

Monitoreo neurofisiológico intraoperatorio en un caso de schwannoma benigno intrarraquídeo dorsal gigante
Intraoperative neurophysiologic monitoring in a case of benign giant dorsal intraspinal schwannoma

Yasmany Fabian Rojas Meriño^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-3083-1783>

Arquímedes Montoya Pedrón² <https://orcid.org/0000-0001-9415-4585>

Uvegna Amparo Cruz Dorrego³ <https://orcid.org/0000-0003-3943-3607>

Annetty Beatriz Aguilera Cruz¹ <https://orcid.org/0000-0003-2033-0579>

Melba Zaldívar Santiesteban¹ <https://orcid.org/0000-0003-2290-7087>

Pedro Alfonso Domínguez Jiménez⁴ <https://orcid.org/0000-0003-4991-659X>

¹Hospital Pediátrico Universitario de Holguín “Octavio de la Concepción de la Pedraja”. Cuba.

²Hospital Clínico Quirúrgico “Juan Bruno Zayas”. Santiago de Cuba, Cuba.

³Hospital Pediátrico “Baca Ortiz”. Quito, Ecuador.

⁴Hospital Clínico Quirúrgico de Holguín “Lucía Íñiguez Landín”. Cuba

*Autor para la correspondencia: yfrojas1987@gmail.com

RESUMEN

Objetivo: Demostrar la utilidad del monitoreo neurofisiológico intraoperatorio para disminuir el riesgo de lesión neurológica en la cirugía de schwannoma benigno intrarraquídeo dorsal gigante.

Caso clínico: Paciente femenina, de 16 años, con disminución de la fuerza en miembros inferiores, así como fasciculaciones de un mes de evolución. Se dictaminó un tumor espinal dorsal. Se realizó tratamiento quirúrgico de la lesión, la cual fue compatible, anatomo-patológicamente, con un schwannoma benigno. Se utilizó monitoreo neurofisiológico intraoperatorio, mediante el registro de potenciales evocados somatosensoriales del nervio tibial posterior

bilateralmente, y además se realizó la evaluación prequirúrgica, bilateral, del componente P40. El proceso de excéresis tumoral fue guiado por los signos de alarma electrofisiológicos. Se logró la reversibilidad de los cambios en el componente P40 del registro de potenciales evocados somatosensoriales de los nervios tibiales posteriores, biliteral. Los registros evolutivos posquirúrgicos demostraron la normalidad de los valores del registro de potenciales evocados somatosensoriales. La paciente tuvo una evolución clínica favorable. Se trata del primer paciente al que se le realizó el monitoreo neurofisiológico, específicamente en Neurocirugía pediátrica, en la provincia Holguín.

Conclusiones: El uso de monitoreo neurofisiológico intraoperatorio contribuyó a la excéresis subtotal del tumor intrarraquídeo a nivel dorsal; no hubo complicaciones neurológicas transoperatorias. La paciente tuvo una evolución posquirúrgica favorable.

Palabras clave: monitoreo neurofisiológico intraoperatorio; cirugía de la columna vertebral; schwannoma benigno.

ABSTRACT

Objective: To prove the efficacy of intraoperative neurophysiological monitoring to reduce the risk of neurological injury in surgery for benign dorsal intra-spinal schwannoma.

Clinical case: We report a case of a 16 years old female patient, with decreased strength in her lower limbs, as well as fasciculations of one month of evolution. A dorsal spinal tumor was determined. Surgical treatment of the lesion was performed, which was anatomopathological compatible with benign schwannoma. Intraoperative neurophysiological monitoring was used, by somatosensory evoked potentials recording of the posterior tibial nerve bilaterally, and a bilateral pre-surgical evaluation of the P40 component was performed. The tumor excision process was guided by the electrophysiological warning signs. Reversibility was achieved for the changes in the P40 component somatosensory evoked potential record of the bilateral posterior tibial nerve. The postoperative evolutionary records established the normality of the somatosensory evoked potential record values. The patient had a favorable clinical evolution. This is the first patient who

underwent neurophysiological monitoring, specifically in pediatric neurosurgery, in Holguín province.

