



CIRUGÍA ESPAÑOLA

www.elsevier.es/cirugia



Innovación en técnica quirúrgica

Separación del sistema de imagen del dispositivo de cirugía laparoendoscópica de puerto único en cirugía endoscópica uniportal: proyecto ZEUS



Andrés Arroyo Tristán

Servicio de Cirugía de Tórax, Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca, Murcia, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 8 de junio de 2021

Aceptado el 10 de julio de 2021

On-line el 4 de septiembre de 2021

Palabras clave:

Uniportal

LESS

Microcámara

Endoscópica

PTZ

ZEUS

RESUMEN

El uso de un endoscopio de tubo rígido (RTE) a través de un dispositivo de cirugía laparoendoscópica de puerto único durante la cirugía endoscópica uniportal (EUS) está directamente relacionado con el efecto fulcro y la competencia física (entre cirujanos y a través del puerto).

En un intento de separar el sistema de imagen del dispositivo cirugía laparoendoscópica de puerto único, se describe un proyecto escalonado (3 modelos) para ayudar a superar estos inconvenientes. ZEUS1, un nuevo dispositivo de sistema de imagen sin RTE para EUS, fue probado con éxito en cirugía EUS en un modelo porcino. Aún en investigación, ZEUS2 se convierte en una estructura cableada que sirve de base a una microcámara endoscópica intracavitaria con funciones de giro, inclinación y zoom. ZEUS3 contempla el aro interno del protector de herida quirúrgica como una corona de microcámaras. Son necesarios nuevos estudios para materializar los modelos ZEUS2 y ZEUS3 y confirmar su eficacia y seguridad.

© 2021 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Splitting the imaging system from the laparoendoscopic single site surgery device in endoscopic uniportal surgery: ZEUS project

ABSTRACT

The use of a rigid tube endoscope (RTE) through a laparoendoscopic single site surgery device for intracavitary visualization during endoscopic uniportal surgery (EUS) is directly related to the fulcrum effect and physical competition (externally between surgeons and on instrumentation through the single port). These facts may have precluded a wider spread of EUS. In an attempt to separate the imaging system from the laparoendoscopic single site surgery device, a tiered project (3 models) that can help overcome these drawbacks is detailed. ZEUS1, a new non-RTE imaging system device for EUS was successfully tested in EUS surgery in a pig model. Still under investigation, ZEUS2 becomes a wired structure that serves as the basis for an endoscopic microcamera with intracavitary pan-tilt-zoom functions. ZEUS3 uses the inner ring of the surgical wound protector as a microchamber crown.

Keywords:

Uniportal

LESS

Endoscopic

Microcamera

PTZ

ZEUS

Correo electrónico: aatristan@hotmail.com

<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2021.07.005>

0009-739X/© 2021 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Further studies are needed to materialize the ZEUS2 and ZEUS3 models and confirm their efficacy and safety.

© 2021 AEC. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

En la actualidad, la cirugía endoscópica multipuerto (EMS) es el abordaje quirúrgico mínimamente invasivo estándar para la mayoría de los procedimientos quirúrgicos, para lo que es necesaria la insuflación previa de gas en la mayoría de ellos. Desarrollada bajo este concepto, la cirugía endoscópica uniportal (EUS), a diferencia de la EMS, emplea un solo puerto quirúrgico. La EUS se emplea en intervenciones quirúrgicas en la cavidad abdominal (cirugía laparoscópica de incisión única [SILS]) y en la cavidad torácica (cirugía torácica uniportal videoasistida [VATS uniportal] y HeartPort)¹⁻⁶. Del mismo modo, la robótica ha innovado en EUS⁷.

Varios artículos comparativos entre EMS/EUS y cirugía abierta han reportado beneficios, complicaciones y comorbilidades en relación con la recuperación postoperatoria precoz, dolor o estancia hospitalaria^{2,8-13}.

EUS utiliza un dispositivo (dispositivo de cirugía endoscópica de un solo sitio [ESSS]) que reúne varios puertos quirúrgicos en un solo dispositivo. A través de una única incisión en la piel, con un dispositivo ESSS se introduce un sistema de imagen y varios instrumentos quirúrgicos endoscópicos en una cavidad orgánica mientras se suministra y se mantiene una determinada presión de CO₂.

Hoy en día el sistema de imagen estándar para EUS emplea un endoscopio de tubo rígido (RTE) que accede a la cavidad orgánica a través de uno de estos puertos disponibles en el dispositivo ESSS. La combinación del dispositivo RTE-ESSS durante EUS condiciona 2 desventajas técnicas principales. En primer lugar, la movilidad de la videocámara ubicada en la punta intracavitaria del RTE se reduce debido a un efecto de fulcro. En segundo lugar, dado que el cirujano asistente sostiene el RTE y lo orienta hacia una anatomía objetivo común, aparece una competencia de espacio físico (externamente entre cirujanos y en la instrumentación a través del puerto único) tanto para el asistente como para el cirujano principal.

