 (Supl. 2): 179-82.
4. Wagner S, Gebel M, Bleck JS, Manns MP. Clinical application of 3D sonography in gastrointestinal disease. *Verdauungskrankheiten*. 1995; 13 (5): 182-85.
5. Zoller Wg, Liess H. 3D ultrasound in gastroenterology. *Bildgebung* 1994; 61 (2): 95-100.
6. Liess H, Roth CM, Umgelter A, Zoller WG. Improvements in volumetric quantification of circumscribed hepatic lesions by three dimensional sonography. *Zeitschrift für Gastroenterologie* 1994; 32 (9): 448-92.
7. Berstad A, Hausken T, Gilja OH, Thune N, Matre K, Odegaard S. Volume measurements of gastric antrum by 3D ultrasonography and flow measurements through the pylorus by duplex technique. *Digestive Diseases and Sciences* 1994; 39 (12 Suppl.): 97S-100S.
8. Berstad A, Hausken T, Gilja OH, Hveem K, Nwaje LB, Odegaard S. Ultrasonography of the human stomach. *Scandinavian Journal of*

- Gastroenterology 1996; 220: 75-82.
9. Gilja OH, Detmer PR, Jong JM, Leotta DF, Li XN, Beach KW, et al. Intra gastric distribution and gastric emptying assessed by 3D ultrasonography. *Gastroenterology* 1997; 113 (1): 38-49.
 10. Gilja OH, Hausken T, Berstad A, Odegaard S. Measurements of organ volume by ultrasonography. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers* 1999; 213 (3): 247-50.
 11. Hausken T, Sondenaa K, Svebak S, Gilja OH, Olafsson S, Odegaard S, et al. Common pathogenetic mechanisms in symptomatic, uncomplicated gallstone disease and functional dyspepsia: Volume measurement of gallbladder and antrum using 3D ultrasonography. *Digestive Diseases and Sciences* 1997; 42 (12): 2505-12.
 12. Yoshino J, Nakazawa S, Inui K, Wakabayashi T, Okushima T, Kobayashi T, et al. Surface-rendering imaging of gastrointestinal lesions by 3D ultrasonography. *Endoscopy* 1999; 31: 541-5.
 13. Yoshino J, Nakazawa S, Inui K, Wakabayashi T, Okushima K, et al. Volume measurement using tissue characterization of 3D endoscopic ultrasonographic images. *Endoscopy* 2000; 32: 624-29.
 14. Sumiyama K, Suzuki N, Kakutani H, Hino S, Tajiri H, Suzuki H, et al. A novel 3D EUS technique for real-time visualization of the volume data reconstruction process. *Gastrointest Endosc* 2002; 55: 723-8.
 15. Watanabe M, Kida M, Yamada Y, Saigenji K. Measuring tumor volume with three-dimensional endoscopic ultrasonography: an experimental and clinical study. *Endoscopy* 2004; 36: 976-81.
 16. Kallimanis G, Tio TL, Fleisher DE, Benjamin SB. 3D endosonography: A new technique of endoscopic ultrasound. *Hellenic Journal of Gastroenterology* 1994; 7 (3): 217-23.
 17. Nishimura K, Niwa Y, Goto H, Hase S, Arisawa T, Hayakawa T. 3D ultrasonography of gastrointestinal lesions using an ultrasound probe. *Scandinavian Journal of Gastroenterology* 1997; 32 (9): 862-8.
 18. Hünérbein M, Below C, Schlag PM. 3D endorectal ultrasonography for staging of obstructing rectal cancer. *Dis Colon Rectum* 1996; 39(6): 636.
 19. Hünérbein M, Gretscher S, Ghadimi BM, Schlag PM. 3D endoscopic ultrasound of the esofagus. Preliminary experience. *Surgical Endoscopy* 1997; 11 (10): 991-4.
