

Santiago Cepeda: «En España somos pioneros aplicando la IA en operaciones cerebrales»

El neurocirujano del Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid explica cómo ya han aplicado esta nueva tecnología para hacer intervenciones más precisas



Santiago Cepeda Hospital Universitario Río Hortega

[Guillermo García](#)

07.09.2026

La [inteligencia artificial](#) ya es una realidad en los quirófanos de [neurocirugía](#). En el **Hospital Universitario Río Hortega de Valladolid**, un equipo lleva años trabajando para convertirla en una herramienta capaz de ayudar al cirujano a identificar el tejido tumoral y mejorar la precisión de las operaciones. Su trabajo ha situado al centro vallisoletano a la vanguardia internacional, con modelos de IA capaces de analizar imágenes médicas en tiempo real y señalar dónde se encuentra el tumor.

Cuando hablamos de que la IA asiste a una operación de un tumor cerebral, ¿qué hace exactamente durante esa cirugía?

La fase en la que estamos en desarrollo es aprovechar la IA en el campo de la imagen médica. El punto en el que estamos es aplicarla para poder utilizar las imágenes médicas, es decir, las resonancias, las ecografías, los vídeos quirúrgicos, y aprovechar esa capacidad que tiene esta tecnología para que pueda a su vez asistir al cirujano en un determinado paso de esa cirugía. Ese es el nivel de desarrollo que se ha alcanzado hasta ahora. Poder aplicarlo en tiempo real, obtener un «feedback» de esas imágenes médicas que puedan servir de ayudar al

cirujano en cuestión a hacer una cirugía más completa y segura en cuanto a los tumores cerebrales se refiere.

En su trabajo de 2025 ya han utilizado la IA en pacientes durante la resección de tumores cerebrales. ¿En qué momento interviene el sistema y cómo actúa con el cirujano?

Nosotros llevamos desde el año 2018 trabajando con análisis de imagen avanzado y con inteligencia artificial. Lo que hemos realizado es precisamente esa primera aplicación de un modelo de inteligencia artificial que nos ayuda durante la cirugía a poder diferenciar las zonas de infiltración tumoral. Hemos ido poco a poco acercando esta aplicación no solo desde el campo de la investigación, sino también al entorno real, a nuestro entorno de quirófano. Uno de esos hitos es precisamente un modelo que usa inteligencia artificial y la imagen de resonancia magnética para indicar al cirujano dentro del quirófano cuáles son esas áreas que debe remover para poder tener una resección más completa, en este caso, de tumores malignos, específicamente del glioblastoma. Este es el primer estudio a nivel mundial en el que hemos validado este modelo de IA de forma prospectiva, controlada, mediante biopsias y los resultados que hemos obtenido confirman esa capacidad que tiene nuestro modelo para poder discriminar estas zonas del cerebro y determinar cuáles están invadidas por tumor y cuáles no.

Pero no es la única línea de trabajo en la que han avanzado.

En 2024, también tuvimos la primera cirugía con un modelo de IA que nos asistía en quirófano para interpretar las imágenes de ecografía intraoperatoria. Normalmente estos sistemas dependen del operador, pero lo que hicimos fue crear un modelo que en tiempo real procese la señal del video del ecógrafo y en tiempo real nos pueda delimitar dónde está el tumor y dónde está el resto del tumor durante la cirugía, con lo cual cada vez que aplicábamos o hacíamos una adquisición ecográfica durante la cirugía, este modelo nos señalaba dónde estaba ese resto tumoral que debíamos perseguir durante la intervención. Este es el ejemplo más sencillo y más práctico de esas tecnologías, porque es una aplicación de modelos que ya existían y eran utilizadas en otros campos. Lo que hacemos nosotros es usar esas arquitecturas ya aplicadas a nuestro dominio de la cirugía cerebral.

¿Puede la IA llegar a modificar en tiempo real las decisiones del cirujano?

Sí, ese es el objetivo y eso es lo que hemos empezado a demostrar en nuestros trabajos. Precisamente lo que se corrobora es eso, que la capacidad que tiene el humano para poder distinguir un patrón

se ve sobrepasada totalmente por la capacidad que tiene la IA para esa misma tarea. Nuestra interpretación de una imagen de resonancia está limitada y por eso

estos sistemas tecnológicos lo que intentan hacer es maximizar el potencial, poder extraer esos patrones y ayudar al cirujano a ver mucho más allá.

