



Desafíos intraoperatorios en cirugía de columna... Eventos inesperados

Intraoperative challenges in spinal surgery... Unexpected events

Dr. Jorge Andrés Ochoa-Rubí,* Dra. Mariana Medina-Pineda,†

Dr. Luis Humberto Estévez-Tomita,§ Dr. Víctor Mendoza-Méndez,* Dr. Omar García-Nájera||

Citar como: Ochoa-Rubí JA, Medina-Pineda M, Estévez-Tomita LH, Mendoza-Méndez V, García-Nájera O. Desafíos intraoperatorios en cirugía de columna... Eventos inesperados. Rev Mex Anestesiología. 2026; 49 (Supl. 1): s56-s59.

Abreviaturas:

EtCO₂ = End-tidal CO₂ (CO₂ al final de la espiración)

PAM = presión arterial media

PaO₂ = presión de oxígeno arterial

PEM = potenciales evocados motores

PPM = presión de perfusión medular

PVP = pérdida visual perioperatoria

TIVA = Total IntraVenous Anesthesia
(anestesia total intravenosa)

TXA = ácido tranexámico

INTRODUCCIÓN

El aumento de procedimientos complejos de cirugía de columna ha incrementado la necesidad de estrategias anestésicas enfocadas en preservar la función neurológica, mantener una perfusión medular adecuada y prevenir complicaciones hemorrágicas y posicionales. Las guías recientes recomiendan un enfoque multidisciplinario con protocolos estandarizados de prevención y respuesta temprana⁽¹⁻⁵⁾.

LESIÓN MEDULAR INTRAOPERATORIA

Los pacientes con deformidades complejas de la columna, estenosis espinal severa, tumores intra o extramedulares, mielopatía cervical avanzada o sometidos a cirugía de revisión multinivel presentan un mayor riesgo de lesión medular intraoperatoria^(1,2). El mecanismo puede ser directo (manipulación, implantes) o indirecto (isquemia por hipotensión o compromiso de la presión de perfusión medular [PPM] = PAM

– presión intraespinal)^(1,6). El diagnóstico intraoperatorio se basa en la caída sostenida de amplitud de la capnografía, hipotensión y disminución de la PaO₂ que no son explicadas por causas anestésicas o técnicas^(1,2,7). La guía AO Spine-PRAXIS recomienda neuromonitoreo en pacientes de alto riesgo (recomendación fuerte) e identificación proactiva con protocolo intraoperatorio estructurado (recomendación condicional)^(1,2). Ante una alteración confirmada, el manejo prioriza la elevación de la presión arterial media con vasopresores para optimizar la PPM (> 80 mm/Hg) y la suspensión de la maniobra quirúrgica causal; el uso de corticosteroides en dosis altas no cuenta con respaldo consistente^(1,2,6). El pronóstico depende de la rapidez de la respuesta correctiva, y la pérdida sostenida de señales conlleva mayor riesgo de déficit permanente, con el consiguiente impacto en calidad de vida y costos^(1,2).

ALTERACIONES DEL NEUROMONITOREO INTRAOPERATORIO

Los potenciales evocados motores (PEM) transcraneales evalúan la vía corticoespinal y son muy sensibles a la supresión dosis-dependiente por anestésicos inhalados; los PPM, que evalúan las columnas dorsales, son menos susceptibles a estos agentes, pero igualmente alterables por isquemia, manipulación quirúrgica o hipotermia^(7,8).

* Anestesiólogo intensivista. Centro Médico ABC. Ciudad de México, México.

† Neuroanestesióloga egresada del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía «Manuel Velasco Suárez». Ciudad de México, México.

§ Anestesiólogo egresado del Hospital General de México «Dr. Eduardo Liceaga». México.

|| Neuroanestesiólogo. Centro Médico ABC. México.



Un estudio multicéntrico con más de 22,700 procedimientos demostró que la anestesia balanceada con inhalados produce una monitorización basal de PEM significativamente menos confiable que la anestesia intravenosa total (TIVA), por lo que la TIVA con propofol y opioides es la técnica recomendada cuando se requiere monitorización fiable^(7,9,10).