 20. Hünérbein M, Ghadimi Bm, Gretscher S, Schalg PM. 3D endoluminal ultrasound: a new method for the evaluation of gastrointestinal tumors. *Abdominal Imaging* 1999; 24 (5): 445-8.
 21. Melchert T, Stroh C, Schramm H. 3D endosonography in the diagnosis of rectal cancer. *Coloproctology* 1998; 20 (5): 190-7.
 22. Ivanov KD, Diacov CD. 3D endoluminal ultrawound: New staging technique un patients with rectalcancer. *Dis Colon Rectum* 1997; 40 (1): 47-50.
 23. Katsura Y, Yamada K, Ishizawa T, Yoshimaka H, Shimazu H. Endorectal ultrasonography for the assessment of wall invasion and lymph node metastasis in rectal cancer. *Dis Colon Rectum* 1992; 35: 362-8.
 24. Hünérbein M, Dohmoto M, Haensch W, Schlag PM. Evaluation and biopsy of recurrent rectal cancer using 3D endosonography. *Dis Colon Rectum* 1996; 39 (12): 1373-8.
 25. Lindmark G, Elvin A, Pahlmann L, Glimelius B. The value of endosonography in preoperative staging of rectal cancer. *Int J Colorectal Dis* 1992; 7: 162-6.
 26. Kanemaki N, Nakazawa S, Inui K, Yoshino J, Yamao K, Okushima K. 3D intraductal ultrasonography: Preliminary results of a new technique for the diagnosis of diseases of the pancreatobiliary system. *Endoscopy* 1997; 29: 726-31.
 27. Kanemaki N, Nakazawa S, Inui K, Yoshino J, Yamachika H, Okushima K, et al. 3D ultrasonography using ultrasonic probes by the transpapillary approach for diagnosis of pancreatobiliary diseases. *Digestive Endoscopy* 1997; 9: 290-5.
 28. Tamada K, Tomiyana T, Ohashi A, Wada S, Satoh Y, Miyata T, et al. Preoperative assessment of extrahepatic bile duct carcinoma using 3D intraductal US. *Gastrointest Endosc* 1999; 50: 548-54.
 29. Kavic MS. 3D ultrasound. *Surgical Endoscopy* 1996; 10 (1): 74-6.
 30. Bhutani MS. 3D endoscopic ultrasound. *Acta Endoscopica* 1999; 29 (1): 35-8.
 31. Giovannini M, Ardizzone S. Anorectal ultrasound for neoplastic and inflammatory lesions. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2006; 20 (1): 113-35.
 32. Schaffzin DM, Wong WD. Surgeon performed ultrasound: endorectal ultrasound. *Surg Clin North Am* 2004; 84 (4): 1127-49.
 33. Ratto C, Grillo E, Parello A, Costamagna G, Doglietto GB. Endoanal ultrasound-guided surgery for anal fistula. *Endoscopy* 2005; 37 (8): 722-8.
 34. Buchanan GN, Bartram CI, Willians AB, Halligan S, Cohen CR. Value of hydrogen peroxide enhancement of 3D endoanal ultrasound in fistula-in-ano. *Dis Col Rectum* 2005; 48 (1): 141-7.
 35. West RL, Dwarkasing S, Felt-Bersma RJ, Schouten WR, Hop WC, et al. Hydrogen peroxide-enhanced 3D endoanal ultrasonography and endoanal magnetic resonance imaging in evaluating perianal fistulas: agreement and patient preference. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 2004; 16 (12): 1319-24.
 36. West RL, Zimmerman DD, Dwarkasing S, Hussain SM, Hop WC, Schouten W, et al. Prospective comparison of hydrogen peroxide-enhanced 3D endoanal ultrasonography and endoanal magnetic resonance imaging of perianal fistulas. *Dis Col Rectum* 2003; 46 (10): 1407-15.
 37. Buhr HJ, Kroesen AJ. The importance of diagnostics in faecal incontinence. *Endosonography Chirurg* 2003; 74 (1): 4-14.