¿Qué ventajas ofrece la IA frente a los sistemas de neuronavegación y las técnicas de imagen que ya utilizaban antes?

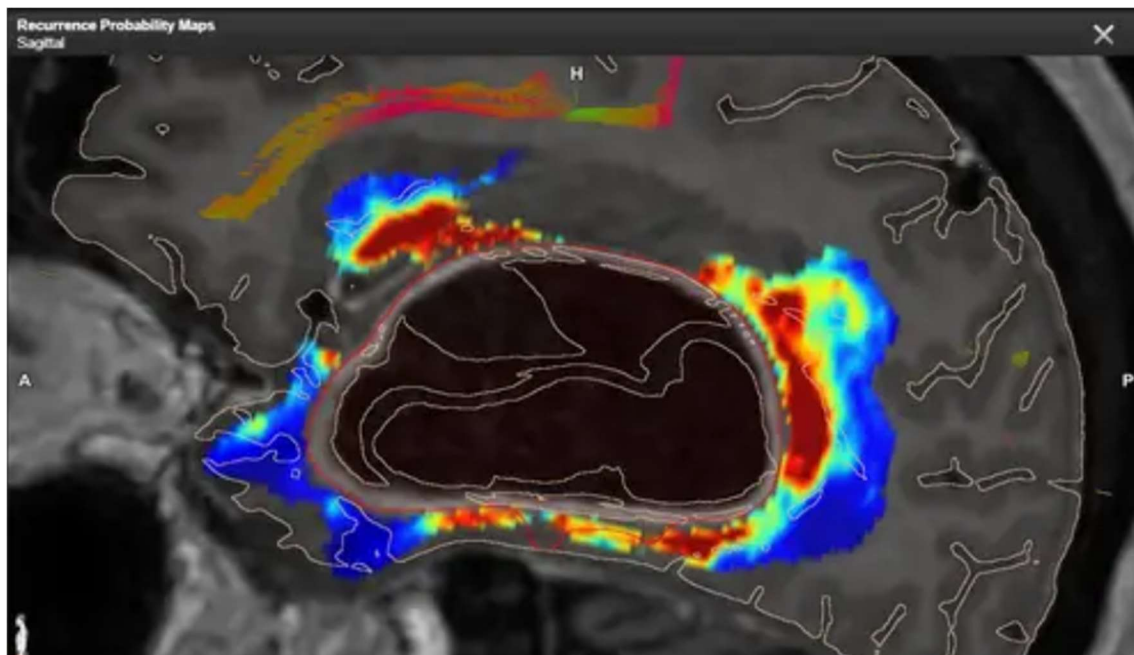
En cirugía de tumor cerebral la ventaja es poder hacer resecciones más completas. Es decir, quitar el tumor y todas las zonas de filtración, y al mismo tiempo poder hacer resecciones más seguras. Porque estos sistemas nos ayudan a ver hasta dónde deberíamos quitar un tumor en un determinado paciente, pero el trabajo y la responsabilidad recae sobre nosotros que somos quienes interpretamos estas ayudas. No es un sistema independiente, sino que sirve de apoyo quirúrgico y eso es importante señalarlo. Las predicciones pueden ser confiables hasta cierto punto, pero es el cirujano quien toma esa decisión final. El sistema asiste, el cirujano decide.

Me hablaba de las ventajas, ¿pero qué riesgos tiene dejar que un algoritmo intervenga en una operación tan delicada como puede ser una cirugía cerebral?

Yo creo que el principal riesgo es en cuanto al entrenamiento o el aprendizaje. Estamos desarrollando sistemas que pueden interpretar imágenes mejor que un observador experto. El problema potencial es el entrenamiento de los futuros cirujanos. Es decir, un cirujano que aún no ha desarrollado unas habilidades, si se expone a operar solo con estos sistemas, evidentemente su aprendizaje va a ser limitado e incluso va a depender de ellos. Eso es uno de los peligros del desarrollo de esto, no solo en nuestro campo, sino en otros campos de la medicina.

Uno de los grandes retos de operar un tumor cerebral es distinguir el tejido tumoral del tejido sano. ¿Hasta qué punto puede la IA mejorar esta diferenciación y permitir una resección más precisa?

