



# CIRUGÍA ESPAÑOLA

www.elsevier.es/cirugia



## Artículo especial

# Implementación tecnológica en los servicios de Cirugía General y del Aparato Digestivo en España. Encuesta nacional y resultados



J. Daniel Sánchez López<sup>a</sup>, M. Asunción Acosta Mérida<sup>b,\*</sup>, Miguel Toledano Trincado<sup>c</sup>, J. José Segura Sampedro<sup>d</sup>, Jacobo Trébol López<sup>e</sup>, Aurelio Aranzana Gómez<sup>f</sup>, Mario Álvarez Gallego<sup>g</sup> y Luis Sánchez Guillén<sup>h</sup>

<sup>a</sup>Hospital Universitario Infanta Sofía, Madrid, España

<sup>b</sup>Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín, Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>c</sup>Hospital Universitario Río Hortega, Valladolid, España

<sup>d</sup>Hospital Universitari Son Espases, Palma de Mallorca, Islas Baleares, España

<sup>e</sup>Complejo Asistencial Universitario de Salamanca, Salamanca, España

<sup>f</sup>Hospital Virgen de La Salud, Toledo, España

<sup>g</sup>Hospital Universitario La Paz, Paseo de la Castellana, Madrid, España

<sup>h</sup>Hospital General Universitario de Elche, Alicante, España

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### Historia del artículo:

Recibido el 3 de febrero de 2021

Aceptado el 9 de febrero de 2021

On-line el 18 de marzo de 2021

### Palabras clave:

Tecnología

Encuesta

Verde de indocianina

Ecografía

Endoscopia quirúrgica

Cirugía asistida por robot

España

## RESUMEN

La tecnología constituye uno de los pilares de la cirugía del siglo XXI y resulta un factor clave para la consecución de unos mejores resultados quirúrgicos. El proceso quirúrgico actual lleva implícito no solo la técnica operatoria, sino un grado de especialización muy elevado y el conocimiento y empleo de técnicas y dispositivos propios de otros campos. En España no existen estudios publicados a nivel nacional a este respecto.

Desde la Sección de Cirugía Mínimamente Invasiva e Innovación Tecnológica (CMI-IT) de la Asociación Española de Cirujanos hemos diseñado un estudio cuyo objetivo principal es evaluar el grado de implantación tecnológica en la especialidad de cirugía general en España, así como analizar los dispositivos disponibles en los diferentes centros del país. Nos planteamos realizar una descripción pormenorizada de las aplicaciones de dichos dispositivos y técnicas por áreas de interés, señalando las patologías y procedimientos en los que se utiliza dicha tecnología.

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

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [maacosta03@yahoo.es](mailto:maacosta03@yahoo.es) (M.A. Acosta Mérida).

<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2021.02.008>

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

## Technological implementation in General Surgery services in Spain. National survey and results

### ABSTRACT

#### Keywords:

Technology  
Survey  
Indocyanine green  
Ultrasonography  
Surgical endoscopy  
Robot-assisted surgery  
Spain

Technology is one of the pillars of surgery in the 21st century and is a key factor in achieving better surgical results. The current surgical process involves not only surgical techniques, but also a very high degree of specialisation and the knowledge and use of techniques and devices from other fields. In Spain, there are no studies published at a national level in this regard.

From the Minimally Invasive Surgery and Technological Innovation section of the Spanish Association of Surgeons we have designed a study whose main objective is to evaluate the degree of technological implantation in the specialty of General Surgery in Spain, as well as to analyze the devices available in the different centres of the country. We propose to make a detailed description of the applications of these devices and techniques by areas of interest, pointing out the pathologies and procedures in which this technology is used.

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

## Introducción

La tecnología y la superespecialización constituyen dos pilares de la cirugía del siglo XXI, ya que suponen factores claves para la consecución de unos mejores resultados quirúrgicos. De esta forma, el proceso quirúrgico actual lleva implícito no solo la técnica operatoria, sino un grado de especialización muy elevado y el conocimiento y empleo de técnicas y dispositivos propios de otros campos hasta ahora alejados de la actividad del cirujano. La endoscopia digestiva, la ultrasonografía o la coledocoscopia intraoperatoria, así como los nuevos dispositivos de visión, el verde de indocianina o los sistemas de asistencia robótica a la cirugía son solo algunos de estos elementos que han demostrado mejorar los resultados quirúrgicos en nuestra especialidad<sup>1</sup>.

La aplicación de tecnologías en la práctica quirúrgica, algunas ya consolidadas y otras aún emergentes, a pesar de haber sido en ocasiones motivo de controversia incluso dentro del propio entorno quirúrgico<sup>2</sup> ha supuesto indudablemente una mejora en aspectos cruciales de la actividad del cirujano. La tecnología ha permitido mejorar técnicas conocidas y desarrollar nuevos procedimientos, gran parte de ellos en el campo de la Cirugía Mínimamente Invasiva.

La actual avalancha de innovaciones tecnológicas está implementándose de forma desigual en los diferentes servicios quirúrgicos, siendo en algunos casos más rápida que la aparición de evidencia científica robusta sobre sus ventajas respecto a la cirugía convencional. Esta irregularidad se traduce también en una asimetría en la aplicación de la tecnología que conduce a una dificultad en la evaluación homogénea de resultados lo cual podría obedecer, en ocasiones, más a criterios economicistas que a la disposición y capacitación de los cirujanos para su asimilación y uso<sup>3</sup>.

En España disponemos de poca información sobre la aplicación real de estas tecnologías y no existen estudios publicados a nivel nacional. La Sección de Cirugía Mínimamente Invasiva e Innovación Tecnológica (CMI-IT) de la

Asociación Española de Cirujanos (AEC) tiene entre sus objetivos informar, formar y difundir conocimientos y métodos relacionados con los diferentes abordajes de mínima invasión en cirugía y los nuevos desarrollos e innovaciones que van apareciendo. Pero para dar respuesta a ellos es necesario conocer el estado de implementación de la tecnología en los servicios de cirugía general de nuestro país.

