

## Miscelanea



### Teleneurocirugía: Oportunidades para la implementación en zonas de recursos limitados

### Teleneurosurgery: Opportunities for implementation in limited resource areas

Ramos Y. <sup>1,2</sup>, Padilla H. <sup>1,2,3</sup>, Blanco C. <sup>1</sup>, Rubiano A. <sup>3</sup>, Moscote L. <sup>2,3,4</sup>

#### RESUMEN:

La telemedicina en neurocirugía ha sido ampliamente utilizada por la facilidad en el envío de imágenes diagnósticas que permitan determinar un diagnóstico, manejo y tratamiento oportuno en pacientes que se encuentran en zonas de difícil acceso o que no cuenten esta especialidad médico quirúrgica. Esto ha producido un impacto en la reducción de tiempos de consultas e intervenciones quirúrgicas y la capacitación de los profesionales para la atención urgente de pacientes neuroquirúrgicos. En los últimos años, se ha incluido los sistemas robóticos para la realización de cirugías mínimamente invasivas pero que ha sido un desafío por las dificultades anatómicas de esta estructura vital. Además, el gran flujo de la información pone riesgo la seguridad y la privacidad del paciente.

**Palabras claves:** Telemedicina, teleneurocirugía, neurocirugía

1. Estudiante de pregrado en Medicina, Facultad de Medicina- Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias, Bolívar.
2. Grupo de Investigación en Ciencias de la Salud y Neurociencias (CISNEURO).
3. RED LATINO Organización Latinoamericana de Trauma y Cuidado Neurointensivo.
4. Médico. Especialista en Neurocirugía. Faculta de Medicina – Universidad de Cartagena. Cartagena de Indias, Bolívar



## ABSTRACT:

Telemedicine in neurosurgery has been widely used for the ease of sending diagnostic images that allow a diagnosis, management and timely treatment in patients who are located in difficult access areas or who do not have this surgical medical specialty. This has had an impact on the reduction of times of consultations and surgical interventions and the training of professionals for the urgent care of neurosurgical patients. In recent years, robotic systems for performing minimally invasive surgeries have been included but have been challenged by the anatomical difficulties of this vital structure. In addition, the great flow of information puts the safety and privacy of the patient at risk.

**Key Words:** Telemedicine, teleneurocirugía, neurosurgery.

## INTRODUCCION

El avance tecnológico en los últimos años, ha permitido la evolución de la neuroimagen, facilitando el diseño de métodos y herramientas neuroquirúrgicas que permitan superar las limitaciones respecto al acceso desde lugares en los cuales no se cuenta con la posibilidad de adquirir dichos servicios, dando origen a la teleneurocirugía, como una herramienta que contribuye a la atención, diagnóstico e intervención quirúrgica oportuna para mejorar la cobertura de los servicios y así contribuir a mejorar la calidad de vida de los pacientes (1-4)

## HISTORIA

La telemedicina es una herramienta médica que ha venido avanzando con el desarrollo de las tecnologías en materia de comunicación, dentro de las cuales

cabe mencionar en orden cronológico desde el heliógrafo o el telégrafo usados en la antigüedad para la comunicación entre heridos en las guerras y médicos en las ciudades; hasta el internet que es utilizado en la actualidad, siendo muy útil debido a su costo-efectividad y la cobertura que provee incluso a lugares remotos (5). Sin embargo, realmente se desconoce la fecha en la que aparece la telemedicina, pero algunas literaturas describen que alrededor de los años 1960-1970 esta tiene sus orígenes (6,7).

El primer enlace de video interactivo se llevó a cabo en 1964, entre el instituto de psiquiatría de Nebraska y el hospital estatal Norfolk, separados por 112 millas, pero tan solo hasta 3 años después fue posible realizar un enlace interactivo médico-paciente en tiempo real utilizando un sistema completo de televisión interactiva permitiendo la comunicación entre el hospital general

de Massachusetts y el aeropuerto de Boston, hecho que demostró viabilidad del uso de esta herramienta para el diagnóstico e interpretación de imagenología aun cuando el paciente se encuentra en lugares de difícil acceso geográfico (8,9).

