



Revista de la Sociedad Pateña de Neurocirugía

NEUROCIROUGÍA

Salus populi suprema lex est



Año
1

Enero - Diciembre 2024

¹ Jefe de Neurología-Neurocirugía Hospital
Arco Iris. La Paz, Bolivia

² Jefe de Neurocirugía Hospital Obrero de la
Caja Nacional de Salud CNS, Tarija, Bolivia

EXPERIENCIA INICIAL EN NEUROCIRUGIA ROBOTICA NAOTRAC®

RESUMEN

La Neurocirugía ha avanzado de manera extraordinaria en los últimos años con la mejora en la tecnología y con la tendencia a realizar cirugía mínimamente invasiva.

La integración de tecnologías como nuevo instrumental quirúrgico, imagenología avanzada, neuronavegadores y la robótica van transformando la manera en que realizamos procedimientos quirúrgicos, es así que presentamos nuestra experiencia inicial en Neurocirugía Robótica enfocada a la seguridad de nuestros pacientes, al realizar cirugía guiadas con incisiones pequeñas, con menos trauma asociado y con recuperación mucho más rápida, objetivos de la cirugía mínimamente invasiva.

Palabras claves: Neurocirugía, inteligencia artificial, aprendizaje, cirugía robótica, imágenes

SUMMARY

Neurosurgery has made extraordinary progress in recent years with improvements in technology and the trend towards minimally invasive surgery.

The integration of technologies such as new surgical instruments, advanced imaging, neuronavigators and robotics are transforming the way we perform surgical procedures. This is why we present our initial experience in Robotic Neurosurgery focused on the safety of our patients, by performing guided surgery with small incisions, with less associated trauma and with much faster recovery, objectives of minimally invasive surgery.

Keywords: *Neurological surgery, Artificial intelligence; Machine learning, Surgical robotics, Imagen guidance*

INTRODUCCION

Brain Navi Biotechnology Co., Ltd. es la empresa líder en la fabricación de robots quirúrgicos en Taiwán, fundada en Agosto de 2018 en la ciudad de Hsinchu, empresa que fabrico el Robot NaoTrac® que actualmente se encuentra en el Hospital Arco Iris (HAI) de La Paz; siendo los pioneros en su utilización en Bolivia y Latinoamérica.

El desafío de adoptar esta nueva Tecnología implica la capacitación continua (1-2) en el manejo del Robot NaoTrac®. El Dr. M. Mantilla y Dr. O.Vargas, realizamos practicas inicialmente online (Online Pre-Training)(1), después viajamos a Taiwán, Republica de China, realizando capacitación directa con el personal de Brain Navi, realización de procedimientos quirúrgicos en laboratorio con modelos anatómicos y participando de cirugías en Hospitales de la región Hualien Tzu-Chi Medical Center, Tainan An-Nan Hospital China Medical University y conociendo el lugar de fabricación del Robot en la ciudad de Hsinchu. El llamado Online Pre-training (1) incluye la **Introducción del producto:** Conocimiento completo de la tecnología Nao Trac, destacando su componentes y capacidades fundamentales; **Capacitación operativa:** Instrucción detallada sobre el funcionamiento del sistema Nao Trac que establece una base sólida para una utilización eficiente: **Tutorial de interfaz:** Guía paso a paso sobre como navegar por la interfaz de usuario, lo que garantiza la interacción perfecta de los participantes con el sistema; **Funciones de seguridad:** Exploración exhaustiva de los protocolos de seguridad integrados, lo que subraya la importancia de mantener un entorno quirúrgico seguro.

La investigación de aparatos estereotácticos para guiar dispositivos quirúrgicos comenzó en 1908, pero todavía dependen de marcos estereotácticos desarrollados hace casi medio siglo. (2-4) Los robots se destacan en el manejo de información espacial y por lo tanto, son

candidatos obvios para guiar la instrumentación a lo largo de trayectorias planificadas con precisión. (5) Actualmente se utilizan varios sistemas robóticos, pero la aplicación de estos sistemas es limitada en el campo de la neurocirugía. (6,7) Los sistemas robóticos ofrecen una combinación única de destreza, durabilidad, infatigabilidad y precisión. (8) Las tasas de complicaciones son bajas y consisten principalmente en hemorragias. (9,10)

Esta técnica avanzada nos permite estar a la vanguardia en nuestro país y mejorar la calidad de atención a nuestros pacientes ofreciendo cirugías menos invasivas, con menor sangrado, menor tiempo quirúrgico y con mayor precisión ya que el brazo robótico de acuerdo a la planificación quirúrgica guía y localiza tanto el lugar de entrada a nivel craneal (Entry point) y donde queremos llegar (Target point).

