

Original

Encuesta nacional sobre la gobernanza de datos y cirugía digital: desafíos y oportunidades de los cirujanos en la era de la inteligencia artificial



María Asunción Acosta-Mérida ^a, Luis Sánchez-Guillén ^{b,c,*}, Mario Álvarez Gallego ^d, Xavier Barber ^e, Juan Antonio Bellido Luque ^f y Ana Sánchez Ramos ^g, en nombre de la Sección de Cirugía Mínimamente Invasiva e Innovación Tecnológica de la AEC

^a Servicio de Cirugía General y Aparato Digestivo, Hospital Universitario de Gran Canaria Dr. Negrín, Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, España

^b Servicio de Cirugía General y Aparato Digestivo, Hospital General Universitario de Elche, Elche, Alicante, España

^c Departamento de Patología y Cirugía, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche, Alicante, España

^d Servicio de Cirugía General y Aparato Digestivo, Hospital Universitario La Paz, Madrid, España

^e Centro de Investigación Operativa, Universidad Miguel Hernández de Elche, Elche, Alicante, España

^f Servicio de Cirugía General y Aparato Digestivo, Hospital Universitario Virgen Macarena, Sevilla, España

^g Servicio de Cirugía General y Aparato Digestivo, Hospital Universitario Puerta de Hierro-Majadahonda, Majadahonda, Madrid, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 9 de septiembre de 2024

Aceptado el 1 de diciembre de 2024

On-line el 12 de febrero de 2025

Palabras clave:

Cirugía digital

Gobernanza del dato

Formación quirúrgica

Big data

Historia clínica electrónica

Cirugía robótica

Tecnología digital

España

RESUMEN

Introducción: Este estudio evalúa el conocimiento de los cirujanos españoles sobre la gobernanza de datos y la cirugía digital, su uso, sus errores y las carencias formativas, así como las diferencias en conocimiento entre quienes realizan cirugía robótica y quienes no.

Métodos: Estudio descriptivo mediante una encuesta cerrada, promovida por la Sección de Cirugía Mínimamente Invasiva e Innovación Tecnológica de la Asociación Española de Cirujanos, dirigida a sus miembros entre febrero y marzo de 2024.

Resultados: De los 1.086 cirujanos contactados, 396 respondieron (36,46%). Aunque el 98,3% utiliza historias clínicas electrónicas, el 45,4% carece de sistemas organizados de registro de datos. El 55,9% tiene tecnología robótica, pero el 70,6% no tiene acceso directo a ella. Los cirujanos que realizan cirugía robótica muestran mayor conocimiento general sobre términos de cirugía digital (7,2 vs. 6.619; $p = 0,215$) y específicamente sobre «inteligencia artificial» (57,14% frente a menos del 25% para otros términos), aunque las diferencias no son significativas. Sin embargo, sí hay diferencias significativas en el interés por la tecnología digital entre quienes realizan cirugía robótica y quienes no ($p = 0,023$). Además, los cirujanos que apoyan la formación en tecnología digital durante la residencia tienen casi el doble de probabilidades de investigar sobre cirugía digital.

Conclusión: Los cirujanos son clave para la transformación digital en cirugía, pero muchos están mal preparados y poco involucrados. Quienes practican cirugía robótica tienen más conocimiento e interés en la tecnología digital, destacando la necesidad de mejorar la

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: drsanchezguillen@gmail.com (L. Sánchez-Guillén).

<https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2024.12.003>

0009-739X/© 2025 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

formación y establecer marcos de gobernanza para integrar mejor a los cirujanos en la era digital.

© 2025 AEC. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Se reservan todos los derechos, incluidos los de minería de texto y datos, entrenamiento de IA y tecnologías similares.

National survey on data governance and digital surgery: Challenges and opportunities for surgeons in the era of artificial intelligence

A B S T R A C T

Keywords:

Digital surgery
Data governance
Surgical training
Big data
Electronic medical record
Robotic surgery
Digital technology
Spain

Introduction: This study evaluates the knowledge of Spanish surgeons regarding data governance and Digital Surgery, their usage, errors, and training deficiencies, as well as differences in knowledge between those who perform robotic surgery and those who do not. **Methods:** A descriptive study was conducted using a closed survey promoted by the Minimally Invasive Surgery and Technological Innovation Section of the Spanish Association of Surgeons, directed at its members between February and March 2024.

Results: Out of 1,086 surgeons contacted, 396 responded (36.46%). While 98.3% use electronic medical records, 45.4% lack organized data recording systems. Although 55.9% have access to robotic technology, 70.6% do not use it directly. Surgeons who perform robotic surgery show a higher general knowledge of Digital Surgery terms (7.2 vs 6.619; $P=.215$) and specifically of "Artificial Intelligence" (57.14% compared to less than 25% for other terms), although these differences are not significant. However, there are significant differences in interest in digital technology between those who perform robotic surgery and those who do not ($P=.023$). Additionally, surgeons who support training in digital technology during residency are nearly twice as likely to research Digital Surgery.

Conclusion: Surgeons are crucial for the digital transformation in surgery, but many are poorly prepared and insufficiently involved. Those who practice robotic surgery have more knowledge and interest in digital technology, highlighting the need for improved training and governance frameworks to better integrate surgeons into the digital era.

© 2025 AEC. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.

Introducción

La cirugía ha entrado en una nueva era, contagiada por la imparable¹ evolución tecnológica e informática, que está afectando a todas las áreas de nuestro entorno y que se ha catalogado como «Cirugía Digital o Cirugía 4.0»². La información y los datos constituyen elementos clave en esta nueva etapa, cuya utilización en el proceso quirúrgico va ligada a cuestiones de propiedad, consentimiento y confidencialidad, que marcan una responsabilidad jurídica y connotaciones éticas no resueltas³. Actualmente existen plataformas de *big data* que integran automáticamente una enorme cantidad y variedad de información procedente de múltiples fuentes (imágenes radiológicas, variables de monitorización intraoperatoria, vídeos de intervenciones, movimientos del cirujano en la plataforma robótica, tiempos quirúrgicos)^{4,5}. La tecnología digital permite el procesamiento y la transferencia de todos estos datos con fines múltiples, no siempre acorde con objetivos bien definidos en el contexto asistencial o formativo, pudiendo escapar a otros usos no controlados. Esto crea desconfianza y reticencia entre los cirujanos, influyendo en la velocidad de asimilación tecnológica⁶. A ello se une la controversia normativa que rodea la gobernanza de datos en salud, por una parte, garante del principio de confidencialidad, privacidad y autonomía de los pacientes, y por otro lado

impulsando la política de «datos abiertos» exigida por la Directiva Europea⁷ 2019/1024 para el acceso y la difusión de la información.