Concentraciones de inhalados inferiores a 0.3-0.5 de concentración alveolar mínima (CAM) tienen efecto mínimo sobre la amplitud^(11,12), y los relajantes neuromusculares deben evitarse o revertirse completamente tras la intubación^(9,12). Ante la pérdida de señal, el diagnóstico diferencial debe descartar de forma sistemática causas anestésicas y técnicas antes de asumir lesión estructural^(1,2,8). La dexmedetomidina puede reducir la amplitud de PEM de forma dosis-dependiente sin afectar significativamente los PPM, por lo que su uso debe individualizarse y comunicarse al equipo de neuromonitoreo⁽¹¹⁾.

HEMORRAGIA MASIVA Y COMPROMISO HEMODINÁMICO

La cirugía multinivel, de revisión, de corrección de deformidad compleja y oncológica espinal se asocian a mayor riesgo de hemorragia significativa^(4,5). El diagnóstico combina estimación de pérdida sanguínea, tendencia hemodinámica y parámetros de laboratorio seriados, idealmente con tromboelastografía para terapia dirigida por objetivos⁽⁵⁾. Las estrategias de conservación sanguínea incluyen normotermia, evitar acidosis, posicionamiento adecuado, recuperación intraoperatoria de células y antifibrinolíticos, siendo el ácido tranexámico (TXA) el agente con mayor respaldo: múltiples metaanálisis confirman que reduce de forma significativa la pérdida sanguínea y los requerimientos transfusionales sin incremento relevante de eventos tromboembólicos en los esquemas evaluados^(4,13-15). El esquema con mayor probabilidad acumulada de eficacia (SUCRA) fue el bolo de 100 mg/kg seguido de infusión de 10 mg/kg/h, aunque todos los regímenes superaron al placebo^(13,14); la vía oral ha mostrado eficacia comparable a la intravenosa en al menos un ensayo aleatorizado⁽¹³⁾. No existe consenso único sobre el umbral de perfusión óptimo, por lo que se recomienda un enfoque individualizado según tolerancia hemodinámica y comorbilidad cardiovascular⁽⁵⁾. El manejo de la hipotensión debe equilibrar la perfusión medular con el riesgo de exacerbar el sangrado, evitando la hipotensión permisiva prolongada^(5,6). El pronóstico es favorable cuando la hemorragia se controla oportunamente; el retraso se asocia con lesión renal aguda y coagulopatía dilucional⁽⁵⁾.

PERDIDA VISUAL PERIOPERATORIA

La pérdida visual perioperatoria (PVP) es infrecuente pero catastrófica; su causa más común tras cirugía de columna

prona es la neuropatía óptica isquémica posterior, seguida de la anterior y de la oclusión de la arteria central de la retina, esta última vinculada a compresión directa del globo ocular⁽¹⁶⁻¹⁹⁾. Los factores de riesgo más consistentes son duración quirúrgica prolongada (> 6-7 horas), pérdida sanguínea elevada, posición prona con marco de Wilson, hipotensión deliberada e índice de masa corporal elevado⁽¹⁶⁻¹⁸⁾. El diagnóstico se establece al despertar, con apoyo de resonancia con difusión cuando está disponible y requiere evaluación oftalmológica urgente⁽¹⁷⁾. No existe tratamiento eficaz una vez instaurada la PVP, por lo que la prevención es el pilar fundamental: minimizar la hipotensión deliberada, mantener la cabeza neutra y a nivel o sobre el corazón, verificar la ausencia de presión ocular directa, evitar sobrecarga de cristaloides y considerar el fraccionamiento quirúrgico en procedimientos muy prolongados de alto riesgo^(16,17,19). El pronóstico visual es generalmente desfavorable y el déficit suele ser permanente, lo que refuerza la relevancia clínica y médico-legal del consentimiento informado en pacientes de alto riesgo⁽¹⁶⁻¹⁸⁾.

