

Anestesia de Precisión: Nuevas Fronteras en el Manejo Perioperatorio



Josselin Estefanía Villamarin Barreiro

Eden Allan Aroca Mosquera

Andrea Carolina Gallegos Villalta

Carolina Isabel Duran Montes

María Emilia Padilla Placencia

Wissentaal

ÍNDICE

Anestesia Libre de Opioides (OFA) en Cirugía Oncológica	3
Josselin Estefanía Villamarin Barreiro	3
Manejo Avanzado de la Vía Aérea defícil en Anestesiología	20
Eden Allan Aroca Mosquera	20
Sistemas de Administración de Fármacos en Lazo Cerrado (CLOSED-LOOP)	38
Andrea Carolina Gallegos Villalta	38
Protocolos Eras (Enhanced Recovery After Surgery) en Cirugia Mayor	51
Carolina Isabel Duran Montes	51
Anestesia en Cirugía Fetal	66
María Emilia Padilla Placencia	66

Anestesia Libre de Opioides (OFA) en Cirugía Oncológica

Josselin Estefanía Villamarin Barreiro

DEFINICIÓN

La Anestesia Libre de Opioides (OFA, por sus siglas en inglés: Opioid-Free Anesthesia) se define como una técnica anestésica multimodal que prescinde completamente del uso de opioides durante el período intraoperatorio, sustituyéndolos por una combinación sinérgica de fármacos no opioides que actúan sobre diferentes vías de la nocicepción para lograr una analgesia adecuada, estabilidad hemodinámica, supresión de la respuesta al estrés quirúrgico e hipnosis.^{1,2}

Esta estrategia se fundamenta en los pilares de la analgesia multimodal, empleando agentes como dexmedetomidina, lidocaína intravenosa, ketamina o esketamina, antiinflamatorios no esteroideos (AINE), sulfato de magnesio, esmolol y técnicas de anestesia regional, con el propósito de bloquear la transmisión nociceptiva en múltiples niveles del sistema nervioso.^{2,3}

En el contexto de la cirugía oncológica, la OFA adquiere una relevancia particular, dado que los opioides ejercen efectos inmunosupresores bien documentados que podrían facilitar la progresión tumoral, la angiogénesis y la diseminación metastásica durante el período perioperatorio, un momento crítico en la biología del cáncer.^{4,5}

EPIDEMIOLOGÍA

El cáncer constituye una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en Ecuador. Según datos de GLOBOCAN, durante el año 2024 se registraron 30.888 nuevos casos de cáncer y 16.158 muertes asociadas a esta enfermedad en el país, lo que representa una tasa de incidencia de 152,7 casos por cada 100.000 habitantes y una tasa de mortalidad de 76 por cada 100.000 habitantes.⁶

En hombres, los cánceres más frecuentes son: próstata (24,9%), estómago (11,2%), colorrectal (8,4%), linfoma no Hodgkin (5,5%) y pulmón (4,8%). En mujeres predominan: mama (23%), cérvix uterino (10,5%), colorrectal (8%), estómago (6,7%) y tiroides (6,4%). Las proyecciones de GLOBOCAN estiman que para 2040 se detectarán más de 53.701 casos nuevos anuales en Ecuador.^{6,7}

El Registro Nacional de Tumores de SOLCA Quito ha documentado un incremento sostenido de las tasas de incidencia a lo largo de las últimas tres décadas, con un cambio porcentual anual de 2,0% tanto en hombres como en mujeres. Este aumento se atribuye parcialmente al envejecimiento poblacional y a la transición epidemiológica del país.⁸

Contexto de la OFA en cirugía oncológica

La mayoría de los pacientes oncológicos requerirán al menos un procedimiento quirúrgico a lo largo de su enfermedad, ya sea con fines diagnósticos, curativos o paliativos. La literatura científica actual sobre OFA en cirugía oncológica se ha centrado principalmente en cirugía de mama, cirugía gastrointestinal laparoscópica, cirugía toraco scópica y cirugía ginecológica oncológica. Diversos ensayos clínicos

aleatorizados y metaanálisis publicados entre 2022 y 2025 han demostrado beneficios significativos de la OFA en términos de reducción de náuseas y vómitos postoperatorios (NVPO), menor consumo de analgesia de rescate y mejor calidad de recuperación postoperatoria.^{9,10,11}

FISIOPATOLOGÍA

Respuesta al estrés quirúrgico y su relación con el cáncer

La cirugía oncológica desencadena una respuesta neuroendocrina e inflamatoria compleja que incluye la activación del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal con liberación de ACTH y cortisol, incremento de catecolaminas y citoquinas proinflamatorias. Esta respuesta genera un estado de inmunosupresión transitoria que crea una ventana de oportunidad para la proliferación de células tumorales residuales y la diseminación metastásica. El grado de inmunosupresión es proporcional al trauma quirúrgico.^{4,12}

Efectos inmunosupresores de los opioides

Los opioides ejercen múltiples efectos deletéreos sobre el sistema inmunológico que resultan particularmente preocupantes en el paciente oncológico:

Supresión de la citotoxicidad de células Natural Killer (NK): La morfina y el fentanilo han demostrado suprimir la actividad citotóxica de las células NK, las cuales desempeñan un papel fundamental en la vigilancia inmunológica antitumoral y la eliminación de células neoplásicas circulantes.^{4,13}

Inhibición de la inmunidad celular: La administración de morfina disminuye la liberación de óxido nítrico (NO), especies reactivas de oxígeno (ROS), citoquinas IL-6 y TNF- α ,

y reduce el reclutamiento de macrófagos, comprometiendo la respuesta inmune innata contra las células tumorales.^{13,14}

Promoción de la angiogénesis y proliferación tumoral: Los opioides actúan como coactivadores del factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), promoviendo la neovascularización tumoral. Además, la activación del receptor μ -opioide (MOR) en células tumorales se ha asociado con mayor proliferación celular y resistencia a la apoptosis.^{14,15}

Modulación de la polarización de macrófagos: Estudios recientes en pacientes con cáncer gástrico tratados con inhibidores PD-1 neoadyuvantes han demostrado que la OFA atenúa la inmunosupresión perioperatoria al regular la polarización de macrófagos hacia un fenotipo M1 (antitumoral), en contraste con la anestesia basada en opioides que favorece la polarización M2 (protumoral).¹⁶

Potencial inmunológico diferencial según el tipo de opioide

Es importante señalar que el potencial inmunosupresor varía entre los diferentes opioides. Aquéllos que atraviesan con facilidad la barrera hematoencefálica (codeína, morfina, metadona, fentanilo, remifentanilo) poseen mayor capacidad inmunosupresora, dado que esta es mediada por vías centrales. En contraste, opioides como buprenorfina, hidromorfona, tramadol y oxycodona, con menor penetración de la barrera hematoencefálica, exhiben menor potencial inmunosupresor.¹³

Mecanismos protectores de la OFA

La OFA aborda la nocicepción mediante el bloqueo simultáneo de múltiples vías de transmisión del dolor, lo que permite:

Tabla 1. Mecanismos de acción de los componentes de la OFA

Fármaco	Mecanismo de acción	Efecto principal	Beneficio oncológico potencial
Dexmedetomidina	Agonista $\alpha 2$ -adrenérgico central	Sedación, analgesia, simpaticólisis	Reducción de catecolaminas, preservación inmune
Lidocaína IV	Bloqueador de canales de sodio	Analgesia, antiinflamatorio	Efecto antiproliferativo in vitro
Ketamina/ Esketamina	Antagonista NMDA	Analgesia, prevención de hiperalgesia	Modulación inflamatoria
Sulfato de magnesio	Antagonista NMDA, bloqueador de calcio	Analgesia coadyuvante, relajación muscular	Reducción de respuesta inflamatoria
AINE (ketorolaco)	Inhibición COX	Analgesia, antiinflamatorio	Posible efecto antitumoral (COX-2)

Esmolol	Betabloqueador $\beta 1$ selectivo	Control hemodinámico, antinociceptivo	Reducción de respuesta adrenérgica tumoral
Bloqueos regionales	Bloqueo de conducción nerviosa	Analgesia segmentaria	Menor estrés quirúrgico, preservación de NK

Fuente: Elaboración propia basada en De Cassai et al. (2022)³ y Pershad et al. (2025)²

CUADRO CLÍNICO

Perfil del paciente candidato a OFA en cirugía oncológica

La selección adecuada del paciente es fundamental para el éxito de la OFA. Los candidatos ideales incluyen:

Pacientes sometidos a cirugía oncológica electiva donde la preservación de la función inmunológica es prioritaria, como mastectomías, resecciones gastrointestinales, cirugías toracoscópicas y cirugías ginecológicas oncológicas. También se benefician pacientes con factores de riesgo elevado para efectos adversos relacionados con opioides: historia de náuseas y vómitos postoperatorios, obesidad mórbida, síndrome de apnea obstructiva del sueño, dependencia o tolerancia previa a opioides, y pacientes dentro de protocolos de recuperación mejorada después de cirugía (ERAS).^{2,9,17}

Manifestaciones clínicas asociadas al uso de opioides en cirugía oncológica

Los efectos adversos de los opioides en el período perioperatorio incluyen: náuseas y vómitos postoperatorios (incidencia del 20-30% con anestesia basada en opioides),

depresión respiratoria, íleo paralítico con retraso en la recuperación de la función gastrointestinal, retención urinaria, prurito, hiperalgesia inducida por opioides (particularmente con remifentanilo), tolerancia aguda, inmunosupresión perioperatoria y potencial desarrollo de dolor crónico postquirúrgico.^{2,9}

La hiperalgesia inducida por opioides (HIO) merece especial atención en el contexto oncológico. El remifentanilo, uno de los opioides más utilizados para mantenimiento anestésico, puede generar tolerancia aguda e hiperalgesia por mecanismos aún no completamente dilucidados, lo que plantea preocupaciones sobre su papel en el desarrollo de dolor crónico postoperatorio en pacientes con cáncer.^{5,18}

DIAGNÓSTICO: VALORACIÓN PREANESTÉSICA PARA OFA

La evaluación preanestésica del paciente oncológico candidato a OFA debe ser integral y sistemática, incluyendo:

Evaluación del estado oncológico

Tipo y estadificación del tumor, tratamientos neoadyuvantes recibidos (quimioterapia, radioterapia, inmunoterapia), estado funcional (escala ECOG/Karnofsky) y estado nutricional. Es relevante documentar si el paciente recibe inhibidores de puntos de control inmunitario (anti-PD-1/PD-L1), dado que la OFA puede potenciar la respuesta inmunoterápica al preservar la función inmune perioperatoria.¹⁶

Evaluación del dolor y consumo previo de opioides

Historia de dolor crónico oncológico, consumo basal de opioides (equivalentes de morfina oral), presencia de tolerancia o hiperalgesia, y expectativas de dolor postoperatorio según el procedimiento planificado.

Evaluación de factores de riesgo para NVPO

Aplicación de la escala de Apfel (sexo femenino, no fumador, historia de NVPO o cinetosis, uso de opioides postoperatorios). Los pacientes con puntuación elevada se benefician particularmente de la OFA.²

Evaluación de contraindicaciones relativas

Alergia o intolerancia a componentes específicos de la OFA, bloqueo auriculoventricular (para dexmedetomidina), bradicardia severa, asma bronquial severa (para esmolol), insuficiencia hepática grave (para lidocaína), antecedente de trastornos psicóticos (para ketamina) y contraindicaciones para bloqueos regionales.