El cirujano actual se expone a nuevos retos ligados a la innovación, la gobernanza de datos y la cirugía digital, así como a la implementación de la cirugía robótica con áreas de incertidumbre surgidas en este proceso³. Sin embargo, ignoramos el grado de conocimiento de los cirujanos de hoy en día en estos campos, así como las necesidades formativas al respecto. Es necesario evaluarlos, así como hacer partícipes y protagonistas de forma plena y responsable a los cirujanos de esta era de cambio tecnológico y de paradigma.

El objetivo del presente estudio es evaluar el conocimiento y la utilización de la tecnología digital aplicada a la cirugía de los cirujanos españoles, así como identificar el perfil de los cirujanos más implicados en la innovación tecnológica y las carencias formativas y principales errores sobre esta materia.

Métodos

Diseño del estudio

Se diseñó un estudio descriptivo tipo encuesta cerrada en el seno del Grupo de Trabajo sobre los Datos y Transformación Digital de la Cirugía de la Sección de Cirugía Mínimamente

Invasiva e Innovación Tecnológica (CMI-IT) (material suplementario) de la Asociación Española de Cirujanos (AEC). La encuesta se envió por correo electrónico a todos los cirujanos especialistas y residentes de cirugía general y del aparato digestivo, que constaban en la base de datos de socios de la AEC con suscripción a las actualizaciones de la Sección de CMI-IT, entre los meses de febrero y marzo de 2024.

Al tratarse de un estudio en el que participan profesionales voluntarios, no requirió la aprobación de un Comité de Ética local para su realización. Se recogió de manera explícita que los sujetos que contestaron la encuesta concedían su consentimiento para el archivo, análisis y publicación de los datos fruto de sus respuestas.

Para la elaboración de la encuesta se utilizó un formulario online a través del sitio web: <https://www.surveio.com/survey/d/M7I/encuesta-nacional-cirugia>

En la [tabla 1](#) se detalla la estructura y contenido de la encuesta. En ella se formularon 39 preguntas cerradas de respuesta obligatoria agrupadas en 5 bloques relativos a la tecnología en el entorno de trabajo, los conocimientos sobre conceptos relacionados con la cirugía digital, formación en esta materia y propiedad y gobernanza de los datos en cirugía.

Análisis estadístico

Las diferencias en las respuestas se evaluaron mediante la prueba exacta de Fisher de 2 caras para las variables categóricas y un test t para comparar las medias, utilizando el programa SPSS® versión 22.0 (SPSS, Inc., Chicago, IL, EE. UU.).

Resultados

Se realizaron 2 fases de envío de correos a los 1.086 miembros de la sección de CMI-IT, invitándoles a cumplimentar la encuesta, que estuvo activa desde el 7 de febrero al 19 de marzo de 2024. Se recibieron un total de 396 encuestas (36,46%). Se eliminaron las respuestas incompletas o parcialmente incompletas.

Se obtuvieron las siguientes respuestas en cada bloque:

Bloque I. Sobre el ESTADO ACTUAL de tecnología digital en el CENTRO DE TRABAJO: (238 respuestas)

Doscientos treinta y cuatro (98,3%) encuestados disponen de historia clínica electrónica en su centro; el 69,3% (165 participantes) solo puede explotar en su propio centro los datos para hacer estudios y el 28,6% pueden exportar a otro centro distante (la mayoría a otros hospitales de la misma comunidad). El 45,4% no dispone de sistemas organizados para registro y análisis de datos, con un responsable de gestión de datos en el 40,3% de los centros.

La mitad de los encuestados (49,2%) no dispone de sistemas de grabación sistemática de las intervenciones laparoscópicas realizadas en el hospital. La tecnología robótica está presente en el 55,9% de los centros de los participantes, aunque el 40,1% de los que disponen de ella refieren que no se recogen o no saben si se recogen los datos de estas intervenciones. El 70,6% de los participantes no tiene acceso a la misma.

El 9,7% forman parte de algún proyecto de investigación con *big data* o tecnología digital, aunque al 60,9% refiere que le gustaría investigar sobre tecnología digital aplicada a cirugía.

Bloque II. Sobre el estado de los CONOCIMIENTOS del cirujano en cirugía digital y aspectos relacionados: (238 respuestas).

Los conocimientos sobre determinados términos se expresan en la [figura 1](#).

En lo referente a los datos generados durante el proceso quirúrgico, la mayoría desconoce la existencia de consentimientos informados tanto para los datos de los pacientes y como para los datos de los cirujanos (55,5 y 73,9%, respectivamente), así como de la regulación de recogida de datos sistemáticos de cirugía digital (76,1%) y de quién regula la recogida y procesamiento de datos en cirugía digital (88,2%).

El 71,8% no sabe quién es el dueño de los datos del proceso quirúrgico en cirugía digital, ni a dónde recurrir para obtener la información generada en el proceso (75,2%). Sólo el 13,0% de los encuestados sabe para qué sirve la información generada. El resto tiene ligera idea o no lo sabe.

Bloque III. Sobre el estado de FORMACIÓN en cirugía digital: (238 respuestas).

Para el 95,4% de los encuestados es importante el tema de la tecnología digital para el cirujano y el 95,4% considera que no está lo suficientemente formado en esta tecnología. El 92,0% cree que debería haber formación sobre tecnología digital durante la residencia y el 98,3% después de la residencia, indicando el 98,3% que les gustaría que la AEC formase sobre el tema.

Bloque IV. Sobre la PROPIEDAD de los datos en cirugía digital: (238 respuestas).

La mayoría de las respuestas de propiedad, custodia y responsabilidad de datos generales y de vídeo de la cirugía, señalan al hospital como principal receptor de esta labor y responsabilidad.

Se exponen a continuación los datos ([fig. 2](#)).

Bloque V. Sobre la INFORMACIÓN DIGITAL GENERADA por el cirujano durante la intervención quirúrgica: (238 respuestas).

El 15,1% de los cirujanos encuestados refiere ser consciente de tener sus datos quirúrgicos alojados en alguna plataforma digital, el 47,9% refiere que sus datos no lo están y el 37,0% no lo sabe.

El 47,1% de los cirujanos opina que se debe recoger un consentimiento expreso por parte del cirujano para recoger datos específicos intraoperatorios sobre pasos técnicos, variantes y maniobras quirúrgicas, tipos de procedimientos, tiempos quirúrgicos; el 24,4% piensa que sólo se deberían recoger sistemáticamente si están anonimizados.

