PERMANYER

Check for updates

CASO CLÍNICO

Cambios en la latencia de los potenciales evocados somatosensoriales secundarios a hipotermia leve durante cirugía de columna

Changes in the latency of somatosensorial evoked potentials secondary to mild hypothermia during spine surgery

Nydia Mora-Rivera[1], Cecilia A. Carranza-Alva[2], Mónica Touron-de Alba[2], Andrés Vázquez-Arriola[3], Horacio Chávez-Gutiérrez[2] y Aleyda Muñoz-García[1]*

[1]Servicio de Anestesiología, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Dr. Manuel Velasco Suárez, Secretaría de Salud; [2]Departamento de Neurofisiología, Centro Médico ABC; [3]Servicio de Anestesiología, Centro Médico Dalinde. Ciudad de México, México

Resumen

Durante la cirugía de columna existen riesgos que pueden provocar déficits posoperatorios. El monitoreo neurofisiológico intraoperatorio (MNIO) incluye pruebas que evalúan la integridad funcional del sistema nervioso central y periférico, proporcionando información sobre cambios en la función neuronal previo a una lesión irreversible. El objetivo de este trabajo fue identificar los cambios en la latencia de los potenciales evocados somatosensoriales (PESS) relacionados con la hipotermia leve en pacientes sometidos a cirugía de columna. Se presentan dos casos clínicos de pacientes operadas de columna bajo MNIO, enfocándose en los cambios en la latencia de los PESS y su correlación con la temperatura corporal medida por termometría esofágica. Como resultado, durante la monitorización se observaron cambios en la latencia de los PESS, los cuales se correlacionaron con la presencia de hipotermia leve. El MNIO es una herramienta útil para detectar alteraciones en la función neuronal. Sin embargo, existen diferentes causas que pueden influir en la latencia y la amplitud de los PESS, clasificadas en técnicas, fisiológicas, farmacológicas, quirúrgicas y posicionales. En estos casos, los cambios en la latencia de los PESS se asociaron con la hipotermia leve, lo que subraya la importancia de reconocer y corregir rápidamente las causas fisiológicas que pueden comprometer la interpretación de los estudios durante la cirugía.

Palabras clave: *Potenciales evocados somatosensoriales. Hipotermia leve. Latencia. Monitoreo neurofisiológico intraoperatorio.*

Abstract

During spinal surgery, there are risks that can lead to postoperative deficits. Intraoperative neurophysiological monitoring (IOM) includes tests that assess the functional integrity of the central and peripheral nervous systems, providing information on changes in neuronal function before irreversible injury occurs. The objective of this work was to identify changes in the latency of somatosensory evoked potentials (SEP) related to mild hypothermia in patients undergoing spinal surgery. Two clinical cases of patients undergoing spinal surgery with IOM are presented, focusing on changes in SEP latency and their correlation with body temperature measured by esophageal thermography. As a result, during monitoring, changes in SEP latency were observed, which were correlated with the presence of mild hypothermia. IOM is a useful tool for detecting alterations in neuronal function. However, various factors can influence SEP latency and amplitude, categorized as technical, physiological, pharmacological, surgical, and positional. In these cases, changes in SEP latency were associated with mild

***Correspondencia:**
Nydia Mora-Rivera
E-mail: nydia.mora.rivera91@gmail.com

Fecha de recepción: 30-09-2024
Fecha de aceptación: 03-07-2025
DOI: 10.24875/AMH.24000023

Disponible en internet: 13-04-2026
An Med ABC. 2026;71(Supl 1):63-68
www.analesmedicosabc.com

0185-3252 / © 2025 Asociación Médica del Centro Médico ABC. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

hypothermia, highlighting the importance of promptly recognizing and correcting physiological factors that may compromise the interpretation of studies during surgery.