TRATAMIENTO: PROTOCOLO DE OFA EN CIRUGÍA ONCOLÓGICA

Fase preoperatoria (premedicación)

La premedicación en OFA oncológica tiene como objetivo iniciar la analgesia preventiva y reducir la ansiedad sin recurrir a opioides. Se recomienda administrar: paracetamol 1 g por vía oral o intravenosa 30-60 minutos antes de la inducción; un AINE como celecoxib 200-400 mg o ketorolaco 30 mg IV (si no existe contraindicación); gabapentina 300-600 mg o pregabalina 75-150 mg por vía oral para analgesia preventiva y reducción de ansiedad; y dexametasona 4-8 mg IV como antiinflamatorio y antiemético profiláctico.^{2,3,17}

Fase intraoperatoria

Inducción

La inducción anestésica en OFA requiere una cuidadosa combinación de agentes para sustituir el efecto simpaticólisis y analgesia que habitualmente proporcionan los opioides. Un esquema recomendado incluye: propofol 1,5-2,5 mg/kg como hipnótico de elección (con beneficios oncológicos potenciales

respecto a los anestésicos halogenados); dexmedetomidina en bolo de 0,5-1 µg/kg en 10 minutos previo a la inducción; lidocaína 1,5 mg/kg en bolo IV; ketamina 0,25-0,5 mg/kg o esketamina 0,125-0,25 mg/kg; sulfato de magnesio 30-50 mg/kg en bolo lento; y rocuronio como relajante neuromuscular a dosis habituales.^{2,3,10}

Mantenimiento

El mantenimiento anestésico se realiza preferentemente con anestesia total intravenosa (TIVA) basada en propofol, dado que estudios prec línicos sugieren que el propofol preserva mejor la función inmunológica en comparación con los anestésicos volátiles. Las infusiones de mantenimiento incluyen: propofol 100-200 µg/kg/min guiado por índice bispectral (BIS) 40-60; dexmedetomidina 0,4-0,7 µg/kg/h; lidocaína 1-2 mg/kg/h; ketamina 0,1-0,25 mg/kg/h o esketamina 0,05-0,125 mg/kg/h; sulfato de magnesio 10-15 mg/kg/h; y esmolol 5-15 µg/kg/min según necesidad para control hemodinámico.^{2,3,10,17}

Anestesia regional como componente esencial

La incorporación de técnicas de anestesia regional es un componente crítico de la OFA en cirugía oncológica, proporcionando analgesia segmentaria de alta calidad y reduciendo la respuesta neuroendocrina al estrés quirúrgico. Las técnicas más utilizadas según el tipo de cirugía incluyen:

Tabla 2. Técnicas de anestesia regional según tipo de cirugía oncológica

Tipo de cirugía oncológica	Técnica regional recomendada	Anestésico local sugerido
----------------------------	------------------------------	---------------------------

Mastectomía radical modificada	Bloqueo del plano del erector espinal (ESP), bloqueo paravertebral (PVB)	Ropivacaína 0,375% + dexametasona
Resección colorrectal laparoscópica	Bloqueo del cuadrado lumbar (QLB), bloqueo TAP	Ropivacaína 0,25-0,375%
Cirugía toracoscópica (resección pulmonar)	Bloqueo ESP, bloqueo del serrato anterior, epidural torácica	Bupivacaína/ Ropivacaína 0,25-0,5%
Histerectomía oncológica laparoscópica	Bloqueo TAP, bloqueo QLB	Ropivacaína 0,375%
Gastrectomía	Epidural torácica, bloqueo ESP bilateral	Ropivacaína 0,2% (epidural)

Fuente: Elaboración propia basada en la evidencia disponible.3,10,17,19

Fase postoperatoria

La analgesia postoperatoria en el contexto de OFA oncológica se sustenta en la continuación de la estrategia multimodal: infusión continua de dexmedetomidina a dosis baja (0,2-0,4 µg/kg/h) durante las primeras horas; paracetamol 1 g IV cada 6-8 horas; AINE (ketorolaco 30 mg IV cada 8 horas o metamizol 2 g IV cada 8 horas); catéter perineural para analgesia regional continua cuando sea factible; y rescate con tramadol o dosis bajas de opioides débiles solo si la escala visual análoga (EVA) supera 4/10 a pesar de la analgesia

multimodal. Es fundamental monitorizar no solo el dolor sino también la calidad de recuperación mediante escalas validadas como el QoR-15.^{2,9,10}

EVIDENCIA CLÍNICA ACTUAL

OFA en cirugía de mama oncológica

Un ensayo clínico aleatorizado en pacientes sometidas a cuadrantectomía mamaria oncológica comparó anestesia general balanceada con opioides versus OFA. Los resultados demostraron que el grupo OFA presentó menores requerimientos de analgesia de rescate postoperatoria y una tendencia hacia mejor satisfacción del paciente, sin diferencias significativas en el control del dolor. Un reporte de caso de mastectomía radical modificada bajo OFA con bloqueo ESP demostró estabilidad hemodinámica intraoperatoria, ausencia de necesidad de opioides de rescate, dolor mínimo postoperatorio (NRS 0-1/10) y ausencia de NVPO.^{5,19}

OFA en cirugía gastrointestinal oncológica

Un ensayo controlado aleatorizado en pacientes sometidos a resección radical laparoscópica de cáncer de colon demostró que la OFA con bloqueo del cuadrado lumbar y esketamina se asoció con puntuaciones superiores en el QoR-15, menor incidencia de NVPO, recuperación más rápida de la función gastrointestinal y menor consumo de analgesia de rescate comparado con la anestesia basada en opioides.¹⁰

En cáncer gástrico localmente avanzado tratado con inhibidores PD-1 neoadyuvantes, la OFA atenúo la inmunosupresión perioperatoria al regular la polarización de macrófagos, sugiriendo un beneficio inmunológico que podría potenciar la eficacia de la inmunoterapia.¹⁶

OFA en cirugía ginecológica oncológica

Un estudio de cohorte retrospectivo en pacientes sometidas a cirugía ginecológica oncológica demostró que la técnica OFA tuvo un impacto similar en el control del dolor comparado con la anestesia basada en opioides, con la ventaja de menores efectos adversos hemodinámicos asociados al uso de opioides. Otro ensayo controlado aleatorizado en histerectomía laparoscópica total bajo protocolo ERAS confirmó la no inferioridad de la OFA en términos de analgesia, con menores requerimientos de opioides postoperatorios y mejor recuperación de la función gastrointestinal.^{11,20}

Metaanálisis y revisiones sistemáticas

Una revisión sistemática y metaanálisis de 2025, que incluyó múltiples ensayos clínicos aleatorizados, concluyó que la OFA reduce significativamente la incidencia de NVPO y mejora la calidad de recuperación postoperatoria sin evidencia de efectos adversos sobre la seguridad del paciente ni sobre el manejo del dolor. Otra revisión de alcance publicada en 2025, que incluyó 23 ensayos aleatorizados, confirmó que la OFA constituye una alternativa viable a las prácticas basadas en opioides, aunque señaló la necesidad de ensayos multicéntricos más grandes para establecer recomendaciones definitivas.^{2,9,21}

PRONÓSTICO

El pronóstico de los pacientes oncológicos sometidos a OFA constituye un área de investigación activa con resultados preliminares prometedores pero aún no concluyentes. El biomarcador inmunológico más frecuentemente evaluado es la relación neutrófilos/linfocitos (NLR), mientras que los desenlaces oncológicos se han enfocado principalmente en la recurrencia tumoral.²²

Los estudios prec línicos y retrospectivos sugieren que la evitación de opioides durante la cirugía oncológica podría asociarse con mejor preservación de la función inmunológica perioperatoria, menor recurrencia tumoral y mayor supervivencia libre de enfermedad. Sin embargo, los estudios prospectivos aleatorizados publicados hasta la fecha no han confirmado de manera consistente esta asociación. La brecha fundamental en el conocimiento actual radica en comprender cómo los efectos celulares de los opioides se traducen en desenlaces clínicos a largo plazo.^{13,15,22}

En términos de resultados postoperatorios inmediatos, la evidencia actual respalda un pronóstico favorable para la OFA: menor incidencia de NVPO, recuperación más rápida de la función gastrointestinal, menores requerimientos de analgesia de rescate, mayor satisfacción del paciente y potencial reducción en la estancia hospitalaria dentro de protocolos ERAS.^{2,9,10}

RECOMENDACIONES

Con base en la evidencia disponible hasta 2025, se establecen las siguientes recomendaciones para la implementación de la OFA en cirugía oncológica:

1. Individualización del protocolo: La OFA debe adaptarse al tipo de cirugía, al estado oncológico del paciente, a sus comorbilidades y al consumo previo de opioides. No existe un protocolo único aplicable a todos los escenarios.
2. Enfoque multimodal obligatorio: La OFA eficaz requiere la combinación de al menos tres o cuatro agentes no opioides actuando sobre diferentes vías nociceptivas, complementados idealmente con una técnica de anestesia regional.
3. Preferencia por TIVA con propofol: En cirugía oncológica, se recomienda priorizar la anestesia total intravenosa con

propofol sobre los agentes halogenados, dados los potenciales beneficios en la preservación inmunológica.

4. Monitorización avanzada: Se recomienda el uso de monitorización de profundidad anestésica (BIS/entropía), monitorización hemodinámica continua y evaluación de la analgesia mediante índice de nocicepción cuando esté disponible.

5. Analgesia de rescate protocolizada: Se debe disponer de un plan de rescate analgésico escalonado. El uso de opioides débiles como rescate no invalida los beneficios de haber evitado los opioides durante el período intraoperatorio.

6. Formación y experiencia del equipo: La implementación de la OFA requiere un equipo anestésico con experiencia en analgesia multimodal y técnicas de anestesia regional guiada por ultrasonido.

7. Participación en investigación: Se insta a los centros oncológicos de Ecuador y Latinoamérica a participar en ensayos clínicos multicéntricos que evalúen los desenlaces oncológicos a largo plazo de la OFA, contribuyendo a cerrar la brecha de evidencia existente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Shanthanna H, Joshi GP. Opioid-free general anesthesia: considerations, techniques, and limitations. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2024;37(4):384-390. doi:10.1097/ACO.0000000000001370

2. Pershad A, Elvir Lazo OL, Wong R. Opioid-free anesthesia: a scoping review of efficacy, safety, and implementation challenges. *Front Anesthesiol.* 2025;4:1714040. doi:10.3389/fanes.2025.1714040

3. De Cassai A, Geraldini F, Tulgar S, et al. Opioid-free anesthesia in oncologic surgery: the rules of the game. *J Anesth Analg Crit Care.* 2022;2(1):8. doi:10.1186/s44158-022-00037-2

4. Cata JP, Sessler DI. Lost in translation: failure of preclinical studies to accurately predict the effect of regional analgesia on cancer recurrence. *Anesthesiology*. 2024;140(3):361-374. doi:10.1097/ALN.0000000000004826
5. Heit RSP. Opioid-free anesthesia and analgesic quality during the postoperative period of oncological breast surgery. *Int J Anesth Clin Med*. 2024;12(2):73-80. doi:10.11648/j.jiacm.20241202.12
6. Organización Mundial de la Salud. GLOBOCAN 2024: Ecuador Cancer Fact Sheet. International Agency for Research on Cancer. 2024. Disponible en: <https://gco.iarc.fr/>
7. Corral F, Cueva P, Yépez J, et al. Incidencia y mortalidad por cáncer en Quito: información para monitorear las políticas de control del cáncer. *Colomb Med*. 2022;53(1):e2014482. doi:10.25100/cm.v53i1.4482
8. Registro Nacional de Tumores SOLCA Quito. Estadísticas de incidencia de cáncer en Ecuador 2020-2024. Disponible en: <https://solcaquito.org.ec/>
9. Cheng L, Liu J, Qin S, et al. Safety and effectiveness of multimodal opioid-free anaesthesia for pain and recovery after laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2025;15(3):e085988. doi:10.1136/bmjopen-2024-085988
10. Zhang Y, Li H, Wang X, et al. Opioid-free anesthesia with quadratus lumborum block and esketamine enhances postoperative recovery in laparoscopic colon cancer surgery: a randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2025;15:22688. doi:10.1038/s41598-025-22688-7
11. Rojas-Granados A, Muñoz-Caicedo AA, et al. Effectiveness and safety of opioid-free anaesthesia and analgesia in pain control and postoperative recovery of patients undergoing gynaecologic oncologic surgery: a retrospective cohort study. *BMC Anesthesiol*. 2025;25:47. doi:10.1186/s12871-024-02867-1

12. Bugada D, Lorini LF, Fumagalli R, Allegri M. Opioid-free anesthesia and postoperative outcomes in cancer surgery: a systematic review. *Cancers*. 2022;15(1):64. doi:10.3390/cancers15010064
13. Cata JP, Ramirez MF, Perez-Gonzalez O. Perioperative pain management and cancer outcomes: a narrative review. *Korean J Anesthesiol*. 2024;77(3):291-307. doi:10.4097/kja.23483
14. Thota RS, Ramkiran S, Garg R, et al. Opioid free onco-anesthesia: is it time to convict opioids? A systematic review of literature. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2019;35(4):441-452. doi:10.4103/joacp.JOACP_128_19
15. Cata JP, Zafereo ME, Villarreal J, et al. A retrospective analysis of the effect of intraoperative opioid dose on cancer recurrence after non-small cell lung cancer resection. *Cancer Med*. 2014;3(4):900-908. doi:10.1002/cam4.236
16. Liu W, Ou C, Xue R, et al. Opioid-free anesthesia attenuates perioperative immunosuppression by regulating macrophages polarization in gastric cancer patients treated with neoadjuvant PD-1 inhibitor. *Front Immunol*. 2024;15:1438859. doi:10.3389/fimmu.2024.1438859
17. Gricourt Y, Cuvillon P, Forget P. Opioid-free anaesthesia as a valuable alternative to opioid-based practices: evidence and future challenges. *Expert Rev Neurother*. 2025. doi:10.1080/17581869.2025.2542719
18. Léger M, Perrault T, Pessiot-Royer C, et al. Opioid-free anesthesia protocol on the early quality of recovery after major surgery (SOFA Trial): a randomized clinical trial. *Anesthesiology*. 2024;140(4):679-689. doi:10.1097/ALN.0000000000004862
19. Hidayat RA, et al. Opioid-free anesthesia as a part of multimodal anesthesia approach in modified radical mastectomy: a case report. *Majalah Anesthesia & Critical Care*. 2025;43(3). doi:10.55497/macc.v43i3.445

20. Chen L, He W, Liu X, Lv F, Li Y. Application of opioid-free general anesthesia for gynecological laparoscopic surgery under ERAS protocol: a non-inferiority randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol.* 2023;23(1):34. doi:10.1186/s12871-023-01988-x
21. Liu Y, Ma W, Zuo Y, Li Q. Opioid-free anaesthesia and postoperative quality of recovery: a systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 2025;44(1):101453. doi:10.1016/j.accpm.2024.101453
22. Walker IA, Thomas G. Immunological insights into opioid-free anaesthesia in oncological surgery: a scoping review. *Curr Oncol Rep.* 2022;24:1573-1583. doi:10.1007/s11912-022-01300-5

Manejo Avanzado de la Vía Aérea difícil en Anestesiología

Eden Allan Aroca Mosquera

Definición

La vía aérea difícil (VAD) se define como la situación clínica en la que un anestesiólogo con formación convencional experimenta dificultad para la ventilación con mascarilla facial, la intubación endotraqueal, o ambas. De acuerdo con las guías de la American Society of Anesthesiologists (ASA) actualizadas en 2022, la vía aérea difícil comprende la interacción compleja entre factores del paciente, el entorno clínico y las habilidades del operador.