El objetivo principal de este estudio es evaluar el grado de implantación tecnológica en la especialidad de cirugía general y del aparato digestivo en España, así como realizar un análisis de las aplicaciones de dichos dispositivos y técnicas por áreas de interés, señalando las patologías y procedimientos en los que se utiliza dicha tecnología.

## Material y métodos

### Diseño del estudio

Se diseñó un estudio descriptivo del tipo encuesta cerrada que se envió a través de correo electrónico a los jefes del Servicio de Cirugía General y Aparato Digestivo de España, miembros de la AEC durante los meses de abril a diciembre de 2019.

Para la elaboración de la encuesta se utilizó un formulario a través del sitio web <https://docs.google.com/forms/u/0/>

La encuesta consistió en un cuestionario de 48 ítems (tabla 1), encuadrados en ocho secciones diferentes: tipo de gestión del hospital, tipo de dispositivos de imagen, uso de verde de indocianina (ICG), cirugía robótica, cirugía con dispositivos robotizados, ecografía intraoperatoria, endoscopia intraoperatoria y cirugía combinada. En todos los apartados de la encuesta se evaluaba la tecnología disponible en cada centro, su manejo en la diferente patología y los procedimientos en los que se utiliza dicha tecnología.

El cuestionario fue enviado a 220 jefes de servicio de cirugía de otros tantos hospitales nacionales.

Las diferencias en las respuestas se evaluaron mediante la prueba exacta de Fisher de dos caras para las variables

**Tabla 1 – Cuestionario enviado a los participantes para evaluar la implantación tecnológica en los servicios de Cirugía General y del Aparato Digestivo en España. Preguntas del cuestionario**

- Tipo de centro
- Comunidad Autónoma
- Número de camas
- Dispositivos de imagen para cirugía mínimamente invasiva
- ¿Disponen de ICG?
- ¿En qué tipo de patología utilizan ICG?
- Núm. de procedimientos/año de cirugía esofagogástrica con ICG
- Núm. de procedimientos/año de cirugía bariátrica con ICG
- Núm. de procedimientos/año de cirugía hepatobiliar con ICG
- Núm. de procedimientos/año de cirugía colorrectal con ICG
- Núm. de procedimientos/año de otras técnicas con ICG
- ¿Disponen de robot quirúrgico?
- ¿En qué tipo de patología utilizan el robot quirúrgico?
- Núm. de procedimientos/año de cirugía esofagogástrica robótica
- Núm. de procedimientos/año de cirugía bariátrica robótica
- Núm. de procedimientos/año de cirugía hepatobiliar robótica
- Núm. de procedimientos/año de cirugía colorrectal robótica
- Núm. de procedimientos/año de cirugía de pared abdominal robótica
- Núm. de procedimientos/año de otras técnicas de cirugía robótica
- Disponen de otro dispositivo robotizado
- Describa el/los dispositivos
- ¿En qué tipo de patología utilizan estos dispositivos?
- Núm. de procedimientos/año de cirugía esofagogástrica con dispositivos robotizados
- Núm. de procedimientos/año de cirugía bariátrica con dispositivos robotizados
- Núm. de procedimientos/año de cirugía hepatobiliar con dispositivos robotizados
- Núm. procedimientos/año de cirugía colorrectal con dispositivos robotizados
- Núm. de procedimientos/año de cirugía de pared abdominal con dispositivos robotizados
- Núm. de procedimientos/año de otras técnicas con dispositivos robotizados
- ¿Disponen de ecografía intraoperatoria?
- ¿Realiza el cirujano la ecografía intraoperatoria?
- Realiza ecografía intraoperatoria abierta, laparoscópica o ambas
- ¿En qué tipo de patología realizan ecografía intraoperatoria?
- Núm. de procedimientos/año de cirugía esofagogástrica con ecografía intraoperatoria
- Núm. de procedimientos/año de cirugía bariátrica con ecografía intraoperatoria
- Núm. de procedimientos/año de cirugía hepatobiliar con ecografía intraoperatoria
- Núm. de procedimientos/año de cirugía colorrectal con ecografía intraoperatoria
- Núm. de procedimientos/año de cirugía de pared abdominal con ecografía intraoperatoria
- Núm. de procedimientos/año de otras técnicas con ecografía intraoperatoria
- ¿Realiza el cirujano endoscopia?
- ¿Qué tipo de endoscopia?
- Núm. de procedimientos/año de cirugía esofagogástrica con endoscopia intraoperatoria
- Núm. de procedimientos/año de cirugía bariátrica con endoscopia intraoperatoria
- Núm. de procedimientos/año de cirugía colorrectal con endoscopia intraoperatoria
- Núm. de procedimientos/año de cirugía hepatobiliar con coledocoscopia dca/terapéutica
- ¿Realizan procedimientos quirúrgicos combinados?
- ¿Realizan procedimientos combinados en cirugía esofagogástrica?/Núm. de procedimientos
- ¿Realizan procedimientos combinados en cirugía bariátrica?/Núm. de procedimientos
- ¿Realizan procedimientos combinados en coloproctología?/Núm. de procedimientos

ICG: verde de indocianina.

categorías, utilizando el programa SPSS versión 19.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.).

## Resultados

Un total de 82 centros, que corresponde a un 37% de los que recibieron la encuesta, respondieron el cuestionario entre abril y diciembre de 2019. El porcentaje de cumplimentación del cuestionario de entre aquellos que respondieron al mismo fue del 100%. El número de camas hospitalarias representados por los 82 centros es de 37.806.