El 43,3% considera necesario el consentimiento expreso por parte del cirujano, para la recogida de estos datos durante la cirugía, cuando persiga fines legales, estadísticas estatales o comerciales.

Bloque VI. SUGERENCIAS y propuestas al respecto de la cirugía digital

Ciento sesenta y tres encuestados añadieron sugerencias en texto libre, resumidas en la [figura 3](#). La palabra más repetida fue «formación» 86 (52,7%), seguido de «información» 28 (17,2%).

En el modelo de *log-linear* se evaluó la relación entre el interés en tecnología digital y las variables relacionadas con el conocimiento de términos como *big data*, IA, etc. en las

Tabla 1 – Estructura y contenido de la encuesta nacional sobre cirugía digital

Bloque	Preguntas
I	<p><i>Sobre el ESTADO ACTUAL de tecnología digital en el CENTRO DE TRABAJO</i></p> <p>1. ¿Hay historia clínica (HC) electrónica en tu centro?..... Sí / No / No sé</p> <p>2. ¿Se puede explotar la HC para hacer estudios en el propio centro?..... Sí / No / No sé</p> <p>3. ¿Se pueden exportar datos de la HC de tu centro a otro centro distante?..... Sí / No / No sé</p> <p>4. ¿Dispones de sistemas de grabación sistemática de cirugía laparoscópica realizada en el hospital?..... Sí / No / No sé</p> <p>5. ¿Dispones de cirugía robótica en el centro?..... Sí / No / No sé</p> <p>6. ¿Realizas tú cirugía robótica en tu centro?..... Sí / No / No sé</p> <p>7. ¿Recogen en tu centro los datos de la cirugía robótica?..... Sí / No / No sé</p> <p>8. ¿Dispones de sistemas organizados en tu hospital para el registro y análisis de datos?..... Sí / No / No sé</p> <p>9. ¿Hay un responsable de la gestión de datos en tu hospital?..... Sí / No / No sé</p> <p>10. ¿Formas parte de algún proyecto de investigación con <i>Big data</i> o tecnología digital?..... Sí / No / No sé</p> <p>11. ¿Te gustaría investigar sobre tecnología digital aplicada a cirugía?..... Sí / No / No sé</p>
II	<p><i>Sobre el estado de los CONOCIMIENTOS del cirujano sobre cirugía digital y aspectos relacionados</i></p> <p>1. ¿Sabes lo que es?:</p> <p>a. Cirugía digital..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>b. Inteligencia artificial..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>c. Aprendizaje automático..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>d. Visión computacional..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>e. <i>Big data</i>..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>f. Ciencia de los datos..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>g. Gobernanza de datos..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>2. ¿Sabes si hay un consentimiento informado para los pacientes respecto al uso de los datos del proceso quirúrgico por parte de los sistemas de registro de datos digitales?..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>3. ¿Sabes si hay un consentimiento informado para los cirujanos, respecto al uso de los datos del proceso quirúrgico por parte de los sistemas de registro de datos digitales?..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>4. ¿Sabes si está regulada la recogida de datos sistemáticos en cirugía digital?..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>5. ¿Sabes quién regula la recogida y procesamiento de datos en cirugía digital?..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>6. ¿Sabes quién es el «dueño» de los datos generados durante el proceso quirúrgico en cirugía digital?..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>7. ¿Sabes a dónde recurrir para obtener la información generada en el proceso quirúrgico en cirugía digital?..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p> <p>8. ¿Sabes para qué sirve la información generada en el proceso quirúrgico en cirugía digital?..... Sí / Tengo ligera idea / No sé</p>
III	<p><i>Sobre el estado de la FORMACIÓN en cirugía digital</i></p> <p>1. ¿Te parece importante el tema de la tecnología digital para el cirujano?.....Sí / No</p> <p>2. ¿Te consideras suficientemente formado en tecnología digital aplicada en cirugía?..... Sí / No</p> <p>3. ¿Crees que debería haber formación sobre tecnología digital DURANTE la residencia?..... Sí / No</p> <p>4. ¿Crees que debería haber formación sobre tecnología digital DESPUÉS DE la residencia... Sí / No</p> <p>5. ¿Crees que la AEC debería preocuparse de la formación en cirugía digital?..... Sí / No</p>
IV	<p><i>Sobre la PROPIEDAD de los datos en cirugía digital (puedes marcar más de una opción)</i></p> <p>1. ¿Quién crees que debería ser el PROPIETARIO de los DATOS GENERALES recogidos digitalmente durante la cirugía? El paciente / El cirujano / El hospital / La administración nacional / La empresa creadora de la tecnología quirúrgica / No sé / otros:.....</p> <p>2. ¿Quién crees que debería ser el RESPONSABLE de los datos generales recogidos digitalmente durante la cirugía? El paciente / El cirujano / El hospital / La administración nacional / La empresa creadora de la tecnología quirúrgica / No sé / otros:.....</p> <p>3. ¿Quién crees que debería CUSTODIAR los datos generales recogidos digitalmente durante la cirugía? El paciente / El cirujano / El hospital / La administración nacional / La empresa creadora de la tecnología quirúrgica / No sé / otros:.....</p> <p>4. ¿Quién crees que debería ser el PROPIETARIO de los DATOS DE VÍDEO DE LA CIRUGÍA grabado digitalmente durante la intervención? El paciente / El cirujano / El hospital / La administración nacional / La empresa creadora de la tecnología quirúrgica / No sé / otros:.....</p> <p>5. ¿Quién crees que debería ser el RESPONSABLE de los datos del vídeo de la cirugía grabado digitalmente durante la intervención? El paciente / El cirujano / El hospital / La administración nacional / La empresa creadora de la tecnología quirúrgica / No sé / otros:.....</p> <p>6. ¿Quién crees que debería CUSTODIAR los datos del vídeo de la cirugía grabado digitalmente durante la intervención? El paciente / El cirujano / El hospital / La administración nacional / La empresa creadora de la tecnología quirúrgica / No sé / otros:.....</p>

Tabla 1 (Continuación)