COMPLICACIONES RELACIONADAS CON LA POSICIÓN PRONA

Las neuropatías periféricas posicionales afectan más frecuentemente al nervio ulnar y al plexo braquial por estiramiento o compresión en posiciones de hiperabducción, como la «superman» o el decúbito lateral^(20,21). Las lesiones por presión se relacionan con duración del procedimiento, índice de masa corporal y dispositivos en contacto prolongado con la piel; un estudio de cohorte reciente reportó una incidencia relevante en cirugía espinal prona, afectando principalmente cara, tórax y espina iliaca anterosuperior⁽²⁰⁾. La rabdomiólisis y el edema facial, aunque infrecuentes, pueden presentarse en procedimientos muy prolongados o con posicionamiento inadecuado, y el edema facial obliga a descartar compromiso de vía aérea tras cirugía cervical prolongada^(20,21). El diagnóstico de las neuropatías puede apoyarse en electromiografía y potenciales evocados de nervios periféricos. La prevención requiere acolchado adecuado de puntos de presión, evitar hiperabducción mayor a 90°, reposicionamiento periódico y documentación sistemática de la posición, con participación conjunta de cirugía, anestesiología y enfermería^(20,21). El tratamiento es predominantemente de soporte: hidratación en rabdomiólisis para prevenir lesión renal y manejo expectante con rehabilitación en las neuropatías periféricas⁽²⁰⁾.

SÍNDROME DE TAPIA

El síndrome de Tapia se caracteriza por la parálisis del nervio laríngeo recurrente, rama del nervio vago (X par craneal) y el nervio hipogloso (XII par craneal)⁽²²⁾. Esto produce afectación de la laringe, faringe y lengua. Puede tener diversas causas,

entre ellas la manipulación de la vía aérea y la región cervical en la cirugía cervical de columna^(22,23). Es una complicación rara y con baja incidencia, sin embargo, toma relevancia para el anestesiólogo, ya que puede ser generada por el proceso de intubación y una hiperflexión cervical al momento del posicionamiento del paciente⁽²⁴⁾. Su fisiopatología se explica por la compresión de los nervios mencionados a nivel de las paredes laterales de la faringe, secundario a la flexión cervical y el inflado del tubo endotraqueal, lo que condiciona neuropraxia^(24,25). Entre sus manifestaciones se encuentra disfagia, plejía de la lengua y disfunción de las cuerdas vocales con cambios en la fonación⁽²⁵⁾. Puede condicionar mal manejo de secreciones y la posibilidad de aspiración en el período postoperatorio. Su tratamiento se basa en el uso de corticosteroides y rehabilitación para recuperar su funcionamiento⁽²²⁻²⁵⁾.

EMBOLISMO AÉREO VENOSO

El embolismo aéreo venoso es la entrada de aire al sistema venoso, con riesgo de migración pulmonar y, en presencia de foramen oval permeable, de embolismo paradójico sistémico^(26,27). Ocurre cuando existe un gradiente de presión favorable a la entrada de aire, condición posible incluso en posición prona durante la exposición de plexos venosos epidurales, como en laminectomías para osificación ligamentaria^(26,28,29). Aunque clásicamente se ha asociado con la neurocirugía en posición sedente, también se ha documentado durante procedimientos cervicales y torácicos realizados en posición prona. No obstante, su incidencia probablemente se encuentra subestimada, ya que la mayoría de los casos publicados entre 2021 y 2026 corresponden a reportes aislados⁽²⁶⁻²⁸⁾. El diagnóstico intraoperatorio se sospecha ante caída brusca de presión arterial o de EtCO₂, hipoxemia súbita o arritmias, y se confirma idealmente con ecocardiograma transesofágico o Doppler precordial; la radiografía de tórax se ha propuesto como herramienta complementaria rápida⁽²⁹⁾. El manejo combina soporte hemodinámico con vasopresores, oxígeno al 100%, suspensión de óxido nítrico, sellado quirúrgico del punto de entrada, compresión yugular interna y aspiración de aire por catéter central cuando esté disponible^(26,28,29). La prevención se basa en hemostasia meticulosa de los plexos venosos epidurales, mantenimiento de volemia adecuada y vigilancia continua de capnografía y hemodinamia, recomendaciones extrapoladas en gran medida de la experiencia en neurocirugía en posición sedente dada la limitada evidencia específica para columna^(26,28-30).

