

ROBÓTICA EN CIRUGÍA: ¿UNA NECESIDAD QUIRÚRGICA O UNA MODA CONTRA LA SOSTENIBILIDAD?

Dr. José Francisco Noguera Aguilar

Jefe de Servicio de Cirugía General y Aparato Digestivo. Hospital Universitario Obispo Polanco. Teruel

RESUMEN

En un mundo cambiante en el que se va ampliando el mercado y aumentan los proveedores y la incertidumbre, los clínicos debemos aportar nuestro punto de vista en temas de tanto impacto asistencial y económico como la cirugía robótica. En este manuscrito se intenta dar una visión asistencial de un problema muy relevante como es la importancia de adquirir e implantar la robótica en los centros hospitalarios y la decisión compartida con los gestores y la sociedad en relación a la sostenibilidad de las innovaciones tecnológicas en sanidad.

PALABRAS CLAVE

Robot quirúrgico, sostenibilidad, seguridad clínica, complicaciones postoperatorias.

ABSTRACT

In a changing world with expanding markets, increasing providers, and increasing uncertainty, clinicians must contribute their perspective on issues with significant healthcare and economic impact, such as robotic surgery. This manuscript attempts to provide a healthcare perspective on a highly relevant issue: the importance of acquiring and implementing robotics in hospitals and the shared decision-making process with managers and society regarding the sustainability of technological innovations in healthcare.

KEYWORDS

Surgical robotics, sustainability, clinical safety, postoperative complications

Revisión Científica

INTRODUCCIÓN

La llegada de la robótica a nuestras vidas ha supuesto un cambio de gran trascendencia que, por su paulatina y silenciosa implantación, pasa a veces imperceptible en nuestro día a día. La medicina y la cirugía no son ajenas a esta transformación tecnológica, que mezcla la mecanización de alta seguridad de partes del proceso con la inteligencia artificial que ayuda en la correcta y eficaz ejecución de las maniobras realizadas por los robots.

La cirugía está lejos de ver esos robots que vemos en las plataformas ensambladoras de vehículos motorizados donde un robot es capaz de colocar de forma autónoma todos los accesorios necesarios para convertir, casi sin participación humana, una estructura de hierro en el habitáculo de un vehículo que usaremos para nuestro transporte sin atisbar la más mínima duda en la seguridad de este proceso de montaje. De momento, en cirugía, nos situamos al margen de este tipo de “cadena de montaje” para los procesos quirúrgicos. El motivo es doble: por un lado cada paciente tiene unas peculiaridades anatómicas y fisiológicas y el proceso de la enfermedad ha causado alteraciones muy dispares en cada uno de ellos y, por otro, la sociedad quirúrgica ha decidido que la robótica sea una robótica esclava y aplicada al proceso de la intervención quirúrgica. Esclava porque sólo se le pide que reproduzca en el interior del paciente los movimientos que el cirujano ejecuta desde fuera en una consola de visualización y ejecución; aplicada al proceso porque la intervención sigue siendo un proceso de relación médico-paciente de alta cualificación técnica e instrumental donde la robótica es solo una parte, aunque muy importante, de este proceso.

APLICACIÓN DE LA FLUORESCENCIA, GUÍAS TISULARES E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La transformación digital de la cirugía es algo reciente que se ha ido implantando de forma progresiva con una aceleración creciente e imparable. ¿Por qué es tan necesaria esta revolución digital?. Son varias las ventajas de esta evolución en la digitalización de la imagen, siendo la más importante la facilidad y capacidad de almacenaje y facilidad de acceso posterior recuperándola desde un repositorio

remoto. No es menos importante el problema medioambiental en relación a la generación de residuos al que contribuye positivamente esta digitalización de la imagen: las radiografías portan metales pesados como las sales de plata y otros que se desprenden de la parte plástica siendo, al igual que los productos de revelado, altamente tóxicos para el medio ambiente.

