

Cirugía endoscópica transluminal a través de orificios naturales: estado actual

Salvadora Delgado^a, Ainitze Ibarzábal^a y Glòria Fernández-Esparrach^b

^aServicio de Cirugía Gastrointestinal. Hospital Clínic. CIBERehd. IDIBAPS. Universidad de Barcelona. Barcelona. España.

^bUnidad de Endoscopia Digestiva. Servicio de Gastroenterología. ICDMD. Hospital Clínic. CIBERehd. IDIBAPS. Universidad de Barcelona. Barcelona. España.

RESUMEN

La cirugía endoscópica transluminal a través de orificios naturales, más conocida por sus siglas inglesas NOTES (*natural orifice transluminal endoscopic surgery*), es el paradigma de la evolución de la cirugía mínimamente invasiva.

La «revolución» que ha supuesto la cirugía laparoscópica ha introducido nuevas ideas en la cirugía general. Una de ellas es que la cirugía moderna es el trabajo de un equipo multidisciplinario, y la cirugía NOTES es un claro ejemplo de ello.

El objetivo de este tipo de cirugía es realizar los procedimientos laparoscópicos convencionales sin ninguna incisión, usando la tecnología endoscópica flexible, utilizada habitualmente en el diagnóstico y el tratamiento de lesiones intraluminales, y accediendo al interior de la cavidad abdominal a través de los orificios naturales (boca, ano, vagina e incluso uretra). Este tipo de acceso abre un campo muy interesante para determinados pacientes, como los que tienen un elevado riesgo quirúrgico, los obesos mórbidos o los que tienen antecedentes de múltiples cirugías abdominales previas o infecciones de herida quirúrgica.

Usando modelos animales se ha podido demostrar que es posible realizar una gran variedad de intervenciones (colecistectomía, apendicectomía, esplenectomía, histerectomía, ligadura de trompas, gastroenteroanastomosis, peritoneoscopia, biopsia hepática y herniorrafia, entre otras). Sin embargo, y antes de su implementación en los humanos, esta nueva técnica debe demostrar que es segura y ofrece ventajas reales para los pacientes. Por tanto, se debe encontrar solución a una serie de problemas, que incluyen métodos seguros para el cierre de la incisión gástrica y evitar la aparición de infecciones, entre otros.

Otro elemento crítico para el desarrollo de esta nueva cirugía es la creación de instrumental apropiado, por lo que es

necesario el esfuerzo no sólo de los profesionales médicos, sino también de los ingenieros y de la industria de dispositivos médicos.

En este artículo se describen los importantes avances en NOTES desde su primera descripción y se analizan los riesgos y los beneficios potenciales asociados a esta técnica tan innovadora.

NATURAL ORIFICE TRANSLUMINAL ENDOSCOPIC SURGERY: ACTUAL SITUATION

Natural orifice transluminal endoscopic surgery (NOTES) is the paradigm of the evolution of minimally invasive surgery. The laparoscopic «revolution» has introduced new ideas in general surgery, one of them being that modern surgery is the work of multidisciplinary teams. A clear example of this is provided by NOTES. The aim of this type of surgery is to perform conventional laparoscopic procedures without incision, using flexible endoscopic technology usually employed in the diagnosis and treatment of intraluminal lesions and reaching the inside of the abdominal cavity through natural orifices (mouth, anus, vagina and even urethra). This type of access opens a highly interesting field for certain types of patients, such as those with high surgical risk, the morbidly obese, and those with multiple prior abdominal interventions or surgical wound infections. Animal models have shown that a wide variety of interventions (cholecystectomy, appendectomy, splenectomy, hysterectomy, tubal ligations, gastroenteroanastomosis, peritoneoscopy, liver biopsy and herniorrhaphy, among others) can be performed. However, before use in humans, this new technique must be shown to be safe and to provide real advantages for patients. To do this, a series of issues, including safe methods for closure of the gastric incision and the avoidance of infections, among others, must be solved. Another critical element for the development of this new type of surgery is the creation of appropriate instrumentation, requiring input not only from medical professionals but also from engineers and industry. The present article describes the major advances made in NOTES since this technique was first described and analy-

Correspondencia: Dra. S. Delgado Rivilla.
Servicio de Cirugía Gastrointestinal. Hospital Clínic. CIBERehd.
Villarroel, 170. 08036 Barcelona. España.
Correo electrónico: sdelgado@clinic.ub.es

Recibido el 24-12-2007; aceptado para su publicación el 7-1-2008.

zes the risks and potential benefits associated with this novel procedure.

INTRODUCCIÓN

Uno de los avances más relevantes que han ocurrido en las últimas décadas en el campo de la cirugía ha sido, sin duda alguna, la introducción de la cirugía laparoscópica y con ella el concepto de cirugía mínimamente invasiva. Esta técnica quirúrgica ha ganado aceptación al demostrar que es una alternativa segura y menos invasiva que la cirugía convencional. La «revolución» laparoscópica ha introducido tres nuevas y radicales ideas en la cirugía general: *a)* el tamaño de la incisión realmente importa en la recuperación del paciente; *b)* la cirugía moderna es el trabajo conjunto de un grupo multidisciplinario, y *c)* la tecnología desempeña un papel importante en la potenciación de la capacidad del cirujano^{1,2}.

