

# Experiencia de la neuromodulación en un hospital de alta complejidad

Carlos A. Ciraolo<sup>1</sup>, Agustín Battafarano<sup>1</sup>, Alejandro L. Guala<sup>1</sup> y Miguel Villaescusa<sup>2</sup>

1. Servicio de Neurocirugía Funcional. Hospital Italiano de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina

2. Servicio de Neurocirugía. Hospital Italiano de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina

## RESUMEN

La neuromodulación es una práctica médica implementada desde hace más de cuatro décadas. En lo que respecta a la Neurocirugía, cumple un papel en el tratamiento de diversas patologías (Parkinson, distonías, epilepsia, etc.) y con un gran potencial para aplicarlas en otras (trastorno obsesivo compulsivo [TOC], dolor pélvico). Es por ello que, en los últimos años, se cuadruplicaron las inversiones de empresas biotecnológicas en este campo por la demanda y aplicación de la terapia.

La neuromodulación abarca también otras especialidades, como por ejemplo Otorrinolaringología (ORL) en implantes cocleares, Cardiología con diversos modelos de marcapasos cardíacos, Endocrinología con bombas de infusión de medicamentos, Uroginecología en incontinencia, etcétera.

Nuestra institución aplica en su práctica clínica todas estas técnicas, y cumple una función jerárquica como centro de referencia en educación y políticas sanitarias. Por estos aspectos, sumados a su infraestructura, personal profesional y enfoque sanitario, puede ser considerada como un Centro de Neuromodulación referente en la región.

**Palabras claves:** neuromodulación, DBS, epilepsia, Parkinson, dolor.

## High Complexity Hospital's experience in neuromodulation

### ABSTRACT

Neuromodulation is a medical practice established for more than forty years. In the neurosurgical field it plays a role in the treatment of different diseases (Parkinson, Dystonia, Epilepsy, etc) and has a great potential to apply in other pathologies (Obsessive Compulsive Disorder, Pelvic pain). In the last years the biotechnological industry has quadrupled the investment in this field because of the demand and therapy application.

Neuromodulation encompasses other specialities, for example otorhinolaryngology in cochlear implants, in cardiology with different models of pacemakers, endocrinology with implanted infusion pumps, urological gynecology in incontinence treatments, etc.

Our institution applies all these techniques in its clinical practice, having a hierarchical role as a reference center in education and health policies. Due to these aspects, added to its infrastructure, professional staff and health approach, it can be considered as a reference Neuromodulation Center in the region.

**Key words:** neuromodulation, DBS, epilepsy, Parkinson, pain.

---

Autor para correspondencia: [carlos.ciraolo@hospitalitaliano.org.ar](mailto:carlos.ciraolo@hospitalitaliano.org.ar), Ciraolo CA.

Recibido: 22/08/22 Aceptado: 24/11/22 En línea: 30/12/2022

DOI: <http://doi.org/10.51987/revhospitalbares.v42i4.239>

**Cómo citar:** Ciraolo CA, Battafarano A, Guala AL, Villaescusa M. Experiencia de la neuromodulación en un hospital de alta complejidad. Rev. Hosp. Ital. B.Aires. 2022;42(4):250-253.

## INTRODUCCIÓN

La neuromodulación se ha convertido en una importante opción terapéutica para pacientes con diversas patologías resistentes a medicación. Este tipo de tratamiento no solo les provee una mejora en la calidad de vida, sino, al disminuir considerablemente el consumo de medicamentos, prácticas e internaciones, genera un impacto socioeconómico favorable, de particular relevancia en países en vías de desarrollo<sup>1-3</sup>.

La aplicación y localización de los blancos se expanden rápidamente, involucrando nuevas regiones cerebrales, médula espinal, nervios periféricos y músculos, entre otros.

El presente artículo busca plantear la importancia de un centro de neuromodulación para la correcta indicación y colocación de los dispositivos. A tal fin, nuestra Institución actúa como centro formador para difundir esta práctica de manera correcta, identificando los pacientes candidatos, las innovaciones y sus posibles nuevas aplicaciones, y discutir la relación costo-beneficio y su posible impacto en países en vías de desarrollo.

