

[CAMBIAR A LA VERSIÓN EN INGLES](#) 

LOS SIGUIENTES PASOS EN CIRUGIA MINIMAMENTE INVASIVA: CIRUGIA SIN CICATRICES E HIBRIDA GUIADA POR LA IMAGEN

Jacques Marescaux MD, FACS, Hon FRCS, Hon FJSES; Michele Diana MD.

Introducción: Cirugía Minimamente Invasiva (CMI)

Con el advenimiento de las técnicas endoscópicas minimamente invasivas se ha producido un cambio radical en la práctica de la cirugía. El órgano diana se alcanza a través de pequeñas incisiones cutáneas por donde se introducen instrumentos quirúrgicos de pequeño diámetro. El espacio de trabajo se crea mediante un flujo controlado de dióxido de carbono que mantiene una presión constante. Se introduce una cámara endoscópica en la cavidad corporal y la visión del campo quirúrgico se transfiere de la visión directa del cirujano a un sistema óptico magnificado de alta definición que muestra la imagen en un monitor. La agresión quirúrgica

minimizada proporciona incuestionables beneficios a los pacientes. Ventajas científicamente demostradas de este abordaje en comparación con la cirugía abierta convencional son la reducción del dolor postoperatorio, el acortamiento de la estancia hospitalaria, la reincorporación más rápida a las actividades diarias, la reducción de la incidencia de morbilidad y los mejores resultados estéticos.

Sin embargo, la CMI no es intuitiva, y se necesita formación específica para adquirir algunas capacidades concretas y para ser competente en técnicas laparo-endoscópicas, con una considerable curva de aprendizaje. Los retos inherentes a la CMI se pueden resumir como sigue: 1) el eje mano-ojo se desalinea ya que el campo quirúrgico se ve en una pantalla con la consecuente pérdida del control visual de la percepción táctil; 2) la visión 2D que ofrece la pantalla plana origina una reducción en la percepción de la profundidad; 3) el ángulo de visión está limitado por el zoom del endoscopio; 4) la sensación táctil (feedback táctil) está muy limitada debido a la longitud de los instrumentos y como resultado, se pierde información importante como la rigidez de los tejidos, la presencia de un nódulo o el pulso de un vaso no aparente. La ciencia informática y la Robótica han estado desarrollando tecnologías que pueden mejorar la CMI. Además, se ha producido un desarrollo paralelo en el campo de la Radiología Intervencionista y la Endoscopia. Un nuevo abordaje híbrido a las enfermedades quirúrgicas puede beneficiarse de la convergencia de cirugía, endoscopia y radiología intervencionista en una modalidad de tratamiento mixto: los procedimientos mínimamente invasivos guiados por la imagen. A continuación se discuten brevemente los ejes principales del crecimiento de este nuevo paradigma.

1) Mejora de la estrategia preoperatoria e intraoperatoria

La informática puede proporcionar al cirujano un sucedáneo de la palpación física para identificar correctamente estructuras diana, planos quirúrgicos y márgenes de resección. En pocas palabras, esto permite navegar virtualmente por la anatomía del paciente. La realidad virtual (RV) pretende ser un entorno tridimensional realista creado por un sistema informático, en el cual el usuario está totalmente inmerso y puede interactuar a través de sensores y efectores específicos. La RV tiene un número cada vez mayor de aplicaciones que incluyen el mundo del entretenimiento multimedia, o el entrenamiento mediante simuladores de RV, y se

está haciendo cada vez más importante en las áreas médica y quirúrgica. La imagen médica es un área específica de aplicación de la RV. La reconstrucción en 3D de una imagen de tomografía computerizada (CT) o de resonancia magnética (MRI) puede aumentar la capacidad de detectar patologías o entender relaciones anatómicas (1). El software médico de RV puede elaborar un modelo virtual 3D de un paciente a partir de imágenes del Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM). Este modelo virtual 3D permite navegar a través del cuerpo del paciente y realizar una exploración virtual, destacando detalles anatómicos que podrían pasar desapercibidos en una imagen tradicional (1,2). La exploración virtual puede contribuir a la fase preoperatoria del procedimiento quirúrgico mediante la planificación estratégica y la simulación interactivas. Posteriormente, en la fase intraoperatoria, el modelo virtual 3D se puede superponer a las imágenes del paciente en tiempo real, proporcionando así una herramienta de navegación mejorada, destacando estructuras diana y variaciones anatómicas mediante transparencia modular virtual. El proceso de superponer imágenes en vivo con imágenes del paciente sintéticas generadas por ordenador se denomina Realidad Aumentada (RA). La RA puede obtenerse de imágenes preoperatorias o en tiempo real en el quirófano. La primera aplicación clínica de RA basada en cámara fue realizada por nuestro grupo en el Instituto para la Investigación del Cáncer del Aparato Digestivo (IRCAD), con 15 casos de adrenalectomía laparoscópica (3). En este contexto, la RA permitió al cirujano valorar la posición de los vasos adrenales y la localización del tumor con un error máximo de 2 mm. Entonces aplicamos el mismo concepto a las resecciones hepáticas mínimamente invasivas (4), y también obtuvimos beneficios de la precisión en el volumen de resección aportado por el software VR-RENDER® y la preparación preoperatoria de los planos de resección. Además, hemos utilizado con éxito RA basada en proyector y videocámara para determinar la posición correcta de un adenoma paratiroideo y para navegación intraoperatoria en más de 100 paratiroidectomías mínimamente invasivas videoasistidas. En cirugía laparoscópica digestiva, la RA plantea retos debido al movimiento respiratorio y a la deformación de los tejidos blandos durante la manipulación quirúrgica. Se está realizando investigación activa para superar estos inconvenientes, con el fin de proporcionar al cirujano laparoscópico una reconstrucción anatómica específica del paciente consistente, precisa y flexible con realce de imágenes intraoperatorias en tiempo real.