Keywords: *Somatosensory evoked potentials. Mild hypothermia. Latency. Intraoperative neurophysiological monitoring.*

Introducción

La cirugía de columna combina el campo de la neurocirugía y la cirugía ortopédica con el objetivo de tratar una gran variedad de patologías espinales, que van desde traumatismos hasta corrección de deformidades y afecciones oncológicas. La naturaleza de la cirugía de columna es compleja por el riesgo quirúrgico superior al promedio. Conlleva desafíos causados por la anatomía estructural compleja[1]. Por lo tanto, durante la cirugía de columna existe un alto riesgo de lesiones en la médula espinal y las raíces nerviosas que pueden provocar déficits motores y sensitivos posoperatorios, por lo cual es muy importante el monitoreo neurofisiológico intraoperatorio (MNIO) para reducir la incidencia de dichas complicaciones[2-5].

Como parte de un enfoque multimodal, en el MNIO se utilizan los potenciales evocados somatosensoriales (PESS)[6], los cuales son señales generadas en el sistema nervioso central en respuesta a la estimulación eléctrica de nervios periféricos. Se utilizan para evaluar la integridad de la conducción nerviosa a lo largo de la vía somatosensorial de fibras de gran calibre, permitiendo la identificación de alteraciones desde su componente periférico hasta la integración central. Se obtienen mediante la estimulación de nervios periféricos específicos (nervio mediano o cubital en las extremidades superiores, y nervio tibial o peroneo en las inferiores) y se registran a través de unos electrodos colocados en el cuero cabelludo siguiendo el Sistema Internacional 10-20 (SI 10-20). La respuesta cortical se registra de manera óptima sobre la corteza somatosensorial primaria, correspondiente al nervio que se está estimulando. Los electrodos de registro se colocan en el cuero cabelludo en C3' o C4' para el nervio mediano y en Cz' o Cz'' para el nervio tibial, y el electrodo de referencia se sitúa en Fpz, según el SI 10-20. El procesamiento de las señales requiere promediación y amplificación, dado que las respuestas suelen ser de baja amplitud.

En cuanto a su interpretación, en los PESS se identifican ondas o potenciales resultantes que, según la convención estándar, cuando la deflexión de la línea base es para abajo se etiquetan como positivas (P), mientras que las ondas con deflexión de la línea base hacia arriba se consideran negativas (N). El tiempo (en ms) que tarda en aparecer la primera deflexión de la onda representa la latencia, la cual es la medida del tiempo de conducción entre el sitio de estimulación y el registro cortical, y depende tanto de la longitud de la vía sensorial como de la velocidad de conducción neuronal. Basándose en lo anterior, se unen estos dos conceptos para poder nombrar las ondas. Como ejemplo, las respuestas estudiadas para el nervio mediano son las ondas o potenciales N20 (deflexión negativa con latencia de 20 ms) y P22 (deflexión positiva con latencia de 22 ms), y para el nervio tibial las ondas o potenciales P37 (deflexión positiva con latencia de 37 ms) y N45 (deflexión negativa con latencia de 45 ms)[6].

Lo anterior se representa como un gráfico de voltaje en función del tiempo[7,8]. Un aumento de al menos el 10% de la latencia del potencial registrado, en comparación con el registro basal, se considera un dato de alarma sugestivo de cambios en la integridad de la vía somatosensorial[9-12].

Las causas de estos cambios están relacionadas con factores técnicos, fisiológicos, farmacológicos, quirúrgicos y posicionales. Por ejemplo, alteraciones como una hipotermia por debajo de 35 °C, o una presión arterial media < 50 mmHg o > 150 mmHg en adultos sanos, causan prolongación en la latencia, disminución en la oxigenación de la médula espinal, hipocapnia grave y persistente, y disminuciones agudas en el hematocrito por debajo del 15% del basal; los fármacos anestésicos volátiles causan alteraciones dependientes de la dosis[13-16].

La hipotermia se define como una temperatura corporal < 35°C y puede clasificarse en leve (32-35 °C), moderada (28-32 °C) y grave (< 28 °C). La hipotermia, ya sea involuntaria (quirófano frío) o intencional (protección neural), es común en los pacientes en quienes se realiza el MNIO. La hipotermia puede alterar las respuestas provocadas al cambiar la despolarización nerviosa y mediante la liberación de neurotransmisores, lo que lleva a una disminución de la función sináptica, probablemente por interferencia en la membrana postsináptica, y por lo tanto los cambios son más prominentes en el extremo cefálico de los tractos neurales largos (como los PESS) o en los componentes de las respuestas asociadas con múltiples elementos sinápticos. Por ello, las respuestas registradas de los nervios periféricos están menos afectadas que las

producidas por las estructuras corticales, las cuales se ven marcadamente más afectadas dando como resultado un aumento en la latencia en los PESS. En la hipotermia moderada, la conducción nerviosa periférica disminuye alrededor de un 5% y la conducción central entre un 8% y un 12% por cada grado centígrado; en la hipotermia grave, el potencial N20 del nervio mediano se pierde por completo[17].