En 1964 se obtuvo el primer monitoreo médico de los astronautas en órbita de la misión Mercury utilizando la telemetría fisiológica. Luego de esto el gobierno de los Estados Unidos de América comienza la creación de programas de telemedicina para evaluar la viabilidad de los mismos en los casos en los que los pacientes se encuentran en lugares demasiado distantes a los médicos. Actualmente estos estudios de un principio han sido denominados de primera fase en el desarrollo de la telemedicina, tiempo después aparece la segunda fase de la telemedicina luego de que el descriptor "telemedicine" fuese incluido en la MeSH (5). Actualmente el TATRC (Telemedicine and Advanced Technology Research Center) es el centro más avanzado de investigación en tecnología médica del mundo (10).

En 1995 fue la generación en China, cuando se reportó el caso de un paciente intoxicado con metales pesados vía correo electrónico (1). Luego, alrededor de los años 90 comienza el uso de computadores convencionales para realizar telerradiología como un método práctico y eficaz de transmitir datos valiosos entre hospitales, llevando con

esto a la mejoría en cuanto a las remisiones neuroquirúrgicas (2).

En el 2001, se crea un proyecto en Suiza por parte de los países francófonos en África y los hospitales universitarios de Ginebra, el proyecto es denominado RAFT (R'eseau en Afrique Fancophone para la Telemedecine), este mismo es el encargado de la creación de una multinacional encargada de la comunicación en búsqueda del aprendizaje a distancia y teleconsultas vía internet. La red llega a Camerún para el 2005, Costa de Marfil, y Madagascar. Por otra parte, debido a su Geografía llena de costas largas y accidentadas, Noruega ha sido pionero en los proyectos de investigación en cuanto al desarrollo de los servicios de telerradiología, útil en casos de urgencias y emergencias en estos lugares remotos. Los hospitales de Noruega contaban con escáneres de rayos X digitales con RIS y PACS instalados para finales del 2005. Es importante mencionar que el punto de acento de la telemedicina en China se originó en el 2005 con el uso de telemanipulación y neurocirugía utilizando la técnica de cirugía de ojo de cerradura guiado por imágenes. Fueron operados 10 pacientes ubicados en Yan'an, una región montañosa ubicada a 1300 Km de Beijing desde donde se dirigió el procedimiento a través de un sistema robótico quirúrgico estereotáxico sin marco CAS-BH5 a través de una red digital con una velocidad de 2MByte / s en la plataforma de internet (1).



El primer robot utilizado en neurocirugía fue el PUMA 200 para la cirugía estereotáctica (11–13). El sistema permitió la colocación de una aguja de biopsia en el cerebro utilizando como guía la computarizada de tomografía (CT)(14,15). Posteriormente han salido al mercado el robot Minerva de la Universidad de Lausanne en Switzerland (16), el NeuroMate de Integrated Surgical Systems (17), el robot compatible con MRI desarrollado en Japón (18), el Evolution 1(19), el CyberKnife, el simulador de neurocirugía RoboSim (20), el NeuroArm (21), el PathFinder (22) y, por último, SpineAssist (23). Los robots también se integraron en las actuales herramientas neuroquirúrgicas como el microscopio, dando como resultado, el sistema estereotáctico SurgiScope y el sistema de microscopía MKM(14,15).

El NeuroMate es útil para la estimulación cerebral profunda, la endoscopia y la estereocencefalografía, siendo un instrumento eficaz y seguro para las biopsias en los casos clínicos (24). Asimismo, el PathFinder, es un sistema neurorobótico que es portable con una base muy estable que se puede rodar dentro y fuera de la sala de operaciones (14,15). El NeuroArm permite que el cirujano realice tareas especializadas situadas en una ubicación distinta a la sala de operaciones, es decir, telecirugía. En el campo de la cirugía de la columna vertebral, el SpineAssist ofrece una solución menos invasiva para la cirugía de columna vertebral, la reducción de

las tasas de complicaciones y el tiempo de recuperación limitado (14,15). El Steady Hand System (Universidad Johns Hopkins, Baltimore, Maryland) es la única versión de un sistema de control compartido que se utiliza en microneurocirugía (15). Debido a la anatomía cerebral, el método estereotáctico desarrollado por Horsley y Clarke, es el más popular que se empleó para localizar una posición exacta en el cerebro (1,14).