PLANIFICACION QUIRURGICA

El robot NaoTrac® es específico para realización de Cirugía Cerebral, todos los pacientes deben estar con fijador craneal tipo Mayfield o Doro (HAI) o con soporte tipo herradura, lugar donde además se fija el sensor de movimiento del Robot.

Para el inicio de la planificación, se debe cargar a la computadora software del Robot la Tomografía o Resonancia Magnética cerebral en formato DICOM (Cortes de 1mm de grosor) a través de CD o formato digital USB, posteriormente en base a la inteligencia artificial, el brazo robótico hace el escaneo del cráneo/cara 3D del paciente (300.000 puntos) y fusiona la imagen con la TC o RM. Esto nos permite la planificación del lugar de entrada (Entry point), trayectoria y al punto donde queremos llegar (Diana o Target point). Posteriormente el neurocirujano en base a lo planificado realiza la incisión, orificio de trepano o craneotomía, apertura dural y el robot introduce el instrumental que previamente lo identifico y registró de cualquier tipo y marca (Aguja biopsia, catéter ventricular, drenaje, cánula, disector, etc) a una velocidad de 0,5mm/seg hasta llegar al punto planificado, después continua la cirugía a cargo del

Neurocirujano. Presentamos la experiencia inicial personal de los autores, en los primeros 4 casos de Neurocirugía guiada por Robot NaoTrac®, 2 de los cuales fueron cirugías sociales a pacientes del Hospital de Clínicas por lo que participaron doctores de esa institución Dr. Toco, Quisbert y Beltrán, realizadas en el Hospital Arco Iris.

CASO 1

Paciente mujer WU, de 67 años de edad. Biopsia y aspiración de lesión tumoral quística parietal derecha.



Fig.1 Planificación de trayectoria hacia tumor quístico parietal derecho



Fig.2 Robot NaoTrac® introduce aguja biopsia al cerebro a una velocidad de 0,5mm/seg.



Fig.3 a) Toma de biopsia cerebral (capsula tumoral). b) Drenaje de contenido quístico

Resultado histopatológico: Metástasis cerebral. (TU primario: Cáncer pulmonar)

CASO 2

Paciente mujer LQ, 45 años de edad, con TEC severo operado, craniectomía descompresiva izquierda. Colocación de Derivación ventricular externa (DVE) para evacuación de LCR y medición de PIC.



Fig.4 Registro de catéter ventricular de DVE

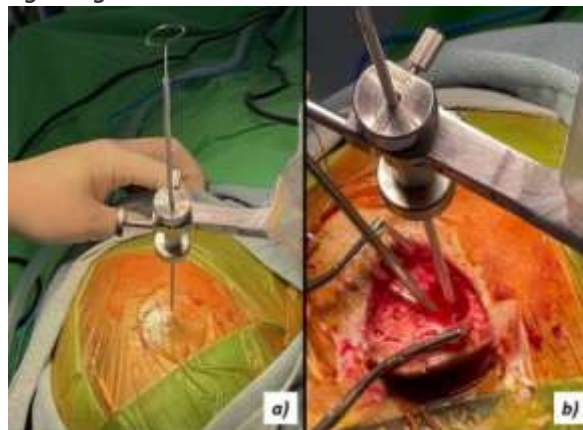


Fig.5 a) Catéter ventricular en sitio de entrada. b) Trayectoria por cuerno frontal de ventrículo lateral derecho hacia el tercer ventrículo



Fig.6 Posición final de catéter intraventricular

CASO 3

Paciente varón DP, de 26 años de edad. Biopsia de lesión tumoral talámica derecha (Multifocal).

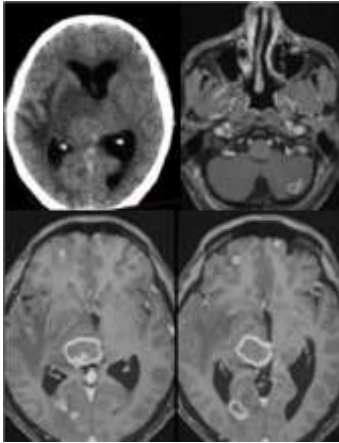


Fig.7 TC y RM con contraste. Lesión multifocal: Talámica, frontal y occipital derechas, cerebelosa izquierda



Fig.8 Planificación de toma de biopsia
a) Panorámica del Robot NaoTrac® b) Monitor
Resultado histopatológico: Glioma indiferenciado
(Requiere estudio inmunohistoquímico)