La termometría esofágica muestra valores más específicos como expresión de las variaciones centrales de la temperatura corporal, por lo cual se sugiere utilizarla siempre que sea posible durante el acto anestésico-quirúrgico. Un decremento en la temperatura esofágica de 1 °C resulta en un incremento de 1 ms en la latencia de los PESS[18-20].

Casos clínicos

A continuación, se presentan dos casos clínicos en los que se detectaron cambios en los PESS relacionados con hipotermia leve durante procedimientos quirúrgicos de columna.

Caso 1

Mujer de 73 años con antecedente de hipertensión arterial e hipotiroidismo en tratamiento. Inicia su padecimiento posterior a una caída desde su plano de sustentación y posteriormente dolor en la región lumbar sin irradiación, que aumenta con la deambulación. Mediante estudios de imagen se observa fractura en L3. Es programada para realizar procedimiento quirúrgico de instrumentación lumbar de L2-L3 y L3-L4.

Durante el procedimiento, previa monitorización tipo I (presión arterial no invasiva, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, saturación periférica de oxígeno y electrocardiograma), se canaliza una vía intravenosa de 18 Fr y se realiza infusión controlada por objetivo de fentanilo 2-3.4 ng/ml, propofol modelo Marsh 1.5-3.0 ng/ml por vía intravenosa y cisatracurio 6 mg por vía intravenosa. Se realiza intubación con tubo armado de 7.5 y termómetro esofágico. Para el MNIO se utilizan PESS de nervios tibiales con registros corticales Cz, Fz (P37/N45) con estímulo izquierdo y derecho, potenciales evocados motores mediante estimulación eléctrica transcraneal y electromiografía continua con equipo para MNIO modelo XLTEK.

De forma inicial, el registro de temperatura a través del termómetro esofágico fue de 35.5 °C (normotermia), y disminuyó en total 1.6 °C llegando a una temperatura de 33.9 °C (hipotermia leve). Los PESS basales y finales tuvieron una diferencia de latencia del potencial cortical (P37/N45) de 3.8 ms (10%) del lado izquierdo y de 3.4 ms (8.9%) del lado derecho (Fig. 1 y Tabla 1).

Caso 2

Mujer de 66 años con antecedente de artritis reumatoide, hipertensión arterial sistémica y osteopenia en tratamiento. Antecedente quirúrgico de instrumentación lumbar en 2022. Inicia su padecimiento con dolor lumbar irradiado a las piernas, de predominio izquierdo, con alteraciones de la sensibilidad hasta el pie. Mediante estudios de resonancia magnética presenta discopatía L2-S1 y conducto lumbar estrecho en L2-L3 y L3-L4, con afección foraminal bilateral y radicular izquierda; artrosis facetaria multinivel.

Es programada para procedimiento quirúrgico de descompresión e instrumentación lumbar de L2-L3 y L3-L4, y retiro y recolocación de tornillos L4-L5.

Durante el procedimiento, previa monitorización de tipo I (presión arterial no invasiva, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, saturación periférica de oxígeno, electrocardiograma), se realiza infusión controlada por objetivo de fentanilo 2-3.4 ng/ml, propofol modelo Marsh 1.5-3.0 ng/ml por vía intravenosa, dexmedetomidina en dosis de carga de 0.5-1 μg/kg por vía intravenosa durante 10-20 minutos seguida de infusión continua de 0.2-0.7 μg/kg/h, parecoxib 40 mg por vía intravenosa y sulfato de magnesio 1 g por vía intravenosa. Se realiza intubación con tubo armado de 7.5 y termómetro esofágico. Para el MNIO se utilizan PESS de nervios tibiales con registros corticales Cz, Fz (P37/N45) con estímulo izquierdo y derecho, potenciales evocados motores mediante estimulación eléctrica transcraneal y electromiografía continua con equipo para MNIO modelo XLTEK.