En cirugía, cuando hablamos de imagen es inherente que derivemos a pensar en la secuencia de imágenes, sobre todo en nuestra era de la cirugía endoscópica donde la imagen secuencial es fundamental, y ello nos lleva al video digital. El video digital es la representación de imágenes en movimiento en forma de datos digitales codificados, a diferencia del clásico video analógico, que representaba las imágenes mediante señales analógicas continuas. El discurso de la imagen y el video digital introduce un concepto que está penetrando de forma progresiva en nuestros entornos quirúrgicos: la “Cirugía Digital” o Cirugía 4.0. La transformación digital nos ha permitido transitar desde la cirugía abierta (que ahora denominamos “Cirugía 1.0”) a la cirugía endoscópica o 2.0 en los años 80 y a la cirugía robótica o 3.0 a principios del presente siglo. La aplicación de la digitalización de la imagen, la inteligencia artificial, el análisis computacional de datos y el “machine learning” (aprendizaje de la computadora) en el proceso quirúrgico nos abre la era de la Cirugía 4.0 o cirugía digital¹.

La irrupción del mundo digital en el proceso quirúrgico ha mejorado indefectiblemente la calidad de las imágenes visualizadas y almacenadas, así como el propio proceso por la posibilidad de fusionar imágenes reales y virtuales (simulación, realidad virtual, impresión 3D...) y la ayuda en la toma de decisiones proporcionada por el análisis computacional del “big data”, esa ingente cantidad de datos imposible de ser procesada por tecnologías y herramientas convencionales²⁻¹⁰.

Las últimas versiones de los sistemas robóticos incorporan un sistema de imagen con fluorescencia utilizando como colorante fluorescente el verde de indocianina que permite identificar los ganglios linfáticos y evaluar la vascularización tisular, lo que ayuda al cirujano a elegir el territorio de linfadenectomía y la amplitud de la disección ganglionar en la cirugía oncológica, así como decidir cuál será el lugar

Revisión Científica

óptimo para la anastomosis digestiva y así contribuir a la disminución del número de fístulas anastomóticas¹¹. Además existe la posibilidad de integrar imágenes de reconstrucción 3D obtenidas desde Tomografía axial o Resonancia magnética que podemos visualizar en paralelo en la consola del robot para ayudar en la planificación y ejecución de la cirugía¹².

De forma adicional se puede obtener superposición de imágenes de realidad virtual obtenidas mediante inteligencia artificial que nos marcan distintos tejidos pudiendo tener de esta manera resaltadas mediante distintos colores y texturas las estructuras anatómicas que nos sean de interés en esa cirugía concreta (marcage de nervios, de vasos, de uréter, de vasos linfáticos...). Esta fusión de imagen endoscópica con imágenes de realidad virtual y aumentada en tiempo real permitirá aplicaciones avanzadas particularmente en el campo de la cirugía endoscópica oncológica.

DISTINTAS PLATAFORMAS ROBÓTICAS; ¿SOSTENIBILIDAD VS SEGURIDAD?

De forma coloquial en nuestra sociedad se habla de la cirugía endoscópica como si ya fuera el abordaje habitual en la cirugía visceral, pero la implantación de la cirugía laparoscópica no ha sido la esperada en procedimientos complejos. Así como se ha convertido en la vía de abordaje de elección para patologías como la colecistectomía o la cirugía antirreflujo, existen muchas patologías más complejas donde la vía de elección sigue siendo la cirugía abierta y la tasa de abordajes laparoscópicos inferior al 60%, como puede ser en un proceso tan relevante por su incidencia y consumo de recursos como es la resección colorrectal. El motivo de ello es que existen algunos procedimientos (resección rectal, colectomías ampliadas,...) y algunas partes de algunos procesos (la sutura, la creación de anastomosis, la preservación neural,...) que son considerados como difíciles para más de la mitad de los cirujanos en la actualidad.

Es bien conocido el beneficio de la cirugía robótica como herramienta capacitadora de gestos y maniobras quirúrgicas en procedimientos de mínima invasión, así como herramienta de formación en cirugía endoscópica.

VENTAJAS DE LA CIRUGÍA ROBÓTICA

- **IMAGEN TRIDIMENSIONAL**
- **ESCALADO MOVIMIENTOS (5:1 – 2:1)**
- **REDUCE TEMBLOR FISIOLÓGICO**
- **GRAN LIBERTAD MOVIMIENTO INSTRUMENTAL**
 - 7 planos de libertad
 - 180° de articulación
 - 540° de rotación
- **FACILITA DISECCIÓN Y SUTURA**
- **REDUCE LA CURVA DE APRENDIZAJE**
- **CONSOLA DE FORMACIÓN**
- **ERGONOMÍA DEL CIRUJANO**

Fig. 1.