## BENEFICIOS DE LA TELENEUROCIROLOGÍA

En los últimos años, la telemedicina ha sido una herramienta útil para brindar servicios de salud a distancia, cubrir la demanda, brindar información sanitaria a la población y educar a distancia a los profesionales del sector. Esta se ha implementado en muchas ramas de la medicina, como telerradiología, teledermatología, teleneurocirugía, entre otros; y ha contribuido a grandes cambios, no solamente en términos asistenciales sino también en la visión de los profesionales, permitiendo el desarrollo de la medicina en lugares de difícil acceso. Además, disminuye el desplazamiento de los profesionales y optimiza los recursos asistenciales con el fin de lograr la universalización de los servicios (3,4).

La aplicación de la telemedicina en neurocirugía ha sido indispensable para atender la demanda en poblaciones donde es difícil contar con esta especialidad médica. Esta implementación ha mejorado el apoyo a



profesionales en el manejo de pacientes con síntomas neurológicos infrecuentes, obtención de diagnóstico precoz, definición de tratamientos oportunos, mejorar tiempos de espera para la consulta y como herramienta útil para las capacitaciones de los profesionales (5).

Algunos centros de salud han implementado el método de *Teleconferencing Using Multimedia Messaging Service (MMS)* que consiste en la transferencia de imágenes digitalizadas a través del internet, para ayudar a determinar las conductas adecuadas en el manejo de pacientes con problemas neuroquirúrgico urgentes. Sin embargo, es fundamental que el médico remitente esté capacitado para seleccionar las ayudas diagnósticas que representan un hallazgo patológico importantes. La tecnología MMS es una herramienta efectiva y económica para las consultas de emergencias neuroquirúrgica a largas distancias (25).

Con el acelerado avance de la tecnología de la información e imagen en las últimas décadas, se ha comenzado con el diseño e implementación de sistemas robóticos en el sector salud, suministrando una ayuda a los cirujanos en la guía, manipulación, y supervisión en la ejecución de cirugías, siendo más precisos y con mejor capacidad de planificación preoperatoria a partir de imágenes. Según estudios, desde el año 2001, se han reportado alrededor de 270.000 casos en el mundo, sobre operaciones guiadas por imágenes (1).

En la década de los 90', la telerradiología se utilizó como una herramienta fácil y eficaz para compartir imágenes diagnósticas entre hospitales y profesionales, mejorando así la calidad en la atención, determinación de conductas y la gestión remisiones de urgencias neuroquirúrgicas. El avance de la telerradiología, ha permitido un auge en el desarrollo de técnicas neuroquirúrgicas (26–29).

El uso de la teleneurocirugía ha buscado trascender fronteras tanto en países desarrollados como subdesarrollados. Un ejemplo es Malasia, que cuenta con aproximadamente el 44% de la población en las zonas rurales, y se requiere que estas personas tengan acceso a los servicios, y por ello en 2006 se introdujo la teleconsulta con la telerradiología para atender específicamente las solicitudes en materia de neurocirugía, buscando la forma de disminuir los costos en la atención y la prestación oportuna (2).

La telerradiología ha permitido la visualización como componente clave en la cirugía exitosa, con métodos como TC, RM, entre otros, siendo importante porque el neurocirujano pierde un grado de percepción de profundidad durante las operaciones tratando de progresar en un entorno tridimensional mediante una imagen bidimensional (15).

Finalmente, la Realidad Aumentada – RA puede brindar ventaja para la visualización de procedimientos neuroquirúrgicos, debido a la



superposición de imágenes artificiales de TC intraoperatorias o radiografías en el campo visual actual. La RA resalta estructuras anatómicas ocultas y facilita la visión del cirujano al mostrar la posición de las lesiones debajo del tejido. Es por esto que se recomienda añadir la tecnología de RA a los sistemas de robótica (15).