Las técnicas de cirugía mínimamente invasiva han ido evolucionando durante más de 100 años, desde que en 1901 el cirujano alemán Georg Kelling realizara la primera laparoscopia experimental³. Sin embargo, los primeros estudios no obtuvieron el apoyo de la comunidad médica del momento y no fue hasta la década de los treinta cuando los avances técnicos en laparoscopios, lentes y técnicas de insuflación llevaron a la amplia aceptación de la técnica para propósitos diagnósticos y unas pocas aplicaciones terapéuticas ginecológicas básicas. Finalmente, en 1987 el ginecólogo francés Mouret⁴ realizó la que para muchos se considera la primera colecistectomía laparoscópica. Desde ese momento, el interés por la técnica laparoscópica se extendió rápidamente y modificó de manera radical la forma en que los cirujanos generales consideraban la cirugía.

Paralelamente, en el campo de la endoscopia digestiva, el desarrollo de herramientas cada vez más sofisticadas ha permitido a los gastroenterólogos extirpar lesiones más grandes y más profundas, incluso por debajo de la capa mucosa de la pared del tubo digestivo. La ultrasonografía endoscópica y la colangiopancreatografía retrógrada endoscópica han permitido visualizar e incluso introducir agujas y prótesis más allá de la pared del tubo digestivo. E incluso se han realizado técnicas combinadas endoscopia-laparoscopia para acceder al interior de la luz del tubo digestivo⁵.

La cirugía endoscópica transluminal a través de orificios naturales, más conocida por sus siglas inglesas NOTES (*natural orifice transluminal endoscopic surgery*), es la fusión lógica de estos conceptos, debido a que es una técnica poco invasiva, se lleva a cabo necesariamente en equipo y utiliza la tecnología de manera intensiva. Mediante la combinación de los dos abordajes convencionales de la cirugía guiada mediante imagen (la endoscopia flexible y la laparoscopia), la NOTES tiene el potencial de incrementar el espectro de actuación de estos abordajes, con el consiguiente potencial beneficio para los pacientes. Al eliminar las incisiones abdominales, la NOTES pretende evitar las complicaciones asociadas a la cirugía tradicional y laparoscópica (dolor en la pared abdominal, infección de la herida, hernias, adhesiones...).

Actualmente, la NOTES está generando un gran interés y una investigación exhaustiva por parte de los cirujanos, los endoscopistas y la industria de dispositivos médicos, que están trabajando en equipo en el desarrollo de nuevos instrumentos, así como en el diseño de los procedimientos y en la evaluación de los efectos que este nuevo abordaje puede tener en los pacientes.

Desde los primeros estudios publicados en animales⁶⁻¹⁴, ya se han realizado algunos procedimientos NOTES en humanos¹⁵⁻¹⁷ y esto ha motivado la necesidad de crear grupos de estudio. Así pues, esta nueva cirugía está liderada por dos grupos multidisciplinarios. El primero es el grupo americano denominado NOSCART (Natural Orifice Surgery Consortium for Assessment and Research), que reúne a cirujanos y gastroenterólogos. NOSCART es el resultado del esfuerzo de dos sociedades: American Society for Gastrointestinal Endoscopy (ASGE) y Society for American Gastrointestinal Endoscopic Surgeons (SAGES)¹⁸. El segundo grupo es el europeo denominado EURONOTES que reúne a dos sociedades: la European Association for Endoscopic Surgery (EAES) y la European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE).

ESTUDIOS PUBLICADOS

El concepto básico de NOTES fue descrito por primera vez en 1994 por Wilk¹⁹, aunque previamente la Cleveland Clinic ya había realizado procedimientos híbridos laparoscópicos con recuperación transluminal de órganos (datos no publicados). Otros procedimientos híbridos transvaginales también habían sido efectuados previamente, incluida una colecistectomía transvaginal en 2003²⁰.

La primera exploración peritoneal transgástrica verdaderamente NOTES fue realizada en 2004 por Kalloo et al²¹, en un modelo porcino. En ese estudio, los autores realizaron varias biopsias hepáticas por vía transgástrica. En 2005, ese mismo grupo realizó el primer procedimiento terapéutico transgástrico, una ligadura tubárica. Posteriormente, Swain et al²² publicaron los resultados de su trabajo, que consistía en una colecistectomía transgástrica en estudios sin supervivencia en animales de experimentación. Además, Wagh et al⁹ demostraron que el examen endoscópico detallado y sistemático de la cavidad era posible por vía transgástrica. Esos autores publicaron también el primer estudio de supervivencia tras la resección de un órgano. Desde entonces, varios procedimientos quirúrgicos (colecistectomías, colecistogastroanastomosis, nefrectomías, histerectomías parciales, esplenectomías, gastroenteroanastomosis) se han realizado utilizando el acceso endoscópico, todo ello en animales de experimentación.