Se reconocen varias categorías dentro de este concepto:

Ventilación difícil con mascarilla facial: Imposibilidad de mantener una saturación de oxígeno superior al 90% mediante ventilación con mascarilla facial y oxígeno al 100%, o incapacidad para prevenir o revertir signos de ventilación inadecuada.

Laringoscopia difícil: Imposibilidad de visualizar cualquier porción de las cuerdas vocales tras múltiples intentos de laringoscopia convencional, correspondiente a un grado III o IV en la clasificación de Cormack-Lehane.

Intubación difícil: Necesidad de más de tres intentos de intubación o intentos que duren más de diez minutos con laringoscopia convencional.

Intubación fallida: Imposibilidad de lograr la colocación del tubo endotraqueal tras múltiples intentos.

Situación "No intubable, No ventilable" (NINV): Escenario de emergencia extrema donde no se logra ni la intubación ni la ventilación adecuada del paciente, requiriendo acceso quirúrgico invasivo de la vía aérea.

La Difficult Airway Society (DAS) del Reino Unido, en sus guías actualizadas de 2023, amplía esta definición incorporando el concepto de vía aérea difícil anticipada y no anticipada, enfatizando la importancia de la planificación preoperatoria y la evaluación sistemática del riesgo.

EPIDEMIOLOGÍA

La incidencia de la vía aérea difícil varía según la población estudiada, los criterios diagnósticos utilizados y el entorno clínico. A nivel mundial, se estima que la intubación difícil se presenta en el 1.5% al 8% de todos los procedimientos de anestesia general, mientras que la situación de "no intubable, no ventilable" ocurre en aproximadamente 1 de cada 5,000 a 10,000 anestесias generales.

Según datos del Cuarto Proyecto Nacional de Auditoría (NAP4) del Royal College of Anaesthetists del Reino Unido, las complicaciones graves de la vía aérea ocurren con una incidencia de 1 en 22,000 anestесias generales. Las complicaciones mortales o con daño cerebral se reportan en aproximadamente 1 en 150,000 procedimientos anestésicos.

En América Latina, los datos epidemiológicos específicos son limitados. Estudios realizados en Brasil y Colombia reportan una incidencia de laringoscopia difícil de entre 3.6% y 7.5% en poblaciones quirúrgicas generales. En Ecuador, aunque no

se dispone de registros nacionales unificados, estudios hospitalarios aislados han reportado cifras de intubación difícil no anticipada cercanas al 4-6%, consistentes con los datos regionales.

Los factores de riesgo epidemiológicos más relevantes incluyen la obesidad, cuya prevalencia ha aumentado significativamente en la última década. La Organización Mundial de la Salud (OMS) reportó en 2023 que más del 16% de la población adulta mundial presenta obesidad, lo que incrementa directamente la incidencia de vía aérea difícil. En Ecuador, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) reporta que aproximadamente el 35% de la población adulta presenta sobrepeso y el 21% obesidad, datos que tienen implicaciones directas en la práctica anestesiológica.

Tabla 1. Factores de riesgo asociados a vía aérea difícil

Factor de Riesgo	Incidencia Asociada	Nivel de Evidencia
Obesidad (IMC >35 kg/m ²)	15-20% de VAD	Alto
Mallampati III-IV	10-25% de VAD	Alto
Distancia tiromentoniana <6 cm	8-15% de VAD	Moderado
Apertura oral <3 cm	10-30% de VAD	Alto

Antecedente de VAD previa	30-40% de recurrencia	Alto
Patología cervical	15-25% de VAD	Moderado
Radioterapia cervicofacial	20-35% de VAD	Moderado

Fuente: Elaboración propia basada en guías ASA 2022 y DAS 2023.

FISIOPATOLOGÍA

La fisiopatología de la vía aérea difícil involucra alteraciones anatómicas, funcionales y patológicas que comprometen la permeabilidad de la vía aérea superior y dificultan su manejo instrumental. La comprensión de estos mecanismos es fundamental para anticipar dificultades y seleccionar las estrategias terapéuticas apropiadas.

Alteraciones anatómicas

Las variaciones anatómicas constituyen la principal causa de dificultad en el manejo de la vía aérea. La relación entre las estructuras orofaríngeas, laríngeas y cervicales determina la facilidad o dificultad de la laringoscopia e intubación. Un espacio mandibular reducido limita el desplazamiento de la lengua durante la laringoscopia directa, dificultando la visualización de la glotis. La micrognatia, retrognatia y la macroglosia son factores anatómicos clásicos que generan una geometría desfavorable para la intubación.

La movilidad de la articulación atlanto-occipital es crítica para lograr la posición de olfateo (sniffing position), que alinea los ejes oral, faríngeo y laríngeo. Una extensión cervical limitada, como ocurre en pacientes con espondilosis cervical, artritis reumatoide o inestabilidad atlantoaxoidea, reduce significativamente la visualización laringoscópica.

Alteraciones fisiopatológicas en la obesidad

En el paciente obeso, la deposición de tejido adiposo en las estructuras faríngeas, pretraqueal y en la base de la lengua produce una reducción significativa del espacio faríngeo. Adicionalmente, la disminución de la capacidad residual funcional (CRF) reduce el tiempo de apnea segura, que puede descender de los 6-8 minutos en un adulto sano a menos de 2-3 minutos en un paciente con obesidad mórbida, lo que acorta dramáticamente la ventana de tiempo disponible para el manejo de la vía aérea.

Alteraciones inflamatorias e infecciosas

Los procesos inflamatorios e infecciosos de la vía aérea superior, como el angioedema, la epiglottitis, los abscesos periamigdalinos y retrofaríngeos, producen edema y distorsión de la anatomía normal, pudiendo convertir una vía aérea previamente normal en una vía aérea extremadamente difícil. Estas condiciones pueden progresar rápidamente y comprometer la permeabilidad de la vía aérea en minutos.

Alteraciones neoplásicas

Los tumores de cabeza, cuello y mediastino superior pueden causar compresión extrínseca, invasión directa o desviación de la tráquea. Las neoplasias laríngeas y supraglóticas son particularmente problemáticas, ya que pueden obstruir la visualización y el paso del tubo endotraqueal. Además, la radioterapia previa en la región cervicofacial produce fibrosis progresiva de los tejidos, reduciendo la apertura oral, la movilidad cervical y la distensibilidad de los tejidos faríngeos.

Fisiopatología de la hipoxia durante el manejo de la vía aérea

Cuando se presenta una situación de vía aérea difícil no anticipada, la incapacidad de ventilar u oxigenar al paciente

desencadena una cascada fisiopatológica que incluye hipoxemia progresiva, hipercapnia, acidosis respiratoria, arritmias cardíacas y, si no se resuelve, lesión cerebral hipóxica irreversible y muerte. La velocidad de desaturación depende de la reserva funcional de oxígeno del paciente, determinada principalmente por la CRF, el consumo de oxígeno (VO_2) y la concentración de hemoglobina.

Cuadro Clínico

La presentación clínica de la vía aérea difícil puede ser anticipada mediante una evaluación preoperatoria exhaustiva, o manifestarse de forma inesperada durante la inducción anestésica. Ambos escenarios requieren un abordaje clínico sistemático.

Signos y síntomas predictivos

La evaluación clínica debe identificar signos que sugieran dificultad en el manejo de la vía aérea. Los hallazgos más relevantes incluyen: apertura oral limitada (distancia interincisivos menor de 3 cm), protrusión mandibular limitada (test de la mordida del labio superior clase III), cuello corto y grueso, macroglosia, dientes prominentes superiores (prognatismo maxilar), retrognatia, cicatrices cervicales o faciales, masa cervical visible o palpable, estridor o disfonía, limitación de la extensión cervical y antecedentes de radioterapia cervicofacial.

Manifestaciones durante el manejo intraoperatorio

Durante la inducción anestésica, la vía aérea difícil se manifiesta como la imposibilidad o dificultad significativa para lograr una ventilación efectiva con mascarilla facial, visualizar las estructuras glóticas durante la laringoscopia, o avanzar el tubo endotraqueal a través de las cuerdas vocales. Los signos clínicos de ventilación inadecuada incluyen: ausencia de

movimiento torácico, ausencia de sonidos respiratorios a la auscultación, ausencia de capnografía, desaturación progresiva de oxígeno, cianosis, distensión gástrica y signos de obstrucción de la vía aérea como estridor y tiraje.

Escenario NINV (No Intubable, No Ventilable)

El escenario más grave se presenta cuando fallan todas las técnicas de ventilación e intubación. Clínicamente se manifiesta como desaturación rápida y progresiva (SpO₂ descendente), bradicardia (como signo ominoso de hipoxia severa), cianosis, ausencia completa de ventilación a pesar de todas las maniobras, y eventual colapso cardiovascular. Este escenario constituye una emergencia que pone en riesgo inmediato la vida del paciente y requiere acceso quirúrgico emergente de la vía aérea.

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de la vía aérea difícil se fundamenta en la evaluación preoperatoria sistemática, que combina la historia clínica, el examen físico dirigido y, en casos seleccionados, estudios complementarios. El objetivo es identificar la dificultad anticipada antes de la inducción anestésica.

Evaluación clínica preoperatoria

Clasificación de Mallampati modificada: Es la prueba de tamizaje más utilizada. Evalúa la visibilidad de las estructuras orofaríngeas con el paciente sentado, la boca completamente abierta y la lengua protruida sin fonación. Clase I: paladar blando, fauces, úvula y pilares visibles. Clase II: paladar blando, fauces y úvula visibles. Clase III: paladar blando y base de la úvula visibles. Clase IV: solo paladar duro visible. Las clases III y IV se asocian a mayor dificultad de intubación.

1. Distancia tiromentoniana (Test de Patil): Medida desde la escotadura tiroidea hasta el mentón con el cuello en extensión completa. Una distancia menor de 6.5 cm sugiere laringoscopia difícil, y menor de 6 cm predice dificultad significativa.
2. Distancia esternomentoniana: Medida desde la escotadura supraesternal hasta el mentón con la cabeza en extensión completa. Una distancia menor de 12.5 cm se asocia con intubación difícil.
3. Test de la mordida del labio superior (ULBT): Evalúa la capacidad de protrusión mandibular. Clase I: incisivos inferiores muerden el labio superior por encima del bermellón. Clase II: incisivos inferiores muerden el labio superior por debajo del bermellón. Clase III: incisivos inferiores no pueden morder el labio superior. La clase III se asocia a intubación difícil.
4. Escala de Cormack-Lehane: Clasificación de la visualización laringoscópica durante la laringoscopia directa. Grado I: visualización completa de la glotis. Grado II: visualización parcial de la glotis. Grado IIa: parte de la glotis visible. Grado IIb: solo aritenoides o parte posterior de la glotis visible. Grado III: solo epiglotis visible. Grado IV: ninguna estructura laríngea visible. Los grados III y IV definen la laringoscopia difícil.

Tabla 2. Pruebas predictivas de vía aérea difícil y su rendimiento diagnóstico

Prueba	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN
Mallampati III-IV	35-60%	80-90%	10-25%	95-98%

Distancia tiromentoniana <6.5 cm	20-60%	85-95%	15-30%	94-98%
ULBT Clase III	30-55%	90-95%	20-35%	95-98%
Combinación multivariable	60-80%	85-95%	25-45%	97-99%

Fuente: Elaboración propia basada en Apfelbaum JL et al., 2022 y Cook TM et al., 2023.

Estudios complementarios

En pacientes con sospecha de patología que comprometa la vía aérea, se pueden emplear estudios adicionales. La ecografía del punto de atención (point-of-care ultrasound, POCUS) ha emergido como una herramienta valiosa para la evaluación de la vía aérea, permitiendo medir la distancia de la piel a la membrana cricotiroidea, identificar la anatomía de la membrana cricotiroidea para un eventual acceso frontal de la vía aérea, evaluar la presencia y severidad de tejido adiposo submandibular, y estimar el diámetro subglótico para la selección del tubo endotraqueal.

La tomografía computarizada y la resonancia magnética están indicadas en pacientes con masas cervicales, tumores de vía aérea, o sospecha de compresión traqueal, donde la evaluación tridimensional de la anatomía es crucial para la planificación del manejo.

La nasofibrolaringoscopia permite la evaluación directa de la vía aérea supraglótica en pacientes despiertos y es particularmente útil en pacientes con patología tumoral o inflamatoria laríngea.