 38. Regadas SM, Regadas FS, Rodrigues LV, Silva FR, Lima DM, Regadas-Filho FS. Importante of the 3D ultrasound in the anorectal evaluation. *Arq Gastroenterol* 2005; 42 (4): 226-32.
 39. Christensen AF, Nyhuus B, Nielsen MB, Christensen H. Three-dimensional anal endosonography may improve diagnostic confidence of detecting damage to the anal sphincter complex. *Br J Radiol* 2005; 78: 308-11.
 40. Gosselink MP, West RL, Kuipers EJ, Hansen BE, Schouten WR. Integrity of the anal sphincters after pouch-anal anastomosis: evaluation with 3D endoanal ultrasonography. *Dis Col Rectum* 2005; 48 (9): 1728-35.
 41. Schaffzin DM, Wong WD. Endorectal ultrasound in the preoperative evaluation of rectal cancer. *Clin Colorectal Cancer* 2004; 4 (2): 124-32.
 42. Hünérbein M. Endorectal ultrasound in rectal cancer. *Colorectal Dis* 2003; 5 (5): 402-5.
 43. Hohenberger P, Hünérbein M, Gebauer B, Stroszczyński CH. Imaging modalities in the preoperative staging of rectal carcinoma. *Chirurg* 2004; 75 (1): 3-12.
 44. Stroh C, Manger T. Importance of endorectal 3D ultrasonography in diagnosis of rectum cancer. *Zentralb. Chir* 2004; 129 (5): 399-403.
 45. Kim JC, Cho YK, Kim SY, Park SK, Lee MG. Comparative study of 3D and conventional endorectal ultrasonography used in rectal cancer staging. *Surg Endosc* 2002; 16: 1280-5.
 46. Christensen AF, Nielsen MB, Engelholm SA, Svendsen LB, Christensen H. 3D endoanal endosonography may improve staging of anal cancer compared with 2D endosonography. *Dis Col Rectum* 2004; 47 (3): 341-5.
 47. Hünérbein M, Pegios W, Rau B, Vogl TJ, Felix R, Schalg PM. Prospective comparison of endorectal ultrasound and endorectal MRI in the preoperative evaluation of rectal tumors. Preliminary results *Surg Endosc* 2000; 14 (11): 1005-9.
 48. Kikuchi S, Kida M, Kobayashi K, Yano T, Sakuramoto S, Watanabe M, et al. New diagnostic imaging of gastrointestinal tumors: a preliminary study of 3D tumor structure and volumetry. *Anticancer Res* 2005; 25 (4): 2935-41.
 49. Williams AB, Bartram CI, Halligan S, Marshall MM, Nicholls RJ, Kmiot WA. Endosonographic anatomy of the normal anal canal compared with endocore magnetic resonance imaging. *Dis Colon Rectum* 2003; 45 (2): 176-83.
 50. Stroh C, Manger T. Ultrasound diagnosis of rare retrorectal tumors. *Zentralb Chir* 2003; 128 (12): 1075-9.
 51. Castro Poças F, Salgado M, Guardao L, et al. Anorectal 3D quantitative ultrasonography-New concept. *Endoscopy* 2003; 35 (Supl. II): A85.
 52. Castro Poças F. Ultrasonografía endoscópica tridimensional e patología ano-recto-cólica. *Rev Esp Enferm Dig* 2005; 97 (Supl. II): 117-20.
 53. Giovannini M, Bories E, Pesenti C, Moutardier V, Lelong B, Delpéro JR. Three-dimensional endorectal ultrasound using a new freehand software program: results in 35 patients with rectal cancer. *Endoscopy* 2006; 38 (4): 339-43.
 54. Inui K, Miyoshi H, Yoshino J. Bile duct cancers: What can EUS offer? Intraductal US, 3D-IDUS? FNA- is it possible? *Endoscopy* 2006; 38 (Supl.): S47-S49.