2) Mejora del acceso mínimamente invasivo: Cirugía a través de orificios naturales (NOT ES)

La cirugía a través de orificios naturales (NOTES) tiene como objetivo reducir aún más el trauma quirúrgico de la CMI y la morbilidad relacionada con las incisiones. El acceso NOTES a la cavidad peritoneal se realiza a través de incisiones realizadas en vísceras huecas que comunican con el exterior (estómago, vagina y recto). Los órganos diana se alcanzan utilizando endoscopios flexibles o instrumentos rígidos. En el IRCAD, hemos realizado alrededor de 600 procedimientos NOTES experimentales. Posteriormente, realizamos la primera colecistectomía mundial transvaginal NOTES en un ser humano en 2007 (5) e inmediatamente después la primera colecistectomía transgástrica NOTES de Europa. Aunque se completaron con éxito, estos procedimientos mostraron todas las dificultades de este abordaje revolucionario. Para impulsar este concepto, es necesario centrarse en la “buena indicación” y la “adecuada tecnología”. Respecto a las indicaciones, la colecistectomía ha servido casi como un modelo experimental, pero no tiene sentido desarrollar una tecnología compleja para esta aplicación. Además no hay beneficio en dañar un órgano lejano y no implicado en la patología del paciente. El acceso NOTES óptimo podría estar en el propio órgano diana como en la miotomía endoscópica peroral propuesta por Inoue (6), o la vía transanal para procedimientos colorrectales propuesta por Leroy (7) y Sylla (8). Las plataformas endoscópicas disponibles no son adecuadas para procedimientos NOTES complejos porque: 1) los endoscopios carecen de estabilidad y no pueden transferir la fuerza necesaria para tracción y disección, 2) la visión es “tubular” y no panorámica como en laparoscopia, 3) los endoscopios carecen de triangulación quirúrgica, 4) todavía no hay sistemas de grapado o sutura disponibles. Estos son en resumen los retos para el desarrollo del NOTES puro. En el IRCAD estamos trabajando en la actualidad, en colaboración con KarlStorz®, en el desarrollo de nuevas plataformas quirúrgicas endoscópicas (AnubisScope® e IsisScope®) concebidas específicamente para NOTES. Estos prototipos están equipados con dos canales de trabajo de 4.3 mm y un extremo que se abre como las valvas de una almeja. Los instrumentos de trabajo (portaagujas, pinzas de agarre, gancho de diatermia) se manipulan con mangos intuitivos y sus extremos salen del mango del endoscopio de forma triangulada. Además de adaptarse al NOTES, estos prototipos se han adaptado también al campo emergente de la cirugía endoluminal para el tratamiento mínimamente invasivo de los cánceres gastrointestinales precoces mediante Disección Endoscópica Submucosa, más que mediante resección quirúrgica.

3) Mejora de la Robótica

La tecnología robótica ofrece soluciones adicionales para facilitar la CMI. La plataforma quirúrgica robótica disponible en el mercado es el DaVinci®, de Surgical Intuitive: el cirujano se sienta cómodamente en la consola equipada con una cámara binocular que proporciona una visión estereoscópica, magnificada 10 veces y de alta resolución, utiliza un interfaz táctil que controla los instrumentos mediante un movimiento natural de las manos; los efectores replican los movimientos con exactitud de forma precisa y escalada evitando el temblor fisiológico. Una característica adicional y única de la plataforma robótica es la posibilidad de ser controlada a distancia: en una palabra, permite la “telecirugía”. Utilizando una combinación de conexión de fibra óptica del alta velocidad con un retraso medio de 155msec más un modo de transferencia asincrónico avanzado (ATM) y el telemanipulador Zeus®, en Septiembre de 2001, realizamos con éxito el primer procedimiento quirúrgico transatlántico salvando la distancia entre New York (United States) y Strasbourg (France). El evento, que fue considerado un hito de la telecirugía global (9,10), fue bautizado como “Operación Lindbergh”. Nuestro objetivo actual es desarrollar plataformas quirúrgicas robóticas ligeras en miniatura: el prototipo principal es una versión totalmente robótica del ISIS/ANUBIS®-Scope® que está previsto lanzar en Septiembre de 2012.