La implantación de un programa de cirugía robótica en un centro hospitalario mejorará la calidad de los procedimientos quirúrgicos, con disminución de la morbimortalidad asociada, de la estancia postoperatoria y con mejoría de la calidad percibida por el usuario. En la Fig. 1 se pueden observar las ventajas que nos ofrece la robótica quirúrgica en el procedimiento quirúrgico.

El Hospital y los Cirujanos que deseen implantar la cirugía robótica en su centro hospitalario debería solicitar que el sistema robótico por el que el centro apueste pueda cumplir con los requisitos que se plantean en la Fig. 2. Con el uso de la cirugía robótica deberíamos esperar los siguientes beneficios clínicos:

- Disminución de la dificultad quirúrgica intraoperatoria con aumento de la seguridad para el paciente.
- Disminución de la morbi-mortalidad asociada al proceso quirúrgico: menor número de complicaciones anastomóticas, menor número de eventos hemorrágicos, menor infección de herida quirúrgica.
- Disminución de la estancia postoperatoria, fruto de todo lo anteriormente expuesto.
- Aumento de la calidad percibida por el usuario.
- Aumento de la calidad ofrecida a los pacientes, desde la percepción de los profesionales sanitarios.

¿QUÉ PEDIRLE A LA CIRUGÍA ROBÓTICA?

- QUE AUMENTE LA SEGURIDAD EN LOS PROCEDIMIENTOS
- QUE AUMENTE LA RAPIDEZ DE PARTES DEL PROCEDIMIENTO
- QUE HAGA FACTIBLES ALGUNAS PARTES DEL PROCEDIMIENTO
- QUE SEA REPRODUCIBLE Y DEMOCRÁTICA
- QUE SEA COSTO-EFECTIVA
- QUE SEA ACCESIBLE PARA LA FORMACIÓN



Fig. 2.

Hoy en día nos encontramos con un problema importante a la hora de decidir la plataforma robótica que introducimos en nuestro quirófano. ¿Es mejor la plataforma que cuenta con mayor experiencia y seguridad contrastada a pesar de ser la de mayor coste de adquisición y mantenimiento?, o ¿podemos cambiar a una plataforma de menor experiencia de uso para conseguir un menor coste del procedimiento?. Este análisis no está realizado en la actualidad o no al menos para cada comparativa entre plataformas existentes, lo que hace muy difícil tomar la decisión y saber si se toma con certeza. La diferencia de seguridad entre plataformas robóticas puede ser considerada marginal y es posible que estemos tentados por la sostenibilidad de la cirugía robótica frente a su seguridad. Es misión de los clínicos y los gestores encontrar un punto de encuentro donde sea posible realizar una cirugía robótica sostenible, contando con el apoyo de la industria que nos debe ayudar a conseguir este objetivo.

DECISORES DE LA ADQUISICIÓN DE LA ROBÓTICA EN CIRUGÍA. EL CLÍNICO. EL GESTOR. EL PACIENTE. LA SOCIEDAD

La evolución de la cirugía mínimamente invasiva en la última década ha revolucionado el concepto de la práctica quirúrgica moderna. Durante muchos años la cirugía laparoscópica ha sido considerada como el paradigma de este concepto de cirugía. Sin embargo, es común-

mente conocido que aun estando delante de un importante avance quirúrgico, existían limitaciones o dificultades para efectuar diferentes técnicas quirúrgicas abdominales con procedimientos exclusivamente laparoscópicos. La incorporación y progresivo desarrollo de la cirugía asistida por robot ha permitido incrementar de una forma notable las opciones técnicas para los enfermos con patología digestiva, en los que se debe de efectuar para su tratamiento un procedimiento quirúrgico que asocie seguridad, eficacia y mínima invasión o agresividad.

La cirugía robótica, efectuada con una adecuada indicación, elimina un número importante de riesgos de la cirugía abierta y supera las ventajas de la cirugía laparoscópica. Hospitales muy cualificados del mundo han ido incorporando de forma progresiva esta técnica a sus recursos tecnológicos, incrementando de esta forma la oferta terapéutica a sus pacientes. La relación entre la cirugía laparoscópica y robótica está íntimamente mediatizada por los costes asociados al equipamiento empleado.