Se han publicado experiencias previas con microcámaras endoscópicas para cirugía endoscópica en el intento de separar el sistema de imagen de la instrumentación mientras se conserva la presión intracavitaria de CO₂¹⁴⁻¹⁷.

En este artículo, varias EUS fueron factibles en un estudio experimental en cerdos con un nuevo sistema de imagen intracavitaria sin RTE. *Zooming Endoscopic Uniportal Surgery* modelo 1 (ZEUS1) separa el sistema de imagen de la instrumentación y proporciona visión intracavitaria sin utilizar ningún puerto del dispositivo ESSS mientras se mantiene la presión de CO₂ intracavitaria. Se presentan también los modelos ZEUS2 y ZEUS3. Se espera que este dispositivo ayude a superar las limitaciones mencionadas anteriormente.

Técnica quirúrgica

El estudio se realizó en 3 cerdos machos grandes y blancos (25,2 ± 3,7 kg) de la instalación de animales de la universidad. Estos animales fueron sacrificados antes de la cirugía siguiendo las directrices de la Ley Europea de Protección Animal (Directiva 2010/63 UE del Parlamento Europeo). El estudio se desarrolló en el Departamento de Anatomía y Patología Comparada de la Universidad de Murcia. Antes de iniciar este estudio se obtuvo la aprobación del servicio de experimentación animal del Comité de Ética. Todos los experimentos se llevaron a cabo en octubre de 2018.

ZEUS1 separa el sistema de imagen de la instrumentación y proporciona visión intracavitaria sin utilizar ningún puerto del dispositivo ESSS mientras se mantiene la presión de CO₂ intracavitaria. Fue diseñado como un dispositivo en forma de U que se extiende entre el sistema protector de herida-ESSS y los tejidos blandos para preservar la presión intracavitaria de CO₂. Su sección hueca permite la introducción de un videofibrobroncoscopio (VFBC) a su través (fig. 1 A y B).

La rama intravitaria de ZEUS1 se introduce a través de una única incisión antes de la colocación del dispositivo ESSS. La capacidad de ZEUS1 para girar mediante manipulación y la flexibilidad del VFBC proporciona amplios ángulos de imagen hacia la anatomía objetivo (fig. 2). Se agregaron botones de contrapresión para fijación a la pared. La distancia entre ramas de ZEUS1 podría ser modificada según el espesor de los tejidos blandos.

El material actual del dispositivo modelo ZEUS1 es poliamida 12.

Para evaluar la funcionalidad del dispositivo, la cirugía se grabó simultáneamente con 4 cámaras:

- Dos de ellas intracavitarias: cámara 1: un VFBC que se asoma a través de ZEUS1; cámara 2: un RTE se encargaba de mostrar los movimientos del VFBC y ZEUS1 durante la cirugía. En ningún momento se utilizó para guiar la cirugía al cirujano principal.
- Dos de ellas extracavitarias: cámara 3: cenital en la mesa de operaciones; cámara 4: perímetro extracavitario que registra gestos quirúrgicos.

Mediante EUS implementada con ZEUS1 se completaron los procedimientos quirúrgicos de colecistectomía (fig. 3 A y B), nefrectomía (fig. 4), ooforectomía (fig. 5) y sutura intestinal (fig. 6). El VFBC utilizado (único disponible para experimentos con animales cadáver), con un diámetro de 5,5 mm, condicionó una sección de ZEUS1 de 1,2 cm de diámetro (un VFBC de 3,4 mm habría reducido este diámetro). Se observó cierta fuga del neumoperitoneo no significativa y que no dificultó la