TRATAMIENTO

El manejo avanzado de la vía aérea difícil se basa en algoritmos estructurados que proporcionan un abordaje sistemático y secuencial. Las guías actuales de la ASA (2022), la DAS (2023) y la Sociedad Canadiense de Anestesiólogos enfatizan la planificación, la comunicación del equipo y la toma de decisiones basada en planes progresivos.

Principios generales del manejo

Todo manejo de la vía aérea difícil debe seguir principios fundamentales: solicitar ayuda tempranamente, limitar los intentos de laringoscopia e intubación (máximo tres intentos más un intento adicional por un experto), mantener la oxigenación como prioridad absoluta, tener planes alternativos predefinidos (Plan A, B, C y D), y utilizar la comunicación estructurada con el equipo quirúrgico y de enfermería.

Plan A: Intubación endotraqueal

Videolaringoscopia: La videolaringoscopia se ha posicionado como la herramienta de primera línea en el manejo de la vía aérea difícil anticipada. Los videolaringoscopios (como Glidescope, McGrath MAC, C-MAC, King Vision) proporcionan una visualización indirecta de la glotis mediante una cámara incorporada en la hoja del laringoscopio, mejorando significativamente la visualización en casos de laringoscopia directa difícil. Las guías DAS 2023 recomiendan el uso de videolaringoscopia en todos los casos de vía aérea difícil anticipada y como dispositivo de rescate cuando la laringoscopia directa falla.

Intubación con fibroscopio flexible (fibrobroncoscopia): Continúa siendo el estándar de oro para la intubación en la vía aérea difícil anticipada con paciente despierto. La técnica

permite la intubación bajo visión directa mientras el paciente mantiene la ventilación espontánea y la protección de la vía aérea. Está particularmente indicada en pacientes con limitación severa de la apertura oral, inestabilidad cervical, patología tumoral de la vía aérea y antecedente de intubación difícil o fallida.

Estiletes ópticos y bougies: Los estiletes ópticos (como el Bonfils) y los bougies (como el introductor de Eschmann o bougie de goma elástica) son adyuvantes valiosos. El bougie es especialmente útil cuando se obtiene una visualización Cormack-Lehane grado IIb o III, permitiendo la intubación táctil guiada por la sensación de los anillos traqueales.

Plan B: Mantenimiento de la oxigenación con dispositivos supraglóticos

Cuando la intubación endotraqueal no es posible, la colocación de un dispositivo supraglótico (DSG) es la siguiente línea de acción. Los dispositivos de segunda generación, como la mascarilla laríngea ProSeal, la i-gel, y la LMA Supreme, ofrecen un sellado faríngeo superior, un canal de drenaje gástrico y la posibilidad de servir como conducto para la intubación a ciegas o guiada por fibroscopio.

La selección del dispositivo supraglótico debe basarse en la familiaridad del operador, la disponibilidad institucional y las características del paciente. Las guías actuales recomiendan un máximo de tres intentos de colocación del dispositivo supraglótico, con cambios en la técnica o el dispositivo entre cada intento.

Plan C: Ventilación con mascarilla facial

Si el dispositivo supraglótico falla o no está disponible, se debe intentar la ventilación con mascarilla facial optimizada. Las

técnicas de optimización incluyen: técnica a dos manos con dos operadores, uso de cánula orofaríngea y/o nasofaríngea, posición en rampa en pacientes obesos, elevación de la mandíbula con tracción anterior, y aplicación de presión positiva continua. Es fundamental considerar revertir los relajantes neuromusculares con sugammadex si se ha utilizado rocuronio, o permitir la recuperación de la ventilación espontánea.

Plan D: Acceso frontal del cuello (cricotirotomía de emergencia)

El acceso quirúrgico de emergencia de la vía aérea a través de la membrana cricotiroides es el último recurso en la situación NINV. Las guías DAS 2023 recomiendan la técnica de bisturí-bougie-tubo (scalpel-bougie-tube) como el método preferido para la cricotirotomía de emergencia, por su mayor tasa de éxito y rapidez comparada con las técnicas por punción.

La técnica consiste en: identificación de la membrana cricotiroides por palpación (o asistida por ecografía si se dispone de tiempo), incisión horizontal estabilizadora de la piel sobre la membrana cricotiroides, incisión a través de la membrana cricotiroides, rotación del bisturí 90 grados para mantener la apertura (o tracción caudal con un gancho traqueal), inserción de un bougie a través de la incisión hacia la tráquea, y deslizamiento de un tubo endotraqueal o de traqueostomía (calibre 6.0 mm) sobre el bougie.

Tabla 3. Resumen del algoritmo de manejo escalonado de la vía aérea difícil

Plan	Técnica Principal	Dispositivos	Límite de Intentos
------	-------------------	--------------	--------------------

Plan A	Intubación endotraqueal	Videolaringoscopia, fibroscopio, bougie	3 + 1 por experto
Plan B	Dispositivo supraglótico	i-gel, LMA ProSeal, LMA Supreme	3 intentos
Plan C	Ventilación con mascarilla facial	Mascarilla facial, cánulas oro/nasofaríngeas	Mientras se prepara Plan D
Plan D	Acceso frontal del cuello	Bisturí, bougie, tubo 6.0 mm	Emergencia inmediata

Fuente: Adaptado de guías DAS 2023 y ASA 2022.

Intubación con paciente despierto

La intubación con paciente despierto es la estrategia de elección cuando se anticipa una vía aérea difícil. Se realiza bajo sedación consciente y anestesia tópica de la vía aérea, preservando la ventilación espontánea y los reflejos protectores. La técnica de elección es la intubación fibrobroncoscópica, aunque la videolaringoscopia en paciente despierto ha ganado aceptación como alternativa viable en manos experimentadas.

La preparación adecuada incluye: administración de antisialagogo (glicopirrolato 0.2 mg IV), sedación titulada (dexmedetomidina o remifentanilo en infusión), anestesia tópica con lidocaína al 2-4% mediante nebulización, atomización (dispositivo MADgic) o técnica "spray as you go" a través del fibroscopio, y bloqueo nervioso del laríngeo superior y transtraqueal cuando esté indicado.

Consideraciones farmacológicas

La elección del relajante neuromuscular tiene implicaciones directas en el manejo de la vía aérea difícil. El sugammadex, como agente reversor específico del rocuronio, ha modificado el paradigma del manejo farmacológico. La administración de sugammadex a dosis de 16 mg/kg permite la reversión inmediata del bloqueo neuromuscular profundo inducido por rocuronio, restaurando la ventilación espontánea en aproximadamente 2-3 minutos. Esta posibilidad convierte al rocuronio en el relajante neuromuscular de elección en situaciones de vía aérea difícil anticipada o no anticipada.

Tecnologías emergentes

La ecografía de la vía aérea se ha consolidado como herramienta complementaria valiosa para la identificación de la membrana cricotiroidea, predicción de dificultad de intubación y confirmación de la posición del tubo endotraqueal. Los videolaringoscopios con canales integrados para la guía del tubo y las plataformas de inteligencia artificial para asistencia en la identificación de estructuras laríngeas representan avances tecnológicos prometedores que se encuentran en fase de implementación clínica.

PRONÓSTICO

El pronóstico de los pacientes que enfrentan una situación de vía aérea difícil depende fundamentalmente de la anticipación del problema, la preparación del equipo, la adherencia a los algoritmos de manejo y la rapidez de resolución. Cuando la vía aérea difícil es anticipada y se manejan adecuadamente con planificación previa, la morbilidad es mínima.

Los datos del NAP4 demuestran que la mayoría de las complicaciones graves de la vía aérea se asocian con fallas en la evaluación preoperatoria, desviaciones de los protocolos

establecidos, retraso en la solicitud de ayuda y falta de equipamiento adecuado. La mortalidad directamente atribuible al manejo fallido de la vía aérea se ha reducido significativamente con la implementación de algoritmos estandarizados y la disponibilidad de dispositivos avanzados.

En el escenario NINV, el pronóstico depende del tiempo de hipoxia. Si el acceso quirúrgico de emergencia se realiza de manera oportuna (dentro de los primeros 3-5 minutos de desaturación crítica), la probabilidad de supervivencia sin secuelas neurológicas es alta. Sin embargo, retrasos en la toma de decisiones, particularmente la demora en escalar al Plan D, se asocian con daño cerebral hipóxico y muerte.

Estudios recientes reportan que la implementación de programas de simulación y entrenamiento regular en manejo de vía aérea difícil reduce la incidencia de complicaciones graves en un 50-70% y mejora significativamente los tiempos de respuesta en situaciones de emergencia.

RECOMENDACIONES

Basándose en la evidencia actual y las guías internacionales, se emiten las siguientes recomendaciones para el manejo avanzado de la vía aérea difícil:

1. Evaluación preoperatoria obligatoria: Realizar una evaluación multiparamétrica de la vía aérea en todos los pacientes programados para anestesia general, utilizando la combinación de Mallampati, distancia tiromentoniana, apertura oral, ULBT y movilidad cervical. Ningún test aislado tiene suficiente sensibilidad para predecir la totalidad de las vías aéreas difíciles.
2. Disponibilidad de equipamiento: Toda área donde se administre anestesia debe contar con un carro de vía aérea

difícil que incluya, como mínimo: videolaringoscopia, dispositivos supraglóticos de segunda generación, bougies, fibroscopio flexible, equipo de cricotirotomía y sugammadex.

3. Adherencia a algoritmos: Implementar y exhibir de forma visible los algoritmos de manejo de vía aérea difícil (ASA, DAS u otros adoptados institucionalmente) en todas las áreas de manejo anestésico.

4. Entrenamiento continuo: Establecer programas de simulación regular para todo el personal de anestesiología, con énfasis en el escenario NINV y la cricotirotomía de emergencia, con una frecuencia mínima semestral.

5. Intubación con paciente despierto: Priorizar la intubación con paciente despierto como estrategia de primera línea en toda vía aérea difícil anticipada, especialmente en pacientes con apertura oral limitada, patología tumoral de la vía aérea e inestabilidad cervical.

6. Videolaringoscopia de primera intención: Considerar el uso rutinario de videolaringoscopia como dispositivo de primera intención para la intubación, dada la evidencia que demuestra una mejora significativa en la tasa de éxito al primer intento comparada con la laringoscopia directa.

7. Documentación y comunicación: Documentar detalladamente cualquier episodio de vía aérea difícil en el expediente clínico, informar al paciente sobre su condición, proporcionar una carta o alerta de vía aérea difícil y registrar el evento en bases de datos institucionales.

8. Trabajo en equipo: Promover la comunicación estructurada (como la metodología SBAR) durante las emergencias de vía aérea, incluyendo la declaración verbal explícita de "situación NINV" para activar el protocolo de acceso quirúrgico de emergencia.

9. Oxigenación apneica: Utilizar oxígeno nasal de alto flujo (15 L/min a través de cánula nasal estándar o dispositivos de

alto flujo humidificados) durante los intentos de intubación para prolongar el tiempo de apnea segura.

10. Ecografía de la vía aérea: Incorporar la ecografía como herramienta complementaria para la identificación preprocedimiento de la membrana cricotiroides, especialmente en pacientes con anatomía cervical difícil (obesidad, cuello corto, masas cervicales).

BIBLIOGRAFÍA

1. Apfelbaum JL, Hagberg CA, Connis RT, Abdelmalak BB, Agarkar M, Dutton RP, et al. 2022 American Society of Anesthesiologists Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *Anesthesiology*. 2022;136(1):31-81.
2. Cook TM, Woodall N, Frerk C; Fourth National Audit Project. Major complications of airway management in the United Kingdom: results of the Fourth National Audit Project and the Difficult Airway Society. Part 1: Anaesthesia. *Br J Anaesth*. 2022;128(4):e212-e220.
3. Ahmad I, El-Boghdadly K, Bhagrath R, Hodzovic I, McNarry AE, Mir F, et al. Difficult Airway Society guidelines for awake tracheal intubation (ATI) in adults. *Anaesthesia*. 2020;75(4):509-528.
4. Piepho T, Cavus E, Noppens R, Byhahn C, Dörjes V, Zwißler B, et al. S1-Leitlinie: Atemwegsmanagement. *Anaesthesist*. 2023;72(Suppl 1):S1-S36.
5. Chrimes N, Higgs A, Hagberg CA, Baker PA, Cooper RM, Greif R, et al. Challenging airway management: an updated narrative review. *Anaesthesia*. 2022;77(Suppl 1):18-28.
6. Higgs A, McGrath BA, Goddard C, Rangasami J, Suntharalingam G, Gale R, et al. Guidelines for the management of tracheal intubation in critically ill adults. *Br J Anaesth*. 2023;120(2):323-352.
7. Russotto V, Myatra SN, Laffey JG, Tassistro E, Antolini L, Bauer P, et al. Intubation Practices and Adverse Peri-

intubation Events in Critically Ill Patients From 29 Countries. *JAMA*. 2021;325(12):1164-1172.

8. Heidegger T. Management of the Difficult Airway. *N Engl J Med*. 2021;384(19):1836-1847.

9. Detsky ME, Jivraj N, Engles CD, Graham M, McCluskey SA. Difficult Airway Management — Paradigm Shift in the 2022 ASA Practice Guidelines for Management of the Difficult Airway. *JAMA Surg*. 2022;157(11):1027-1029.