Conclusions: Intraoperative neurophysiological monitoring contributed to the subtotal excision of the intra-spinal tumor at the dorsal level; there were no intraoperative neurological complications. The patient evolved favorably after surgery.

Keywords: intraoperative neurophysiological monitoring; spinal surgery; benign schwannoma.

Recibido: 30/12/2019

Aprobado: 25/04/2020

Introducción

Los tumores espinales comprenden un grupo de enfermedades histológicas diversas, en dependencia de su origen. Son lesiones poco frecuentes en la población pediátrica^(1,2,3) (representan de 1 % a 10 % de los tumores del sistema nervioso central), y de estas, los schwannomas son aún menos diagnosticados.^(4,5)

Los tumores intradurales extramedulares representan aproximadamente 25 % de todos los tumores espinales.^(6,7) De acuerdo con el reporte del registro central de tumores cerebrales de los EE. UU. (CBTRUS, por sus siglas en inglés), la incidencia anual, desde 2006 hasta 2010, fue de 0,27 % para los tumores de la vaina de los nervios craneales y espinales, en niños y adolescentes.⁽⁸⁾ Los tumores del espacio intradural, extramedulares, son aquellos que se originan primariamente de la vaina del nervio o las meninges (meningiomas).

Los schwannomas son típicamente tumores benignos que surgen de la vaina de los nervios periféricos y se componen de células neoplásicas de Schwann. La mayoría de los schwannomas son lesiones sólidas o mixtas, quísticas-sólidas. Estos tumores están frecuentemente encapsulados y las fibras nerviosas están comprimidas dentro. Se encuentran, generalmente, en las regiones cervical y lumbar. Se visualizan como una masa intradural extramedular, extradural, o intramedular en orden decreciente de frecuencia.^(9,10)

Las técnicas quirúrgicas empleadas en el tratamiento de las lesiones de columna, ya sean traumáticas, degenerativas o tumorales, llevan implícito un riesgo importante de lesión neurológica. Con el desarrollo de la monitorización neurológica intraoperatoria (MNIO), mediante los potenciales evocados sensitivo-motores y de la electromiografía, se ha conseguido conocer el estado de las funciones neurológicas durante la cirugía en tiempo real. De esta forma, se intenta guiar al cirujano y disminuir los riesgos de lesión. Proporcionan al paciente la mejor asistencia, y minimizan los déficits neurológicos posquirúrgicos.^(11,12,13,14) El objetivo de este trabajo fue demostrar la utilidad del monitoreo neurofisiológico intraoperatorio para disminuir el riesgo de lesión neurológica en la cirugía de schwannoma benigno intrarraquídeo dorsal gigante.

Caso clínico

Paciente femenina, de 16 años de edad, procedencia rural, que acudió al servicio de Neurología, del Hospital Pediátrico “Octavio de la Concepción y la Pedraja”, aquejada de “debilidad” en las piernas (a predominio izquierdo). Además, presentaba “cansancio” al caminar y dolor en la región dorsolumbar. Comenzó a presentar contracciones musculares dolorosas y cierto grado de rigidez al incorporarse para iniciar la marcha. Toda la sintomatología anterior ocurrió en el transcurso de un mes (evolución subaguda). El cuadro clínico empeoró progresivamente. La paciente y sus familiares comenzaron a notar que, en ocasiones, presentaba contracciones bruscas involuntarias de los músculos de las piernas.

Al realizar el examen físico neurológico, se constató hiperreflexia generalizada, a predominio de miembros inferiores (++++); *clonus* agotable en miembro inferior derecho; signo de Babinski bilateral; espasticidad grado 2, según la escala de Ashworth modificada; ausencia de los reflejos cutáneo-abdominales, sin alteración de la sensibilidad superficial ni profunda; ausencia de trastornos esfinterianos.

En relación con la hiperreflexia en miembros superiores (+++), se consideró de causa constitucional, pues no se evidenció en imágenes de resonancia magnética (IRM) lesión cervical ni en el cráneo que lo justificaran.