CASO 4

Paciente varón RCH, de 70 años de edad. Biopsia de lesión tumoral frontal izquierda

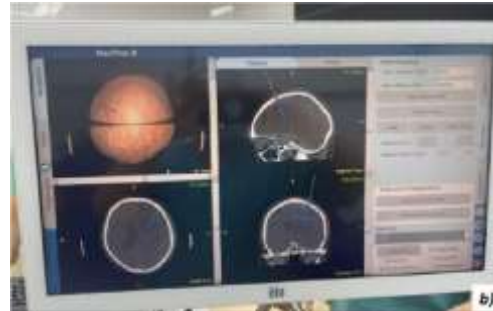
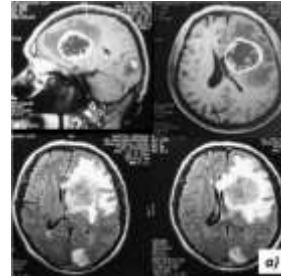


Fig.9 a) RM con contraste y secuencia Flair de lesión tumoral frontal y occipital izquierdas b) Monitor con planificación de trayectoria



Fig.10 a) Estado Pre Operatorio del brazo robótico con aguja biopsia b) Llegada a sitio de entrada Resultado histopatológico: Glioblastoma multiforme (Glioma grado IV)

El uso de este sistema robótico de alta precisión nos permite realizar una amplia gama de procedimientos neuroquirúrgico guiados craneales: como los ya realizados biopsia cerebral, navegación craneal, colocación de catéter intraventricular sea para DVE o para Derivación ventrículo peritoneal (DVP) en caso de hidrocefalias, drenaje de colecciones quísticas intracerebrales, drenaje de hemorragias intracerebrales, pudiendo luego ampliar las indicaciones y asociarlo a neuroendoscopia, colocación de electrodos de estereoelectroencefalografía (SEEG), implantación de células madre, ablación de núcleos profundos por radiofrecuencia y colocación de electrodos para estimulación cerebral profunda (DBS), abordando desde luego las necesidades específicas de nuestros pacientes.

CONCLUSIONES

La robótica aplicada a la cirugía craneal es un campo fascinante y de rápido desarrollo que está transformando la práctica de la neurocirugía, donde una mayor eficiencia puede compensar los costos iniciales y resultar rentable.

El conocimiento anatómico profundo y su aplicación a la neuroimágenes, son esenciales para el planeamiento prequirúrgico con el Robot NaoTrac® y requisitos mandatorios para operar con seguridad y alta precisión que nos ofrece este sistema robótico de localización cerebral sin marco.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Online Pre-Training: Academy of Advanced Robotic Medicine. Plataforma AOARM:<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScEKL1tlfAdWfEflepzKpPrGHFcW1z67xjCHjAjT-fl6Pag/viewform>
2. Shlobin NA, Huang J, Wu C. Learning curves in robotic neurosurgery: a systematic review. *Neurosurg Rev.* 2022 Dec 12;46(1):144-155.
3. Ball T. et al. Robotic Applications in Cranial Neurosurgery: Current and Future. *Oper*

- Neurosurg (Hagerstown).* 2021 Nov 15;21(6):371-379.
4. Faria C. et al. Review of Robotic Technology for Stereotactic Neurosurgery. *Rev Biomed Eng.* 2015;8:125-37.
5. Mattei TA, et al. Current state-of-the-art and future perspectives of robotic technology in neurosurgery. *Neurosurg Rev.* 2014 Jul;37(3):357-66.
6. Pillai A, Ratnathankom A, Ramachandran SN, Udayakumaran S, Subhash P, Krishnadas A. Expanding the Spectrum of Robotic Assistance in Cranial Neurosurgery. *Oper Neurosurg (Hagerstown).* 2019 Aug 1;17(2):164-173.
7. Fomenko A, Serletis D. Robotic Stereotaxy in Cranial Neurosurgery: A Qualitative Systematic Review. *Neurosurgery.* 2018 Oct 1;83(4):642-650.
8. Bagga V, Bhattacharyya D. Robotics in neurosurgery. *Ann R Coll Surg Engl.* 2018 May;100(6_sup):22-26.
9. Janjua MI, Fatima L, Sahitia N, Yaqoob E, Javed S. Robotics in revolutionizing neurosurgery. *Neurosurg Rev.* 2024 Oct 15;47(1):797.
10. Nathoo N, Pesek T, Barnett GH. Robotics and neurosurgery. *Surg Clin North Am.* 2003 Dec;83(6):1339-50.