De forma inicial, el registro de temperatura a través del termómetro esofágico fue de 36.2 °C (normotermia), y disminuyó en total 2.5 °C llegando a una temperatura de 33.7 °C (hipotermia leve). Los PESS basales y finales tuvieron una diferencia de latencia del potencial cortical (P37/N45) de 4.8 ms (10.6%) del lado izquierdo y de 3.4 ms (16.2%) del lado derecho (Fig. 2 y Tabla 2).

Discusión

Nuestros resultados concuerdan con los de Horosz et al.[20], quienes describen que la disminución de la temperatura aumenta la latencia y disminuye la velocidad de conducción de los PESS, y es significativa por debajo de 2 °C del registro basal.

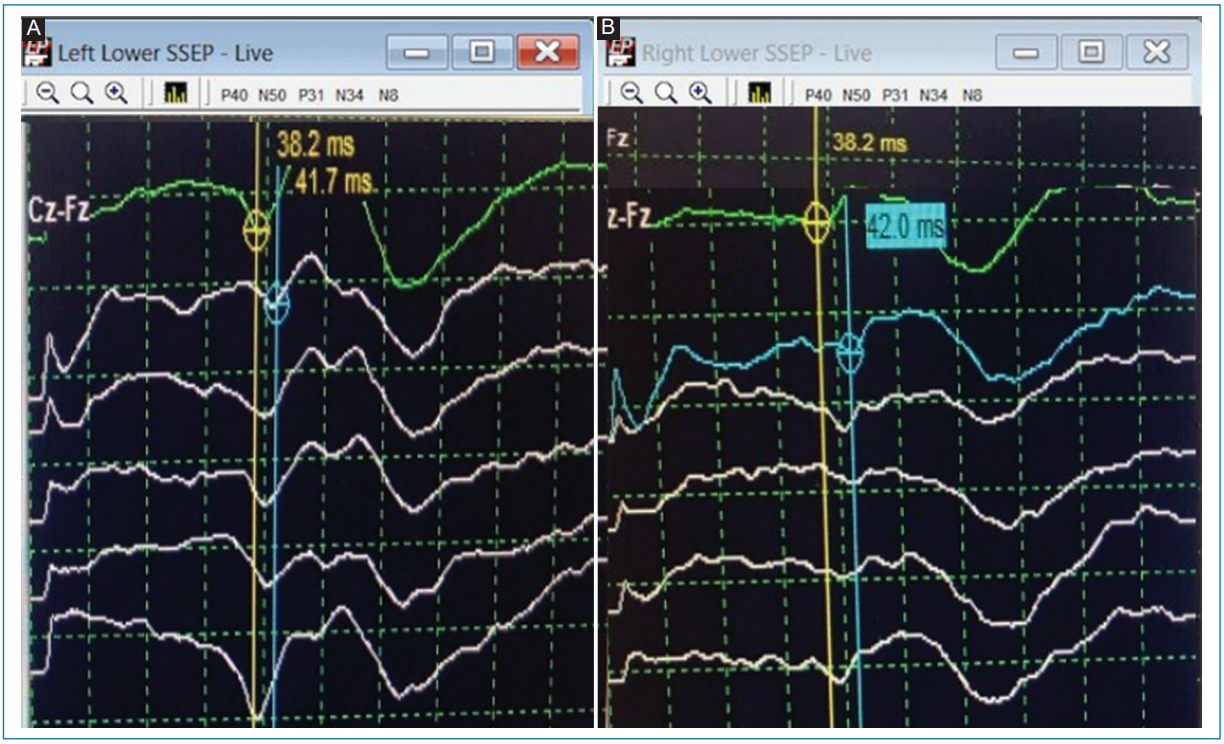


Figura 1. Potenciales evocados somatosensoriales (PESS) basales y finales de los nervios tibiales. **A:** PESS iniciales con registro Cz-Fz – potencial P37/N45 con latencia de 38.2 ms, y finales con latencia de 41.7 ms. **B:** PESS iniciales con registro Cz-Fz – potencial P37/N45 con latencia de 38.2 ms, y finales con latencia de 42.0 ms.