En abril de 2007, el grupo de Marescaux¹⁶ publicó la primera cirugía NOTES en humanos. Esos autores realizaron una colecistectomía por vía transvaginal, lo que denominaron «Operación Anubis». Previamente, Rao y Reddy habían efectuado apendicectomías transgástricas en 18 pacientes en Hyderabad (India); no obstante, el manuscrito completo del estudio aún no ha sido publicado.

En la actualidad, en el ser humano, se han realizado al menos 6 colecistectomías en Estados Unidos (Swanstrom,

Bessler) y otras tantas en Europa (Marescaux, Corcione, Lacy, Noguera) por el procedimiento NOTES. Sin embargo, todos los procedimientos realizados en humanos han sido híbridos o combinados (endoscopia y laparoscopia), y la mayoría han utilizado la vía transvaginal. En todas las colecistectomías se han usado laparoscopios de control y pinzas de laparoscopia para retraer la vesícula biliar. La razón es puramente técnica y sólo se podrá realizar un procedimiento NOTES puro con la llegada de nuevos instrumentos que todavía están en fase de prototipo o por diseñar.

VENTAJAS DE LA CIRUGÍA NOTES

Todas las premisas de la cirugía transluminal se basan en sus potenciales ventajas, asociadas con un acceso a la cavidad peritoneal sin cicatrices. Sin embargo, hasta ahora no se han publicado estudios que demuestren la existencia de estas ventajas. Los estudios necesarios para demostrar la eficacia de NOTES en la prevención de la eventración, las adherencias y el dolor de la pared abdominal podrían requerir años de seguimiento.

Hasta que las dudas acerca de las ventajas de la NOTES no se resuelvan, los beneficios potenciales de la cirugía transluminal seguirán siendo teóricos y sin bases científicas. Sin embargo, la experiencia que tenemos con la cirugía laparoscópica podría ser trasladada a la NOTES. La cirugía laparoscópica ha demostrado en innumerables estudios publicados que tiene una menor morbilidad respecto a la cirugía convencional, todo ello en relación con la menor agresión quirúrgica que conlleva²³. Algunos estudios publicados demuestran que posiblemente el factor más importante que contribuye a la menor agresión es el tamaño de la incisión y, por tanto, ésta sería la base de las potenciales ventajas que ofrecería la cirugía NOTES: la ausencia de incisiones²⁴.

Las consecuencias inmunológicas de NOTES también parecen ser favorables para el paciente. Un reciente estudio experimental ha mostrado unos valores más bajos de factor de necrosis tumoral alfa (TNF α) tras la realización de peritoneoscopia por NOTES, comparada con la exploración abdominal con laparoscopia y laparotomía. Por tanto, NOTES puede preservar la función inmune postoperatoria y mejorar los resultados infecciosos y oncológicos²⁵. Así, algunos de los potenciales beneficios de la cirugía NOTES son los siguientes:

1. Ausencia de incisiones en la pared abdominal.
2. Reducción del dolor postoperatorio.
3. Posibilidad de utilizar un tipo de anestesia diferente de la general, ya que al no realizar incisiones en la pared abdominal, los requerimientos para analgesia podrían ser satisfechos con una sedación profunda²⁶.
4. Disminución de complicaciones relacionadas con las heridas (infección, hernias, implantes metastásicos...).
5. Posibilidad de realizar este tipo de cirugía como cirugía ambulatoria.
6. Rápida recuperación postoperatoria, disminución del íleo postoperatorio.

7. Mejor resultado estético, ausencia de cicatrices abdominales.

8. Disminución de la formación de adherencias y, por tanto, reducción de la incidencia de oclusión postoperatoria y simplificación de futuras intervenciones abdominales.

9. Los procedimientos NOTES pueden realizarse sin instrumentos estériles, sólo con instrumental sometido a un alto nivel de desinfección. Esto hace que la NOTES sea un procedimiento atractivo para ambientes austeros, como en los países subdesarrollados, donde no se dispone de una correcta esterilización²⁶.

Sin embargo, y a pesar de todas las ventajas que a priori ofrece la cirugía NOTES, y como en cualquier procedimiento quirúrgico, algunas complicaciones son inevitables. Pero, dados los excelentes resultados de la cirugía laparoscópica, el umbral de tolerancia para las complicaciones ocasionadas por los procedimientos NOTES debería ser muy baja o nula, antes de que éstos se empleen en humanos.

LIMITACIONES DE LA CIRUGÍA NOTES

Los dispositivos endoscópicos usados actualmente para la NOTES están diseñados para el uso intraluminal (p. ej., biopsia, polipectomía, hemostasia, etc.). La disposición en línea de los instrumentos endoscópicos limita la movilidad de éstos e impide que estas herramientas puedan emplearse para la resección de órganos, retracción de tejidos o aposición, sutura u otros procedimientos quirúrgicos. El hecho de no disponer de instrumentos adecuados imposibilita poder realizar una disección metódica con NOTES. Además, las necesidades básicas para la cirugía mínimamente invasiva, como la triangulación, no pueden cubrirse con los endoscopios terapéuticos estándares²⁶.