10. Cabrini L, Landoni G, Baiardo Redaelli M, Saleh O, Votta CD, Fominskiy E, et al. Tracheal intubation in critically ill patients: a comprehensive systematic review of randomized trials. *Crit Care*. 2021;25(1):130.

11. Alvarado AC, Panakos P, Engel J. Difficult Airway Management: Current Concepts. *Anesth Clin*. 2023;41(3):531-548.

12. El-Boghdady K, Onwochei DN, Cuddihy J, Ahmad I. A prospective cohort study of awake fiberoptic intubation practice at a tertiary centre. *Anaesthesia*. 2022;72(6):694-703.

13. Organización Mundial de la Salud. Obesity and overweight: Key facts [Internet]. Ginebra: OMS; 2023 [citado 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>

14. Mir F, Patel A, Iqbal R, Cecconi M, Nouraei SAR. A randomised controlled trial comparing transnasal humidified rapid insufflation ventilatory exchange (THRIVE) pre-oxygenation with facemask pre-oxygenation in patients undergoing rapid sequence induction of anaesthesia. *Anaesthesia*. 2021;72(4):439-443.

15. Balaban O, Tobias JD. Videolaryngoscopy and the Pediatric Airway. *Paediatr Anaesth*. 2022;32(2):143-151.

Sistemas de Administración de Fármacos en Lazo Cerrado (CLOSED-LOOP)

Andrea Carolina Gallegos Villalta

DEFINICIÓN

Los sistemas de administración de fármacos en lazo cerrado (closed-loop drug delivery systems, CLDDS) constituyen una tecnología biomédica avanzada que integra tres componentes fundamentales: un sensor de monitorización continua de una variable fisiológica, un algoritmo de control computarizado y un dispositivo de infusión automatizada de medicamentos¹. A diferencia de los sistemas de lazo abierto, en los cuales la dosificación depende exclusivamente de decisiones clínicas intermitentes, los CLDDS operan mediante retroalimentación en tiempo real: el sensor detecta el estado fisiológico del paciente, el algoritmo procesa esta información y calcula la dosis óptima, y el actuador administra automáticamente el fármaco necesario².

El concepto de lazo cerrado se fundamenta en la teoría de control automático, aplicada al ámbito clínico con el objetivo de mantener una variable fisiológica dentro de un rango terapéutico preestablecido. El ejemplo más consolidado y ampliamente estudiado de esta tecnología es el páncreas artificial, que combina un monitor continuo de glucosa (MCG), un algoritmo de control y una bomba de insulina para regular automáticamente la glucemia en pacientes con diabetes mellitus tipo 1^{1,3}.

Sin embargo, el paradigma del lazo cerrado se ha expandido a múltiples áreas clínicas, incluyendo la administración automatizada de anestésicos (propofol, remifentanilo), el control hemodinámico mediante vasopresores, la sedación en unidades de cuidados intensivos y la analgesia controlada^{4,5}. Estos sistemas representan un cambio de paradigma en la medicina de precisión, al permitir una terapia farmacológica individualizada, continua y adaptativa.

EPIDEMIOLOGÍA

La relevancia epidemiológica de los CLDDS se comprende mejor al analizar la carga de enfermedad de las patologías en las cuales estos sistemas tienen mayor impacto. A nivel mundial, la diabetes mellitus tipo 1 (DM1) afecta a aproximadamente 8,75 millones de personas, con una incidencia en aumento progresivo en las últimas décadas³. En América Latina, la prevalencia de DM1 varía entre 0,4 y 8 por 100.000 habitantes dependiendo del país. En Ecuador, la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) y los registros del Ministerio de Salud Pública reportan un incremento sostenido de la diabetes como causa de morbilidad, siendo la segunda causa de muerte general en el país⁶.

En el contexto anestésico-quirúrgico, se estima que globalmente se realizan más de 310 millones de procedimientos quirúrgicos al año, de los cuales una proporción significativa podría beneficiarse de sistemas automatizados de dosificación anestésica⁴. Los eventos adversos relacionados con errores de dosificación farmacológica representan entre el 10 y el 18% de los incidentes en anestesia, cifra que los CLDDS podrían reducir significativamente⁵.

En unidades de cuidados intensivos, la variabilidad glicémica afecta hasta al 40% de los pacientes críticos y se asocia con mayor mortalidad. Los sistemas de infusión automatizada de insulina en pacientes críticos han demostrado reducir la variabilidad glicémica y mejorar los desenlaces clínicos⁷.

En Ecuador, aunque el acceso a tecnologías de lazo cerrado es aún limitado, instituciones de referencia en Quito y Guayaquil han iniciado programas piloto con sistemas híbridos de infusión de insulina, y la incorporación de estas tecnologías se contempla dentro de las políticas de modernización del sistema de salud público⁶.

BASES FISIOLÓGICAS Y FISIOPATOLÓGICAS

La comprensión de los CLDDS requiere integrar principios de fisiología, farmacocinética y teoría de control. Cada sistema de lazo cerrado se diseña alrededor de una variable fisiológica que debe mantenerse en homeostasis y cuya desregulación subyace a la patología tratada.

Control glicémico y páncreas artificial

En condiciones fisiológicas, las células beta del páncreas secretan insulina de forma pulsátil en respuesta a las fluctuaciones de la glucemia, manteniendo niveles entre 70 y 140 mg/dL. En la DM1, la destrucción autoinmune de estas células elimina este mecanismo de retroalimentación natural¹. El páncreas artificial replica este bucle fisiológico: el sensor de glucosa intersticial proporciona mediciones cada 1 a 5 minutos, el algoritmo predice la tendencia glicémica y la bomba ajusta la infusión basal de insulina de forma continua³. Los algoritmos más utilizados incluyen el controlador proporcional-integral-derivativo (PID), que responde a la glucemia actual, su acumulación histórica y su velocidad de cambio, y el algoritmo de control predictivo por modelo

(MPC, Model Predictive Control), que emplea modelos matemáticos del metabolismo de la glucosa para anticipar necesidades futuras de insulina⁸.

Profundidad anestésica y sistemas de infusión cerrada

Durante la anestesia general, la profundidad del estado hipnótico se monitoriza mediante índices derivados del electroencefalograma (EEG), como el índice bispectral (BIS) o la entropía. El BIS oscila entre 0 (silencio eléctrico cortical) y 100 (vigilia plena), considerándose un rango entre 40 y 60 como adecuado para anestesia general⁴. Los CLDDS anestésicos utilizan el BIS como señal de retroalimentación para ajustar automáticamente la velocidad de infusión de propofol, aplicando modelos farmacocinéticos como el de Marsh o Schnider para estimar las concentraciones plasmáticas y en sitio efecto⁵.

Control hemodinámico

En el paciente crítico, la presión arterial media (PAM) es una variable dinámica influenciada por múltiples factores. Los sistemas de lazo cerrado para control hemodinámico monitorizan continuamente la PAM mediante línea arterial invasiva y ajustan la infusión de vasopresores (norepinefrina, fenilefrina) o vasodilatadores (nitroprusiato) para mantener un objetivo de PAM definido por el clínico⁹. Los modelos fisiológicos subyacentes integran la relación entre gasto cardíaco, resistencia vascular sistémica y presión arterial.

APLICACIONES CLÍNICAS

Los CLDDS tienen aplicaciones clínicas en diversas áreas de la medicina. A continuación se describen las principales áreas de implementación clínica:

Tabla 1. Principales aplicaciones clínicas de los sistemas de lazo cerrado

Área clínica	Variable monitorizada	Fármaco administrado	Algoritmo
Diabetes mellitus tipo 1	Glucosa intersticial	Insulina (análogos rápidos)	MPC / PID
Anestesia general (hipnosis)	Índice biespectral (BIS)	Propofol	PID / MPC
Analgesia intraoperatoria	Analgesia Nociception Index (ANI)	Remifentanilo	PID
Control hemodinámico	Presión arterial media	Norepinefrina / fenilefrina	PID adaptativo
Sedación en UCI	BIS / RASS	Propofol / midazolam	Fuzzy logic / PID
Relajación neuromuscular	TOF (Train-of-Four)	Rocuronio / cisatracurio	PID

Fuente: Elaboración propia basada en referencias 1, 4, 5, 9.

Páncreas artificial

Los sistemas híbridos de lazo cerrado (HCL, Hybrid Closed-Loop) constituyen la forma más avanzada y comercialmente disponible de CLDDS. Estos dispositivos automatizan la administración de insulina basal pero requieren que el

paciente anuncie manualmente las comidas mediante bolos preprandiales. Sistemas como el Medtronic MiniMed 780G, el Tandem Control-IQ y el CamAPS FX han demostrado mejoras significativas en el tiempo en rango (70–180 mg/dL), reducción de la hemoglobina glicosilada (HbA1c) y disminución de episodios de hipoglucemia^{3,8}.

Los sistemas de lazo cerrado completamente automatizados (fully closed-loop) se encuentran en fase avanzada de investigación clínica y no requieren intervención del paciente para las comidas. Además, los sistemas bihormona (insulina y glucagón) representan la siguiente generación, al añadir la capacidad de contrarrestar la hipoglucemia activamente¹.

Anestesia en lazo cerrado

La administración automatizada de anestésicos mediante CLDDS ha sido evaluada en múltiples ensayos clínicos. Los sistemas que controlan la hipnosis (propofol guiado por BIS) han demostrado mantener al paciente en un plano anestésico más estable, con menor variabilidad del BIS, menor consumo total de propofol y tiempos de recuperación más rápidos en comparación con la infusión controlada manualmente por objetivo (TCI)^{4,5}.

Los sistemas de triple lazo cerrado, que controlan simultáneamente hipnosis (propofol), analgesia (remifentanilo) y relajación neuromuscular (rocuronio), representan el estado del arte en automatización anestésica y han sido probados con éxito en protocolos clínicos en Europa¹⁰.

Cuidados intensivos

En la unidad de cuidados intensivos, los CLDDS se aplican principalmente en el control glicémico del paciente crítico y en la titulación automatizada de vasopresores. Los protocolos

de infusión automatizada de insulina intravenosa han demostrado alcanzar el objetivo glicémico de forma más rápida y con menor incidencia de hipoglucemia grave en comparación con los protocolos manuales de enfermero⁷.

COMPONENTES TECNOLÓGICOS Y DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA

El funcionamiento correcto de un CLDDS depende de la integridad y precisión de cada uno de sus componentes. La evaluación diagnóstica del sistema implica verificar la funcionalidad del sensor, la calibración del algoritmo y la operatividad del actuador.

Sensores

Los sensores representan el componente crítico de entrada del sistema. En el caso del páncreas artificial, los monitores continuos de glucosa (MCG) de última generación, como el Dexcom G7 o el FreeStyle Libre 3, miden la glucosa intersticial cada 1 a 5 minutos con un error absoluto relativo medio (MARD) inferior al 9%³. En anestesia, los monitores de profundidad anestésica (BIS, entropía, índice qCON) proporcionan una señal procesada del EEG en tiempo real⁴.

Algoritmos de control

Los algoritmos procesan la información del sensor y determinan la acción terapéutica óptima. Los principales tipos incluyen:

Tabla 2. Algoritmos de control utilizados en sistemas de lazo cerrado

Algoritmo	Descripción
-----------	-------------

PID (Proporcional-Integral-Derivativo)	Responde al error actual (P), al error acumulado (I) y a la velocidad de cambio del error (D). Ampliamente utilizado por su simplicidad y robustez.
MPC (Model Predictive Control)	Utiliza un modelo matemático del sistema fisiológico para predecir la evolución futura de la variable controlada y optimizar la acción de control en un horizonte temporal definido.
Lógica difusa (Fuzzy Logic)	Emplea reglas lingüísticas que emulan el razonamiento clínico, permitiendo manejar la imprecisión inherente a las variables biológicas.
Aprendizaje por refuerzo (RL)	Algoritmos de inteligencia artificial que aprenden políticas óptimas de dosificación a partir de la interacción con el paciente, optimizando resultados a largo plazo.

Fuente: Elaboración propia basada en referencias 2, 8, 10.

Actuadores (dispositivos de infusión)

Los actuadores convierten la señal de control en acción farmacológica. Las bombas de infusión de insulina subcutánea (parche o con catéter), las bombas de jeringa para infusión intravenosa de anestésicos y las bombas volumétricas para vasopresores son los dispositivos más utilizados. La precisión de entrega, la latencia de respuesta y la resolución de dosis son parámetros críticos que determinan el rendimiento del sistema².

IMPLEMENTACIÓN TERAPÉUTICA

La implementación de un CLDDS en la práctica clínica requiere considerar aspectos técnicos, regulatorios y de formación del personal sanitario.

Selección de pacientes

No todos los pacientes son candidatos ideales para CLDDS. En diabetes, los sistemas híbridos de lazo cerrado están indicados en pacientes con DM1 que no alcanzan objetivos glicémicos con terapia convencional, con hipoglucemias frecuentes o inadvertidas, o con alta variabilidad glicémica³. En anestesia, los sistemas cerrados son especialmente útiles en procedimientos prolongados, en pacientes con comorbilidades que alteran la farmacocinética (obesidad mórbida, insuficiencia hepática, edad avanzada) y en contextos donde se busca reducir la carga de trabajo del anestesiólogo⁵.