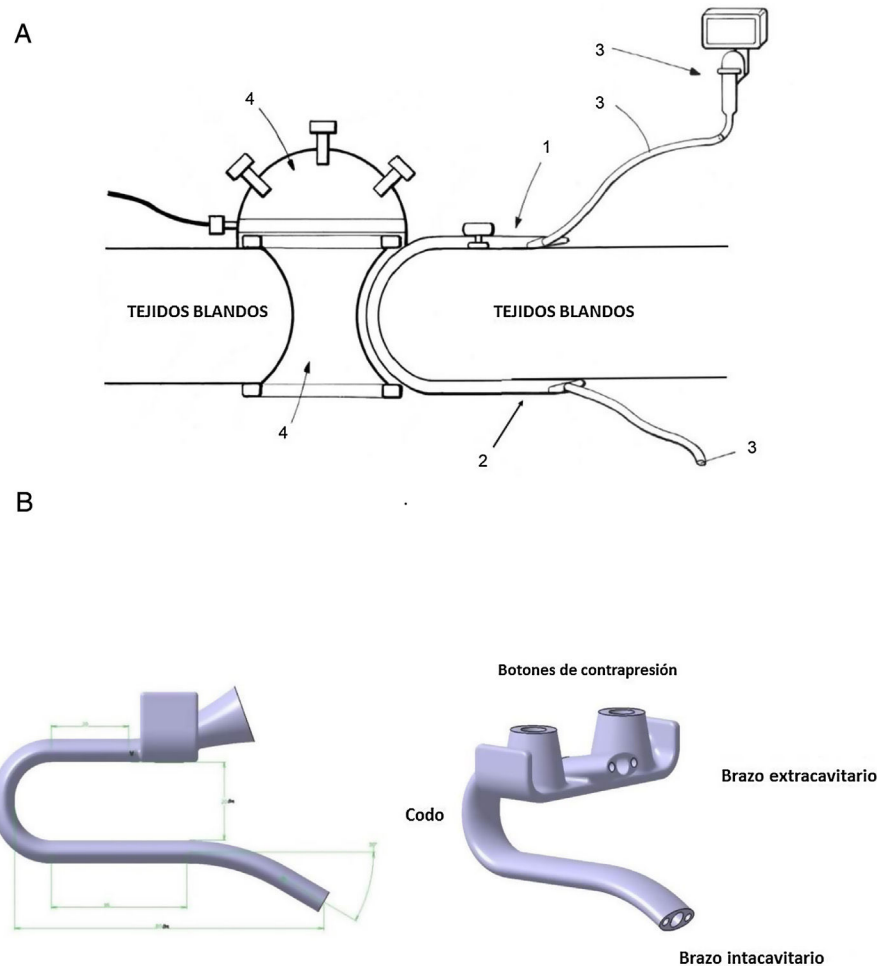


Figura 1 – A) ZEUS1: esquema. 1) Rama extracavitaria. 2) Rama intracavitaria. 3) Videofibrobroncoscopio. 4) Dispositivo LESS. B) ZEUS1: diseño.

cirugía. El rendimiento de imagen limitado del endoscopio flexible empleado (en comparación con uno rígido) no obstaculizó la cirugía.

El material empleado fue VFBC (TJF 180 Olympus Tokio, Japón), el dispositivo LESS (Gelpoint® Advanced Access Platform, Applied Medical, CA, EE. UU.), energía bipolar (Maryland LigaSure™, Medtronic, Irlanda), engrapadoras (Endo GIA™ Tri-Staple™ Vascular/Medium, Medtronic, Irlanda) y otros instrumentos endoscópicos (Endo Clinch™, Endo Shears™, Endo Retract™, trocares ópticos Versaone™, Medtronic, Irlanda).

El objetivo primario del estudio fue evaluar la calidad y los grados de exposición de la imagen conseguidos con ZEUS1. Los objetivos secundarios fueron la evaluación de la facilidad de inserción, colocación y desplazamiento pivotante de ZEUS1 durante la EUS.

En cuanto al objetivo primario, conservando los estándares, ZEUS1 ofreció algunas imágenes intracavitarias nuevas distintas a las ofrecidas en EUS con RTE (principalmente ángulos de entrada y salida durante la disección).

Se observaron algunos objetivos secundarios:

- ZEUS1 permitió la instrumentación endoscópica triple sin interferir con el sistema de imagen durante la EUS. Se utilizaron 3 trocares endoscópicos que apuntaban en diferentes direcciones mientras que el sistema de imagen fue proporcionado por ZEUS1. Se eliminó la competencia por el espacio físico externo y la del interno se redujo considerablemente.
- Al pivotar, ZEUS1 permitió el desplazamiento lateral del sistema de imagen. El taller ha demostrado que su rama interna se puede desplazar 30-45° en ambas direcciones con respecto al eje de ataque de los instrumentos quirúrgicos hacia el objetivo anatómico. El desplazamiento del dispositivo junto con la capacidad de giro del VFBC ofrece una correcta visualización del objetivo anatómico.

Discusión

La mayoría de las cirugías mayores se realizan hoy en día mediante un abordaje mínimamente invasivo (SILS, Uniportal



Figura 2 – ZEUS1 desplazamientos extra- e intracavitarios mediante manipulación externa.

VATS o HeartPort)^{1,18}. Se ha publicado literatura científica sobre sus beneficios y complicaciones^{2,8-13,19}.

Varios factores influyen en la penetración de la EUS en la comunidad quirúrgica. El hecho de que el sistema de imagen actual durante la EUS sea suministrado por un RTE, que utiliza uno de los puertos del dispositivo ESSS, determina la competencia física (externamente entre cirujanos y sobre la instrumentación a través del puerto único) y un efecto de fulcro durante la cirugía. ZEUS1 fue diseñado con la intención de separar el sistema de imagen de la instrumentación durante la EUS con un dispositivo ESSS mientras se conserva la presión intracavitaria de CO₂.

Se probó el sistema de imagen ZEUS1 en 3 animales y se completaron procedimientos de colecistectomía, nefrectomía, ooforectomía y sutura intestinal con excelente éxito técnico, prueba de viabilidad y capacidad de pivote. Sin embargo, ZEUS1 es un producto inicial de un proyecto de investigación aún en desarrollo.