Exámenes complementarios

-Resonancia magnética

Se realizó IRM de cráneo y columna total (Fig. 1). Con este estudio se comprobó:

- Ausencia de alteraciones estructurales cerebrales
- Sistema ventricular normal
- Ausencia de alteraciones en fosa posterior.
- A partir de D3, la médula espinal se ensancha debido a gran cavidad quística en su interior, de aspecto arrosariado. Alcanza su máxima expresión en los segmentos D7- D10, de aspecto difuso. Ocupa todo el canal raquídeo y presumiblemente con afectación de las meninges espinales; continuaba distalmente afinándose.

Conclusión del estudio: Proceso expansivo intrarraquídeo intramedular.

De acuerdo con la clasificación modificada de Sridhar,⁽³⁾ para determinar invasión y tamaño de schwannomas, se clasificó como Tipo II - Tumor intraespinal (abarca más de 2 segmentos vertebrales, es un tumor gigante).

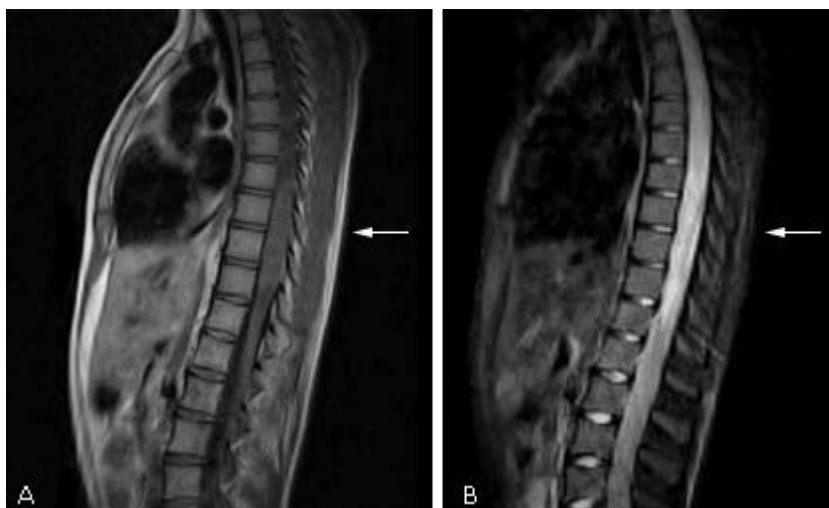


Fig. 1 - Imagen de resonancia magnética de columna dorsolumbar. A) T1 sagital. Engrosamiento del cordón medular desde D7 a D10, B) Fast-STIR. Hiperintensidad del cordón medular desde D6 a D11.

Monitoreo neurofisiológico intraoperatorio: Se diseñó este estudio con la técnica de potenciales evocados somatosensoriales (PESS) por estimulación del nervio

tibial posterior. Se utilizó un equipo Neurónica 5M y se realizó el registro cortical entre derivación Cz-Pz. La estimulación fue en el segmento distal del nervio tibial posterior a nivel del maléolo medial.

También, se hizo un registro prequirúrgico para evaluar el estado funcional de las vías nerviosas, cuyos valores fueron utilizados como referencia durante el MNIO. Durante la inducción anestésica, se realizaron registros para fijar los valores basales con los cuales se comparó el registro transoperatorio.

Durante la cirugía, se hizo un registro continuo y seriado del PESS (del componente P40), por estimulación unilateral de los miembros inferiores. Se alternó el miembro inferior derecho y el miembro inferior izquierdo, y se tuvo en cuenta las variables latencia y amplitud. Se utilizaron, como criterios de alarma, la prolongación de la latencia P40 por encima de 10 % y la reducción de amplitud superior a 50 % de sus valores basales, definidos durante el período de inducción anestésica. En el cuadro se muestran los cambios dinámicos obtenidos en el P40, y los valores seriados alcanzados en el acto quirúrgico.