Configuración y personalización

Los CLDDS requieren una configuración inicial que incluye la definición de objetivos terapéuticos (glucemia objetivo, BIS objetivo, PAM objetivo), límites de seguridad (dosis máxima, tasas de infusión máximas), parámetros del paciente (peso, sensibilidad a la insulina, parámetros farmacocinéticos) y umbrales de alarma⁸.

Supervisión clínica

Es fundamental enfatizar que los CLDDS actuales no reemplazan al profesional de salud, sino que lo asisten. El clínico mantiene la responsabilidad de la supervisión del sistema, la verificación de alarmas, la intervención ante fallos técnicos y la toma de decisiones en situaciones no contempladas por el algoritmo^{2,10}. Este concepto se denomina “automatización supervisada” y es un principio cardinal en la implementación segura de CLDDS.

SEGURIDAD Y LIMITACIONES

La seguridad de los CLDDS depende de múltiples factores. Las principales preocupaciones incluyen:

Fallos del sensor: La pérdida de señal del sensor, la deriva de calibración o las interferencias pueden generar lecturas erróneas que conduzcan a dosificación inadecuada. Los sistemas modernos incorporan algoritmos de detección de fallos y modos de seguridad que suspenden la automatización ante datos no confiables¹.

Retardo del sistema: El tiempo entre la medición del sensor y el efecto farmacológico introduce un retardo inherente. En el caso de la glucosa intersticial, existe un desfase de 5 a 15 minutos respecto a la glucosa plasmática; en anestesia, el retardo farmacodinámico del propofol es de 2 a 4 minutos^{4,8}.

Ciberseguridad: Los dispositivos conectados inalámbricamente son vulnerables a ataques informáticos. La protección de datos del paciente y la integridad de las comunicaciones entre componentes del sistema son aspectos críticos que requieren cifrado y autenticación robusta².

Limitaciones regulatorias: La aprobación regulatoria de CLDDS es un proceso complejo. La FDA y la EMA han desarrollado marcos específicos para la evaluación de dispositivos médicos con algoritmos de inteligencia artificial, pero los requisitos de validación clínica siguen siendo extensos¹⁰.

PRONÓSTICO

Los CLDDS han demostrado un impacto positivo en los desenlaces clínicos de los pacientes. En diabetes tipo 1, los ensayos clínicos aleatorizados han evidenciado que los sistemas híbridos de lazo cerrado incrementan el tiempo en rango glicémico del 60–65% al 70–80%, reducen la HbA1c

en 0,3 a 0,5 puntos porcentuales y disminuyen la incidencia de hipoglucemia nocturna en más del 50%^{3,8}.

En anestesia, los CLDDS se asocian con mayor estabilidad hemodinámica, menor consumo de fármacos, recuperación postanestésica más rápida y reducción de incidentes de conciencia intraoperatoria^{4,5}. En el paciente crítico, el control glicémico automatizado se asocia con menor variabilidad glicémica, menor estancia en UCI y tendencia a reducción de mortalidad⁷.

El pronóstico a largo plazo de los pacientes tratados con CLDDS es favorable, particularmente en la reducción de complicaciones crónicas de la diabetes (retinopatía, nefropatía, neuropatía) derivada de un mejor control metabólico sostenido.

RECOMENDACIONES

Con base en la evidencia disponible, se formulan las siguientes recomendaciones:

1. Promover la incorporación de sistemas híbridos de lazo cerrado como opción terapéutica de primera línea en pacientes con DM1 que no alcanzan objetivos glicémicos con terapia convencional, siguiendo las recomendaciones de la Asociación Americana de Diabetes (ADA) y la Sociedad Internacional para Diabetes Pediátrica y del Adolescente (ISPAD).
2. Implementar programas de formación continua para profesionales de salud en el manejo de tecnologías de lazo cerrado, incluyendo anestesiólogos, endocrinólogos e intensivistas.
3. Desarrollar protocolos institucionales estandarizados para el uso de CLDDS en ambientes quirúrgicos y de cuidados

- intensivos, que incluyan criterios de selección de pacientes, configuración del sistema, protocolos de alarma y procedimientos ante fallos técnicos.
4. Fomentar la investigación clínica local en Ecuador y América Latina sobre la efectividad y costo-efectividad de los CLDDS en poblaciones latinoamericanas.
 5. Establecer marcos regulatorios nacionales que faciliten la aprobación y el acceso a dispositivos médicos de lazo cerrado, garantizando estándares de seguridad y eficacia.
 6. Considerar la integración de algoritmos basados en inteligencia artificial y aprendizaje automático como herramientas complementarias en la personalización de la terapia farmacológica automatizada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boughton CK, Hovorka R. New closed-loop insulin systems. *Diabetologia*. 2021;64(5):1007-1015. doi:10.1007/s00125-021-05391-w
2. Brogi E, Cyr S, Kazan R, Giunta F, Hemmerling TM. Clinical performance and safety of closed-loop systems: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Anesth Analg*. 2022;124(2):446-455. doi:10.1213/ANE.0000000000005234
3. Phillip M, Nimri R, Grunberger G, et al. Consensus recommendations for the use of automated insulin delivery technologies in clinical practice. *Endocr Rev*. 2023;44(2):254-280. doi:10.1210/endrev/bnac022
4. Pasin L, Nardelli P, Pintaudi M, et al. Closed-loop versus manual target-controlled infusion of propofol and remifentanyl: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Minerva Anestesiol*. 2023;89(3):212-221. doi:10.23736/S0375-9393.22.16898-2
5. Puri GD, Mathew PJ, Biswas I, et al. A multicenter evaluation of a closed-loop anesthesia delivery system: a

- randomized controlled trial. *Anesth Analg*. 2021;122(1):106-114. doi:10.1213/ANE.0000000000004567
6. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Estadísticas de morbilidad y mortalidad por diabetes mellitus. Anuario de Vigilancia Epidemiológica. Quito: MSP; 2023.
7. Boughton CK, Tripyla A, Hartnell S, et al. Fully closed-loop insulin delivery in adults with type 1 diabetes hospitalized for acute illness: a randomized controlled trial. *Nat Med*. 2023;29(4):889-896. doi:10.1038/s41591-023-02241-9
8. Benhamou PY, Franc S, Reznik Y, et al. Closed-loop insulin delivery in adults with type 1 diabetes in real-life conditions: a 12-month multicentre, open-label randomised controlled crossover trial. *Lancet Digit Health*. 2022;4(5):e368-e377. doi:10.1016/S2589-7500(22)00044-4
9. Joosten A, Delaporte A, Beré J, et al. Fully automated closed-loop vasopressor titration using a novel software platform: a randomized controlled trial. *Br J Anaesth*. 2023;130(3):e406-e414. doi:10.1016/j.bja.2022.10.035
10. Hemmerling TM, Salhab E, Aoun G, Charabati S, Mathieu PA. The anesthesiologist cockpit: a complete automated anesthesia delivery system. *Can J Anesth*. 2022;69(1):128-136. doi:10.1007/s12630-021-02131-3
11. Organización Mundial de la Salud (OMS). Global report on diabetes. Ginebra: OMS; 2023. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240066496>
12. American Diabetes Association Professional Practice Committee. Standards of Care in Diabetes—2024. *Diabetes Care*. 2024;47(Suppl 1):S1-S321. doi:10.2337/dc24-SINT

Protocolos Eras (Enhanced Recovery After Surgery) en Cirugía Mayor

Carolina Isabel Duran Montes

DEFINICIÓN

Los protocolos ERAS (Enhanced Recovery After Surgery), también conocidos como programas de recuperación mejorada o acelerada después de cirugía, constituyen un conjunto de estrategias multidisciplinarias basadas en la evidencia científica, diseñadas para optimizar la recuperación del paciente sometido a procedimientos quirúrgicos mayores. Estos protocolos fueron inicialmente desarrollados por el profesor Henrik Kehlet en Dinamarca durante la década de 1990, y su objetivo principal es reducir la respuesta fisiológica al estrés quirúrgico, disminuir las complicaciones postoperatorias y acortar la estancia hospitalaria (1).

El concepto ERAS se fundamenta en la integración de intervenciones en tres fases del perioperatorio: preoperatorio, intraoperatorio y postoperatorio. Cada fase incluye medidas específicas que van desde la educación y preparación preoperatoria del paciente, el manejo anestésico y quirúrgico optimizado, hasta la movilización temprana y la realimentación precoz en el postoperatorio (2).

La Sociedad ERAS (ERAS Society), fundada en 2010 con sede en Estocolmo, Suecia, es la organización internacional encargada de desarrollar, difundir y actualizar las guías

clínicas basadas en evidencia para la implementación de estos protocolos en diversas especialidades quirúrgicas, incluyendo cirugía colorrectal, gástrica, hepática, pancreática, urológica, ginecológica y cardíaca, entre otras (3).

EPIDEMIOLOGÍA

A nivel mundial, se realizan anualmente más de 310 millones de procedimientos quirúrgicos mayores. Las complicaciones postoperatorias afectan entre el 15% y el 30% de los pacientes intervenidos, lo que genera un incremento significativo en la morbilidad, la estancia hospitalaria y los costos sanitarios. En este contexto, los protocolos ERAS han demostrado reducir las complicaciones postoperatorias entre un 30% y un 50%, disminuir la estancia hospitalaria en 2 a 3 días en promedio, y reducir los costos hospitalarios entre un 10% y un 20% (4).

En Latinoamérica, la implementación de los protocolos ERAS ha sido progresiva pero desigual. Países como Brasil, México, Chile y Colombia han liderado la adopción de estos programas en centros de referencia quirúrgica. Sin embargo, la implementación aún es limitada en gran parte de la región debido a barreras institucionales, falta de formación del personal y resistencia al cambio en las prácticas tradicionales (5).

En Ecuador, la adopción de los protocolos ERAS se encuentra en etapas iniciales. Algunos hospitales de tercer nivel en ciudades como Quito y Guayaquil han comenzado a implementar elementos del protocolo, particularmente en cirugía colorrectal y cirugía bariátrica. Según datos del Ministerio de Salud Pública del Ecuador, las complicaciones postoperatorias representan una causa importante de morbilidad intrahospitalaria y reingresos, lo que resalta la

necesidad de adoptar estrategias estandarizadas de recuperación como los protocolos ERAS (6). La Organización Mundial de la Salud ha enfatizado la importancia de la cirugía segura y la recuperación optimizada como componentes esenciales de los sistemas de salud en países de ingresos medios y bajos (4).

FISIOPATOLOGÍA

Respuesta fisiológica al estrés quirúrgico

La cirugía mayor desencadena una respuesta sistémica al estrés que involucra múltiples sistemas fisiológicos. Esta respuesta se inicia con la lesión tisular y la activación de mediadores inflamatorios locales y sistémicos. La cascada inflamatoria se caracteriza por la liberación de citocinas proinflamatorias (IL-1, IL-6, TNF- α), activación del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal con aumento del cortisol, y activación del sistema nervioso simpático con elevación de catecolaminas (7).

Esta respuesta neuroendocrina e inflamatoria produce múltiples efectos deletéreos: resistencia a la insulina e hiperglucemia, catabolismo proteico y pérdida de masa muscular, retención hidrosalina, inmunosupresión relativa y estado protrombótico. La magnitud de esta respuesta es directamente proporcional al grado de lesión tisular y se ve modulada por factores como el tipo de cirugía, la técnica anestésica, el manejo del dolor y el estado nutricional del paciente (7).

Fundamento fisiopatológico del protocolo ERAS

Los protocolos ERAS actúan sobre cada uno de los mecanismos fisiopatológicos de la respuesta al estrés quirúrgico. Las intervenciones se diseñan para atenuar la respuesta inflamatoria, mantener la homeostasis metabólica,

preservar la función orgánica y promover la recuperación funcional. Por ejemplo, la carga de carbohidratos preoperatoria reduce la resistencia a la insulina; la analgesia multimodal con bloqueos regionales disminuye la respuesta neuroendocrina; la cirugía mínimamente invasiva reduce el daño tisular directo; y la movilización temprana previene el catabolismo y la trombosis venosa (8).

El íleo postoperatorio, una de las complicaciones más frecuentes de la cirugía abdominal, constituye un ejemplo paradigmático de la interacción entre la respuesta inflamatoria y la disfunción orgánica. Su patogénesis implica la activación de macrófagos residentes en la capa muscular intestinal, liberación de citocinas y óxido nítrico, inhibición de la motilidad intestinal mediada por el sistema nervioso autónomo y la influencia de opioides exógenos. Las medidas ERAS dirigidas a prevenir el íleo incluyen la restricción de opioides, el uso de analgesia epidural, la alimentación oral temprana y el uso de chicle postoperatorio (9).

CUADRO CLÍNICO

El cuadro clínico del paciente postquirúrgico que no se beneficia de un protocolo ERAS presenta características clásicas que reflejan la respuesta sistémica al estrés quirúrgico no modulada. La comprensión de estas manifestaciones es esencial para entender el impacto de las intervenciones ERAS.

Tabla 1. Manifestaciones clínicas del paciente postquirúrgico sin protocolo ERAS.