## DEFINICIÓN

La neuromodulación se define como aquella tecnología que impacta en las interfaces neurales, modulando o modificando de manera eléctrica o química el funcionamiento del sistema nervioso central y periférico. Es definida por la INS (The International Neuromodulation Society)<sup>4</sup> como el campo de la ciencia, medicina y bioingeniería que abarca tecnologías implantables y no implantables, eléctricas o químicas. Constituye un método no lesional, reversible y plausible de ajustes.

Actúa estimulando o bloqueando el flujo de potenciales de acción, sobre grupos específicos de neuronas, vías o redes neurales, aplicando corrientes eléctricas, mediante la implantación de electrodos o, de manera química, en el caso de las bombas de infusión.

Estos dispositivos están siendo utilizados para el manejo del dolor crónico (neuropático y nociceptivo), trastornos del movimiento (Parkinson, distonías, temblor), trastornos psiquiátricos (TOC, depresión mayor, agresividad, síndrome de Gilles de la Tourette), epilepsia, espasticidad, entre otros<sup>4,5</sup>.

## APLICACIONES ACTUALES

Los trastornos neurológicos afectan a millones de personas y esto ha ido aumentando conjuntamente con el aumento demográfico de la población<sup>1,2</sup>.

Esto conlleva la pérdida progresiva de la función neurológica, así como discapacidad física, cognitiva y emocional. Como consecuencia, implican una enorme carga sobre el paciente, sus familiares y cuidadores, y derivan finalmente en el aumento de la dependencia de otros, sumados al elevado consumo de medicamentos, internaciones y prácticas realizadas, con gran impacto en los gastos en salud<sup>5,6</sup>.

Un estudio de la Unión Europea<sup>2</sup> concluyó que el costo de los trastornos neurológicos es mayor que el del cáncer y las enfermedades cardíacas combinados; de estos pacientes, el 10-20% se vuelven resistentes a la medicación.

Se estima que el dolor crónico constituye el tercer problema más grande de salud en el mundo, pues afecta a alrededor del 30% de la población mundial<sup>5,7,8</sup>. Los objetivos para el tratamiento del dolor mediante neuromodulación incluyen: síndrome de dolor regional complejo, cefaleas, neuralgia occipital, síndrome de espalda fallida, cervicalgia, dolor en miembros, dolor por enfermedad espinal degenerativa, dolor central, dolor oncológico, dolor visceral, entre otros.

Los resultados exitosos en la terapéutica de la estimulación cerebral profunda (DBS por sus siglas en inglés) han propiciado el posicionamiento del concepto de estimulación cerebral en la comunidad médica. La evidencia médica en más de 30 años de investigación clínica sobre la seguridad de los DBS, 80 000 implantes realizados globalmente y más de 3000 publicaciones<sup>9</sup> han demostrado consistentemente mejoras en medidas estandarizadas, medidas de calidad de vida, condiciones de comorbilidad, toma de medicación y costos de cuidado crónico.

El tratamiento para epilepsia refractaria con DBS en estructuras talámicas ha mostrado buenos resultados en estudios prospectivos multicéntricos doble ciegos aleatorizados (*SANTE trial*), sistemas cerrados de estimulación cerebral (*Close Loop*), al igual que la estimulación del nervio vago (VNS) propuesta como adyuvante en el manejo de la epilepsia refractaria<sup>3,5</sup>.

De la misma manera se evidencia un incremento en el uso de la neuromodulación en algunas patologías psiquiátricas tales como el trastorno obsesivo compulsivo, el síndrome de Tourette y la depresión, entre otras.

Las bombas de infusión intratecal de medicamentos (neuromodulación química) han sido utilizadas desde 1970 cumpliendo un papel fundamental para el tratamiento del dolor y la espasticidad. El desarrollo de nuevos equipos permitió optimizar la dosis efectiva de tratamiento e incorporación de nuevas terapéuticas, con el consiguiente incremento de su eficacia clínica.

## INNOVACIÓN

Actualmente, nuevas indicaciones para neuromodulación se encuentran en desarrollo en nuestra Institución, tales como depresión, artritis reumatoide, enfermedad de Crohn, síndrome de vejiga irritable, diabetes tipo II, obesidad, acúfenos (*tinnitus*), fallo cardíaco y tratamiento del dolor crónico, entre otros.