La IA se sirve de imágenes y es ahí donde su potencial donde pueden tener cabida. Habitualmente el cirujano, tiene que confiar en lo que puede ver a través de una imagen del microscopio quirúrgico o en un ecógrafo, pero siempre se basa en esa interpretación visual. Los sistemas de IA y las nuevas arquitecturas lo que han demostrado es esa capacidad superior a la nuestra de poder interpretar la imagen y ese es su fundamento. Ven lo mismo que nosotros en el sentido de que están observando esa misma imagen, pero son capaces de extraer esas características profundas que le dan ese potencial para poder asistir y poder ver un poco más de lo que nosotros podíamos interpretar.



Una imagen del estudio Supra_Glio Hospital Universitario Rio Hortega

¿Nos encontramos ante una evolución de las herramientas o esto va a ser un cambio total de paradigma?

Esto va a suponer un cambio en el paradigma. Quirúrgico, al menos. En otras áreas ya se ha desarrollado. Por ejemplo, en la parte de endoscopias está mucho más extendido el uso de sistemas asistidos por IA para la interpretación de imagen y ahora yo creo que ya se ha desplazado esto también hacia los cirujanos, incluido en neurocirugía. Nosotros somos una especialidad que se basa mucho en la interpretación de imagen y esto va a suponer el desarrollo y el auge de este tipo de herramientas para poder maximizar ese potencial de las cosas que ya usamos.

En su ensayo Supra_Glio de Inteligencia Artificial que comenzó en 2022 incluía un brazo ya guiado por IA. ¿Qué han aprendido de ese ensayo y qué resultado han obtenido hasta ahora?

Una de las cosas más importantes es que aquellos pacientes en los cuales ha sido posible realizar una resección supramarginal, es decir, más allá de los límites evidentes, una resección guiada por todos los mapas de guía, esos pacientes han tenido una mayor supervivencia en comparación con pacientes operados de forma estándar. Este es un trabajo que es pionero, y que, de momento, solo se ha hecho en nuestro hospital. El siguiente paso natural en el que estamos trabajando, es poder diseñar algo multicéntrico.

Entonces, ¿podemos decir ya que en España se ha operado a pacientes utilizando la IA antes que en Reino Unido, donde se usó el pasado mes de agosto?

Sí, definitivamente, y es lo que nosotros hemos demostrado a través de nuestras publicaciones y a través de la participación en diferentes conferencias. Se nos reconoce, de hecho, de forma externa, en otros países, el ser los pioneros en la aplicación de esta tecnología.

¿En qué punto se encuentra España respecto a otros países en el desarrollo de la IA aplicada a la neurocirugía?

En el campo de la neurocirugía, específicamente, nosotros en este momento somos los líderes. Hemos dado quizá el paso más importante y más difícil con nuestro ensayo Supra_Glio. Esta validación por biopsia de un modelo predictivo de IA no tiene precedentes y ahora mismo estamos a la cabeza en este tipo de aplicaciones a través de esta tecnología en la parte neuroquirúrgica.

Si miramos dentro de 10 años, ¿cómo imagina usted un quirófano de neurocirugía en el que la IA esté plenamente integrada?

Yo creo que será un quirófano en el que seguirá siendo necesaria la figura del cirujano. La parte manual es algo que es imprescindible, pero quizá el apoyo en sistemas visuales, el acompañamiento en sistemas guiados es lo que va a cambiar. Va a ser un quirófano en el cual la parte tecnológica, que ya ha ido evolucionando en las últimas décadas, se va a ver potenciada de una forma sin precedentes.

¿Y qué va a ocurrir si la IA se equivoca? ¿Cómo se garantiza que la decisión final siga estando en manos del cirujano?

La característica o la premisa es lo que en inglés llaman «human in the loop». El humano dentro del sistema es lo que debe garantizar la aplicación de estos sistemas en medicina, no solo en lo que se refiere a cirugía. Incluir que el profesional sea el responsable de las decisiones. Y no solo eso, sino que los cirujanos o los médicos que usan estos sistemas tengan la formación suficiente, no únicamente para interpretarlos, sino para conocer cómo funcionan estos sistemas. Eso es lo fundamental. Y eso es una de las cosas que nosotros intentamos promover en nuestro grupo de investigación. Somos neurocirujanos, pero somos los desarrolladores principales de estos sistemas. Colaboramos con ingenieros, pero somos los que han identificado la necesidad y los programadores y desarrolladores de estos modelos. Intentar extender esta idea a otros grupos es algo que buscamos cada vez que vamos fuera y hablamos sobre nuestros modelos.