El modelo ZEUS2 reduce su diámetro, ya que su sección solo contendrá cableado (para energía, luz fría, señal de vídeo o cables articulados/telescopicos) (fig. 7 A y B). El sistema de imagen es proporcionado por una microcámara de giro, inclinación y zoom (PTZ) ubicada en el extremo distal de su rama intracavitaria. Los ángulos de imagen del ZEUS2 se obtendrán, en primer lugar, mediante movimientos de pivote del dispositivo, en segundo lugar, complementados con el desplazamiento intracavitario articulado o telescópico de la rama interna y, finalmente, mediante las funciones de la microcámara PTZ (fig. 7 C). El accesorio ZEUS2 dependerá de un soporte quirúrgico articulado y la ubicación del dispositivo puede cambiar proximal o distal del cirujano principal (fig. 7 D). ZEUS2 permitirá la instrumentación endoscópica triple sin interferir con el sistema de imagen (fig. 7 E). Aunque ZEUS2 ha sido diseñado para abordar las desventajas técnicas de EUS, no exime de su uso en EMS y ofrece, igualmente, la posibilidad de reemplazar el RTE para implementar el sistema de imagen

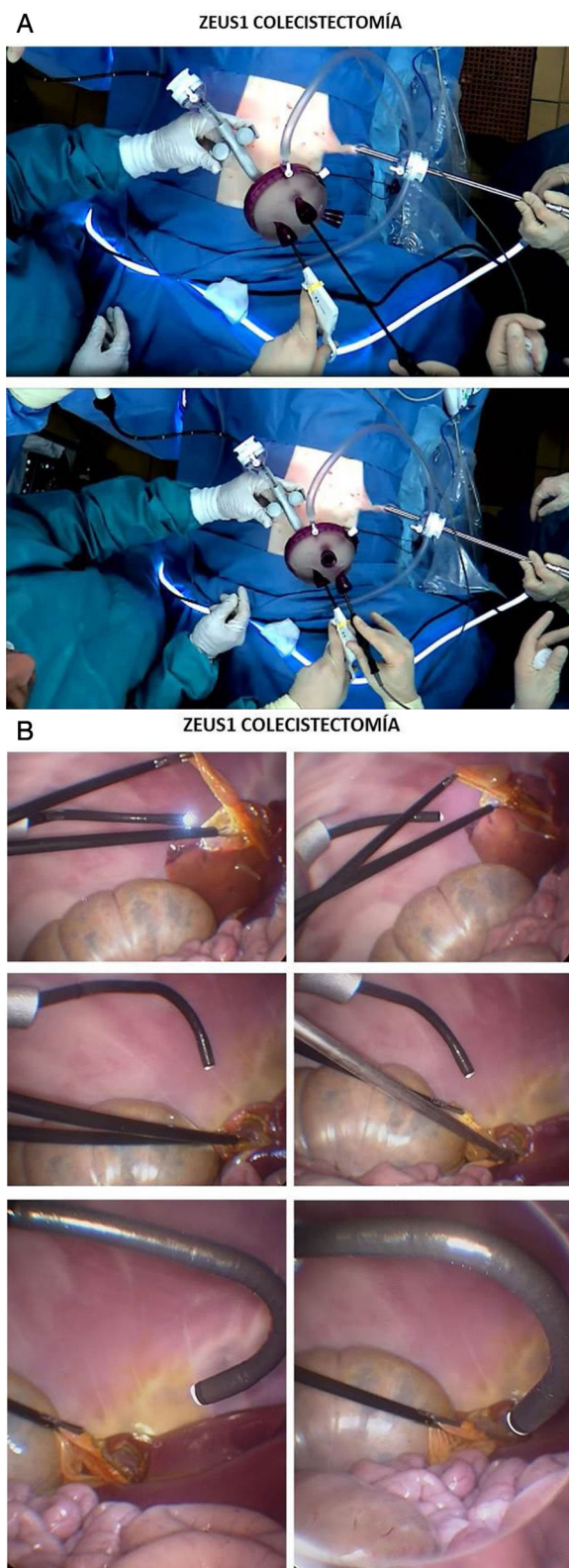


Figura 3 – A) Campo quirúrgico durante colecistectomía con ZEUS1. B) Colecistectomía: visión intracavitaria.