## DESVENTAJAS DE LA TELENEUROCIROLOGÍA

Existen varios factores que limitan la completa implementación de la telemedicina. El uso de la información representa un problema en cuanto a su seguridad y la confidencialidad de la misma, además se requiere de una infraestructura organizacional, política y burocrática que soporte los altos costos referentes a la adquisición, actualización y manejo de los equipos y software limitando la equidad a su acceso(1,3,5). Otro aspecto negativo es la amenaza a la relación médico-paciente pues se pierde la continuidad de la asistencia, se limita el examen físico y se puede generar escepticismo respecto a la consulta, asimismo el personal médico debe tener conocimiento y experiencias previas respecto a la aplicación de estas tecnologías (3,5).

Por otro lado, problemas relacionados con la incompatibilidad del software, dificultades en la transferencia de imágenes y la necesidad de un sitio adecuado para la recepción de tales transmisiones complican la ejecución entre algunas instituciones (2,25).

Cada paciente es diferente, por ello ajustar las demandas a un mismo estándar es muy difícil, ahí es donde la incapacidad de los sistemas robóticos para la realización de ajustes a petición hace que la solución de problemas o problemas inesperados sea un problema. A esto se le suma las deficiencias de piezas pequeñas y largas que se relacionan con la flexibilidad, lo que limita lo pequeño que puede ser cada brazo robótico(15).

Por último, dado que el cerebro es un órgano compacto, es difícil la aplicación sistemas de micro cámaras, debido a que cada tejido que lo constituye desempeña una función importante en la vida normal de los pacientes (1).

## CONCLUSIÓN

La teleneurocirugía es una herramienta que busca el desarrollo de métodos que permitan el desarrollo de cirugías mínimamente invasivas guiadas por un sistema de robótica que puede ser autónomo, dependiente o compartido, con el fin de aumentar la precisión quirúrgica y permitir a los cirujanos realizar operaciones más complicadas. No obstante, el sistema de robótica en neurocirugía es limitado debido a los desafíos anatómicos y técnicos (14,15).

La robótica en el campo de la neurocirugía es prometedora, pero necesita de un desarrollo paralelo de la telerradiología para el mejoramiento de métodos de cirugías mínimamente invasivas que provoquen menos complicaciones en la salud de los pacientes (14,15).