Los ensayos clínicos actuales buscan establecer la óptima frecuencia de pulso e intensidad para alcanzar mejores resultados y disminuir los posibles efectos adversos, como también –en la neuromodulación química– la programación de dosis, tiempo de infusión y combinación de fármacos. La innovación en los dispositivos no se limita a la disminución del tamaño del *hardware*, facilitando su colocación, sino que avanza sobre la investigación y el

desarrollo de sistemas inteligentes de detección fisiológica, con la finalidad de proveer estimulación automatizada. Por ello, es conveniente una mejor comprensión de los mecanismos fisiopatológicos de la enfermedad, mapeando los circuitos neurales, e investigando el efecto exacto de la modulación en cada una de las enfermedades tratadas.

## NUESTRA EXPERIENCIA

El Hospital Italiano de Buenos Aires cuenta con una vasta experiencia en neuromodulación, dando respuesta a una amplia cantidad de patologías, con buenos resultados.

Actualmente se realizan procedimientos para movimientos anormales (enfermedad de Parkinson, distonía, espasticidad y temblor esencial), dolor neuropático crónico, cefaleas y algias faciales, espalda fallida, síndrome doloroso regional complejo (CRPS-SUDEC), dolor pélvico y pudendo, dolor por miembro fantasma, afectación de nervios periféricos, dolor oncológico, estimulación cerebral profunda (DBS, *Deep Brain Stimulation*) y estimulación del nervio vago (VNS, *Vagus Nerve Stimulation*) en epilepsia refractaria. También se realiza psicocirugía en TOC, depresión y síndrome de Tourette.

Nuestra Institución cuenta con equipos multidisciplinares especializados en cada una de las patologías, que evalúan a cada paciente de manera individualizada pero dentro de un protocolo reglamentado de estudio. A su vez, oficia de centro formador, no solo de las especialidades médicas involucradas sino también de bioingenieros y científicos. Asimismo ha tenido una participación activa en la incorporación de nuevos blancos en la Argentina, al realizar la primera cirugía de DBS en núcleo anterior del tálamo para epilepsia en mayo del año 2016. La colocación del primer electrodo de campo para tratamiento de cefalea y DBS para distonía en adultos se realizó en 2017. En el año 2020 se realizó en nuestro Hospital el primer DBS para TOC y depresión, y se aplicó el primer estimulador de terapia múltiple (DTM por sus siglas en inglés) para lumbociatalgia refractaria. Luego de Puerto Rico y Brasil, en 2020, nuestra Institución colocó el sistema DBS-Percept, capaz de registrar los cambios biofísicos de la actividad cerebral en un paciente con enfermedad de Parkinson. El mismo sistema se utilizó en 2022 para epilepsia refractaria. Debido a que cuenta con la tecnología, la experiencia, el personal capacitado, el perfil innovador y científico, nuestra Institución reúne todas las características para officiar de centro de neuromodulación, permitiendo difundir la correcta práctica y su desarrollo.

## DISCUSIÓN

La neuromodulación constituye una opción terapéutica aplicable a múltiples enfermedades, las cuales, a pesar del tratamiento farmacológico, llevan a una pérdida de funcionalidad y discapacidad física, cognitiva y emocional crónica. Con respecto a costo-efectividad, existe alta evidencia que respalda su difusión para permitir una

reducción del gasto en salud<sup>9-11</sup>. Las innovaciones tanto en la utilización de nuevos blancos y enfermedades, como en la investigación y desarrollo y medición de marcadores biofísicos, permiten no solo automatizar y mejorar el funcionamiento de los dispositivos, sino también profundizar en el conocimiento del sistema nervioso y su fisiopatología.

Este campo involucra diferentes especialidades en la medicina, lo cual implica la colaboración entre bioingenieros, científicos y médicos de distintas especialidades clínicas y quirúrgicas<sup>12-14</sup>.