Bloque	Preguntas
V	<p><i>Sobre la información digital generada por el CIRUJANO durante la intervención quirúrgica</i></p> <p>1. ¿Sabes si actualmente tus datos quirúrgicos están en alguna plataforma digital? Sí lo sé / No, no están / No sé si están o no</p> <p>2. ¿Crees que se deberían poder RECOGER sistemáticamente datos específicos intraoperatorios sobre pasos técnicos, variantes y maniobras quirúrgicas, tipos de procedimientos, tiempos quirúrgicos... SIN CONSENTIMIENTO DEL CIRUJANO que las realiza? Sí / Si lo son datos anónimos completamente / Si lo si el cirujano da su consentimiento expreso / No, nunca</p> <p>3. ¿Crees que se debería poder UTILIZAR la información digital generada durante la intervención quirúrgica SIN CONSENTIMIENTO DEL CIRUJANO para FINES LEGALES, ESTADÍSTICAS ESTATALES O COMERCIALES? Sí / Si lo si son datos anónimos completamente / Si lo si el cirujano da su consentimiento expreso / No, nunca</p>
VI	<p><i>Sobre SUGERENCIAS y propuestas al respecto de la cirugía digital (rellenar las opciones con texto libre)</i></p> <p>1. Escribe 3 sugerencias sobre medidas a poner en marcha que consideras importantes para hacer frente la nueva era de la cirugía digital:</p> <p>a).....</p> <p>b).....</p> <p>c).....</p>

columnas. Ninguna de las variables independientes obtuvo un coeficiente con un valor $p < 0,05$, lo que sugiere que el conocimiento sobre estos términos (*big data*, IA, etc.) no tiene una relación estadísticamente significativa con el interés en la investigación sobre tecnología digital. Tampoco hubo significación evaluando aquellos que no tienen interés en la tecnología digital.

En el análisis de correspondencia se observó que existe una asociación positiva entre un conocimiento más avanzado de términos tecnológicos («Sí, perfectamente» y «Tengo ligera idea») y una formación en cirugía digital. Las personas que indican «No sé», en términos de conocimiento tecnológico, tienden a asociarse con categorías que implican baja o nula formación en cirugía digital. Hay una clara relación entre el nivel de conocimiento tecnológico y el interés en investigar: un

alto conocimiento está vinculado con un fuerte interés en investigar y un bajo conocimiento está asociado con una falta de interés en investigar. El análisis sugiere que fomentar el conocimiento tecnológico podría aumentar el interés en investigar sobre tecnología digital. También hay una asociación evidente entre el interés en la cirugía robótica y la práctica de realizar cirugías: las personas que tienen interés también realizan cirugías, mientras que las personas que no realizan cirugías tienden a no mostrar interés.

Perfil de los cirujanos con conocimientos en cirugía digital

Se evaluaron las diferencias de conocimientos en cirugía digital entre cirujanos. Aquellos que realizan cirugía robótica tienen un mayor conocimiento de los términos tanto a nivel

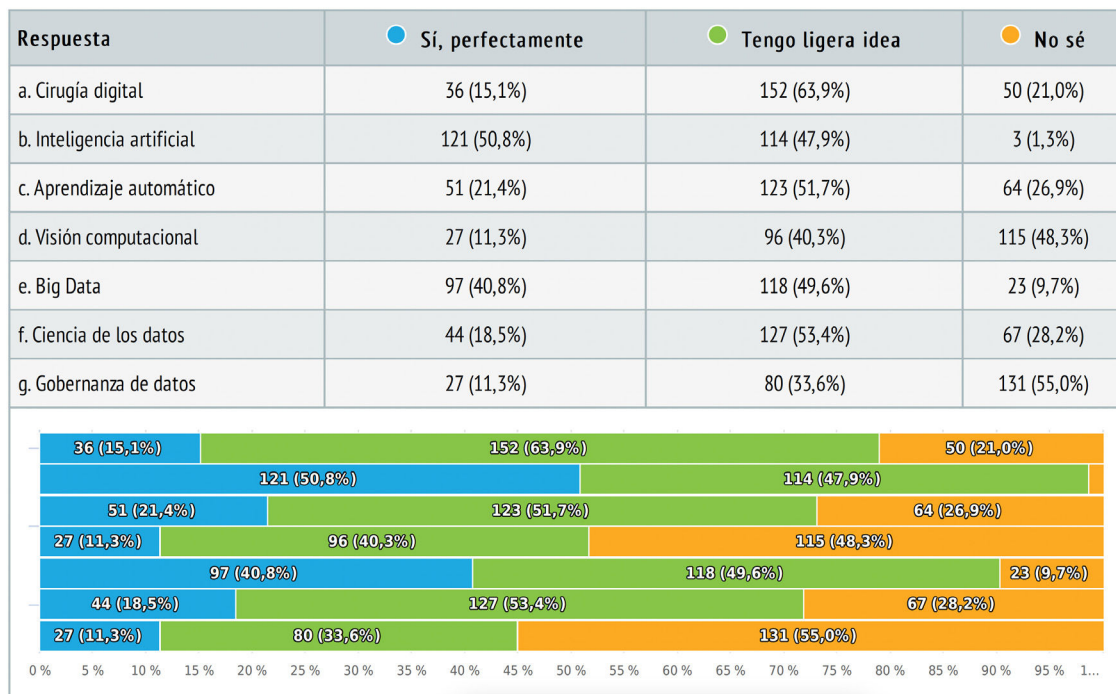


Figura 1 – Respuestas del bloque I de la encuesta sobre el conocimiento de los términos en la cirugía digital.