Un 93% del total de camas (34.137) corresponden a hospitales que cuentan con más de 200 camas, y el 66% a centros con 300 o más camas hospitalarias. La mediana de camas de los hospitales encuestados es de 403 (fig. 1)

El 88% de las comunidades autónomas de nuestro país participaron en la encuesta y la distribución geográfica por Comunidades Autónomas se muestra en la figura 2.

En cuanto al sistema de gestión de los hospitales que respondieron a la encuesta, el 92% son públicos, el 7% públicos de gestión privada y el 1% privados.

Respecto al acceso a dispositivos de imagen para cirugía mínimamente invasiva (CMI), el 68,9% de los centros dispone

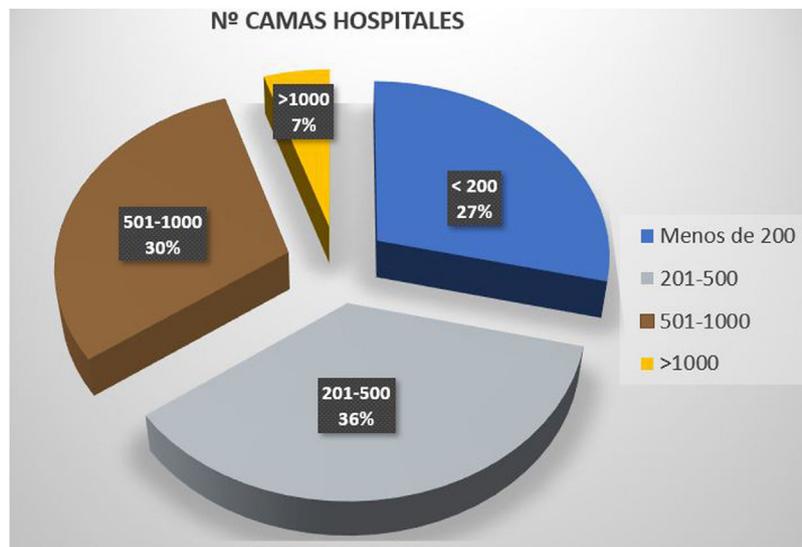


Figura 1 - Distribución de los centros encuestados, según número de camas.

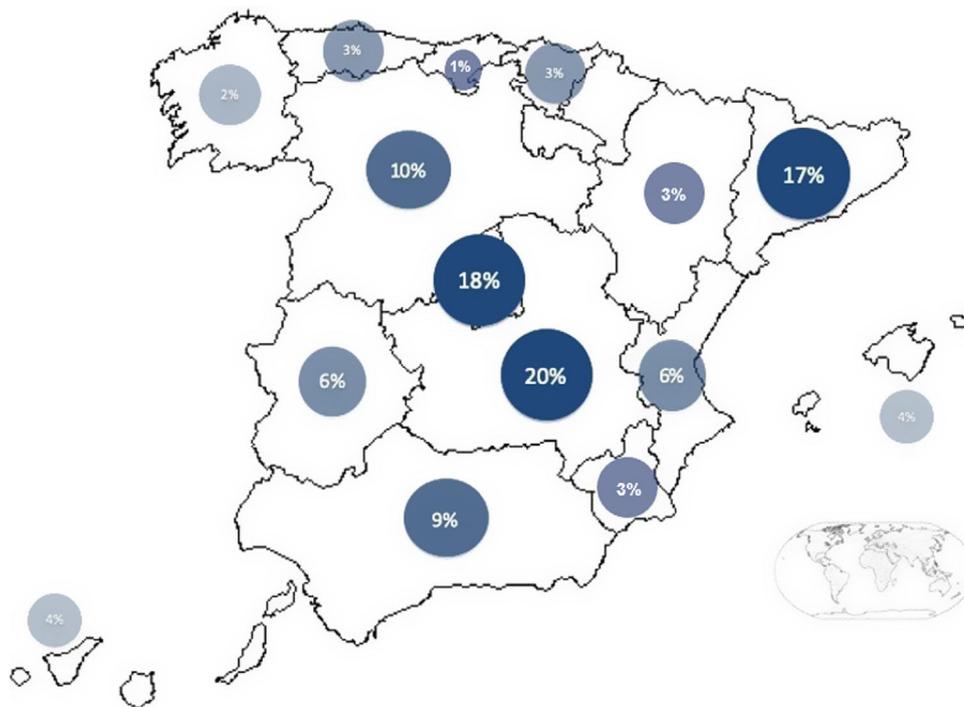


Figura 2 - Distribución geográfica de los centros encuestados.

de dos o más equipos de alta definición (HD), pero el 56,3% de los centros no dispone de ningún equipo de 4K y solo cuatro centros (5%) disponen de equipos de 6K. En cuanto al 3D, solo un 29,6% de los centros dispone de algún dispositivo con este formato de imagen. Por otro lado, el 63,8% de los centros aún utiliza tecnología más antigua que ésta (fig. 3).

En cuanto al ICG, 20 centros de los 82 encuestados (28,2%) disponen de este recurso y lo utilizan de modo habitual; un 5,6% dispone de ICG, pero no lo utilizan habitualmente. Entre aquellos que lo disponen, un 93,8% de los casos lo utilizan en

cirugía colorrectal y el 60% para cirugía hepatobiliopancreática (HBP) (fig. 4). En cuanto a cirugía esofagagástrica, siete centros (35%) lo utilizan en más de 10 procedimientos al año, porcentaje que se reduce al 5% en el caso de la cirugía bariátrica. Sin embargo, en cirugía HBP se utiliza más de 10 veces/año en el 50% de los centros y en cirugía colorrectal el 80% de los centros lo utilizan en más de 10 cirugías al año (siete centros lo utilizan en más de 100 procedimientos/año).