Cuadro - Evolución transoperatoria con la técnica de potenciales evocados somatosensoriales en el nervio tibial posterior

Etapa quirúrgica	Miembro inferior derecho		Miembro inferior izquierdo	
	Latencia (ms)	Amplitud (μ v)	Latencia (ms)	Amplitud (μ v)
Inducción	38,35	4,70	43,15	2,75
	38,70	2,56	-	-
Laminectomía	38,50	2,28	-	-
Apertura meníngea	42,50	3,21	-	-
	42,30	4,64	-	-
	44,80	0,56	-	-
	-	-	44,60	2,75
	-	-	47,00	3,65
	-	-	40,45	2,07
	-	-	43,00	1,84
	45,10	1,18	-	-
	-	-	46,30	1,29
Resección transoperatoria	-	-	45,75	2,29
	-	-	46,50	0,50
Cierre	43,80	8,92	45,00	5,40

En el transcurso del acto quirúrgico, hubo alteraciones de la latencia, que alcanzaron valores de alarma en tres momentos (compromiso funcional o estructural de la mielina). También, ocurrió una caída de la amplitud superior a 50 % en dos ocasiones (compromiso de la función o estructural axonal), que implicaron acciones de neuroprotección: detención de la electrocoagulación, irrigación con abundante solución salina, alternancia quirúrgica en el área de resección tumoral. Con estas acciones, se logró la regresión de los parámetros de latencia y amplitud, y se garantizó una mayor integridad funcional de las vías nerviosas.

Al indicar al equipo quirúrgico la existencia de valores de alarma en el registro neurofisiológico, y luego de aplicar las acciones de neuroprotección, hubo recuperación funcional. No obstante, durante el acto quirúrgico los registros neurofisiológicos no regresaron al valor inicial. Por tanto, fue necesario establecer nuevos valores basales, para continuar realizando la monitorización neurológica intraoperatoria.

El valor final no mostró disfunción significativa, por lo que los cambios fueron reversibles. No existieron lesiones permanentes.

Tratamiento y evolución

Se realizó, como tratamiento quirúrgico, una laminectomía de D7 a D10 y exéresis de la lesión bajo control microscópico, con uso de fluoresceína endovenosa, y asistida con monitoreo neurofisiológico intraoperatorio.

Luego de la apertura dural, macroscópicamente la lesión era grisácea, de superficie dura. Rodeaba la médula espinal, la que se encontraba friable, con aspecto deslustrado y un tono blanquecino, debido a isquemia por compresión medular. Se realizó exéresis subtotal de la lesión tumoral, y fenestración de la cavidad siringomiélica. Se envió una muestra del tejido al departamento de anatomía patológica, donde se informó como un schwannoma benigno.

La paciente evolucionó favorablemente al tratamiento quirúrgico. Presentó, transitoriamente, hipertonia del esfínter vesical. A los 10 días de tratamiento rehabilitador, recuperó la capacidad de control para la micción.

Dos años después de la cirugía, puede deambular y realizar sus actividades cotidianas normalmente.

En los estudios neurofisiológicos de control (el último de ellos un año después de la cirugía), no se ha evidenciado empeoramiento de la función neurológica, en comparación con los estudios prequirúrgicos, lo cual evidencia que no existió lesión significativa durante la cirugía. Clínicamente, la paciente presentó mejoría discreta del cuadro clínico al ingreso. Tuvo disminución de la espasticidad en miembros inferiores (grado 1, según la escala de Ashworth modificada), y desaparición de las contracciones musculares dolorosas.

Discusión

Los tumores espinales infantiles suponen una enfermedad rara, con una incidencia anual de un caso por millón de niños.⁽¹⁾ Se trata, casi siempre, de tumores benignos o lesiones pseudotumorales desde el punto de vista histológico, pero con diversos grados de agresividad local.⁽¹⁵⁾

El schwannoma espinal es un tumor de las vainas nerviosas que, en su forma espinal, se comporta intradural y extramedular. Proviene de las células embrionarias de la cresta neural de los nervios periféricos.^(16,17) Los schwannomas gigantes en columna espinal son aún menos frecuentes, y los de localización torácica se manifiestan en la cuarta o quinta décadas de vida.⁽⁴⁾

Teniendo en cuenta que la mayoría de los pacientes necesitarán tratamiento quirúrgico y que, durante este procedimiento, hay posibilidad de daño neurológico por compresión, tracción o isquemia,⁽¹⁸⁾ se debe emplear el monitoreo neurofisiológico para prevenir las lesiones.⁽¹⁹⁾