4) Siguiendo paso: CMI híbrida guiada por la imagen

De forma paralela a los avances en cirugía laparoscópica, los avances en la imagen médica y el tratamiento basado en catéteres han llevado a la construcción de la Radiología Intervencionista. La fluoroscopia moderna, el ultrasonido, la TC y la RMI generan imágenes precisas de todo el cuerpo. Los radiólogos intervencionistas pueden tratar una variedad de patologías, como pequeños tumores hepáticos, mediante ablación térmica guiada por la imagen. Sin embargo, los radiólogos carecen de la formación adecuada para realizar intervenciones quirúrgicas complejas y endoscopia flexible, o manejar el postoperatorio del paciente. De modo similar, la endoscopia gastrointestinal ha pasado de ser un instrumento diagnóstico a una disciplina intervencionista que permite trabajar dentro de la luz gastrointestinal, especialmente bajo la presión del NOTES. Aunque los gastroenterólogos tienen la capacidad de realizar procedimientos endoscópicos sin cicatrices, operaciones complejas más allá de la pared intestinal son imposibles con los endoscopios actuales debido a la falta de guía integrada de la imagen. La cirugía, la gastroenterología y la radiología han desarrollado técnicas avanzadas de forma independiente: combinar los mejores aspectos de estas técnicas para lograr un abordaje híbrido conducirá a la obtención del máximo beneficio

para los pacientes. Este nuevo paradigma de abordaje híbrido necesitaría un cambio radical en el concepto del quirófano y su organización para disponer, en un espacio determinado, de instrumentos de imagen (TC o RMI) y de instrumentos laparoscópicos y endoscópicos para realizar los procedimientos previstos.

El surgimiento de un nuevo tipo de médico requiere de formación específica y sistemática para promover los abordajes híbridos. El IRCAD de Strasbourg promovió un programa llamado MIX-Surg para desarrollar cirugía híbrida guiada por la imagen y para cambiar esencialmente la formación, desarrollar nuevos módulos de educación continuada y para formar a quienes posibilitan la tecnología incluyendo ingenieros, científicos y otros profesionales de la salud, hacia la próxima revolución en cirugía.



Foto: Ph Eranian IRCAD

1. Nicolau S, Soler L, Mutter D, Marescaux J. Augmented reality in laparoscopic surgical oncology. *Surgical Oncology* 2011;20:189-201.
2. D'Agostino J, Diana M, Soler L, Vix M, Marescaux J. 3D Virtual Neck Exploration Prior to Parathyroidectomy. *New England Journal of Medicine* 2012.
3. Marescaux J, Rubino F, Arenas M, Mutter D, Soler L. Augmented-reality-assisted laparoscopic adrenalectomy. *JAMA: the Journal of the American Medical Association* 2004;292:2214-5.
4. Mutter D, Soler L, Marescaux J. Recent advances in liver imaging. *Expert review of Gastroenterology & Hepatology* 2010;4:613-21.

5. Marescaux J, Dallemagne B, Perretta S, Wattiez A, Mutter D, Coumaros D. Surgery without scars: report of transluminal cholecystectomy in a human being. *Arch Surg* 2007;142:823-6; discussion 6-7.
6. Inoue H, Minami H, Kobayashi Y, et al. Peroral endoscopic myotomy (POEM) for esophageal achalasia. *Endoscopy* 2010;42:265-71.
7. Leroy J, Cahill RA, Perretta S, Forgione A, Dallemagne B, Marescaux J. Natural orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES) applied totally to sigmoidectomy: an original technique with survival in a porcine model. *Surgical Endoscopy* 2009;23:24-30.
8. Sylla P, Rattner DW, Delgado S, Lacy AM. NOTES transanal rectal cancer resection using transanal endoscopic microsurgery and laparoscopic assistance. *Surgical Endoscopy*;24:1205-10.
9. Marescaux J, Leroy J, Gagner M, et al. Transatlantic robot-assisted telesurgery. *Nature* 2001;413:379-80.
10. Haidegger T, Sandor J, Benyo Z. Surgery in space: the future of robotic telesurgery. *Surgical Endoscopy* 2011;25:681-90.