El 69% de los servicios (57 centros) disponen de ecografía intraoperatoria y en el 50% de los casos es el cirujano el que la

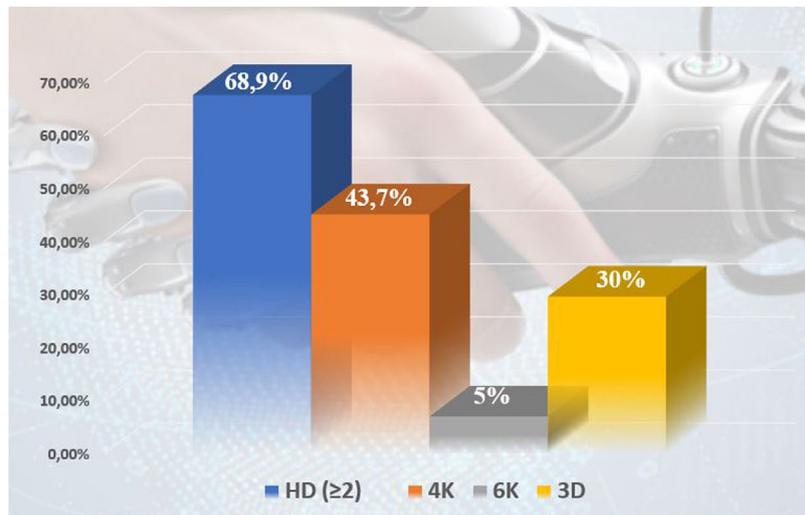


Figura 3 – Dispositivos de imagen para Cirugía Mínimamente Invasiva.

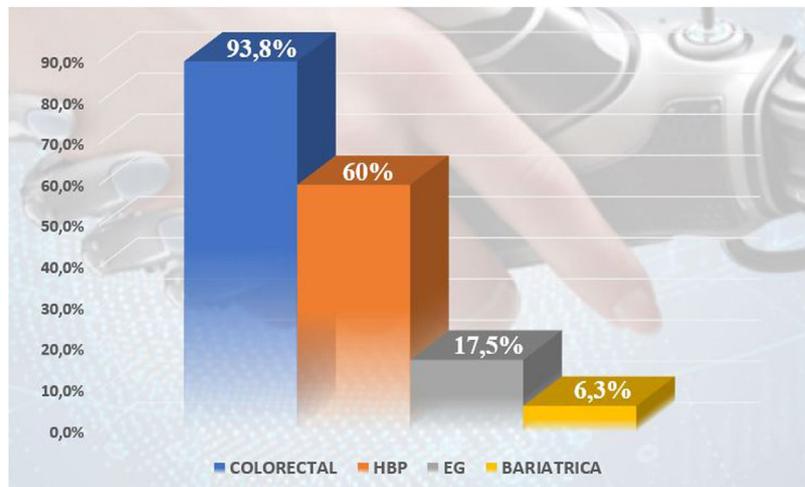


Figura 4 – Disposición y uso de ICG.

realiza. En el 60% se utiliza tanto en cirugía laparoscópica como en cirugía abierta y en un 36% de los centros solo en abierta. En el 90% de los casos se utiliza para cirugía HBP, en un 6,3% para colorrectal, en un 4,2% para esofagogástrica y en un 12,7% para otras patologías, principalmente cirugía de mama. En un 70% de los centros donde se utiliza en cirugía HBP, se realizan más de 15 procedimientos/año con ecografía intraoperatoria.

Seis hospitales de los que respondieron el cuestionario disponen de robot quirúrgico para cirugía (7,3%) y dos centros disponen de él en su centro, pero no lo utilizan. El 100% de los servicios que disponen del robot lo utilizan en cirugía colorrectal y en el 25,8% para cirugía bariátrica con más de 15 casos/año. De los centros en los que se dispone y usa el robot quirúrgico, en el 66% se realizan más de 15 procedimientos/año de cirugía colorrectal y en el 33%,

más de 50 procedimientos/año. En ninguno de los centros que respondieron la encuesta se utiliza para cirugía de pared abdominal.

En la mayoría de los centros (69%), los cirujanos no realizan endoscopia, aunque en un 66% de los centros se usa la endoscopia para procedimientos combinados. En los centros que es usada por los cirujanos, en todos se utiliza para el diagnóstico; el 82% durante el intraoperatorio y en el 70% también fuera del quirófano. En el 35% de los centros se utiliza para terapéutica intraoperatoria, en el 30,7% para coledoscopia diagnóstica y únicamente en dos centros para coledoscopia terapéutica. En los centros donde se utiliza la endoscopia intraoperatoria para cirugía colorrectal, en el 40% se utiliza en más de 15 procedimientos/año. Los tratamientos más comúnmente abordados de manera combinada son la resección de pólipos en cirugía colorrectal o en

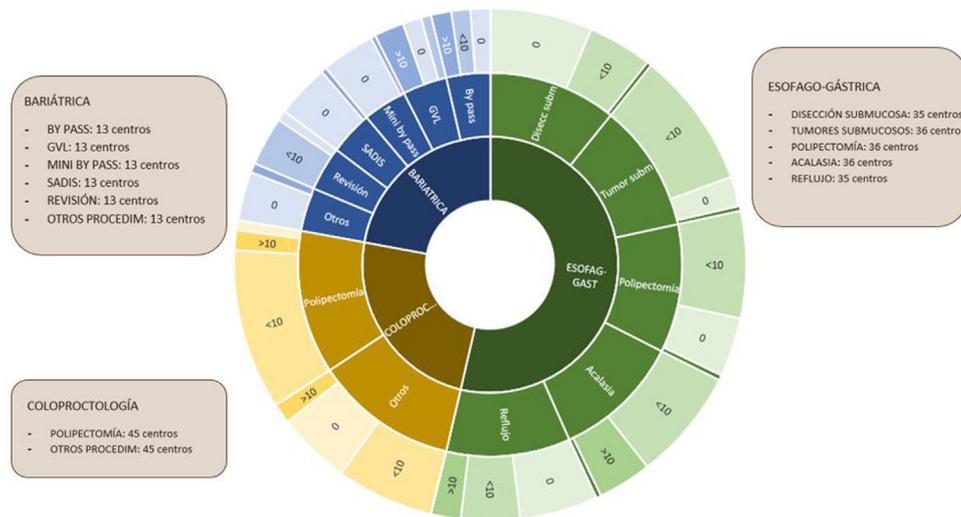


Figura 5 - Disposición y uso de endoscopia.

cirugía esofagogástrica, así como de ayuda o revisión en cirugía bariátrica (fig. 5).