DISCUSIÓN

La evidencia disponible muestra mayor solidez para la lesión medular intraoperatoria y el neuromonitoreo, sustentados por las guías AO Spine-PRAXIS^(1,2), y para el uso de TXA

respaldado por múltiples metaanálisis^(4,5,13-15). En contraste, la pérdida visual perioperatoria y el embolismo aéreo venoso cuentan principalmente con evidencia observacional y reportes de caso^(16-21,26,27).

CONCLUSIONES

El neuromonitoreo multimodal, el mantenimiento de la perfusión medular y la profilaxis con TXA representan las estrategias con mayor respaldo para reducir los principales desafíos intraoperatorios en cirugía de columna^(1,2,4,5,13-15). La prevención sigue siendo la intervención más efectiva frente a complicaciones como la pérdida visual perioperatoria y las lesiones posicionales⁽¹⁶⁻²¹⁾.

REFERENCIAS

1. Fehlings MG, Alvi MA, et al. A clinical practice guideline for prevention, diagnosis and management of intraoperative spinal cord injury: recommendations for use of intraoperative neuromonitoring and for the use of preoperative and intraoperative protocols for patients undergoing spine surgery. *Global Spine J.* 2024;14:212S-222S.
2. Srikandaraja, Hejrati N, et al. Prevention, diagnosis, and management of intraoperative spinal cord injury in the setting of spine surgery: a proposed care pathway. *Global Spine J.* 2024;14:223S-237S.
3. Fehlings MG, Moghaddamjou A, et al. The 2023 AO Spine-praxis guidelines in acute spinal cord injury: what have we learned? What are the critical knowledge gaps and barriers to implementation? *Global Spine J.* 2024;14:223S-230S.
4. Brown NJ, Choi EH, et al. Association of tranexamic acid with decreased blood loss in patients undergoing laminectomy and fusion with posterior instrumentation: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg Spine.* 2021;36:686-693.
5. Barrie U, Youssef CA, et al. Transfusion guidelines in adult spine surgery: a systematic review and critical summary of currently available evidence. *Spine J.* 2022;22:238-248.
6. Gee CM, Kwon BK. Significance of spinal cord perfusion pressure following spinal cord injury: A systematic scoping review. *J Clin Orthop Trauma.* 2022;34:102024.
7. Wilent WB, Tesdahl EA, et al. Impact of inhalational anesthetic agents on the baseline monitorability of motor evoked potentials during spine surgery: a review of 22,755 cervical and lumbar procedures. *Spine J.* 2021;21:1839-1846.
8. Baker A, Widrich J. Somatosensory evoked potentials. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023.
9. Taichi F, Mitobe Y, Baba Y, Tachibana N, Miyashita T. Effects of motor-evoked potential monitoring during spine surgery on the length of hospital stay and postoperative acute pain. *Cureus.* 2025;17:e92818.
10. Jian M, Ma B, Liu H, Wang C, Liang F, Zhou Y, et al. Effect of intraoperative muscle relaxation reversal on the success rate of motor-evoked potential recording in patients undergoing spinal surgery: study protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open.* 2022;12:e056571.
11. Yang X, Zhang X, et al. Effect of dexmedetomidine on somatosensory- and motor-evoked potentials in patients receiving craniotomy under propofol-sevoflurane combined anesthesia. *Front Surg.* 2024;11:1386049.
12. Shahin MIE. A comparative study of propofol-fentanyl-dexmedetomidine and propofol-fentanyl-sevoflurane anesthesia for major spine surgery under somatosensory- and motor-evoked potential monitoring. *ClinicalTrials.gov*; 2024.