El MNIO fue usado por primera vez en 1970 por el Dr. Brown para reducir el riesgo de daño a la médula espinal durante la cirugía de escoliosis.⁽²⁰⁾ Consiste en el uso de métodos electrofisiológicos para definir las estructuras neurales críticas (mapeo) y monitorear su integridad funcional durante la cirugía (monitorización propiamente dicha).⁽²¹⁾

Con este se puede identificar, precozmente, el daño neurológico; facilitar la realización de cirugías de alto riesgo de lesión neurológica, que en otras

circunstancias no se llevarían a cabo, y, finalmente, dar seguridad al cirujano y al paciente durante el procedimiento.^(17,22,23)

Además de disminuir la morbilidad asociada al tratamiento, mejora el manejo quirúrgico, ya que permite la realización de cirugías más agresivas. En el caso de que no se pueda evitar el daño, documenta cuándo sucedió. Esto permite entender, retrospectivamente, los mecanismos de dicho daño y confirmar si la estrategia quirúrgica empleada es adecuada o si existe necesidad de ajustarla en el futuro.⁽²⁴⁾

Existen estudios que demuestran que los PESS pueden ser utilizados como marcadores del MNIO, a pesar de que solo evalúan la respuesta somatosensorial de la vía cordonal posterior.^(11,25,26)

En el caso que se presenta, debido a que la vía de abordaje fue a través del surco medial posterior de la médula espinal, la elección de los PESS, como marcadores de monitoreo, se ajustó a la vía quirúrgica empleada.

Los resultados obtenidos muestran que no existieron diferencias en los valores de los registros neurofisiológicos entre el momento de inducción anestésica y el final del tratamiento quirúrgico, con lo que se demostró que las acciones de neuroprotección aplicadas, guiadas por el MNIO, fueron efectivas.

La evaluación de la paciente a los 30 días mediante PESS, onda F, reflejo H y electromiografía, demostró que el estado funcional fue favorable respecto a la magnitud del proceder quirúrgico.

Los estudios neurofisiológicos posteriores no han mostrado empeoramiento del cuadro. Clínicamente, la paciente se mantiene sin signos de empeoramiento neurológico.

Conclusiones

La monitorización neurológica intraoperatoria fue una valiosa herramienta de ayuda. Facilitó la realización de la cirugía de lesión neurológica, de alto riesgo. También, disminuyó la posibilidad de daño neurológico irreversible y contribuyó a realizar la exéresis subtotal del tumor. La paciente tuvo una evolución clínica y neurofisiológica favorable.

La principal limitación del estudio fue el uso exclusivo de los PESS, pues los anestésicos disponibles no permitieron el uso de potenciales de la vía motora.

Referencias bibliográficas

1. Villarejo FJ, Belinchón JM, Alfaro R, Pérez C, Rivero B, Pascual A. et al. Tumores espinales infantiles. Neurocirugía. 2009 [citado: 10/11/2019];20(1):25-30. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-14732009000100003&lng=es
2. Liebana de Rojas CM, Martínez de Aragón A, Coca Robinot D, Merina Castilla A. Neoplasias espinales en la edad pediátrica: espectro de patologías y claves del diagnóstico por imagen. En: 31 Congreso de la SERAM; mayo 2012. Granada: Presentación Electrónica Educativa. Doi: 10.1594/seram2012/S-1566
3. Pathmanaban ON, Sadler KV, Kamaly-Asl ID, King AT, Rutherford SA, Hammerbeck-Ward C, et al. Association of Genetic Predisposition with Solitary Schwannoma or Meningioma in Children and Young Adults. JAMA Neurol. 2017;74(9):1123-9. Doi: 10.1001/jamaneurol.2017.1406.
4. Padilla-Vázquez F, Montesinos-San Pedro A, Mendizabal-Guerra R, Cuesta-Mejias TC, Sinahi-García AB, Rosas-Mora I. Schwannoma gigante en paciente pediátrico. Arch Neuroci Mex. 2011 [citado: 10/11/2019];16(3):162-6. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/arcneu/ane-2011/ane113i.pdf>
5. Tanki H, Singh H, Raswan US, Bhat AR, Saija Y, Kirmani AR, et al. A Rare Case of Spinal Schwannoma in a Child Presenting with Subarachnoid Hemorrhage: A Case Report with Review of Literature. J Pediatr Neurosci. 2018 Oct-Dec;13(4):503-7. Doi: 10.4103/JPN.JPN_83_18.
6. Hernández González EH, Mosquera Betancourt G. Schwannoma lumbosacro gigante. Rev Cubana Ortop Traumatol. 2017 [citado: 15/11/2019];31(1):82-91. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-215X2017000100008&lng=es
7. Marhx Bracho A, Muñoz Montoya JE, Pérez Peña Rosas N, Carrillo Marhx G, Ramírez Ferrer E. Costotransversectomy plus hemilaminectomy as alternative surgical approach for extramedullary intradural thoracic schwannoma resection with and without extradural extension in pediatric population three cases and literature review. J Spine Surg. 2019 [citado: 05/01/2020];5(2):285-90. <http://dx.doi.org/10.21037/jss.2019.05.07>