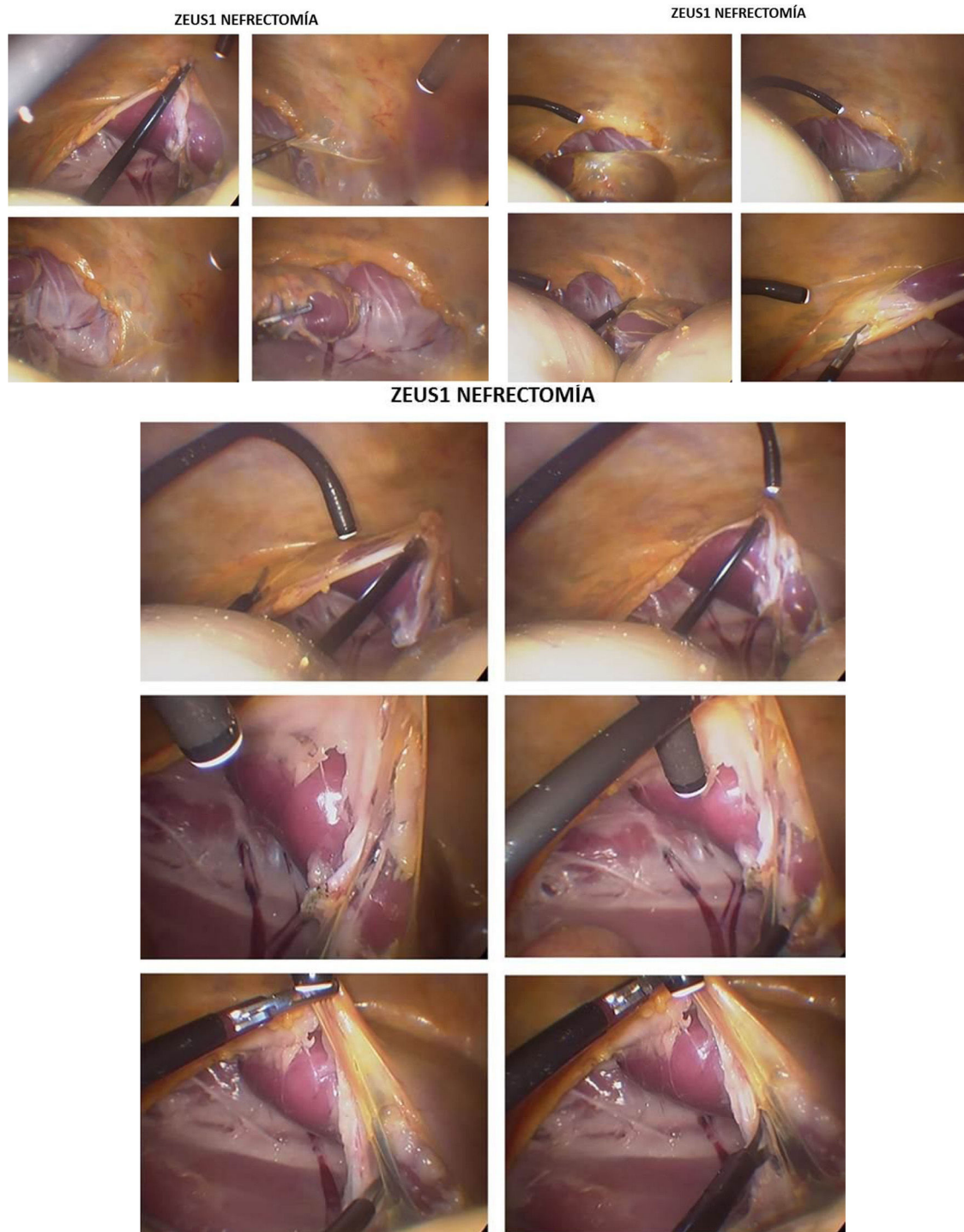


Figura 4 – ZEUS1 nefrectomía: visión intracavitaria.

durante EMS (fig. 7 F). A este respecto, ZEUS2 abordará los factores que influyen en la ergonomía de la cirugía mínimamente invasiva, liberando al cirujano asistente del control del sistema de imagen²⁰.

ZEUS3 está diseñado como un dispositivo en el que el anillo intracavitario del protector de herida quirúrgica servirá de soporte o sería en sí mismo una corona de microcámaras endoscópicas con funciones PTZ (fig. 8). La introducción a

través del puerto único de este tipo de corona con microcámaras será un desafío, pero ya existen trabajos publicados sobre microcámaras endoscópicas insertables¹⁴.

ZEUS1 ha ayudado a abordar con éxito los 2 principales inconvenientes: el efecto fulcro y la competencia física (externamente entre cirujanos y en la instrumentación a través del puerto único) asociados a EUS. Son necesarias más investigaciones para determinar si ZEUS2 y

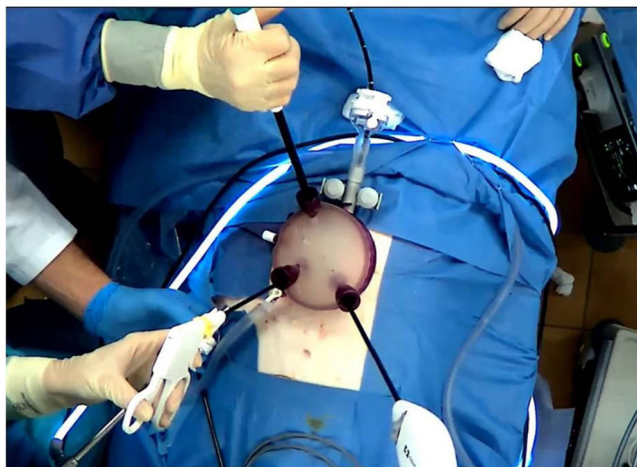
ZEUS 1 OOFORECTOMÍA

Figura 5 – Campo quirúrgico durante ooforectomía con ZEUS1.