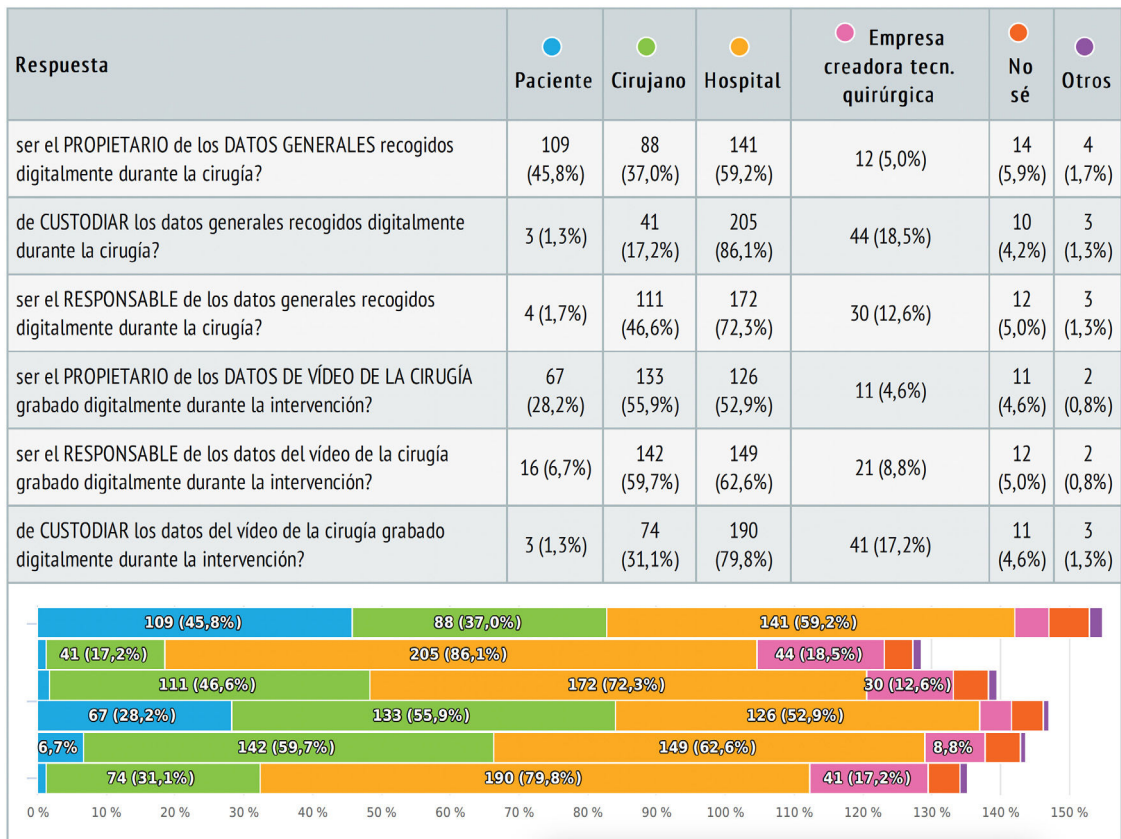


Figura 2 – Respuestas del bloque IV de la encuesta sobre la propiedad de los datos en la cirugía digital.



Figura 3 – Respuestas del bloque VI sobre las sugerencias y las propuestas al respecto de la cirugía digital.

global (7,2 vs. 6.619; $p = 0,215$) (fig. 4) como evaluando los términos de forma independiente, aunque sin diferencias significativas ($p > 0,05$) (tabla 2) (fig. 4). El 57,14% de cirujanos que realizan cirugía robótica conocen el término/el significado de «Inteligencia artificial» (IA). Sin embargo, el resto de los términos son conocidos por menos del 25% de estos. Comparando las respuestas en las preguntas sobre el interés en tecnología digital (Bloque I, pregunta 11 y Bloque III, pregunta 1 (tabla 2), sí hay diferencias significativas entre los cirujanos que realizan cirugía robótica y los que no ($p = 0,023$).

Con el fin de evaluar el perfil del interesado en la investigación de la tecnología digital se realizó una regresión

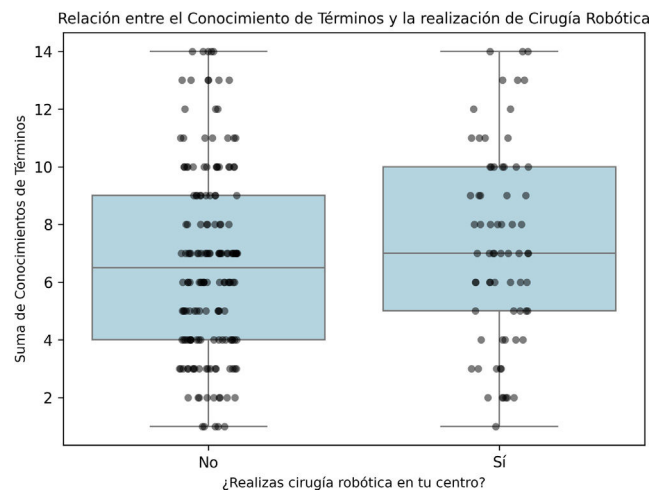


Figura 4 – Relación entre el conocimiento de los términos y el interés en la cirugía digital y la realización de la cirugía robótica.

logística para identificar las variables que están más estrechamente relacionadas con ello. Dicho análisis identificó que aquellos cirujanos que creen que debería haber formación sobre tecnología digital durante la residencia y que conocen el término aprendizaje automático y visión computacional tienen casi el doble de posibilidades de investigar sobre cirugía digital que los que no (tabla 3).

Tabla 2 – Conocimiento de los términos de cirugía digital y la realización de cirugía robótica

	Conocimiento en el cirujano no robótico (%)	Conocimiento en el cirujano robótico (%)	Valor de p
Cirugía digital	11.905	22.857	0,099
Inteligencia artificial	48.214	57.143	0,279
Aprendizaje automático	20.238	24.286	0,645
Visión computacional	11.310	11.429	0,862
Big data	38.690	45.714	0,60
Ciencia de los datos	19.643	15.714	0,415
Gobernanza de los datos	9.524	15.714	0,206

Tabla 3 – Regresión logística para identificar las variables que están más estrechamente relacionadas con este interés

Pregunta		OR	CI (2,5%)	CI (97,5%)	Valor de p
3. ¿Crees que debería haber formación sobre tecnología digital durante la residencia?	Sí	1.826	1.584	2.105	0,002
1. ¿Sabes lo que es?: x c.\tAprendizaje automático	Sí, perfectamente	1.758	1.525	2.027	0,002
1. ¿Sabes lo que es?: x d.\tVisión computacional	Tengo ligera idea	1.494	1.295	1.722	0,013

CI: intervalo de confianza; OR: odds ratio.
Especificidad: 70,9%; Exactitud: 65,8%; Sensibilidad: 62,2%.

Discusión

El presente estudio evidencia importantes áreas de desconocimiento en cirugía digital entre los cirujanos españoles, carencias formativas y necesidad de implantación de iniciativas al respecto, además de identificar el perfil de cirujano interesado. Se trata de la primera evaluación realizada en España sobre este tema.

En medio de esta auténtica revolución tecnológica digital ligada a la cirugía, en la que está implicado irremediamente el cirujano, sorprende ver cómo su papel parece quedar relegado en muchas ocasiones a «mero espectador» del proceso tecnológico.

En el presente estudio se encontraron resultados similares a otros países, como ocurrió en una encuesta realizada a los miembros de la Sociedad Alemana de Cirugía, con 296 participantes, respecto al proceso de digitalización en cirugía. Esta reveló, la necesidad de mejorar el estado actual de los conocimientos tanto aspectos generales de la digitalización como de cuestiones quirúrgicas relevantes⁸. Posteriormente, otra encuesta nacional a cirujanos alemanes de diferentes especialidades (el 55,27% cirujanos generales), sobre la IA, mostró que aunque más de la mitad estaba familiarizado con las aplicaciones de IA, la mayoría calificó su conocimiento personal como mediocre (41,6%) o rudimentario (37,3%)⁹. Este mismo estudio, enfatizó en la necesidad de educación y capacitación en IA⁹.