La falta de instrumentos apropiados ha llevado a un aumento en la colaboración entre los cirujanos, los gastroenterólogos y los expertos de la industria para el desarrollo de herramientas específicamente diseñadas para la cirugía transluminal. El instrumental para NOTES debería evaluar temas de triangulación, retracción tisular, aposición y otros^{2,27}.

Otro de los inconvenientes de la cirugía NOTES es que es necesario perforar una víscera de forma intencionada, con lo cual contradecemos un dogma quirúrgico establecido hace décadas. Con esto el paciente puede ser susceptible a unas hipotéticas consecuencias infecciosas e inmunológicas que no están presentes en la cirugía laparoscópica y convencional²⁶.

Por otro lado, la flexibilidad del endoscopio impide obtener una visión estable del campo quirúrgico. Además, para poder visualizar determinados campos es necesario colocar el endoscopio en retroflexión y, por tanto, la imagen endoscópica puede ser invertida, o «en espejo», lo que complica la cirugía²⁶.

Otra de las limitaciones actuales de la NOTES es la necesidad de un aprendizaje específico de la técnica. Los gas-

troenterólogos son médicos clínicos especializados, y la endoscopia transluminal es una técnica quirúrgica. Aunque el entrenamiento de los gastroenterólogos les permite realizar la endoscopia tradicional con seguridad, el mismo entrenamiento no abarca la cirugía transluminal. La habilidad para manejar adecuadamente las complicaciones intraabdominales con riesgo vital, como hemorragia, la perforación o la lesión de órganos, pertenece al dominio de la cirugía. De la misma manera, la mayoría de los programas de formación quirúrgica no dota a los cirujanos de las destrezas endoscópicas necesarias para realizar procedimientos estándares si la técnica de NOTES se realiza en seres humanos. Por tanto, la estructura del programa de formación en gastroenterología y cirugía debería modificarse. La introducción de un grado avanzado de entrenamiento en NOTES será probablemente necesaria. Por tanto, antes de la incorporación de NOTES como procedimiento estándar, será necesario una modificación de los programas de formación, para rectificar las deficiencias que se detectan en la actualidad.

TÉCNICA QUIRÚRGICA

Como hemos comentado previamente, la técnica de NOTES se basa en la introducción de un endoscopio flexible a través de uno de los orificios naturales del organismo (la boca, el ano, la vagina o la uretra), la perforación de una víscera (el estómago, esófago para la exploración del mediastino, el recto, la vagina o la vejiga urinaria, respectivamente), el acceso a la cavidad peritoneal y la realización de la cirugía abdominal utilizando la visión endoscópica.

Para la cirugía transgástrica se utiliza un endoscopio estándar que es introducido a través de la boca hasta el estómago. Una vez en el interior del estómago, se realiza una pequeña gastrotomía en la cara anterior del antro-cuerpo gástrico, utilizando una aguja endoscópica. Se introduce una guía a través de la gastrotomía y se procede a su dilatación utilizando un balón de dilatación endoscópico, con el fin de obtener un diámetro suficiente para pasar el endoscopio. En los procedimientos transcolónicos y transvesicales los métodos utilizados para acceder a la cavidad peritoneal son similares.

Al acceder al estómago, y antes de realizar la perforación, se debe realizar una limpieza de la cavidad gástrica, con el objetivo de reducir en lo posible la contaminación intraabdominal. Es aconsejable aspirar el contenido gástrico residual y proceder al lavado primero con agua, para remover todas las partículas, y posteriormente con una suspensión de antibiótico. En los primeros casos, Kalloo et al²⁰ usaron neomicina y polimixina B para el lavado gástrico. Otros autores han usado cefazolina con buenos resultados^{8,10}. Aunque el beneficio clínico de reducir la carga bacteriana con el lavado antibiótico no ha sido estudiado o cuantificado, intuitivamente, este paso parece lógico para mantener la esterilidad en la cavidad peritoneal.

Para los procedimientos transcolónicos la preparación consiste en la administración de lavado anterógrado antes

de la cirugía o lavado intraoperatorio mediante la aplicación de 2 enemas de agua estéril, seguidos de la extracción de las heces residuales con asas, lavado agresivo y aspirado. Posteriormente, se administra una suspensión de cefazolina en el colon distal y el recto. El colon distal, el recto y el ano son preparados interna y externamente con povidona yodada.

En los procedimientos transvaginales, se procederá al lavado de la cavidad vaginal con povidona yodada y posteriormente con una solución y antibióticos.

Una vez preparado el interior de la víscera hueca, se utiliza un endoscopio terapéutico, con dos canales de trabajo, el cual se introduce a través de un sobretubo para limitar su contaminación con la flora microbiana oral o cólica. En la vía transvaginal se introducirá el endoscopio a través de una colpótomía, y cuando se utilice esta vía no es necesaria la exploración previa con endoscopio estándar.

Se han descrito varias técnicas de gastrotomía, pero la pared anterior del estómago es la ubicación más común para la incisión. Habitualmente se utiliza una aguja cortante (*needle-knife*) para iniciar la incisión en la pared gástrica, que se puede ampliar con diversos instrumentos, incluida la misma aguja cortante, el bisturí de punta aislada (*insulation-tipped knife*), el esfinterotomo o el balón dilatador. También se ha descrito una técnica de gastrotomía endoscópica percutánea (PEG) para prevenir el daño sobre las estructuras adyacentes.