Tabla 1. Registro de temperaturas y latencias

Hora	Temperatura, °C	Latencia (P37/N45), ms	
		Izquierdo	Derecho
08:51	35.5	38.2	38.3
09:00	35.3	38.5	38.6
09:10	35.1	39.3	38.9
09:15	34.9	40.9	39.4
09:55	34.4	41.6	40.5
10:15	34.5	41.7	41.0
12:30	33.9	42.0	41.7
13:00	33.9	42.0	41.7

Se muestra el registro de la temperatura esofágica de la paciente durante la cirugía de columna y su correlación con las latencias de los PESS con estimulación del nervio tibial a lo largo del tiempo.

Tabla 2. Registro de temperaturas y latencias

Hora	Temperatura, °C	Latencia (P37/N45), ms	
		Izquierdo	Derecho
9:25	36.2	45.0	43.7
10:59	35.9	46.9	44.5
11:30	35.5	47.8	46.3
12:21	35.0	48.4	47.6
12:39	34.8	48.4	48.0
13:13	34.4	49.0	49.2
14:20	33.9	49.7	49.7
15:53	33.7	49.8	50.8

Se muestra el registro de la temperatura esofágica de la paciente durante la cirugía de columna y su correlación con las latencias de los PESS con estimulación del nervio tibial a lo largo del tiempo.

En los casos clínicos presentados, la disminución > 1.6 °C registró un aumento en la latencia del 10% de los PESS, lo cual es un dato significativo de alerta, por lo que es importante tener en cuenta que también puede haber cambios significativos incluso con hipotermia leve. Se sugiere evitar cambios en la temperatura de los pacientes, así como en la sala de operaciones. La utilidad de los PESS está descrita ampliamente en la cirugía de columna y es indispensable en conjunto con los potenciales motores y la electromiografía continua como parte de un enfoque multimodal[21].