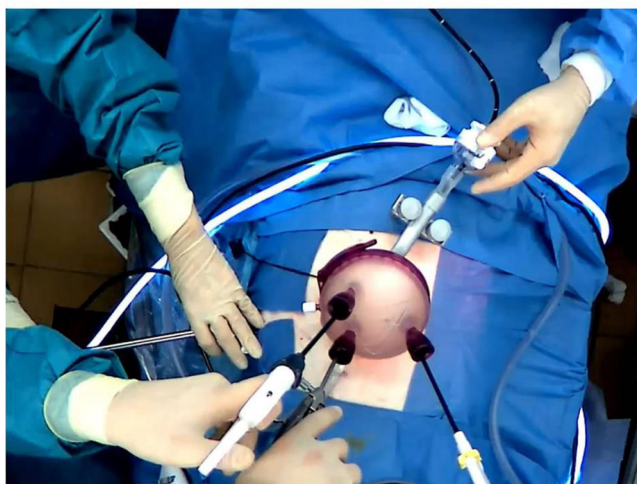
ZEUS 1 SUTURA DE ASA

Figura 6 – Campo quirúrgico durante sutura de asa con ZEUS1.

ZEUS3 desempeñarán un papel en el reemplazo total o parcial del sistema de imagen actual con RTE durante EUS o EMS.

Cumplimiento de estándares éticos

Andrés Arroyo Tristán es titular de un certificado de modelo de utilidad español (P201830457 - U201831118) de los dispositivos antes mencionados. También ha solicitado una patente internacional (PCT / ES2018 / 070714) para los dispositivos descritos anteriormente. La opinión escrita de la autoridad de patentes de búsqueda internacional indicó que los modelos ZEUS1 y ZEUS2 carecen de actividad inventiva, ya que se consideran diseños alternativos a las invenciones internacio-

nales existentes. No obstante, la opinión escrita de la autoridad de patentes de búsqueda internacional indicó que el modelo ZEUS3 cumple con los requisitos de novedad y actividad inventiva. El autor ha solicitado una patente europea para ZEUS3.

Financiación

El autor ha leído las directrices sobre finanzas de la revista y desea revelar que es responsable del diseño y desarrollo de los dispositivos quirúrgicos de imagen mínimamente invasivos descritos. Sin embargo, no mantiene ninguna relación, ni financiera ni de otro tipo, con ninguna empresa farmacéutica o de dispositivos.