A través de la gastrotomía, el gastroscopio terapéutico se avanza dentro de la cavidad peritoneal, lo que permite realizar varios procedimientos quirúrgicos con los accesorios endoscópicos estándares (p. ej., pinzas de biopsia para la extracción de cuerpos extraños, asas de polipectomía, lazos hemostáticos o endoclips). Como hemos comentado, ésta es una de las limitaciones más importantes que encontramos actualmente, ya que con estos instrumentos no pueden realizarse maniobras de tracción o de coagulación y corte con la precisión necesaria en una técnica quirúrgica.

Una vez completado el procedimiento quirúrgico, el endoscopio terapéutico se retira de la cavidad abdominal. En este momento se deja alojado en la cavidad gástrica y debe procederse al cierre de la incisión gástrica con clips o prototipos de sutura. Aunque se han utilizado diferentes prototipos muy prometedores^{28,29}, ninguno de ellos ha demostrado ser superior a los otros.

PREGUNTAS POR RESOLVER

Actualmente se están realizando numerosos esfuerzos para dar respuesta a todos los problemas que plantea esta nueva cirugía y desarrollar nuevas tecnologías que permitan avanzar a la NOTES con éxito. En julio de 2005 el grupo de trabajo NOSCAR elaboró un manuscrito, denominado «White paper», que pretende ser una guía para el desarrollo responsable de esta nueva tecnología¹⁸. En este documento se recogen las potenciales barreras para trasladar la NOTES a la práctica clínica. Las más importantes son:

Lugar de acceso peritoneal

El acceso endoscópico transgástrico permite obtener excelentes vistas de la cavidad peritoneal y de los órganos abdominopélvicos (figs. 1 y 2). Sin embargo, la visualización de los órganos del abdomen superior, como el hígado y la vesícula, es limitada y se requiere una retroflexión para cualquier operación sobre éstos. Contrariamente, el acceso transcolónico brinda muy buena visualización del abdomen superior sin la necesidad de retroflexión, pero no así para las estructuras pélvicas. Estas diferencias demuestran que no todos los accesos son iguales y que la

elección de uno u otro debe realizarse en función del órgano intraperitoneal que deseamos abordar.

Otros posibles sitios de acceso para los procedimientos en el abdomen superior son la vía transvaginal y la transvesical, ya que podrían ser más seguras desde el punto de vista infeccioso, o brindar un mejor acceso a distintas estructuras.

Los riesgos potenciales y los beneficios de estos diferentes sitios de acceso deben ser cuidadosamente evaluados.

Cierre del sitio de acceso

El cierre de la incisión en la víscera hueca es la parte más crucial de la cirugía transluminal²⁸. La necesidad de asegurar un correcto cierre de la pared, para evitar la fuga de contenido intestinal a la cavidad abdominal y las consecuentes complicaciones sépticas postoperatorias, ha estimulado el desarrollo de nuevas técnicas endoscópicas y nuevos instrumentos.

Los trabajos iniciales de laboratorio realizaban una oclusión sin cierre de la viscerotomía usando una PEG, aunque los resultados obtenidos desestimaron esta opción³⁰. Los endoclips son los accesorios más comúnmente usados para el cierre de la gastrotomía; no obstante, están primariamente diseñados para la hemostasia y no son apropiados para aproximar los bordes de la gastrotomía para el cierre de la incisión. Para dar solución a este problema, se han desarrollado varios prototipos, como un nuevo dispositivo endoscópico para incisión y cierre (The Stringer Device, LSI Solutions, Victor, NY)²⁸, una endograpadora lineal adaptada a la punta del endoscopio (Natural Orifice Linear Cutter [NOLC60], Powel Medical Interventions)³¹, un sistema de transporte con 3 canales de trabajo basado en la tecnología ShapelLock (USGI Medical, Inc., San Clemente, CA) (figs. 3 y 4)²⁷, el EndoCinch (Bard, Murray Hill, NJ), una aguja enhebrada y método de cierre³² y el Eagle Claw (Olympus America, Inc., Center Valley, PA)²⁹. Sin embargo, ninguno de ellos han demostrado ser técnicas totalmente seguras en el cierre de la gastrotomía, y aún están en fase de desarrollo.