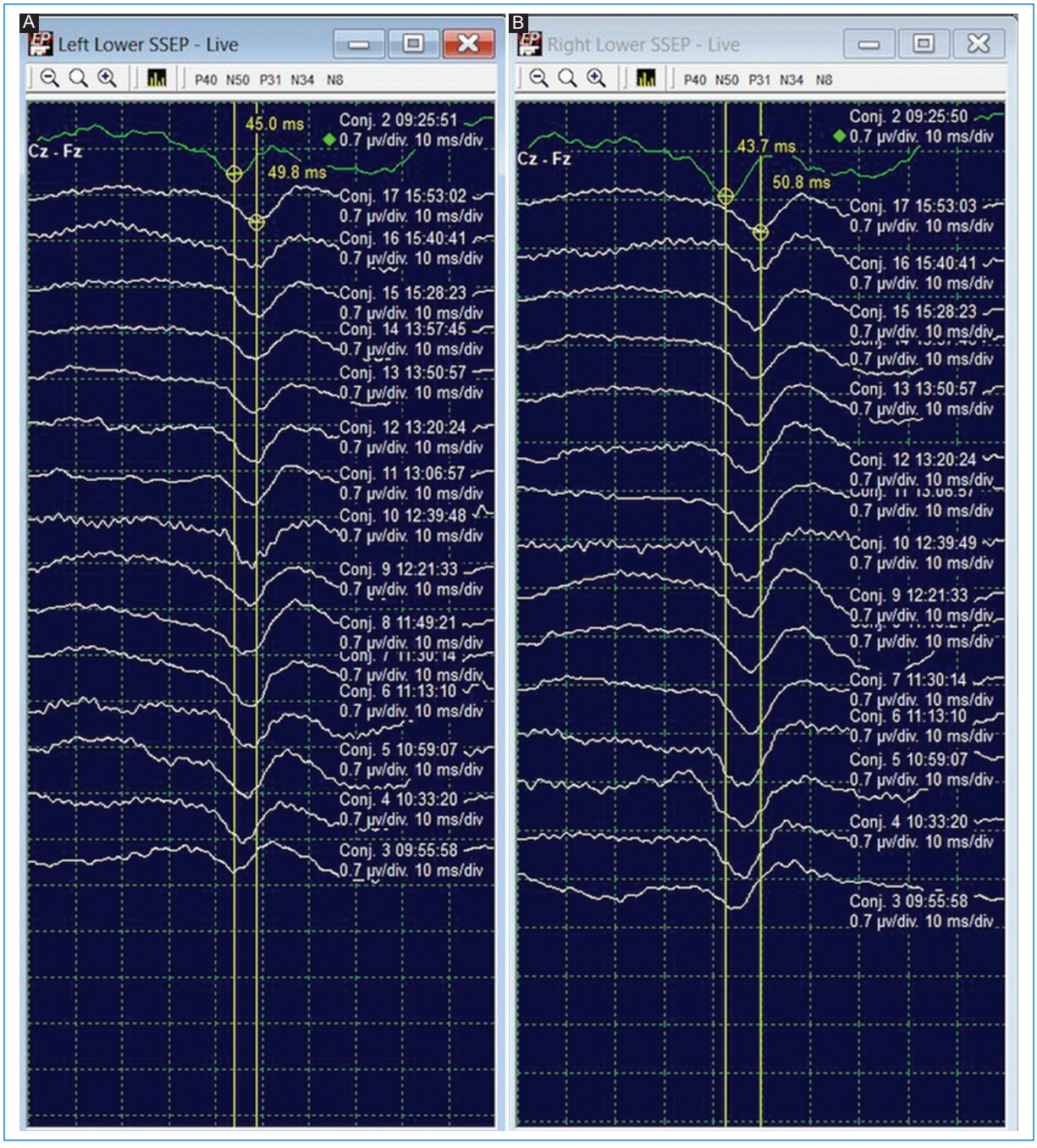


Figura 2. Potenciales evocados somatosensoriales (PESS) basales y finales de los nervios tibiales. **A:** PESS iniciales con registro Cz-Fz – potencial P37/N45 con latencia de 45.0 ms, y finales con latencia de 49.8 ms. **B:** PESS iniciales con registro Cz-Fz – potencial P37/N45 con latencia de 43.7 ms, y finales con latencia de 50.8 ms.

Conclusión

Se demuestra la importancia de considerar la temperatura del medio ambiente y del paciente para evitar proporcionar alarmas al cirujano debido a falsos positivos o negativos durante la cirugía que pudieran modificar el desarrollo de esta. En nuestros casos, el aumento de la latencia se hizo aparente desde una disminución de 1.6 °C. Sugerimos el uso de termómetro esofágico, por su mínima variabilidad de medición.

Consideramos que este reporte demuestra la presencia de cambios en los indicadores de latencia/amplitud ante ligeras variaciones de la temperatura; es imperiosa la necesidad de aumentar el número de casos para otorgar una mayor relevancia estadística.

Financiamiento

Los autores declaran no haber recibido financiamiento para este trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Consideraciones éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad, consentimiento informado y aprobación ética. Los autores han seguido los protocolos de su centro sanitario/institución para acceder a los datos de las historias clínicas. Se ha obtenido el consentimiento informado de los pacientes y se cuenta con la aprobación del Comité de Ética. Se han seguido las recomendaciones de las guías SAGER.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial. Los autores declaran que no se utilizó ningún tipo de inteligencia artificial generativa para la redacción ni la creación de contenido de este manuscrito.