La cirugía robótica ha aumentado exponencialmente en nuestro sistema sanitario en pocos años, pasando del 7% en 2020, según la encuesta nacional de la AEC sobre implementación tecnológica¹⁰, a un 56% en la presente encuesta, lo que supone un incremento de ocho veces en tan solo 4 años. Sin embargo, menos de un tercio de los cirujanos encuestados tienen acceso a su utilización, lo cual da una idea de la irregular implementación de esta tecnología.

No está prevista la instrucción en las nuevas competencias derivadas de la incursión informática en la especialidad; no

existiendo una planificación formativa para el cirujano en el campo tecnológico, adaptada a su papel en el proceso, que le permita acometer su misión con pleno conocimiento y autonomía. Esto parece paradójico si consideramos que el volumen y complejidad de este campo es de tal envergadura que ha ocasionado el nacimiento de una nueva ciencia, la «ciencia de los datos»¹¹. Este estudio muestra que solo una minoría de cirujanos conocen términos clave como «cirugía digital», «aprendizaje automático» o «gobernanza de datos». Y menos del 10% de los cirujanos forman parte de algún proyecto de investigación con *big data* o tecnología digital, a pesar de que más del 60% refiere que le gustaría investigar sobre tecnología digital aplicada a cirugía. En un momento en el que el estado de la investigación sobre el apoyo a las decisiones habilitado por la IA en cirugía está rodeado de limitaciones que merman su calidad científica¹², es necesaria una implicación sistemática y formada del cirujano en el proceso digital, para contribuir al avance de tecnología digital.

La transformación de la cirugía está obligando a una transformación de los cirujanos. El futuro cirujano digital debe familiarizarse con los conceptos básicos de la IA¹³ y comprender la tecnología que utiliza, así como adquirir conciencia sobre los problemas legales, éticos y de gobernanza de datos relacionados con su uso³.

El consentimiento informado o la utilidad de la información generada en el contexto de la cirugía digital son desconocidos para la mayoría de los cirujanos en la actualidad. Incluso, hay desconocimiento respecto a la obligatoriedad del consentimiento expreso para especificar los procedimientos realizados por cirugía robótica, siendo este relevante, sobre todo ante el desconocimiento mayoritario de los pacientes en relación con los principios de esta tecnología¹⁴. Si bien, el consentimiento para la recopilación de datos tanto por parte del paciente como del cirujano se trata de un tema de actual controversia, con implicaciones éticas y legales aún sin resolver¹⁵, se debe advertir de los riesgos en el uso de los datos para promover intereses comerciales, ajenos a la

asistencia, docencia o investigación¹⁶. Iniciativas de apoyo estatal como «*Understanding Patient Data*» en Reino Unido¹⁷ respaldan la importancia de la educación de todos los agentes implicados en el proceso tecnológico. Este programa permite que los pacientes reciban educación sobre qué datos se recopilan y cómo se utilizan en aplicaciones de cirugía digital, en el convencimiento de que solo a través de la educación y el compromiso, pueden proporcionar un consentimiento debidamente informado sobre si desean compartir sus datos.

Pai SN et al.¹⁴ profundizan en las implicaciones legales poco exploradas de la cirugía robótica e identifica 3 problemas médico-legales: 1) la falta de capacitación y acreditación estandarizadas para la cirugía robótica plantea riesgos potenciales para la seguridad del paciente y la competencia del cirujano; 2) los procesos de consentimiento informado requieren consideraciones adicionales para garantizar que los pacientes sean plenamente conscientes de las capacidades de la tecnología y los riesgos potenciales, y 3) y que la cuestión de la responsabilidad legal se vuelve compleja debido a la participación de múltiples partes interesadas en el funcionamiento de los sistemas robóticos.

Un reciente estudio sobre el potencial valor de la cirugía digital, basado en metodología Delphi y consenso internacional de un panel de expertos, arrojó que una de las principales preocupaciones actuales recae en la utilización de los datos en la cirugía digital, así como su empleo en la formación quirúrgica¹⁸.

La implementación de la IA en la cirugía presenta desafíos relacionados con la protección de los datos del paciente y del cirujano, los límites éticos de la innovación, así como el impacto real de la IA en los resultados del paciente y el equipo quirúrgico¹⁵.

En el estudio de Pecqueux M et al. los cirujanos alemanes mostraron preocupación por los problemas éticos y legales con respecto a la responsabilidad, como principal obstáculo para la difusión clínica de la IA⁹.

Por el momento, la legislación aplicable al uso de datos en cirugía digital es poco específica. En Europa la General Data Protection Regulation (GDPR) del Reino Unido y la UE rige los datos de salud independientemente del formato o la forma en que se recopilan, sin mención de la IA o las tecnologías asociadas.

La falta de estandarización de la terminología relacionada con la IA en la ley y de regulación de los datos clínicos digitales, la propiedad intelectual o la responsabilidad de la integridad de los datos, unido a las discrepancias legislativas entre los diferentes países, conduce a que actualmente todavía exista un vacío normativo importante en torno a los datos en la cirugía digital³. El laboratorio de IA del NHS del Reino Unido ha publicado documentos para la adopción segura de sistemas de IA en el cuidado de la salud NHS X¹⁹ y la OMS una guía sobre ética e IA en el cuidado de la salud²⁰. Esto proporciona un marco general para la IA en el cuidado de la salud, pero no aborda cuestiones específicas de la ética de la IA en la cirugía.

La creación de una normativa de la gobernanza de datos del proceso quirúrgico requeriría la colaboración de un equipo de expertos de tipo multidisciplinar, en el que estén implicados los cirujanos, los pacientes, la industria, la administración, los investigadores, los ingenieros informáticos y los especialistas en ética¹⁵.

En este contexto de irregular implementación y vacío de formación, se ha investigado si el cirujano robótico tiene los conocimientos necesarios y de un mayor nivel sobre el cirujano que no realiza robótica, ya que la utilización de cirugía robótica lleva en muchos casos implícita la utilización de algunos de estos recursos. Sorprende comprobar que, aunque existe un nivel mayor de interés, no existen grandes diferencias en el conocimiento, lo que puede suponer una llamada de atención sobre los perfiles capacitados para la cirugía robótica y la necesaria formación de estos. Además, la asociación evidente entre el interés en la cirugía robótica y la práctica de realizar cirugías, donde muestra que las personas que no realizan cirugías tienden a no mostrar interés por la misma puede ser una llamada de atención para los coordinadores de las unidades, que indica la apatía y desinterés que puede generar en los grupos la implantación desigual de la cirugía robótica.