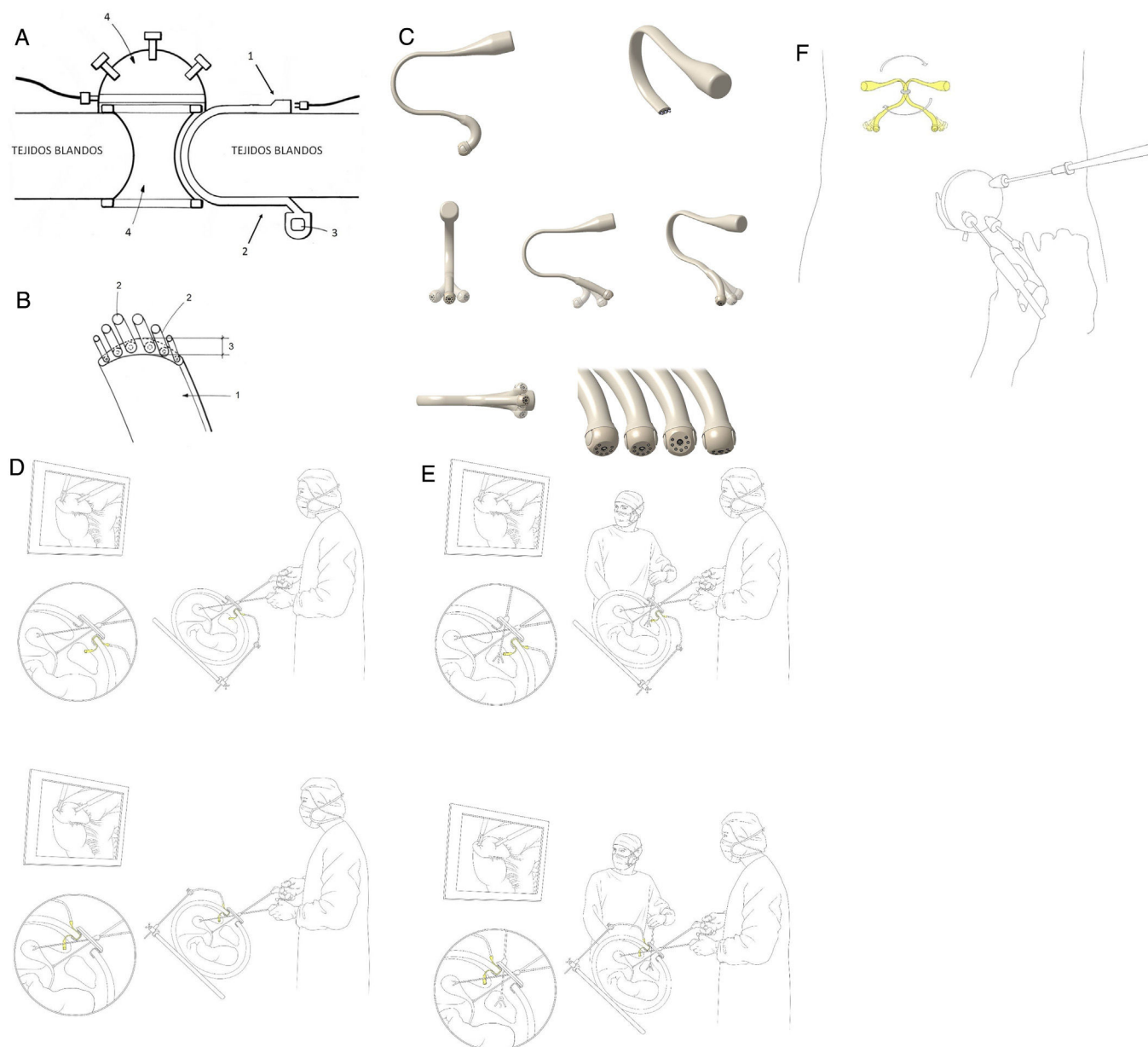


Figura 7 – A) ZEUS2: esquema. 1) Rama extracavitaria. 2) Rama intracavitaria. 3) Microcámara PTZ. 4) Dispositivo LESS. B) ZEUS2: sección. 1) Sección. 2) Cableado. 3) Diámetro: 3 mm. C) ZEUS2: diseño. D) ZEUS2: sección de campo quirúrgico. Posicionamiento proximal o distal de ZEUS2 respecto al cirujano principal. E) ZEUS2: sección de campo quirúrgico. Triple instrumentación con cirujano asistente. F) ZEUS2: sección de campo quirúrgico. Cirugía endoscópica biportal.

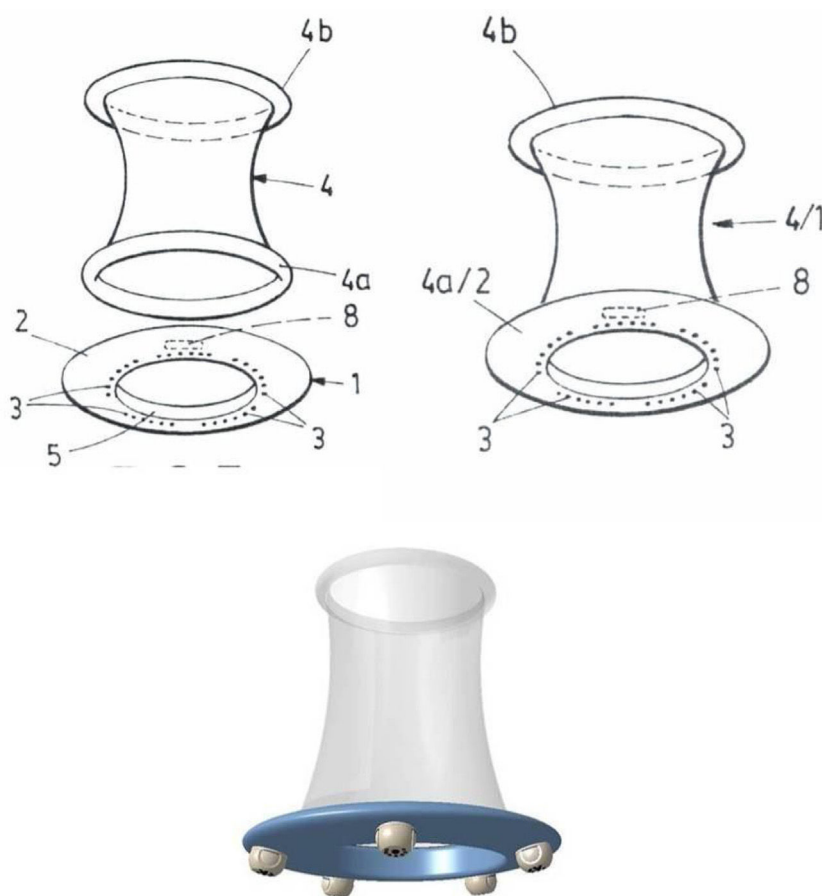


Figura 8 – ZEUS3: esquema y modelo.

Conflicto de intereses

El autor declara que no mantiene relaciones financieras o de cualquier otro tipo que constituyan un conflicto de intereses.