Cinco centros (6%) han utilizado otros dispositivos robóticos (brazos robóticos para soporte de cámara, instrumental robotizado, endocortadoras robotizadas), principalmente para cirugía esofagogástrica y bariátrica, aunque en algunos centros han sido probados en todos los campos. Aunque son pocos centros donde se utilizan, en estos se llevan a cabo más de 10 procedimientos utilizando estos dispositivos.

## Discusión

El presente estudio pone de manifiesto que la implementación de las nuevas tecnologías en cirugía es baja. Según los encuestados, hay una implementación asimétrica de los sistemas de visión (44,7% de los centros con tecnología 4K), menos de un tercio de los centros cuentan con ICG y solo un 7,3% con un dispositivo robótico. La ecografía intraoperatoria se lleva a cabo en la mitad de los centros y solo en un 31% se realiza endoscopia por parte de los cirujanos.

Se trata del primer estudio en el que se realiza una aproximación a la situación real de la innovación y presencia de nuevas tecnologías en los servicios quirúrgicos de nuestro país.

La suma de camas de los hospitales que respondieron a la encuesta fue de 37.806 de las 112.000 del Catálogo Nacional de Hospitales 2019<sup>4</sup>, por lo que la muestra obtenida representa un 33,7% del total de camas hospitalarias de todo el territorio nacional. Además, el 92% de los respondedores corresponden a hospitales públicos, la mayoría con más de 300 camas, por lo que los resultados obtenidos pueden reflejar de modo bastante fidedigno la implementación en nuestro país, al ser los hospitales de tamaño medio y grande los que suelen contar con más tecnología.

La implementación de los sistemas de visión es asimétrica. La HD presenta una mayor implementación, pero solo el 43,7% de los servicios cuentan con dispositivos 4K y el 30% 3D y la

mayoría (63,8%) utilizan tecnología aún más antigua. Aunque las innovaciones en la calidad de imagen tuvieron inicialmente cierto escepticismo, actualmente muchos estudios han mostrado ventajas estas sobre la tecnología 2D, donde una mejor calidad de la imagen conlleva una ejecución de la intervención quirúrgica con mayor precisión y visualización de elementos clave que se traduce en mejores resultados<sup>5-7</sup>. Además, esto conlleva una reducción significativa de los movimientos innecesarios y los errores contribuyendo a reducir el tiempo quirúrgico e incrementar la seguridad de las intervenciones<sup>8</sup>. Aunque no se han evaluado las consecuencias coste-económicas de los sistemas de visión, el incremento constante de la cirugía laparoscópica hace que un mayor aprovechamiento de los quirófanos y una reducción en la morbilidad postoperatoria conlleve una reducción significativa del gasto y mayor satisfacción de los pacientes, lo que podría compensar el sobrecoste económico que estos suponen<sup>9,10</sup>.

La fluorescencia con verde de indocianina (ICG) está siendo utilizada en las diferentes subespecialidades de la cirugía gastrointestinal. Según los resultados de esta encuesta, aunque un 28% de los centros hospitalarios disponen de ICG, solo un 5,6% lo utilizan habitualmente en la práctica quirúrgica, principalmente en cirugía colorrectal (más de 10 casos/año en el 80%), cirugía HBP (más de 10 casos/año en el 50%) y cirugía esofagogástrica (más de 10 casos/año en el 35%). Los resultados de diferentes metaanálisis sobre el uso de ICG en estos escenarios son prometedores, y aunque parece una técnica factible, persisten dudas sobre aspectos básicos de su interpretación, como dosis, tiempos y sistemas objetivos de medición<sup>11-13</sup>. Quizás este estadio inicial de sus resultados, asociado con la necesidad de fuentes de luz, ópticas y cabezales de cámara especialmente adaptados a la fluorescencia hacen que su implantación en nuestro país sea aún baja.

La ecografía intraoperatoria es una herramienta de diagnóstico altamente sensible y específica, que proporciona diagnósticos en tiempo real y que requiere equipos maneja-

bles y de coste asumible. La realización de la ecografía intraoperatoria por parte del cirujano ha ido aumentando sensiblemente en los últimos años, siendo más destacada en la cirugía de tiroides y paratiroides, de la mama y en la cirugía hepatobiliar tanto abierta como por laparoscopia<sup>14-16</sup>. Este recurso está disponible para el 69% de los servicios encuestados, y un dato destacado es que en la mitad de los casos es el cirujano quien realiza la ecografía intraoperatoria, especialmente en cirugía hepatobiliar.

El renovado interés por la CMI de la pared abdominal (abordajes extraperitoneales, separación de componentes y bloqueos anestésicos) es probablemente un futuro foco de interés para los cirujanos que pretendan aplicar la ecografía intraoperatoria como complemento a su práctica quirúrgica<sup>17</sup>.

Aunque la endoscopia intraoperatoria (EIO) es de gran utilidad cuando se incorpora en los equipos quirúrgicos<sup>18</sup>, llama la atención la baja incorporación de la endoscopia a la práctica diaria del cirujano en nuestro medio, pese al gran impacto que han tenido los cirujanos en el desarrollo de la endoscopia flexible<sup>19</sup>. En el 69% de los centros españoles, los cirujanos no realizan endoscopia, esto contrasta con otros países como Canadá, donde el cirujano es el profesional responsable de la endoscopia flexible de forma habitual<sup>20</sup>, o Estados Unidos donde, especialmente en comunidades rurales, el 74% de cirujanos realiza más de 50 endoscopias flexibles/año, llegando un 42% de cirujanos a realizar > 200 endoscopias al año<sup>21</sup>.