13. Gao J, Liu G, Wu J, et al. Optimal administration strategies of tranexamic acid to minimize blood loss during spinal surgery: results of a Bayesian network meta-analysis. *Ann Med*. 2022;54:2053-2063.
14. Shi B, Xie W, Kai J, Li L, Sun L. The optimal dose of intravenous tranexamic acid for reducing blood loss in spinal surgery: a network meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord*. 2024;25:1093.
15. Luan H, Liu K, Peng C, Tian Q, Song X. Efficacy and safety of tranexamic acid in posterior lumbar interbody fusion: a meta-analysis of randomized controlled trials. *J Orthop Surg Res*. 2023;18:14.
16. American Society of Anesthesiologists Task Force on Perioperative Visual Loss; North American Neuro-Ophthalmology Society; Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care. Practice advisory for perioperative visual loss associated with spine surgery 2019: an updated report by the American Society of Anesthesiologists task force on perioperative visual loss, the North American Neuro-Ophthalmology Society, and the Society for Neuroscience in Anesthesiology and Critical Care. *Anesthesiology*. 2019;130:12-30.
17. Sperber J, Owolo E, et al. Perioperative blindness in spine surgery: a scoping literature review. *J Clin Med*. 2024;13:1051.
18. Berry S, Roth S, et al. Risk factors associated with ischemic optic neuropathy after spinal fusion surgery. *Anesthesiology*. 2012;137:620-643.
19. Surya A, Salman S, et al. Perioperative ischemic optic neuropathy: a comprehensive review of anesthetic implications, hemodynamic pathophysiology, and risk stratification. *Int Ophthalmol*. 2026;46:155.
20. Ninlaphut T, Boonsri N, Koompong N. Incidence and risk factors of pressure injury in patients undergoing spinal surgery in the prone position: a retrospective cohort study. *J Perianesth Nurs*. 2025;40:1567-1571.e1.
21. Cunha PD, Barbosa TP, et al. The ideal patient positioning in spine surgery: a preventive strategy. *EFORT Open Rev*. 2023;8:63-72.
22. Mega C, Ricci A, et al. A. Tapia's syndrome as an uncommon complication after cervical spine surgery with tracheostomy: a case report and literature review. *Spine Deform*. 2020;8:1135-1137.
23. Silva AH, Bishop M, et al. Tapia syndrome: an unusual complication following posterior cervical spine surgery. *Br J Neurosurg*. 2019;33:217-218.
24. Meng FJ, Jin JY, et al. Incidence and causes of Tapia syndrome after posterior cervical spine surgery under oral tracheal intubation general anesthesia. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2022;102:666-670.
25. Waits KD, Kelman CR, Cameron BM. Tapia syndrome after cervical laminoplasty: a case report and review of the literature. *World Neurosurg*. 2020;141:162-165.
26. Baptiste L, Kamar Z, Mazaud A, Balanca B. Air embolism during lumbar surgery in the prone position. *Diving Hyperb Med*. 2021;51:303-305.
27. Liu Y, Gao Q, Chen A, Xiao J, Shi P. Chest x-ray feature of venous air embolism in orthopedic surgery in prone position: A case report. *Front Surg*. 2023;9:994839.
28. Drosos N, Jacob S, Nazir N, George AS. Anesthesiology considerations and management of venous air embolism in patients in the semisitting position: a single-center review. *Cureus*. 2025;17:e81093. doi: 10.7759/cureus.81093.
29. Miyakoshi N, Hongo M, Kasukawa Y, Ishikawa Y, Kudo D, Shimada Y. Intraoperative visible air bubbling recorded as a sign of massive venous air embolism during prone position surgery for extensive ossification of spinal ligaments: a case report with a video clip. *World Neurosurg*. 2019;131:38-34.
30. Kolcun JPG, Ditzel RM Jr, Kolb BL, et al. Spinal cord perfusion pressure protocol for acute spinal cord injury: Pragmatic implementation and early results at two sites. *PLoS One*. 2026;21:e0341863.