Referencias

1. Spine Surgery — an overview. ScienceDirect Topics. (Consultado el 03-03-2025.) Disponible en: https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/spine-surgery.
2. Reddy RP, Chang R, Rosario BP, Sudadi S, Anetakis KM, Balzer JR, et al. What is the predictive value of intraoperative somatosensory evoked potential monitoring for postoperative neurological deficit in cervical spine surgery? A meta-analysis. Spine J. 2021;21:555-70.
3. Charalampidis A, Jiang F, Wilson JRF, Badhiwala JH, Brodke DS, Fehlings MG. The use of intraoperative neurophysiological monitoring in spine surgery. Glob Spine J. 2020;10(1 Suppl):104S-14S.
4. Park JH, Hyun SJ. Intraoperative neurophysiological monitoring in spinal surgery. World J Clin Cases. 2015;3:765-73.
5. Koht A, Sloan TB, Toleikis JR. Monitoring applications and evaluating changes. En: Koht A, Sloan TB, Toleikis JR, editores. Monitoring the nervous system for anesthesiologists and other health care professionals. Cham: Springer; 2017. p. 345-51.
6. Baker A, Widrich J. Somatosensory evoked potentials. En: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. (Consultado el 03-03-2025.) Disponible en: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK544358/.
7. Tsai SW, Tsai CL, Wu PT, Wu CY, Liu CL, Jou IM. Intraoperative use of somatosensory-evoked potential in monitoring nerve roots. J Clin Neurophysiol. 2012;29:110-7.
8. Muzyka IM, Estephan B. Chapter 35 - Somatosensory evoked potentials. En: Levin KH, Chauvel P, editores. Handbook of Clinical Neurology. 2019;160:523-40.
9. Álvarez-Fiallo R. Utilidad del monitoreo intraoperatorio con potenciales evocados somatosensoriales de columna vertebral. Rev Cuba Med Mil. 2004;33:123-8.
10. MacDonald DB, Dong C, Quatrale R, Sala F, Skinner S, Soto F, et al. Recommendations of the International Society of Intraoperative Neurophysiology for intraoperative somatosensory evoked potentials. Clin Neurophysiol. 2019;130:161-79.
11. Cofano F, Zenga F, Mammi M, Altieri R, Marengo N, Ajello M, et al. Intraoperative neurophysiological monitoring during spinal surgery: technical review in open and minimally invasive approaches. Neurosurg Rev. 2019;42:297-307.
12. Madhok J, Wu D, Xiong W, Geocadin RG, Jia X. Hypothermia amplifies somatosensory-evoked potentials in uninjured rats. J Neurosurg Anesthesiol. 2012;24:197-202.
13. Koht A, Sloan T, Toleikis J. Monitoring applications and evaluating changes, algorithm. En: Koht A, Sloan T, Toleikis J, editores. Monitoring the nervous system for the anesthesiologists and other health care providers. New York: Springer; 2012. p. 363-71.
14. Sahinovic MM, Gadella MC, Shils J, Dulfer SE, Drost G. Anesthesia and intraoperative neurophysiological spinal cord monitoring. Curr Opin Anaesthesiol. 2021;34:590-6.
15. Seyal M, Mull B. Mechanisms of signal change during intraoperative somatosensory evoked potential monitoring of the spinal cord. J Clin Neurophysiol. 2002;19:409-15.
16. Martínez-De Los Santos CA. Impact of anesthetic management on intraoperative neurophysiological monitoring: narrative review. Arch Neurocienc. 2022;27:19-30.
17. Lang M, Welte M, Syben R, Hansen D. Effects of hypothermia on median nerve somatosensory evoked potentials during spontaneous circulation. J Neurosurg Anesthesiol. 2002;14:141-5.
18. Bandera DOC, Escobar DIC, Lazo DAA, López DSS. Monitorización de la temperatura esofágica vs. rectal durante la colecistectomía laparoscópica. Revista Información Científica. 1997;15(3).
19. Markota A, Palfy M, Stožer A, Sinkovič A. Difference between bladder and esophageal temperatures in mild induced hypothermia. J Emerg Med. 2015;49:98-103.
20. Horosz B, Adamiec A, Malec-Milewska M, Misiołek H. Guidelines of the Polish Society of Anaesthesiology and Intensive Therapy regarding prevention of inadvertent intraoperative hypothermia. Anaesthesiol Intensive Ther. 2021;53:376-85.
21. Collado-Corona MA, de Leo-Vargas R, Sandoval-Sánchez V, Díaz-Hernández A, Gutiérrez-Sougarret BJ, Shkurovich-Bialik P. Vigilancia neurofisiológica transoperatoria multimodal en cirugía de columna. Cir Ciruj. 2009;77:385-90.