## CONCLUSIÓN

Nuestra Institución, en su historia, cuenta con una filosofía transversal de especialidades para el abordaje del paciente, cumpliendo con los requisitos de ser un Centro de Neuromodulación no solamente para las patologías del sistema nervioso, sino también en otras prácticas y especialidades. Considerando que uno de los principales objetivos se centra en el tratamiento de enfermedades crónicas con alta pérdida de funcionalidad, y buscando la reducción del gasto en salud, enfatizamos la importancia de contar con este centro. Se considera fundamental establecer algoritmos multidisciplinares de sus indicaciones, técnicas y seguimiento del paciente, dentro de un marco jurídico y ético concreto.

**Agradecimientos:** Dra. Fiorela Martín Bertuzzi, Neuróloga Especialista en Algias Craneales, Servicio de Neurología, Hospital Italiano de Buenos Aires.

**Conflictos de interés:** los autores declaran no tener conflictos de interés.

## REFERENCIAS

1. Kurtzke JF. Neuroepidemiology. *Ann Neurol*. 1984 Sep;16(3):265-277. <https://doi.org/10.1002/ana.410160302>.
2. Andlin-Sobocki P, Jönsson B, Wittchen HU, et al. Cost of disorders of the brain in Europe. *Eur J Neurol*. 2005;12 Suppl 1:1-27. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2005.01202.x>.
3. Neuromodulation market by technology (deep brain stimulation, spinal cord stimulation, transcranial magnetic stimulation) & by application (depression, Parkinson's, tinnitus, Alzheimer's, epilepsy, ischemia, obesity). Trends & global forecast to 2027 [Internet]. MarketandMarkets Research Private; 2009-2022 [citado 2022 jul 14]. Disponible en: <https://www.marketandmarkets.com/Market-Reports/neurostimulation-devices-market-921.html>.
4. Sakas DE, Panourias IG, Simpson BA. An introduction to neural networks surgery, a field of neuromodulation which is based on advances in neural networks science and digitised brain imaging. *Acta Neurochir Suppl*. 2007;97(Pt 2):3-13. [https://doi.org/10.1007/978-3-211-33081-4\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-211-33081-4_1).
5. Thompson A, Morishita T, Okun MS. DBS and electrical neuro-network modulation to treat neurological disorders. *Int Rev Neurobiol*. 2012;107:253-282. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-404706-8.00014-0>.
6. Katz B. Electricity and neurophysiology. En: Wald G, ed. *Nerves, muscle and synapse*. London: McGraw Hill; 1966. p. 11.
7. Aló KM, Holsheimer J. New trends in neuromodulation for the management of neuropathic pain. *Neurosurgery*. 2002;50(4):690-703; discussion 703-704. <https://doi.org/10.1097/00006123-200204000-00003>.
8. Bernstein AJ, Peters KM. Expanding indications for neuromodulation.

- Urol Clin North Am. 2005;32(1):59-63. <https://doi.org/10.1016/j.ucl.2004.10.002>.
9. Lozano AM, Hamani C. The future of deep brain stimulation. *J Clin Neurophysiol.* 2004;21(1):68-69. <https://doi.org/10.1097/00004691-200401000-00008>.
  10. Dostrovsky JO, Lozano AM. Mechanisms of deep brain stimulation. *Mov Disord.* 2002;17 Suppl 3:S63-S68. <https://doi.org/10.1002/mds.10143>.
  11. McIntyre CC, Hahn PJ. Network perspectives on the mechanisms of deep brain stimulation. *Neurobiol Dis.* 2010;38(3):329-337. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2009.09.022>.
  12. Ginn C, Patel B, Walker R. Existing and emerging applications for the neuromodulation of nerve activity through targeted delivery of electric stimuli. *Int J Neurosci.* 2019;129(10):1013-1023. <https://doi.org/10.1080/00207454.2019.1609473>.
  13. Oluigbo CO, Rezai AR. Addressing neurological disorders with neuromodulation. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2011;58(7):1907-1917. <https://doi.org/10.1109/TBME.2010.2102758>.
  14. Okun MS, Oyama G. [Mechanism of action for deep brain stimulation and electrical neuro-network modulation (ENM)]. *Rinsho Shinkeigaku.* 2013;53(9):691-694. <https://doi.org/10.5692/clinicalneuro.53.691>.