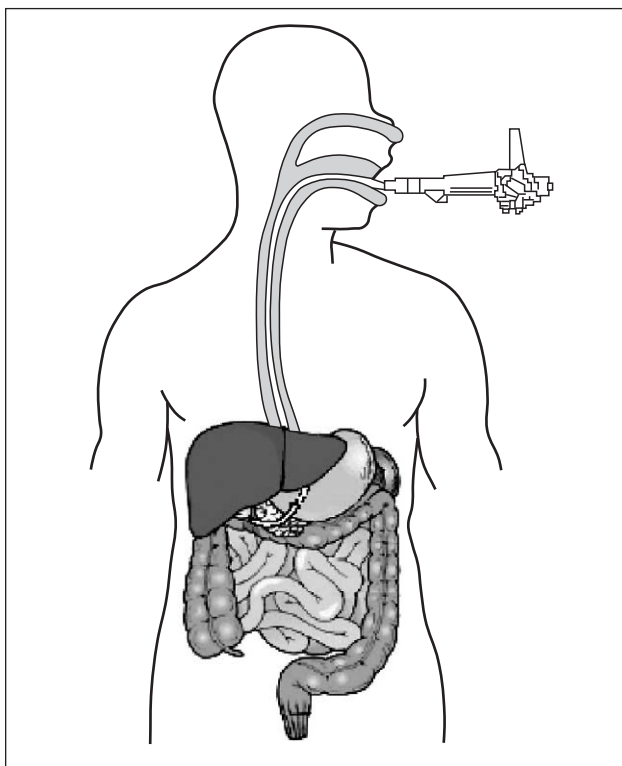


Fig. 1. Acceso transgástrico.

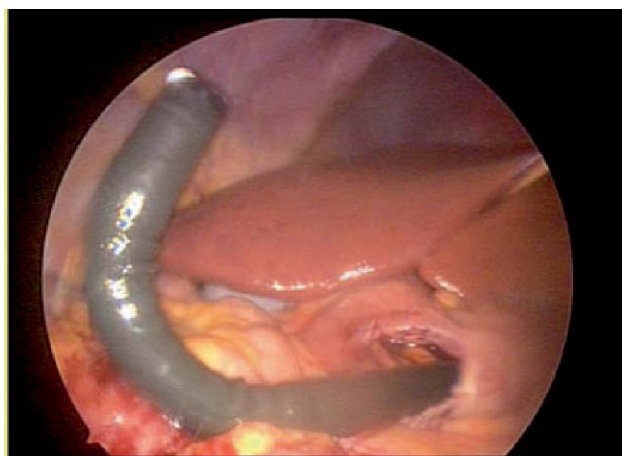


Fig. 2. Visión de la cavidad peritoneal a través de un acceso transgástrico.

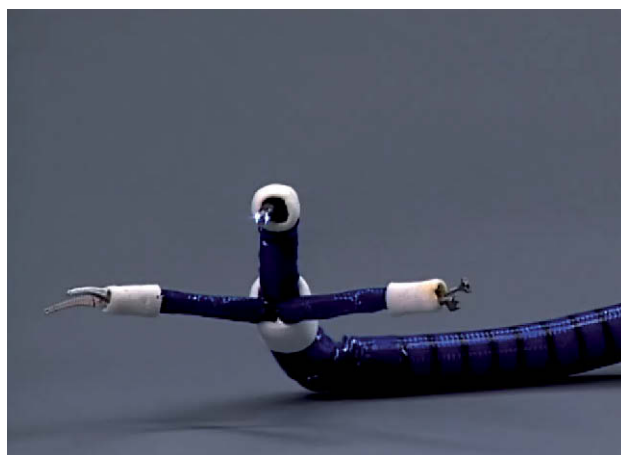


Fig. 3. Prototipo de endoscopio de 3 canales.

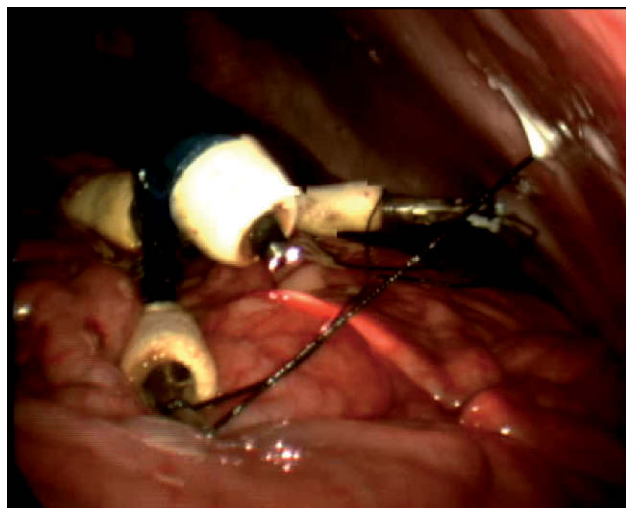


Fig. 4. Prototipo de endoscopio de 3 canales.

EL grupo de Ohio ha realizado un cierre de las gastrotomías con un *plug* de material reabsorbible, similar al empleado en la reparación de hernias inguinales. Este sistema elimina la necesidad de la manipulación tisular y simplifica el proceso del cierre de la viscerotomía³³.

Insuflación peritoneal

La cirugía transluminal, al igual que la cirugía laparoscópica, requiere la realización de neumoperitoneo para crear un espacio de trabajo. La insuflación peritoneal adecuada es esencial para la visualización endoscópica y el posterior tratamiento quirúrgico.

La mayoría de los trabajos publicados han usado aire ambiente, bombeado por el procesador endoscópico, para la insuflación peritoneal. Swannstrom et al²⁷ describieron el uso del insuflador laparoscópico con dióxido de carbono. El dióxido de carbono es el agente preferido para la insuflación peritoneal en la cirugía laparoscópica: no es inflamable y se absorbe rápidamente, por lo que causa menos distensión abdominal que el aire ambiente. Además, los insufladores de dióxido de carbono tienen filtros que aseguran la esterilidad del gas insuflado, a diferencia de los procesadores endoscópicos. Varios grupos están investigando activamente qué gas usar para la insuflación peritoneal.