¿Cuánto cuesta evitar una complicación quirúrgica evitable?. Si le preguntamos al paciente y al cirujano de forma individual seguro que habría disposición a pagar una elevada cantidad por evitar “su” complicación, pero ¿pagaría lo mismo la sociedad por evitar esas complicaciones colectivas?. Existen pocos estudios de costes pero recientemente se publicó el coste de una dehiscencia anastomótica colorrectal en España y ronda los 35.000 euros de media por cada una de ellas⁽¹³⁾. Nos faltan estudios que nos digan cuántas de estas y otras complicaciones (hemorragia, lesión neural y otras) hace falta evitar con una plataforma robótica para hacer costo-efectiva su implantación.

CONCLUSIONES

La robótica y su aplicación en el campo de la cirugía es una innovación progresiva e inherente al desarrollo tecnológico y a su aplicación a las ciencias médicas. Es tarea de todos que no se convierta en una vía de abordaje que, a expensas de una mayor seguridad, torne el proceso en inasumible por la falta de sostenibilidad económica y que podamos todos disfrutar de la tecnología, tanto los pacientes como los cirujanos.

Revisión Científica

BIBLIOGRAFÍA

1. Noguera Aguilar JF. Digital imaging, virtual and augmented reality. *Cir Esp (Engl Ed)*. 2024 Jul;102 Suppl 1:S30-S35.
2. Ashrafi N, Kelleher L, Kuilboer J-P. The impact of business intelligence on healthcare delivery in the USA. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, (2014): 9, 117-130.
3. Cook JA, Collins GS. The rise of big clinical databases. *Br J Surg*. 2015 Jan;102(2):e93-e101.
4. Chen M, Mao S, Liu Y. Big data: A survey. *Mobile Netw Appl*, 19 (2014), pp. 171-209
5. Frieden TR. Evidence for Health Decision Making - Beyond Randomized, Controlled Trials. *N Engl J Med*. 2017 Aug 3;377(5):465-475.
6. Hilbert M, López P. The world's technological capacity to store communicate, and compute information. *Science*, 332 (2011), pp. 60-65.
7. Kanevsky J, Corban J, Gaster R, Kanevsky A, Lin S, Gilardino M. Big data and machine learning in plastic surgery: A new frontier in surgical innovation. *Plast Reconstr Surg*, 137 (2016), pp. 890e-897e
8. Kassahun Y, Yu B, Tibebu AT, Stoyanov D, Giannarou S, Metzen JH, Vander Poorten E. Surgical robotics beyond enhanced dexterity instrumentation: a survey of machine learning techniques and their role in intelligent and autonomous surgical actions. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2016 Apr;11(4):553-68.
9. Kruse CS, Goswamy R, Raval Y, Marawi S. Challenges and Opportunities of Big Data in Health Care: A Systematic Review. *JMIR Med Inform*. 2016 Nov 21;4(4):e38.
10. Targarona EM, Balla A, Batista G. Big data and surgery: The digital revolution continues. *Cir Esp (Engl Ed)*. 2018 May;96(5):247-249.
11. Ghuman A, Kavalukas S, Sharp SP, Wexner SD. Clinical role of fluorescence imaging in colorectal surgery - an updated review. *Expert Rev Med Devices*. 2020 Dec;17(12):1277-1283.
12. Soriero D, Batistotti P, Malinaric R, Pertile D, Massobrio A, Epis L, Sperotto B, Penza V, Mattos LS, Sartini M, Cristina ML, Nencioni A, Scabini S. Efficacy of High-Resolution Preoperative 3D Reconstructions for Lesion Localization in Oncological Colorectal Surgery-First Pilot Study. *Healthcare (Basel)*. 2022 May 12;10(5):900.
13. Blas Flor-Lorente, José F. Noguera-Aguilar, Salvadora Delgado-Rivilla, José M. García-González, Marcos Rodríguez-Martín, Laura Salinas-Ortega, Miguel A. Casado, María Álvarez. The economic impact of anastomotic leak after colorectal cancer surgery. *Health Econ Rev*. 2023 Feb 16;13(1):12.