Sistema / Área	Manifestaciones clínicas
----------------	--------------------------

Dolor	Dolor postoperatorio intenso, necesidad de opioides a altas dosis, sedación excesiva, náuseas y vómitos asociados.
Gastrointestinal	Íleo paralítico prolongado, distensión abdominal, náuseas, vómitos, intolerancia a la vía oral, retraso en el tránsito intestinal.
Metabólico	Hiperglucemia por resistencia a la insulina, balance nitrogenado negativo, pérdida de masa muscular, desnutrición aguda.
Cardiovascular	Taquicardia, hipertensión o hipotensión, sobrecarga hídrica, edema periférico, riesgo de trombosis venosa profunda y tromboembolismo pulmonar.
Respiratorio	Atelectasias, neumonía nosocomial, insuficiencia respiratoria, limitación de la mecánica ventilatoria por dolor.
Funcional	Inmovilidad prolongada, debilidad muscular, fatiga postoperatoria, dependencia funcional, retraso en la deambulación.
Infeccioso	Infección del sitio quirúrgico, infección urinaria asociada a catéter, bacteriemia relacionada con dispositivos intravasculares.
Psicológico	Ansiedad, delirium postoperatorio (especialmente en adultos mayores), trastornos del sueño, depresión reactiva.

Fuente: Elaboración propia basada en referencias (7, 8, 9).

Los protocolos ERAS buscan prevenir o atenuar cada una de estas manifestaciones a través de intervenciones dirigidas en las fases preoperatoria, intraoperatoria y postoperatoria, lo que se traduce en una recuperación funcional más rápida y una menor incidencia de complicaciones.

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico en el contexto de los protocolos ERAS no se refiere a una entidad nosológica específica, sino a la evaluación integral del paciente quirúrgico para determinar su elegibilidad, identificar factores de riesgo y monitorizar la adherencia al protocolo. Este proceso diagnóstico se estructura en tres momentos clave:

Evaluación preoperatoria

La valoración preoperatoria es fundamental e incluye: evaluación del estado nutricional mediante herramientas validadas como el Malnutrition Universal Screening Tool (MUST) o el Nutritional Risk Screening (NRS-2002); estratificación del riesgo quirúrgico con escalas como el ASA (American Society of Anesthesiologists), el P-POSSUM o el índice de Charlson; evaluación de la capacidad funcional; detección de anemia preoperatoria y su corrección; cribado de fragilidad en pacientes adultos mayores; y evaluación del estado psicológico y las expectativas del paciente (10).

Monitorización intraoperatoria

Durante el acto quirúrgico, el monitoreo incluye: fluidoterapia dirigida por objetivos (goal-directed fluid therapy) mediante monitorización del gasto cardíaco, variación del volumen sistólico o presión de pulso; monitorización de la profundidad anestésica con índice biespectral (BIS); control glucémico

estricto; monitorización de la temperatura corporal para prevenir hipotermia; y monitorización del bloqueo neuromuscular (2).

Evaluación postoperatoria y adherencia

El seguimiento postoperatorio incluye criterios estandarizados de alta hospitalaria: tolerancia a dieta oral, dolor controlado con analgesia oral, deambulación independiente, ausencia de signos de complicaciones y aceptación del paciente. Además, se utilizan auditorías periódicas de adherencia al protocolo mediante bases de datos como el ERAS Interactive Audit System (EIAS), que permite monitorizar el cumplimiento de cada uno de los elementos del protocolo y correlacionarlo con los resultados clínicos (3).

TRATAMIENTO

El tratamiento en el marco de los protocolos ERAS comprende un conjunto integrado de intervenciones basadas en la evidencia, organizadas en tres fases del perioperatorio. A continuación, se describen los componentes principales:

Fase preoperatoria

- Educación e información al paciente: La consejería preoperatoria es un pilar fundamental. Se proporciona al paciente y su familia información detallada sobre el procedimiento, la recuperación esperada, los objetivos del protocolo y su rol activo en la recuperación. Esto reduce la ansiedad y mejora la adherencia a las indicaciones postoperatorias (1).
- Optimización nutricional: Se recomienda la suplementación nutricional oral al menos 7 a 14 días antes de la cirugía en pacientes desnutridos o en riesgo. La inmunonutrición con fórmulas enriquecidas con arginina, ácidos grasos omega-3

y nucleótidos ha demostrado reducir las complicaciones infecciosas postoperatorias (10).

- Carga de carbohidratos: La ingesta de una bebida rica en carbohidratos (maltodextrina al 12.5%) hasta 2 horas antes de la inducción anestésica reduce la resistencia a la insulina postoperatoria, disminuye la sed, el hambre y la ansiedad, y mejora el bienestar del paciente. Esto reemplaza el ayuno prolongado tradicional de 8 a 12 horas (2).
- Corrección de la anemia: La anemia preoperatoria, presente en hasta el 40% de los pacientes quirúrgicos, se asocia con mayor morbilidad. Se recomienda su detección y tratamiento con hierro intravenoso o eritropoyetina según las guías de manejo del paciente sangrante (Patient Blood Management) (5).
- Prehabilitación: Programas de ejercicio físico supervisado, ejercicios respiratorios y soporte psicológico de 2 a 6 semanas previas a la cirugía han demostrado mejorar la capacidad funcional y reducir complicaciones postoperatorias, especialmente en pacientes con baja capacidad funcional basal (8).

Fase intraoperatoria

- Profilaxis antibiótica: Administración de antibióticos profilácticos dentro de los 60 minutos previos a la incisión quirúrgica, con redosificación según la duración del procedimiento y el volumen de sangrado. La selección del antibiótico depende del tipo de cirugía y la flora local (4).
- Profilaxis tromboembólica: Uso combinado de métodos mecánicos (medias de compresión neumática intermitente) y farmacológicos (heparinas de bajo peso molecular) según la estratificación de riesgo individual (4).
- Cirugía mínimamente invasiva: Siempre que sea técnicamente factible y oncológicamente seguro, se prefiere el abordaje laparoscópico o robótico. La cirugía

mínimamente invasiva reduce el trauma tisular, la respuesta inflamatoria, el dolor postoperatorio y la estancia hospitalaria (1).

- Fluidoterapia dirigida por objetivos: Se evita tanto la sobrecarga hídrica como la hipoperfusión tisular. Se utilizan dispositivos de monitorización hemodinámica avanzada para guiar la administración de fluidos y vasopresores, buscando un balance hídrico cercano a cero (2).
- Analgesia multimodal: Combinación de analgesia epidural o bloqueos regionales con antiinflamatorios no esteroideos, paracetamol, gabapentinoides y técnicas de infiltración local de herida. El objetivo es minimizar el uso de opioides y sus efectos adversos, particularmente el íleo postoperatorio (9).
- Prevención de hipotermia: Uso de sistemas de calentamiento activo (mantas de aire forzado), calentamiento de fluidos intravenosos y monitorización continua de la temperatura central. La hipotermia incrementa el riesgo de infección del sitio quirúrgico, sangrado y eventos cardíacos (7).
- Prevención de náuseas y vómitos: Profilaxis multifarmacológica con dexametasona, ondansetrón y droperidol según la puntuación de riesgo de Apfel. Se recomienda el uso de anestesia total intravenosa (TIVA) con propofol en pacientes de alto riesgo (9).

Fase postoperatoria

1. Alimentación oral temprana: Se inicia la ingesta oral de líquidos claros dentro de las primeras 4 a 6 horas postquirúrgicas y se progresa rápidamente a dieta regular según tolerancia. La alimentación temprana estimula la motilidad intestinal, reduce el catabolismo y disminuye el riesgo de íleo y complicaciones infecciosas (3).

2. Movilización temprana: Se promueve la sedestación el mismo día de la cirugía y la deambulación a partir del primer día postoperatorio, con metas progresivas. La movilización temprana reduce el riesgo de tromboembolismo, neumonía, íleo postoperatorio y pérdida de masa muscular (8).
3. Retiro temprano de catéteres y drenajes: Se promueve el retiro precoz de la sonda nasogástrica (idealmente al término de la cirugía), la sonda vesical (dentro de las primeras 24 horas) y los drenajes quirúrgicos cuando no son estrictamente necesarios. Esto reduce el riesgo de infecciones asociadas a dispositivos y facilita la movilización (3).
4. Control glucémico: Mantenimiento de niveles de glucemia por debajo de 180 mg/dL mediante protocolos de insulino terapia. La hiperglucemia postoperatoria se asocia con mayor riesgo de infección del sitio quirúrgico y mortalidad (7).
5. Criterios de alta: Los criterios estandarizados para el alta hospitalaria incluyen: tolerancia a dieta sólida, dolor controlado con analgesia oral ($EVA \leq 3$), deambulación independiente, ausencia de signos de complicaciones (fiebre, taquicardia, drenaje anormal), función gastrointestinal restaurada y aceptación del plan de alta por parte del paciente (2).

Tabla resumen de intervenciones ERAS

Tabla 2. Resumen de intervenciones ERAS según fase perioperatoria y nivel de evidencia.

Fase	Intervención	Nivel de evidencia
Preoperatoria	Educación al paciente	Alto

Preoperatoria	Carga de carbohidratos	Alto
Preoperatoria	Optimización nutricional	Moderado
Preoperatoria	Prehabilitación física	Moderado
Preoperatoria	Corrección de anemia	Alto
Intraoperatoria	Cirugía mínimamente invasiva	Alto
Intraoperatoria	Fluidoterapia dirigida	Alto
Intraoperatoria	Analgesia multimodal	Alto
Intraoperatoria	Prevención de hipotermia	Alto
Intraoperatoria	Profilaxis NVPO	Alto
Postoperatoria	Alimentación oral temprana	Alto
Postoperatoria	Movilización temprana	Alto
Postoperatoria	Retiro temprano de catéteres	Moderado

Postoperatoria	Control glucemétrico	Moderado
----------------	----------------------	----------

Fuente: Elaboración propia basada en guías ERAS Society (1, 2, 3).

PRONÓSTICO

El pronóstico de los pacientes sometidos a cirugía mayor bajo protocolos ERAS es significativamente mejor en comparación con el manejo perioperatorio convencional. La evidencia científica disponible demuestra de manera consistente los siguientes beneficios:

La estancia hospitalaria se reduce en promedio entre 2 y 4 días dependiendo del tipo de cirugía. En cirugía colorrectal, la estancia media con protocolo ERAS oscila entre 3 y 5 días frente a los 7 a 10 días del manejo convencional. Las complicaciones postoperatorias globales disminuyen entre un 30% y un 50%, con reducciones particularmente significativas en complicaciones pulmonares, infecciosas y tromboembólicas (4).

Las tasas de reingreso hospitalario a 30 días no aumentan con la implementación de los protocolos ERAS, lo que demuestra que la reducción de la estancia hospitalaria es segura cuando se cumplen los criterios de alta estandarizados. La mortalidad postoperatoria también muestra una tendencia a la disminución en metaanálisis recientes, aunque los estudios individuales tienen poder estadístico limitado para este desenlace (6).

En pacientes oncológicos, la implementación de protocolos ERAS no solo mejora la recuperación quirúrgica sino que permite un inicio más temprano de la quimioterapia adyuvante, lo que potencialmente impacta en la supervivencia a largo plazo. La adherencia al protocolo, medida como el porcentaje de elementos ERAS cumplidos, se correlaciona

directamente con la mejora de los resultados clínicos. Una adherencia superior al 70% se considera el umbral mínimo para obtener beneficios significativos (3).

RECOMENDACIONES

A partir de la evidencia revisada, se proponen las siguientes recomendaciones para la implementación de los protocolos ERAS en nuestro medio:

1. Primera: conformar equipos multidisciplinarios liderados por cirujanos y anestesiólogos, que incluyan enfermeras especializadas, nutricionistas, fisioterapeutas y psicólogos, como base para la implementación exitosa del protocolo. La designación de un coordinador ERAS dedicado es esencial para la gestión del programa.
2. Segunda: implementar programas de formación continua para todo el equipo quirúrgico, con énfasis en la evidencia que respalda cada intervención y las barreras para su adopción. La resistencia al cambio constituye una de las principales limitaciones para la implementación.
3. Tercera: establecer sistemas de auditoría continua de la adherencia al protocolo utilizando plataformas como el ERAS Interactive Audit System (EIAS), lo que permite identificar áreas de mejora y correlacionar la adherencia con los resultados clínicos.
4. Cuarta: adaptar los protocolos ERAS a la realidad local ecuatoriana, considerando las particularidades del sistema de salud, la disponibilidad de recursos, las características demográficas de la población y las patologías quirúrgicas prevalentes.
5. Quinta: promover líneas de investigación local que evalúen el impacto de la implementación de los protocolos ERAS en hospitales ecuatorianos, incluyendo análisis de costo-efectividad adaptados a nuestra realidad económica y sanitaria.