8. Ostrom QT, Gittleman H, Farah P, Ondracek A, Chen Y, Wolinsky Y, et al. CBTRUS Statistical Report: Primary Brain and Central Nervous System Tumors Diagnosed in the United States in 2006-2010. *Neuro Oncol.* 2013 Nov;15(2):ii1-ii56. Doi: 10.1093/neuonc/not151.
9. Abbott R, Haranhalli N, Jada A. Intraspinial Tumors in Children. In: Winn HR, ed. *Youmans and Winn Neurological Surgery.* 7th ed. Philadelphia, PA: Elsevier; 2017. Chapter 236. p. 1891.e2.
10. López-Rodríguez JJ. Monitoreo neurofisiológico intraoperatorio en cirugía de columna. *Rev Mex Anest.* 2017 [citado: 20/11/2019];40(1):31-2. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=72704>
11. De la Maza-Krzepowsky LC, Romero-Esquiliano G, Ramírez-Segura EH, De Obieta-Cruz E, Vega-Sosa A, Cárdenas-Mejía A, et al. Implementación del monitoreo neurofisiológico intraoperatorio en niños y adultos en el segundo y tercer nivel de atención. *Cir Cir.* 2018 [citado: 28/12/2019];86:132-9. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/circir/cc-2018/cc182c.pdf>.
12. Gandhoke CS, Syal SK, Singh D, Batra V, Nallacheruvu Y. Cervical C2 to C4 schwannoma with intratumoral hemorrhage presenting as acute spastic quadriparesis: A rare case report. *Surg Neurol Int.* 2018 [citado: 05/01/2020];9:142. Disponible en: <http://surgicalneurologyint.com/Cervical-C2-to-C4-schwannoma-with-intratumoral-hemorrhage-presenting-as-acute-spastic-quadriparesis:-A-rare-case-report/>
13. Myung Wi S, Lee H-J, Kang T, Yeol Chang S, Kim S-M, Chang B-S, et al. Clinical Significance of Improved Intraoperative Neurophysiological Monitoring Signal during Spine Surgery: A Retrospective Study of a Single-Institution Prospective Cohort. *Asian Spine J.* 2019 [citado: 05/01/2020]. Epub ahead of print. <https://doi.org/10.31616/asj.2019.0025>
14. Chen Y, Wang BP, Yang J, Deng Y. Neurophysiological monitoring of lumbar spinal nerve roots: A case report of postoperative deficit and literature review. *Int J Surg Case Rep.* 2017;30:218-21. Doi: 10.1016/j.ijscr.2016.11.027.
15. Fernández C, Miranda MG, Fiore N. Tumores espinales primarios en la infancia. Epidemiología, diagnóstico, estadificación y tratamiento. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol.* 2010 [citado: 22/11/2019];75(1):13-26. Disponible en:

<https://pdfs.semanticscholar.org/c6ec/a78d021b35e2febd1b5380701ad4fd35f5c3.pdf>

16. Kataria R, Kurmi DJ, Mehta J, Sinha VD. Giant lumbosacral schwannoma in a child. *J Pediatr Neurosci*. 2012 [citado: 22/11/2019];7(2):126-8. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3519071/>
17. Cho DY, Hur JW, Shim JH, Kim JS. Cystic giant sacral schwannoma mimicking aneurysmal bone cyst: a case report and review of literatures. *J Korean Neurosurg Soc*. 2013 [citado: 28/11/2019];54(4):350-4. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3841281/>
18. Gómez A, Carrillo S. Monitoreo intraoperatorio. En: *Guía Neurológica 7*. Colombia: Asociación Colombiana de Neurología; 2005 [citado 30 Oct 2019]. Cap 21. Pags 197-204. Disponible en: <http://www.acnweb.org/guia/g7cap21.pdf>
19. Mena NE, Sorrick L. Monitoreo Neurofisiológico Intraoperatorio: Utilidad y Ventajas en cirugía de columna. *Rev Ecuat Neurol*. 2013 [citado: 25/11/2019];22(1-3):85-91. Disponible en: <http://revecuatneurol.com/wp-content/uploads/2015/06/12-MonitoreoNeurofisiol-Intraoperatorio.pdf>
20. Di Martino A, Papalia R, Caldaria A, Torre G, Denaro L, Denaro V. Should evoked potential monitoring be used in degenerative cervical spine surgery? A systematic review. *J Orthop Traumatol*. 2019;20(1):19. Doi: 10.1186/s10195-019-0524-4.
21. Brandmeier S, Taskiran E, Bolukbasi FH, Sari R, Elmaci I. Multimodal Intraoperative Neuromonitoring. *Turk Neurosurg*. 2018 [citado: 25/11/2019];28(2):204-10. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28481390>
22. Taskiran E, Brandmeier S, Ozek E, Sari R, Bolukbasi F, Elmaci I. Multimodal Intraoperative Neurophysiological Monitoring in Spinal Cord Surgery. *Turk Neurosurg*. 2017;27(3):436-40.
23. Gavaret M, Pesenti S, Diop-Sene MS, Choufani E, Bollini G, Jouve JL. Intraoperative spinal cord monitoring: Lesional level diagnosis. *Orthopaedics & Traumatology Surgery & Research*. 2017 [citado: 05/01/2020];103:33-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.otsr.2016.09.021>
24. Urriza J, Imirizaldu L, Pabón RM, Olaziregi O, García de Gurtubay I. Monitorización neurofisiológica intraoperatoria: métodos en neurocirugía. *An Sist*

Sanit Navar. 2009 [citado: 25/11/2019];32(3):115-24. Disponible en:
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-

[66272009000600010](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272009000600010)

25. Álvarez Fiallo R. Utilidad del monitoreo intraoperatorio con potenciales evocados somatosensoriales de columna vertebral. Rev Cub Med Mil. 2004 [citado: 02/12/2019];33(3). Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572004000300002&lng=es

26. Miguel E, Habeych S. Monitoreo neurofisiológico intraoperatorio en Pediatría: controversias actuales. Rev. Univ. Ind. Santander. Salud. 2012 [citado: 20/11/2019];44(1):7-16. Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072012000100002

Conflicto de interés

No existen conflictos de intereses

Contribución de los autores

Yasmany Fabian Rojas Meriño. Obtención de los datos, análisis e interpretación formal de los datos del estudio, revisión bibliográfica, redacción del documento, ejecución de revisión y correcciones al documento.

Arquímedes Montoya Pedrón. Obtención de los datos, análisis e interpretación formal de los datos del estudio, ejecución del análisis estadístico, revisión bibliográfica, ejecución de revisión y correcciones al documento.

Uvegna Amparo Cruz Dorrego. Redacción del documento, ejecución de revisión y correcciones al documento.

Annetty Beatriz Aguilera Cruz. Obtención de los datos, revisión bibliográfica, redacción del documento, ejecución de revisión y correcciones al documento.

Melba Zaldívar Santiesteban. Obtención de los datos.

Pedro Alfonso Domínguez Jiménez. Obtención de los datos.