Agradecimientos

El autor agradece las aportaciones realizadas por D. Jesús Martínez Baños, MD; la Dra. Patricia Martínez Martínez, MD, PhD; la Dra. María José Roca Calvo, MD, PhD; el Dr. Juan Torres Lanzas, MD, PhD. Asimismo, quiere expresar su agradecimiento a las siguientes personas del Departamento de Anatomía y Patología Comparada: a la Dra. Nuria García Carrillo, PhD y al Dr. Rafael Latorre Reviriego, PhD.

BIBLIOGRAFÍA

1. Tian K, Yang R, Han B. Left upper lobectomy and pulmonary angioplasty by uniportal video-assisted thoracic surgery. *J Thorac Dis.* 2017;9:3269–71.
2. Song Z, Li Y, Liu K, Jiang Y, Shi Y, Ji X, et al. Clinical and oncologic outcomes of single-incision laparoscopic surgery for right colon cancer: A propensity score matching analysis. *Surg Endosc.* 2018;33:1117–23.
3. Habicher M, Tokas T, Herrmann TR, Nagele U. Laparoscopic single-incision triangulated umbilical surgery (SITUS) pyeloplasty: A description of the first 32 cases. *World J Urol.* 2018;36:1883–8.
4. Toyoda Y, Igami T, Ochiai Y, Ebata T, Yokoyama Y, Sugawara G. Single-incision laparoscopic splenectomy for an unruptured aneurysm of the splenic artery. *Med Princ Pract.* 2018;27:95–8.
5. Karavani G, Schachter-Safrai N, Chill HH, Daniel TM, Bauman D, Revel A. Single-incision laparoscopic surgery for ovarian tissue cryopreservation. *J Minim Invasive Gynecol.* 2018;25:474–9.
6. Luján JA, Soriano MT, Abrisqueta J, Pérez D, Parrilla P. Colectomía mediante puerto único vs. colectomía mediante laparoscopia multipuerto. Revisión sistemática y metaanálisis de más de 2.800 procedimientos. *Cir Esp.* 2015;93:307–19.
7. Nelson RJ, Chavali JS, Yerram N, Babbar P, Kaouk JH. Current status of robotic single-port surgery. *Urol Ann.* 2017;9:217–22.
8. Mineo TC, Ambrogi V. A glance at the history of uniportal video-assisted thoracic surgery. *J Vis Surg.* 2017;3. 157–157.
9. Sihoe ADL. Uniportal lung cancer surgery: State of the evidence. *Ann Thorac Surg.* 2019;107:962–72.
10. Sihoe AD. Reasons not to perform uniportal VATS lobectomy. *J Thorac Dis.* 2016;8:S333–43.

11. Raakow J, Klein D, Barutcu AG, Biebl M, Pratschke J, Raakow R. Safety and Efficiency of single-incision laparoscopic cholecystectomy in obese patients: A case-matched comparative analysis. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2019;29:1005-10.
12. Kehagias I, Karamanakos SN, Markopoulos GA, Kalfarentzos F. Benefits and drawbacks of SILS cholecystectomy: A report of 60 SILS cholecystectomies with conventional instrumentation from an academic center. *Surg Innov*. 2012;19:438-45.
13. Raj PP, Bhattacharya S, Parthasarathi R, Senthilnathan P, Rajapandian S, Kumar SS. Evolution and standardisation of techniques in single-incision laparoscopic bariatric surgery. *Obes Surg*. 2018;28:574-83.
14. Hu T, Allen PK, Hogle NJ, Fowler DL. Insertable surgical imaging device with pan, tilt, zoom, and lighting. *Int J Robot Res*. 2009;28:1373-86.
15. Fowler DL, Hu T, Nadkarni T, Allen PK, Hogle NJ. Initial trial of a stereoscopic, insertable, remotely controlled camera for minimal access surgery. *Surg Endosc*. 2010;24:9-15.
16. Khoiy KA, Mirbagheri A, Farahmand F. Automatic tracking of laparoscopic instruments for autonomous control of a cameraman robot. *Minim Invasive Ther Allied Technol*. 2016;25:121-8.
17. Abdolmalaki RY, Liu X, Mancini GJ, Tan J. Fine orientation control of an insertable robotic camera system for single incision laparoscopic surgery. *Int J Med Robot*. 2019;15:e1957.
18. Siddaiah-Subramanya M, Tiang KW, Nyandowe M. A new era of minimally invasive surgery: Progress and development of major technical innovations in general surgery over the last decade. *Surg J (NY)*. 2017;3:e163-6.
19. Gonzalez-Rivas D. Unisurgeon' uniportal video-assisted thoracoscopic surgery lobectomy. *J Vis Surg*. 2017;3. 163-163.
20. Alleblas CC, Velthuis S, Nieboer TE, Sietes C, Stegeman DF. The physical workload of surgeons: a comparison of SILS and conventional laparoscopy. *Surg Innov*. 2015;22:376-81.