Más del 90% de los cirujanos encuestados considera que este tema es importante y reconoce que no está suficientemente formado en él, por lo que reclaman formación tanto durante la residencia como a lo largo de su desarrollo profesional como especialistas. Es de destacar la inquietud por el aprendizaje mostrado por la mayoría de los encuestados, conscientes de la relevancia del tema. Además, en el presente estudio se consigue identificar que aquellos cirujanos que conocen más sobre el tema son aquellos con más interés por investigar sobre el mismo, algo acorde con la literatura publicada que incide en la necesidad de familiarizarse con los conceptos básicos de la IA y la implementación tecnológica para incorporar mejor este nuevo campo en la práctica quirúrgica, equiparándolo a campos de estudio más «tradicionales» como la biología molecular, la genética y la inmunología¹³. Los participantes señalan a la AEC como institución de referencia donde poder poner en marcha estas iniciativas formativas en dicha materia. El análisis de correlación también señala la importancia del aprendizaje. Aquellos cirujanos que se han formado en cirugía digital mantienen un elevado conocimiento, mientras que los que no han recibido formación, su conocimiento es bajo, algo que, con la importancia de la cirugía digital, resulta fundamental incrementar. Además, la correlación entre el conocimiento y el interés en investigar enfatiza la importancia seguir formando a los cirujanos en este campo para seguir aumentando la investigación sobre el tema.

En esta vertiginosa deriva, el cirujano se encuentra ante una «invasión tecnológica» en la que es agente imprescindible, pero a la vez desconoce gran parte de los fundamentos y algoritmos empleados, desconoce quién dirige y se responsabiliza de la gestión de los datos que utiliza y que genera su actuación profesional, y desconoce las consecuencias derivadas tanto de la aceptación de la digitalización quirúrgica como de su discrepancia con los resultados arrojados por la IA durante su interacción con el paciente concreto³. Debemos procurar que los avances tecnológicos dejen de caminar de forma independiente de los usuarios de la misma, evitando que el cirujano se mantenga «ciego» respecto a los aspectos de la innovación que le incumben directa o indirectamente, además de hacerlo colaborador necesario de su avance, dándole el papel protagonista que debe tener en la transformación digital de la cirugía.

La formación en tecnologías emergentes y su gobernanza debería ser impulsada desde la etapa de residencia, en el contexto de una perspectiva estandarizada y bajo la dirección de sociedades quirúrgicas de ámbito nacional¹⁶, como lo es en nuestro país la AEC. Una estrategia amplia podría incluir la creación de cursos específicos para residentes y la organización de webinars a través de las distintas secciones de la AEC, como la Sección de Cirugía Mínimamente Invasiva e Innovación Tecnológica (CMI-IT), la Sección de Calidad y la Sección de Formación. Adicionalmente, se podrían ofrecer cursos precongreso y talleres en los Congresos Anuales de la AEC, con el objetivo de actualizar a los profesionales de todas las etapas sobre las nuevas tecnologías y sus implicaciones. Este enfoque formativo estructurado y continuo permitiría una adaptación gradual de los profesionales a los avances tecnológicos, promoviendo así una práctica más segura y eficiente.

Lo ideal sería tender al establecimiento de un itinerario formativo que incluyera los conocimientos y habilidades relacionados con la cirugía digital, que se incorporara de manera oficial al programa nacional de la especialidad y se integrara con el aprendizaje del resto de competencias actualmente requeridas al cirujano general. Este enfoque también mejoraría los actuales problemas de desigualdad de acceso, con inclusión de cursos y/o estancias formativas en aquellos centros con mayor capacidad y medios docentes en estos avances tecnológicos.

Se han comunicado experiencias formativas, principalmente asociadas a la cirugía robótica, tanto para la formación integral en cirugía general durante la residencia²¹, como en ámbitos concretos de la especialidad²²⁻²⁴.

Las prácticas actuales de acreditación en cirugía robótica y nuevas tecnologías son inadecuadas o no están estandarizadas²⁵. Aunque no se ha definido un camino universal de capacitación en cirugía robótica para residentes, tras la definición de la «evaluación basada en competencias» en 2022 por la «American Board of Surgery» (ABS), se ha establecido un grupo de trabajo en EE. UU. para desarrollar una vía curricular universal y aprovechar las herramientas digitales para apoyar la formación de los residentes²⁶. En esta línea, se acaba de publicar el protocolo para lograr un consenso paneuropeo en la elaboración de un programa de formación integral para cirugía robótica gastrointestinal²⁷.

Las principales limitaciones de este estudio radican en la representación de solo una muestra de los cirujanos españoles, por lo que existe un sesgo de selección que solo indica el desconocimiento importante, incluso entre los cirujanos más interesados, que incluirían los participantes en el estudio. Otros posibles sesgos de selección han sido que no se ha distinguido entre cirujanos más jóvenes o residentes y especialistas o según el volumen de los centros, aunque la formación sobre el tema en la mayoría de los centros y con el paso del tiempo no ha cambiado. Se trata de una encuesta no validada en otros estudios debido a la novedad del tema tratado. Otra limitación de nuestro estudio es que no se han analizado por separado los grupos de cirujanos (residentes, adjuntos junior y seniors) ni el volumen de pacientes atendidos en los distintos centros, factores que podrían influir en el conocimiento y uso de las tecnologías. Sin embargo, debido a la extensión y alcance inicial de este estudio, nos

hemos centrado en obtener una visión general. En futuros trabajos, sería valioso profundizar en estos subgrupos para adaptar mejor los programas de formación a las necesidades específicas de cada perfil.

En conclusión, existe un importante desconocimiento en cirugía digital en España, identificándose áreas de mejora como punto de partida para proyectos formativos que doten a los cirujanos de los conocimientos y las competencias que demanda la nueva era quirúrgica. A pesar del aumento de la cirugía robótica y la digitalización del proceso quirúrgico en nuestro país, es necesaria una llamada de atención a la comunidad quirúrgica y a nuestra sociedad sobre la importancia de la incursión de la tecnología digital en la cirugía y sus connotaciones respecto a la gobernanza de los datos derivados del proceso quirúrgico, considerándose la AEC el mejor instrumento para la articulación de estas herramientas, que permitan a los cirujanos actuales acometer su papel protagonista en este proceso de innovación y transformación digital.

Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

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 Asociación Española de Cirujanos su apoyo en esta iniciativa, así como a todos los cirujanos que participaron en esta encuesta.

Anexo. Material adicional

Se puede consultar material adicional a este artículo en su versión electrónica disponible en [doi:10.1016/j.ciresp.2024.12.003](https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2024.12.003).