En nuestro país, el 66% de los servicios encuestados utilizan la EIO para procedimientos combinados. Sin embargo, solo el 31% de los equipos quirúrgicos realizan sus propias endoscopias y en todos los casos para diagnóstico (82% intraoperatoria y 18% fuera del quirófano para controles pre o postoperatorios). Pese a realizar un menor número de procedimientos que los gastroenterólogos, la endoscopia en manos del cirujano es segura y efectiva<sup>22</sup> y la *Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons* (SAGES) y el *American Board of Surgery* (ABS) han desarrollado un currículo específico para mejorar el entrenamiento en endoscopia flexible para los residentes quirúrgicos. En España, y pese a figurar en el BOE que el residente de cirugía «deberá adquirir conocimientos y destrezas en relación con la fibrogastroscoopia, la colangiopancreatografía endoscópica retrógrada (CPRE), la fibrocolonoscopia y la rectoscopia», no existe un programa similar al americano que garantice estas destrezas<sup>23</sup>.

En cierto modo de forma asimétrica, la implantación del robot quirúrgico está siendo más rápida que la aparición de evidencia científica sobre sus ventajas respecto a la cirugía convencional, a pesar de su mayor inconveniente actual, que es el coste económico<sup>24,25</sup>. La cirugía robótica aporta sobre la laparoscopia convencional una visión inmersiva 3D, mayor maniobrabilidad de los instrumentos, mejor ergonomía o ausencia de temblor entre otras ventajas<sup>26</sup>. A pesar de esto, no existe aún evidencia científica robusta que avale su superioridad de resultados sobre el paciente, cuando se compara con la laparoscopia convencional<sup>27,28</sup>. Sin embargo, su implantación ha vivido un crecimiento exponencial en la última década. A finales del primer semestre de 2018 existían 4.600 unidades de la plataforma robótica Da Vinci, instaladas en 66 países del mundo, y actualmente, la cifra mundial se acerca a los 6.000 dispositivos. En nuestro país contábamos con 46 unidades en esas mismas fechas, lo que lo convierte,

junto con Alemania, Italia, Reino Unido y Francia, en uno de los cinco países europeos con mayor número de robots Da Vinci instalados. En octubre de 2020 ya hay instalados 68 robots Da Vinci en el territorio español (18 en Cataluña, 14 en Madrid, nueve en Andalucía, seis en el País Vasco, cinco en Castilla y León, cuatro en la Comunidad Valenciana, cuatro en Canarias, tres en Galicia, dos en Cantabria, uno en Asturias, uno en Navarra y uno en las Islas Baleares). De los 82 centros que respondieron a nuestra encuesta, ocho disponen de robot quirúrgico (9,7%), y de ellos, dos hospitales disponen del robot, pero no es utilizado por el Servicio de Cirugía.

Según los datos derivados de la presente encuesta, alrededor de un tercio de los servicios de cirugía que utilizan el robot quirúrgico realizan más de 50 procedimientos al año. La cirugía coloproctológica y la cirugía bariátrica son las que realizan un mayor volumen de cirugía robótica, ya que el 100% de los servicios que disponen del robot lo utilizan en cirugía colorrectal y en el 25,8% para cirugía bariátrica con más de 15 casos/año. Una encuesta nacional específica sobre el uso de la robótica realizada en Alemania mostró un aumento significativo de procedimientos en los últimos años, aunque consideran que la cirugía robótica todavía se encuentra en la fase inicial<sup>29</sup>. Esta situación podría ser superponible a la evolución en España, si bien impresiona de encontrarnos en una fase más inicial de esta curva ascendente. Sin embargo, no disponemos de una encuesta dirigida específicamente a los centros robóticos de nuestro país, para poder extrapolar de forma paralela estos resultados.

Observamos repetidamente cómo en los estudios de las diferentes técnicas quirúrgicas concernientes a la especialidad de cirugía general y aparato digestivo, el incremento del tiempo quirúrgico y los costos directos de la plataforma, material y mantenimiento, son los dos principales factores que actualmente frenan la velocidad de expansión de la cirugía robótica en nuestros hospitales. A pesar de ello, las evidentes ventajas que esta tecnología ofrece en el desarrollo de los procedimientos y sus resultados promueven el avance continuo del propio sistema y la extensión en el número y variedad de aplicaciones de nuestra especialidad<sup>30-35</sup>.

En este contexto es reseñable el desarrollo de nuevos dispositivos alternativos al actual sistema Da Vinci, así como el instrumental robotizado, que pueden aportar alguna de las ventajas del robot, sin el factor limitante de su elevado coste económico<sup>36</sup>. Actualmente, únicamente cinco de los hospitales encuestados refieren disponer y utilizar instrumental robotizado para CMI. Está por ver si en el futuro este tipo de dispositivos llega a tener una implantación destacada en los servicios de cirugía de nuestro país.

En conclusión, los resultados del presente estudio nos permiten afirmar que la implantación de la tecnología en los servicios quirúrgicos de nuestro país refleja una situación bastante similar a la de los países de nuestro entorno, en cuanto a la disponibilidad y utilización de los recursos tecnológicos.

Los sistemas de visión HD están sólidamente implantados, pero otras opciones más avanzadas tienen una baja presencia. La utilización del ICG en procedimientos quirúrgicos es aún escasa, son pocos los centros con alto volumen de casos y está especialmente centrada en la cirugía colorrectal.