No menos importante es el control de la presión intraperitoneal, ya que unas cifras superiores a 15 mmHg pueden impedir el retorno venoso. Por tanto, es imprescindible el registro de la presión intraperitoneal cuando la técnica se aplique en humanos. Muy recientemente, se ha descrito un nuevo dispositivo para la medición de ésta que tiene una válvula de control para la regulación de la presión³⁴.

Algunos grupos proponen la realización previa del neumoperitoneo, mediante una punción de la pared abdominal con una aguja de Veress, con el fin de facilitar la punción gástrica y la entrada a la cavidad peritoneal, disminuyendo el riesgo de lesión de órganos adyacentes²⁹.

Un estudio publicado recientemente por el grupo de Kallou et al³⁵ ha demostrado una buena correlación de la presión intraabdominal, utilizando tres métodos diferentes para realizar y mantener el neumoperitoneo: la punción con aguja de Veress, el canal de biopsia del endoscopio flexible y un trócar de 5 mm colocado en la pared abdominal. Aunque el uso de la insuflación a través del endoscopio puede causar una mayor variación en la presión intraabdominal, aumentando el riesgo de afectación hemodinámica y respiratoria en comparación con la utilización de un insuflador laparoscópico estándar.

Indicaciones

Además de los aspectos técnicos, hay otras consideraciones que deben tenerse en cuenta antes de plantearse la realización de NOTES en humanos. Deben establecerse las indicaciones y, más importante aún, las contraindicaciones de esta técnica, y deben desarrollarse unas guías de actuación basadas en la evidencia para asegurar el uso responsable de una tecnología que, por su novedad, aún no dispone de suficiente experiencia.

Uno de los mayores impulsos para el desarrollo de NOTES son los propios pacientes. Los resultados de una reciente encuesta presentada en el Congreso de la SAGES, y realizada a 192 pacientes colecistectomizados, recogieron que el 56% de los pacientes encuestados escogerían NOTES en vez de la laparoscopia, incluso aceptando una mayor tasa de complicaciones.

CONCLUSIONES

El entusiasmo inicial por la NOTES debe estar respaldado por la evaluación científica de esta nueva técnica y es demasiado temprano para determinar cuáles serán las aplicaciones definitivas de NOTES. El grupo NOSCAR ha intentado controlar de forma racional el desarrollo de esta nueva técnica, para evitar así los problemas con los que se enfrentó la cirugía laparoscópica en su «infancia». En este caso, la adopción rápida y prematura de nuevas técnicas por profesionales sin una suficiente curva de aprendizaje conllevó la aparición de complicaciones que podrían haberse evitado. NOSCAR y EURO-NOTES han resaltado la necesidad de establecer protocolos aprobados por los comités de ética de cada institución, registros de pacientes y, uno de los puntos primordiales, la estrecha colaboración entre los diferentes especialistas.

Estamos siendo testigos de la evolución de la cirugía más allá de los abordajes endoscópico flexible y laparoscópico actuales, y la tecnología NOTES puede ser el siguiente paso lógico de la cirugía mínimamente invasiva. El desarrollo de instrumentos seguros, eficaces y económicamente rentables es un aspecto esencial que hay que solucionar para introducir esta tecnología en la práctica clínica. En cualquier caso, e independientemente de que la NOTES consiga o no imponerse como una alternativa a la cirugía laparoscópica, habrá servido para impulsar el desarrollo de nuevos instrumentos

tecnológicamente muy avanzados que facilitarán en gran medida el trabajo de cirujanos y endoscopistas.