BIBLIOGRAFÍA

1. Moore GE. Cramming More Components onto Integrated Circuits. *Electronics*. 1965;38:114-7.
2. Lacy A. Cirugía 4.0: la nueva revolución quirúrgica. Disponible en: https://www.nationalgeographic.com.es/edicion-impresion/national-geographic-enero-2019_16663 [acceso Sep 2024]. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/grandes-reportajes/cirugia-40_13756
3. Acosta-Mérida MA. Data Governance in digital surgery. *Cir Esp (Engl Ed)*. 2024;102 Suppl 1:S8-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cireng.2023.10.007>.

4. Targarona EM, Balla A, Batista G. Big data and surgery: The digital revolution continues [Article in English, Spanish]. *Cir Esp (Engl Ed)*. 2018;96:247-9. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2017.07.009>.
5. Chen M, Mao S, Liu Y. Big Data: A Survey. *Mobile Netw Appl*. 2014;19171-220. <http://dx.doi.org/10.1007/s11036-013-0489-0>.
6. Lam K, Abràmoff MD, Balibrea JM, Bishop SM, Brady RR, Callcut RA, et al. A Delphi consensus statement for digital surgery. *NPJ Digit Med*. 2022;5:100. <http://dx.doi.org/10.1038/s41746-022-00641-6>.
7. Directiva europea (UE) 2019/1024. [acceso Sep 2024]. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L1024&from=ES>
8. Wilhelm D, Kranzfelder M, Ostler D, Stier A, Meyer HJ, Feussner H. Digitalization in surgery: What surgeons currently think and know about it-results of an online survey [Article in German]. *Chirurg*. 2020;91:51-9. <http://dx.doi.org/10.1007/s00104-019-01043-3>.
9. Pecqueux M, Riediger C, Distler M, Oehme F, Bork U, Kolbinger FR, et al. The use and future perspective of Artificial Intelligence-A survey among German surgeons. *Front Public Health*. 2022;10:982335. <http://dx.doi.org/10.3389/fpubh.2022.982335>.
10. Sánchez López JD, Acosta Mérida MA, Toledano Trincado M, Segura Sampedro JJ, Trébol López J, Aranzana Gómez A, et al. Technological implementation in General Surgery services in Spain. National survey and results. *Cir Esp (Engl Ed)*. 2021;99:707-15. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ciresp.2021.02.008>.
11. John JW. The Future of Data Analysis. *Ann Math Statist*. 1962;33:1-67.
12. Loftus TJ, Altieri MS, Balch JA, Abbott KL, Choi J, Marwaha JS, et al. Artificial Intelligence-enabled Decision Support in Surgery: State-of-the-art and Future Directions. *Ann Surg*. 2023;278:51-8. <http://dx.doi.org/10.1097/SLA.0000000000005853>.
13. Gumbs AA, Frigerio I, Spolverato G, Croner R, Illanes A, Chouillard E, et al. Artificial Intelligence Surgery: How Do We Get to Autonomous Actions in Surgery? *Sensors (Basel)*. 2021;21:5526. <http://dx.doi.org/10.3390/s21165526>.
14. Pai SN, Jeyaraman M, Jeyaraman N, Nallakumarasamy A, Yadav S. In the Hands of a Robot, From the Operating Room to the Courtroom: The Medicolegal Considerations of Robotic Surgery. *Cureus*. 2023;15:e43634. <http://dx.doi.org/10.7759/cureus.43634>.
15. Collins JW, Marcus HJ, Ghazi A, Sridhar A, Hashimoto D, Hager G, et al. Ethical implications of AI in robotic surgical training: A Delphi consensus statement. *Eur Urol Focus*. 2022;8:613-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.euf.2021.04.006>.
16. Hardy NP, Cahill RA. Digital surgery for gastroenterological diseases. *World J Gastroenterol*. 2021;27:7240-6. <http://dx.doi.org/10.3748/wjg.v27.i42.7240>.
17. Understanding Patient Data, 2024 [acceso Sep 2024]. Available from: <https://understandingpatientdata.org.uk>
18. Erskine J, Abrishami P, Bernhard JC, Charter R, Culbertson R, Hiatt JC, et al. An international consensus panel on the potential value of Digital Surgery. *BMJ Open*. 2024;14. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2023-082875>. e082875..
19. Artificial Intelligence: how to get it right. Putting policy into practice for safe data-driven innovation in health and care, 2019 [acceso Sep 2024]. Available from: https://www.nhs.uk/media/documents/NHSX_AI_report.pdf
20. World Health Organisation. Ethics and governance of artificial intelligence for health, 2021 [acceso Sep 2024]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240029200>
21. Moit H, Dwyer A, De Sutter M, Heinzel S, Crawford D. A Standardized Robotic Training Curriculum in a General Surgery Program. *JLS*. 2019;23. <http://dx.doi.org/10.4293/JLS.2019.00045>. e2019.00045.
22. Miskovic D, Ahmed J, Bissett-Amess R, Gómez Ruiz M, Luca F, Jayne D, et al., European Academy for Robotic Colorectal Surgery (EARCS). European consensus on the standardization of robotic total mesorectal excision for rectal cancer. *Colorectal Dis*. 2019;21:270-6.
23. Fong Y, Buell JF, Collins J, Martinie J, Bruns C, Tsung A, et al. Applying the Delphi process for development of a hepatopancreaticobiliary robotic surgery training curriculum. *Surg Endosc*. 2020;34:4233-44. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-020-07836-6>.
24. Tou S, Au S, Clancy C, Clarke S, Collins D, Dixon F, et al. European Society of Coloproctology guideline on training in robotic colorectal surgery (2024). *Colorectal Dis*. 2024;26:776-801. <http://dx.doi.org/10.1111/codi.16904>.
25. Huffman EM, Rosen SA, Levy JS, Martino MA, Stefanidis D. Are current credentialing requirements for robotic surgery adequate to ensure surgeon proficiency? *Surg Endosc*. 2021;35:2104-9. <http://dx.doi.org/10.1007/s00464-020-07608-2>.
26. Porterfield JR Jr, Podolsky D, Ballecer C, Coker AM, Kudsı OY, Duffy AJ, et al. Structured Resident Training in Robotic Surgery: Recommendations of the Robotic Surgery Education Working Group. *J Surg Educ*. 2024;81:9-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsurg.2023.09.006>.
27. Fadel MG, Walshaw J, Pecchini F, Elhadi M, Yiasemidou M, Boal M, et al., European Robotic Surgery Consensus (ERSC) study group. European Robotic Surgery Consensus (ERSC): Protocol for the development of a consensus in robotic training for gastrointestinal surgery trainees. *PLoS One*. 2024;19. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0302648>. e0302648.