En cuanto al robot quirúrgico, su implementación es baja y los centros que acumulan un número elevado de casos son

pocos. La evidencia científica actual no muestra unas claras ventajas desde el punto de vista clínico y el coste económico se presenta como el principal obstáculo para su expansión. El anunciado lanzamiento de nuevas plataformas robóticas con posible menor coste de adquisición o mantenimiento puede ser un factor determinante en la implementación del robot quirúrgico en nuestro sistema sanitario.

La utilización de la ecografía intraoperatoria y la endoscopia como herramientas adyuvantes a la práctica quirúrgica está poco extendida. Aunque incluida en el programa formativo de nuestra especialidad, parece necesario promover programas de desarrollo específico que aseguren un conocimiento adecuado de dichas técnicas entre los cirujanos para su utilización sistemática.

El presente estudio señala un punto de partida en la evaluación de la dotación tecnológica y su aplicación en los diferentes servicios quirúrgicos de nuestro país y evidencia un importante margen de mejora.

La mayoría de las técnicas y tecnologías presentadas parece mostrar beneficios sobre los pacientes quirúrgicos. Las sociedades científicas tienen como reto fomentar la formación, investigación e implementación de las mismas en nuestro sistema sanitario.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer a los miembros de la Sección de Cirugía Mínimamente Invasiva e Innovación Tecnológica y a la junta directiva de la Asociación Española de Cirujanos su apoyo en esta iniciativa, así como a todos los cirujanos que participaron en esta encuesta.

## Appendix A. ANEXO:

Miembros colaboradores de la Sección de Cirugía Mínimamente Invasiva e Innovación Tecnológica de la Asociación Española de Cirujanos (AEC) en la elaboración del presente trabajo: Carmen Cagigas Fernández, Iván J. Arteaga González, Dulce Momblan García, Manuel Lozano Gómez, Juan Bellido Luque, J. Ignacio Rodríguez García.

## BIBLIOGRAFÍA

- Smith R, Day A, Rockall T, Ballard K, Bailey M, Jourdan I. Advanced stereoscopic projection technology significantly improves novice performance of minimally invasive surgical skills. *Surg Endosc Other Interv Tech*. 2012;26:1522-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-011-2080-8>.
- Sitges-Serra A. Tecnología o tecnolatría: ¿a dónde van los cirujanos? *Cir Esp*. 2012;90:156-61. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2012.01.001>.
- Kirchberg J, Weitz J. Evidenz der Roboter-Chirurgie in der onkologischen Viszeralchirurgie [Evidence for robotic surgery in oncological visceral surgery]. *Chirurg*. 2019;90:379-86. <http://dx.doi.org/10.1007/s00104-019-0812-9>. PMID: 30778607.
- Zundel S, Lehnick D, Heyne-Pietschmann M, Trück M, Szavay P. A Suggestion on How to Compare 2D and 3D Laparoscopy: A Qualitative Analysis of the Literature and Randomized Pilot Study. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2019;29:114-20. <http://dx.doi.org/10.1089/lap.2018.0164>.
- Harada H, Kanaji S, Hasegawa H, Yamamoto M, Matsuda Y, Yamashita K, et al. The effect on surgical skills of expert surgeons using 3D/HD and 2D/4K resolution monitors in laparoscopic phantom tasks. *Surg Endosc*. 2018;32:4228-34. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-018-6169-1>.
- Abdelrahman M, Belramman A, Salem R, Patel B. Acquiring basic and advanced laparoscopic skills in novices using two-dimensional (2D), three-dimensional (3D) and ultra-high definition (4K) vision systems: A randomized control study. *Int J Surg*. 2018;53:333-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijvsu.2018.03.080>.
- Harada H, Kanaji S, Hasegawa H, Yamamoto M, Matsuda Y, Yamashita K, et al. The effect on surgical skills of expert surgeons using 3D/HD and 2D/4K resolution monitors in laparoscopic phantom tasks. *Surg Endosc*. 2018;32:4228-34. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-018-6169-1>.
- Wagner OJ, Hagen M, Kurmann A, Horgan S, Candinas D, Vorburger SA. Three-dimensional vision enhances task performance independently of the surgical method. *Surg Endosc*. 2012;26:2961-8.
- Dunstan M, Smith R, Schwab K, Scala A, Gatenby P, Whyte M, et al. Is 3D faster and safer than 4K laparoscopic cholecystectomy? A randomised-controlled trial. *Surg Endosc*. 2020;34:1729-35. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-019-06958-w>.
- Tsui C, Klein R, Garabrant M. Minimally invasive surgery: national trends in adoption and future directions for hospital strategy. *Surg Endosc*. 2013;27:2253-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-013-2973-9>. Epub 2013 May 10. PMID: 23660720.
- Reinhart MB, Huntington CR, Blair LJ, Heniford BT, Augenstein VA. Indocyanine Green: Historical Context, Current Applications, and Future Considerations. *Surg Innov*. 2016;23:166-75. <http://dx.doi.org/10.1177/1553350615604053>.
- Reinhart MB, Huntington CR, Blair LJ, Heniford BT, Augenstein VA. Indocyanine Green: Historical Context, Current Applications, and Future Considerations. *Surg Innov*. 2016;23:166-75. <http://dx.doi.org/10.1177/1553350615604053>.
- Pérez Saborido B, Toledano Trincado M, Pacheco Sánchez D. Uso de verde de indocianina para prevenir lesiones yatrogénicas de la vía biliar durante colecistectomía laparoscópica. *Cir Andal*. 2019;30:228-34.
- Fama F, Di Maria A, Ciccio' M, Buccheri G, Gioffre'-Florio M, Benvenga S, et al. Intraoperative sonography for non-palpable breast lesions: Additional indications for a consolidate technique. *Breast J*. 2020;26:479-83. <http://dx.doi.org/10.1111/tbj.13575>.
- Schneider R, Hinrichs J, Meier B, Walz MK, Alesina PF. Minimally Invasive Parathyroidectomy without Intraoperative PTH Performed after Positive Ultrasonography as the only Diagnostic Method in Patients with Primary Hyperparathyroidism. *World J Surg*. 2019;43:1525-31. <http://dx.doi.org/10.1007/s00268-019-04944-w>.
- Kokudo N, Takemura N, Ito K, Mihara F. The history of liver surgery: Achievements over the past 50 years. *Ann Gastroenterol Surg*. 2020;4:109-17. <http://dx.doi.org/10.1002/ags3.12322>.