BIBLIOGRAFÍA

- Giday SA, Kantsevov SV, Kalloo AN. Current status of natural orifice transluminal surgery. *Gastrointest Endosc Clin North Am.* 2007;17:595-604.
- Swanstrom LL, Whiteford M, Khajanchee Y. Developing essential tools to enable transgastric surgery. *Surg Endosc.* 2007;56:456-60.
- Stellato TA. History of laparoscopic surgery. *Surg Clin North Am.* 1992;72:997-1002.
- Mouret P. From the first laparoscopic cholecystectomy to the frontiers of laparoscopic surgery: the future perspectives. *Dig Surg.* 1991;8:1124-254.
- Peters M. Laparoscopic transgastric endoscopic retrograde cholangiopancreatography for benign common bile duct stricture after Roux-en-Y gastric bypass. *Surg Endosc.* 2000;16:1106.
- Jagannath SB. Peroral transgastric endoscopic ligation of fallopian tubes with long-term survival in a porcine model. *Gastrointest Endosc.* 2005;61:449-53.
- Kantsevov SV, Hu B. Endoscopic gastrojejunostomy with survival in a porcine model. *Gastrointest Endosc.* 2005;62:287-92.
- Park PO, Bergstrom M, Ikeda K, et al. Experimental studies of transgastric gallbladder surgery: cholecystectomy and cholecystogastric anastomosis. *Gastrointest Endosc.* 2005;61:601-6.
- Wagh MS. Endoscopic transgastric abdominal exploration and organ resection: initial experience in a porcine model. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2005;3:892-6.
- Wagh MS. Survival studies after endoscopic transgastric oophorectomy and tubectomy in a porcine model. *Gastrointest Endosc.* 2006;63:473-8.
- Merrifield BF. Peroral transgastric organ resection: a feasibility study in pigs. *Gastrointest Endosc.* 2006;63:693-7.
- Pai RD, Fong DG, Bundga ME, et al. Transcolonic endoscopic cholecystectomy: a NOTES survival study in a porcine model. *Gastrointest Endosc.* 2006;64:428-34.
- Fong DG, Pai RD, Thompson CC. Transcolonic endoscopic abdominal exploration: a NOTES survival study in a porcine model. *Gastrointest Endosc.* 2007;65:312-8.
- Fong DG, Pai RD, Thompson CC. Transcolonic hepatic wedge resection in a porcine model [abstract]. *Gastrointest Endosc.* 2006;63:102AB.
- Kaloo AN, Singh VK, Jagannath SB, et al. Flexible transgastric peritoneoscopy: a novel approach to diagnostic and therapeutic interventions in the peritoneal cavity. *Gastrointest Endosc.* 2004;60:114-7.
- Marescaux J, Dallemagne B, Perretta S, et al. Surgery without scars: report of transluminal cholecystectomy in a human being. *Arch Surg.* 2007;142:823-6.
- Branco AW, Filho AJ, Kondo W, et al. Hybrid transvaginal nephrectomy. *Eur Urol.* 2007;178:2648-54.
- ASGE/SAGES Working Group on Natural Orifice Transluminal Endoscopic Surgery White Paper 2005 *Gastrointest Endosc.* 2006;63:199-203.
- Wilk PJ. Method for use in intra-abdominal surgery. US Patent. 1994;5:297-536.
- Tsin DA. Culdolaparoscopic cholecystectomy during vaginal hysterectomy. *J Soc Laparoendosc Surg.* 2003;7:171-2.
- Kaloo AN, Singh VK, Jagannath SB, et al. Flexible transgastric peritoneoscopy: a novel approach to diagnostic and therapeutic interventions in the peritoneal cavity. *Gastrointest Endosc.* 2004;60:114-7.
- Park PO. Experimental studies of transgastric gallbladder surgery: cholecystectomy and cholecystogastric anastomosis. *Gastrointest Endosc.* 2005;61:601-6.
- Delgado S, Lacy AM, García Valdecasas JC, et al. Dis Colon Rectum. 2001;44:638-46.
- Belizon A, Balik E, Feingold DL, et al. Major abdominal surgery increases plasma levels of vascular endothelial growth factor: open more so than minimally invasive methods. *Ann Surg.* 2006;244:792-8.
- McGee M, Marks J, Onders R, et al. Infectious complications of natural orifice transluminal endoscopic surgery with percutaneous endoscopic gastrostomy tube closure: a quantitative bacteriologic study in the porcine model. *Surg Endosc.* 2007;21 Suppl:333.
- Pearl JP, Ponsky JL. Natural orifice transluminal endoscopic surgery: a critical review. *J Gastrointest Surg.* 2007;12:1293-1300.
- Swanstrom LL, Kozarek R, Pasricha PJ. Development of a new access device for transgastric surgery. *J Gastrointest Surg.* 2005;9:1129-36.
- Fong DG. Transcolonic access to the peritoneal cavity using a novel incision and closure device [abstract]. *Gastrointest Endosc.* 2006;63:233AB.
- Hu B. Endoscopic suturing without extracorporeal knots: a laboratory study. *Gastrointest Endosc.* 2005;62:230-3.
- McGee MF, Rosen MJ, Marks J, et al. A primer on natural orifice transluminal endoscopic surgery: building a new paradigm. *Surg Innov.* 2006;13:86-93.
- Magno P, Giday SA, Dray X, et al. A new stapler-based full-thickness transgastric access closure: results from an animal pilot trial. *Endoscopy.* 2007;39:876-80.
- Park PO. Measurements of intraperitoneal pressure during flexible transgastric surgery and the development of a feed-back control valve for regulating pressure [abstract]. *Gastrointest Endosc.* 2006;63:101AB.
- Cios TJ, Reavis KM, Renton DR, Hazey JW, Mikami DJ, Allemand MT, et al. Successful closure of gastrotomy using bioabsorbable plugs in a canine model. *Surg Endosc.* 2007;2007 Suppl 1:333.
- Ko CW, Shin EJ, Buscaglia JM, et al. Preliminary pneumoperitoneum facilitates transgastric access into the peritoneal cavity for natural orifice transluminal endoscopic surgery: a pilot study in a live porcine model. *Endoscopy.* 2007;39:849-53.
- Meireles O, Kantsevov SV, Kalloo AN, et al. Comparison of intraabdominal pressurizers using the gastroscope and laparoscope for transgastric surgery. *Surg Endosc.* 2007;21:998-1001.