## REFERENCIAS:

1. Gao X. The anatomy of teleneurosurgery in China. *Int J Telemed Appl.* 2011;2011:1–12.
2. Hassan R, Siregar JA, Azman N. The implementation of teleneurosurgery in the management of referrals to a neurosurgical department in hospital Sultanah Aminah Johor Bahru. *Malaysian J Med Sci.* 2014;21(2):54–62.
3. Vergeles-Blanca J. La telemedicina. Desarrollo, ventajas y dudas. *JANO, Med y Humanidades.* 2007;59–61.
4. Ávila de Tomás JF. Aplicaciones de la telemedicina en atención primaria. *Atención Primaria.* 2001;27(1):54–7.
5. Cáceres-Méndez Ea, Castro-Díaz Sm, Gómez-Restrepo C PJ. Telemedicina: historia, aplicaciones y nuevas herramientas en el aprendizaje. *Univ Médica.* 2011;52(1):11–35.
6. Zundel KM. Telemedicine: history, applications, and impact on librarianship. *Bull Med Libr Assoc.* 1996;84(1):71–9.
7. Bashshur RL. On the definition and evaluation of telemedicine. *Telemed J.* 1995;1(1):19–30.
8. DWYER TF. Telepsychiatry: Psychiatric Consultation by Interactive Television. *Am J Psychiatry.* 1973;130(8):865–9.
9. Grigsby J, Kaehny MM, Sandberg EJ, Schlenker RE, Shaughnessy PW. Effects and Effectiveness of Telemedicine. Vol. 17, *Health Care Financing Review.* 1995. p. 115–31.
10. Yu C, Yang J-J, Chen J-C, Liu C-S, Chen C-C, Lin M-L, et al. The development and evaluation of the Citizen Telehealth Care service System: case study in Taipei. *Conf Proc . Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc IEEE Eng Med Biol Soc Annu Conf.* 2009;6095–8.
11. Ponnusamy K, Mohr C, Curet MJ. Clinical Outcomes With Robotic Surgery. *Curr Probl Surg.* 2011;48(9):577–656.
12. Drake JM, Joy M, Goldenberg A, Kreindler D. Computer- and robot-assisted resection of thalamic astrocytomas in children. Vol. 29, *Neurosurgery.* 1991. p. 27–31.
13. Kwoh YS, Hou J, Jonckheere EA, Hayati S. A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1988;35(2):153–60.
14. Eljamel MS. Robotic Applications in Neurosurgery. *Med Robot.* 2008;41–64.
15. Doulgeris JJ, Gonzalez-Blohm SA, Filis AK, Shea TM, Aghayev K, Vrionis FD. Robotics in neurosurgery: Evolution, current challenges, and compromises. *Cancer Control.* 2015;22(3):352–9.
16. Burckhardt CW, Flury P, Glauser D. Stereotactic brain surgery. *IEEE Eng Med Biol Mag.* 1995;14(3):314–7.
17. Benabid AL, Hoffmann D, Ashraf A, Koudsie A, Esteve F, Le Bas JF. [Robotics in neurosurgery: current status and future prospects]. *Chirurgie.* 1998 Feb;123(1):25–31.
18. Masamune K, Kobayashi E, Masutani Y, Suzuki M, Dohi T, Iseki H, et al. Development of an MRI-compatible needle insertion manipulator for stereotactic neurosurgery. *J Image Guid Surg.* 1995;1(4):242–8.
19. Zimmermann M, Krishnan R, Raabe A, Seifert V. Robot-assisted Navigated Neuroendoscopy. *Neurosurgery.* 2002 Dec 1;51(6):1446–52.
20. Radetzky A, Rudolph M. Simulating tumour removal in neurosurgery. *Int J Med Inform.* 2001;64(2–3):461–72.
21. Louw DF, Fielding T, McBeth PB, Gregoris D, Newhook P, Sutherland GR. Surgical robotics: a review and neurosurgical prototype development. *Neurosurgery.* 2004 Mar;54(3):525–7.
22. Eljamel MS. Robotic application in epilepsy surgery. *Int J Med Robot.* 2006 Sep;2(3):233–7.
23. Shoham M, Lieberman IH, Benzel EC, Togawa D, Zehavi E, Zilberstein B, et al. Robotic assisted spinal surgery--from concept to clinical practice. *Comput Aided Surg.* 2007 Mar;12(2):105–15.
24. Haegelen C, Touzet G, Reyns N, Maurage C, Ayachi M, Blond S. Stereotactic robot-guided





- biopsies of brain stem lesions: Experience with 15 cases. Neurochirurgie. 2010;56(5):363-7.
25. Waran V, Selladurai BM, Bahuri NFA, George GJKT, Lim GPS, Khine M. Teleconferencing using multimedia messaging service (MMS) for long-range consultation of patients with neurosurgical problems in an acute situation. J Trauma. 2008;64(2):362-5.
26. Dohrmann PJ. Low-cost teleradiology for Australia. Aust N Z J Surg. 1991 Feb;61(2):115-7.
27. Lee T, Latham J, Kerr RS, Kaar G, Teddy PJ, Dobson D, et al. Effect of a new computed tomographic image transfer system on management of referrals to a regional neurosurgical service. Lancet (London, England). 1990 Jul;336(8707):101-3.
28. Stormo A, Sollid S, Stormer J, Ingebrigtsen T. Neurosurgical teleconsultations in northern Norway. J Telemed Telecare. 2004;10(3):135-9.
29. Crocker M, Cato-Addison WB, Pushpanathan S, Jones TL, Anderson J, Bell BA. Patient safety and image transfer between referring hospitals and neuroscience centres: could we do better? Br J Neurosurg. 2010 Aug;24(4):391-5.



### Correspondencia:

Luis Rafael Moscote Salazar

Email: [mineurocirujano@aol.com](mailto:mineurocirujano@aol.com)

Recibido : 30/05/17

Aprobado : 26/06/17

Conflicto de intereses : Los autores declaran no presentar conflicto de intereses