17. Miller JP, Carney MJ, Lim S, Lindsey JT. Ultrasound and Plastic Surgery: Clinical Applications of the Newest Technology. *Ann Plast Surg.* 2018;80(6S):356-61. <http://dx.doi.org/10.1097/SAP.0000000000001422>.
18. Noguera JF, Cuadrado Á, Olea JM, García JC, Sanfeliu G. Integración del endoscopio flexible en cirugía digestiva. *Cir Esp.* 2012;90:558-63. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2011.10.019>.
19. Winder JS, Juza RM. Flexible endoscopy: surgical education. *Ann Laparosc Endosc Surg.* 2019;4. <http://dx.doi.org/10.21037/ales.2019.04.07>.
20. Hilsden RJ, Tepper J, Moayyedi P, Rabeneck L. Who provides gastrointestinal endoscopy in Canada? *Can J Gastroenterol.* 2007;21:843-6. <http://dx.doi.org/10.1155/2007/563895>. PMID: 18080058; PMCID: PMC2658578.
21. Zuckerman R, Doty B, Bark K, Heneghan S. Rural versus non-rural differences in surgeon performed endoscopy: results of a national survey. *Am Surg.* 2007;73:903-5.
22. Pauli EM, Ponsky JL. A modern history of the surgeon-endoscopist. *Tech Gastrointest Endosc.* 2013;15:166-72. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tgie.2013.08.002>.
23. Orden SCO/1260/2007. BOE. 2007. <https://www.boe.es/eli/es/o/2007/04/13/sco1260>.
24. Williams SB, Prado K, Hu JC. Economics of robotic surgery: does it make sense and for whom? *Urol Clin North Am.* 2014;41:591-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ucl.2014.07.013>.
25. Adler JT, Chang DC. Implications of Market Competition, Technology Adoption, and Cost for Surgical Patients. *JAMA Surg.* 2016;151:621. <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2015.5554>.
26. Peters BS, Armijo PR, Krause C, Choudhury SA, Oleynikov D. Review of emerging surgical robotic technology. *Surg Endosc.* 2018;32:1636-55. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-018-6079-2>.
27. Leal Ghezzi T, Campos Corleta O. 30 Years of Robotic Surgery. *World J Surg.* 2016;40:2550-7. <http://dx.doi.org/10.1007/s00268-016-3543-9>.
28. Adler JT, Chang DC. Implications of Market Competition, Technology Adoption, and Cost for Surgical Patients. *JAMA Surg.* 2016;151:621. <http://dx.doi.org/10.1001/jamasurg.2015.5554>.
29. Kissler HJ, Bauschke A, Settmacher U. Erste nationale Umfrage zum Operationsrobotereinsatz in der Viszeralchirurgie in Deutschland [First national survey on use of robotics for visceral surgery in Germany]. *Chirurg.* 2016;87:669-75. <http://dx.doi.org/10.1007/s00104-016-0213-2>. PMID: 27324496.
30. Stewart CL, Ituarte PHG, Melstrom KA, Warner SG, Melstrom LG, Lai LL, et al. Robotic surgery trends in general surgical oncology from the National Inpatient Sample. *Surg Endosc.* 2019;33:2591-601. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-018-6554-9>. Epub 2018 Oct 24. PMID: 30357525.
31. Gómez Ruiz M, Lainez Escribano M, Cagigas Fernández C, Cristobal Poch L, Santarrufina Martínez S. Robotic surgery for colorectal cancer. *Ann Gastroenterol Surg.* 2020;4:646-51. <http://dx.doi.org/10.1002/ags3.12401>. PMID: 33319154; PMCID: PMC7726686.
32. Milone M, Manigrasso M, Velotti N, Torino S, Voza A, Sarnelli G, et al. Completeness of total mesorectum excision of laparoscopic versus robotic surgery: a review with a meta-analysis. *Int J Colorectal Dis.* 2019;34:983-91. <http://dx.doi.org/10.1007/s00384-019-03307-0>. Epub 2019 May 6. PMID: 31056732.
33. Barbash GI, Glied SA. New technology and health care costs—the case of robot-assisted surgery. *N Engl J Med.* 2010;363:701-4. <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMp1006602>. PMID: 20818872.
34. Nasser H, Munie S, Kindel TL, Gould JC, Higgins RM. Comparative analysis of robotic versus laparoscopic revisional bariatric surgery: perioperative outcomes from the MBSAQIP database. *Surg Obes Relat Dis.* 2020;16:397-405. <http://dx.doi.org/10.1016/j.soard.2019.11.018>. Epub 2019 Dec 3. PMID: 31932204.
35. Yang Y, Zhang X, Li B, Li Z, Sun Y, Mao T, et al. Robot-assisted esophagectomy (RAE) versus conventional minimally invasive esophagectomy (MIE) for resectable esophageal squamous cell carcinoma: protocol for a multicenter prospective randomized controlled trial (RAMIE trial, robot-assisted minimally invasive Esophagectomy). *BMC Cancer.* 2019;19:608. <http://dx.doi.org/10.1186/s12885-019-5799-6>. PMID: 31226960; PMCID: PMC6587242.
36. Feng J, Yang K, Zhang Z, Li M, Chen X, Yan Z, et al. Handheld laparoscopic robotized instrument: progress or challenge? *Surg Endosc.* 2020;34:719-27. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-019-06820-z>.