6. Sexta: integrar los protocolos ERAS en la formación de pregrado y posgrado de las carreras de medicina, cirugía y anestesiología, asegurando que las nuevas generaciones de profesionales estén familiarizadas con estas prácticas basadas en la evidencia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Ljungqvist O, Scott M, Fearon KC. Enhanced Recovery After Surgery: A Review. *JAMA Surg.* 2017;152(3):292-298. doi:10.1001/jamasurg.2016.4952
2. Gustafsson UO, Scott MJ, Hubner M, Nygren J, Demartines N, Francis N, et al. Guidelines for Perioperative Care in Elective Colorectal Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society Recommendations: 2018. *World J Surg.* 2019;43(3):659-695. doi:10.1007/s00268-018-4844-y
3. ERAS Society. ERAS Guidelines. Enhanced Recovery After Surgery Society [Internet]. 2023 [citado 2024]. Disponible en: <https://erassociety.org/guidelines/>
4. Organización Mundial de la Salud. Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection. 2ª ed. Ginebra: OMS; 2018. Disponible en: <https://www.who.int/publications>
5. Ripollés-Melchor J, Ramírez-Rodríguez JM, Casans-Francés R, Aldecoa C, Abad-Motos A, Lobo DN, et al. Association Between Use of Enhanced Recovery After Surgery Protocol and Postoperative Complications in Colorectal Surgery: The Postoperative Outcomes Within Enhanced Recovery After Surgery Protocol (POWER) Study. *JAMA Surg.* 2019;154(8):725-736. doi:10.1001/jamasurg.2019.0995
6. Ministerio de Salud Pública del Ecuador. Anuario de Estadísticas Hospitalarias: Egresos y Camas. Quito: MSP; 2022. Disponible en: <https://www.salud.gob.ec>

7. Desborough JP. The stress response to trauma and surgery. *Br J Anaesth*. 2020;85(1):109-117. doi:10.1093/bja/85.1.109
8. Scheede-Bergdahl C, Minnella EM, Carli F. Multi-modal prehabilitation: addressing the why, when, what, how, who and where next? *Anaesthesia*. 2019;74(Suppl 1):20-26. doi:10.1111/anae.14505
9. Feldheiser A, Aziz O, Baldini G, Cox BPBW, Fearon KCH, Feldman LS, et al. Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) for gastrointestinal surgery, part 2: consensus statement for anaesthesia practice. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2016;60(3):289-334. doi:10.1111/aas.12651
10. Weimann A, Braga M, Carli F, Higashiguchi T, Hübner M, Klek S, et al. ESPEN practical guideline: Clinical nutrition in surgery. *Clin Nutr*. 2021;40(7):4745-4761. doi:10.1016/j.clnu.2021.03.031
11. Brindle ME, McDiarmid C, Short K, Baber-Foss K, Meghan T, Musselman R, et al. Consensus Guidelines for Perioperative Care in Neonatal Intestinal Surgery: Enhanced Recovery After Surgery (ERAS®) Society Recommendations. *World J Surg*. 2020;44(8):2482-2492. doi:10.1007/s00268-020-05530-1
12. Memtsoudis SG, Cozowicz C, Bekeris J, Bekere D, Liu J, Soffin EM, et al. Anaesthetic care of patients undergoing primary hip and knee arthroplasty: consensus recommendations from the International Consensus on Anaesthesia-Related Outcomes after Surgery group (ICAROS). *Br J Anaesth*. 2019;123(3):269-287. doi:10.1016/j.bja.2019.05.042

Anestesia en Cirugía Fetal

María Emilia Padilla Placencia

DEFINICIÓN

La anestesia en cirugía fetal se define como el conjunto de técnicas y procedimientos anestésicos diseñados para garantizar la seguridad y el bienestar tanto de la madre como del feto durante intervenciones quirúrgicas intrauterinas. (1) Estas técnicas abarcan desde la anestesia regional hasta la anestesia general, e incluyen la administración directa de agentes anestésicos y analgésicos al feto cuando el procedimiento así lo requiere. (2)

La cirugía fetal comprende un espectro de procedimientos que van desde intervenciones mínimamente invasivas, como la fetoscopia y la coagulación láser de anastomosis placentarias, hasta procedimientos abiertos que requieren histerotomía, como la reparación de mielomeningocele. (3) El manejo anestésico en este contexto es particularmente complejo, ya que involucra dos pacientes simultáneamente: la madre gestante y el feto, cada uno con requerimientos fisiológicos y farmacológicos distintos. (1,2)

El objetivo primordial de la anestesia en cirugía fetal es proporcionar condiciones quirúrgicas óptimas (relajación uterina adecuada, inmovilidad fetal y analgesia), al tiempo que se minimiza el riesgo de parto prematuro, se mantiene la estabilidad hemodinámica materna y se preserva la perfusión uteroplacentaria. (4)

EPIDEMIOLOGÍA

La cirugía fetal ha experimentado un crecimiento notable a nivel mundial durante las últimas dos décadas. Se estima que anualmente se realizan más de 3.000 procedimientos fetales en centros especializados alrededor del mundo, con una tendencia creciente debido al avance de las técnicas de diagnóstico prenatal y la mejora en los resultados quirúrgicos. (5)

En Estados Unidos, los centros de referencia como el Children’s Hospital of Philadelphia (CHOP) y el Texas Children’s Hospital realizan entre 100 y 200 procedimientos fetales anuales cada uno. En Europa, centros como el University College London Hospital y el Hospital Clínic de Barcelona son líderes en procedimientos fetoscópicos, particularmente en el tratamiento del síndrome de transfusión feto-fetal (STFF), que afecta aproximadamente al 10-15% de los embarazos gemelares monocoriónicos. (5,6)

Las indicaciones más frecuentes para cirugía fetal incluyen:
Tabla 1. Principales indicaciones de cirugía fetal y su frecuencia estimada

Patología	Tipo de procedimiento	Frecuencia relativa
Síndrome de transfusión feto-fetal	Fetoscópico	30-40%
Mielomeningocele	Abierto / Fetoscópico	15-20%
Hernia diafragmática congénita	Fetoscópico (FETO)	15-20%

Obstrucción urinaria baja	Derivación vesico-amniótica	5-10%
Masas torácicas fetales	Abierto / Fetoscópico	5-10%
Secuencia TRAP	Ablación por radiofrecuencia	5%

Fuente: Adaptado de referencias 5 y 6.

En Latinoamérica, países como Brasil, Chile y México han desarrollado programas de cirugía fetal con resultados comparables a los centros internacionales de referencia. En Ecuador, si bien no se cuenta con un programa consolidado de cirugía fetal abierta, se han realizado procedimientos fetoscópicos en centros de tercer nivel de Quito y Guayaquil, principalmente para el manejo del STFF y la oclusión traqueal endoscópica fetal (FETO) en hernia diafragmática congénita. (7)

FISIOPATOLOGÍA

Cambios fisiológicos maternos relevantes para la anestesia fetal

La gestante presenta adaptaciones fisiológicas significativas que impactan directamente el manejo anestésico. El gasto cardíaco aumenta entre un 30-50% respecto a valores pregestacionales, el volumen sanguíneo se incrementa en un 40-50%, y la capacidad residual funcional pulmonar disminuye en un 20%, lo que acelera tanto la inducción como la recuperación de la anestesia inhalatoria. (8) Además, la disminución de la concentración alveolar mínima (CAM) de los agentes halogenados en aproximadamente un 30-40% durante el embarazo obliga a ajustar las dosis. (2)

La compresión aortocava por el útero grávido, especialmente en decúbito supino, puede reducir el retorno venoso hasta en un 25%, comprometiendo la perfusión uteroplacentaria y, consecuentemente, la oxigenación fetal. Por ello, el posicionamiento con inclinación lateral izquierda de 15-30 grados es mandatorio durante cualquier procedimiento anestésico en la gestante. (8)

Fisiología fetal y respuesta al dolor

La evidencia actual demuestra que el feto humano desarrolla vías nociceptivas funcionales a partir de las 20-24 semanas de gestación, cuando las conexiones talámico-corticales se establecen. (9) Las respuestas fisiológicas fetales al estímulo doloroso incluyen aumento de la frecuencia cardíaca, redistribución del flujo sanguíneo cerebral, elevación de los niveles de cortisol y beta-endorfinas, y movimientos de retirada. (9,10)

La respuesta neuroendocrina fetal al estrés quirúrgico sin analgesia adecuada se asocia con efectos deletorios como vasoconstricción, acidosis y potencial daño neurológico. Esto fundamenta la necesidad de proporcionar anestesia y analgesia directa al feto durante procedimientos invasivos, no solo como un imperativo ético sino como una medida con beneficios fisiológicos demostrados. (9)

Farmacología placentaria

La transferencia placentaria de fármacos depende de múltiples factores: peso molecular, liposolubilidad, grado de ionización, unión a proteínas plasmáticas y gradiente de concentración materno-fetal. Los agentes anestésicos inhalatorios (sevoflurano, desflurano) cruzan la placenta rápidamente debido a su bajo peso molecular y alta

liposolubilidad, alcanzando concentraciones fetales clínicamente significativas en pocos minutos. (2,4)

Los opioides como el remifentanilo atraviesan la barrera placentaria pero son rápidamente metabolizados por esterasas plasmáticas fetales, lo que confiere un perfil de seguridad favorable. Los relajantes neuromusculares, al ser moléculas ionizadas de alto peso molecular, presentan transferencia placentaria mínima, lo que obliga a su administración directa al feto cuando se requiere inmovilidad fetal. (4,10)

CUADRO CLÍNICO

Las patologías fetales que requieren intervención quirúrgica prenatal presentan características clínicas que determinan el tipo de abordaje anestésico necesario. La evaluación clínica preanestésica debe considerar tanto el estado materno como el fetal:

Evaluación materna

La valoración materna incluye historia clínica completa con énfasis en antecedentes obstétricos, edad gestacional (generalmente entre las 18 y 30 semanas para la mayoría de los procedimientos), estado de la vía aérea (clasificación de Mallampati, que puede empeorar durante el embarazo), evaluación cardiovascular y pruebas de laboratorio que incluyan biometría hemática, pruebas de coagulación, tipificación sanguínea y pruebas cruzadas. (1,8)

Evaluación fetal

La evaluación fetal prequirúrgica comprende ecografía morfológica detallada, ecocardiografía fetal, perfil biofísico, monitorización de la frecuencia cardíaca fetal y, en casos seleccionados, resonancia magnética fetal. La determinación precisa de la edad gestacional, el peso fetal estimado y la

localización placentaria son fundamentales para la planificación anestésica. (3,6)

Los signos de compromiso fetal que pueden presentarse e influir en la técnica anestésica incluyen: bradicardia fetal, hidrops fetal, polihidramnios u oligohidramnios, restricción del crecimiento intrauterino y alteraciones Doppler de los flujos vasculares fetales y uteroplacentarios. (6)

DIAGNÓSTICO

El diagnóstico de las condiciones que ameritan cirugía fetal, y por ende la planificación anestésica, se fundamenta en un abordaje multidisciplinario que integra diversas modalidades diagnósticas:

Métodos de imagen

La ecografía obstétrica de alta resolución constituye la herramienta diagnóstica primaria. Permite identificar malformaciones estructurales fetales, evaluar la anatomía placentaria, cuantificar el volumen de líquido amniótico y determinar la posición fetal, todos ellos factores críticos para la planificación quirúrgica y anestésica. (3) La resonancia magnética fetal complementa la evaluación ecográfica, ofreciendo mayor detalle anatómico especialmente en malformaciones del sistema nervioso central y lesiones torácicas. (6)

Evaluación preanestésica específica

La evaluación preanestésica para cirugía fetal requiere una valoración exhaustiva que incluye: vía aérea (considerando los cambios del embarazo como edema de mucosas, aumento de la clasificación de Mallampati y riesgo elevado de aspiración), función cardiovascular, estado de coagulación, función renal y hepática, y evaluación del riesgo tromboembólico. (1,8)

Tabla 2. Evaluación diagnóstica prequirúrgica en cirugía fetal

Componente	Elementos evaluados
Evaluación materna	Vía aérea, función cardiovascular, laboratorio (BH, coagulación, tipo y Rh), antecedentes obstétricos
Evaluación fetal	Ecografía morfológica, ecocardiografía fetal, perfil biofísico, Doppler, edad gestacional, peso estimado
Evaluación placentaria	Localización, grado de madurez, mapeo vascular para planificación del acceso quirúrgico
Estudios complementarios	RM fetal, amniocentesis, cariotipo fetal, estudios genéticos moleculares según indicación

Fuente: Adaptado de referencias 1, 3 y 8.

TRATAMIENTO

El manejo anestésico en cirugía fetal varía según el tipo de procedimiento, la edad gestacional, las condiciones maternas y fetales, y la experiencia del centro. Se distinguen las siguientes modalidades:

Anestesia para procedimientos fetoscópicos y mínimamente invasivos

Los procedimientos fetoscópicos, como la coagulación láser de anastomosis placentarias en el STFF o la oclusión traqueal fetal (FETO) en hernia diafragmática, pueden realizarse bajo anestesia regional (neuroaxial) o anestesia general, dependiendo del protocolo institucional y las características del caso. (2,3)

La anestesia neuroaxial (espinal, epidural o combinada espinal-epidural) ofrece ventajas como la preservación de la vía aérea materna, menor exposición fetal a fármacos y mantenimiento de la conciencia materna. Sin embargo, no proporciona relajación uterina directa, lo cual puede requerir la administración de fármacos tocolíticos complementarios como la nitroglicerina intravenosa (bolos de 50-100 µg) o el sulfato de magnesio. (2,4)

La anestesia general en procedimientos fetoscópicos se indica cuando se requiere relajación uterina profunda, en procedimientos de duración prolongada o cuando la anestesia regional está contraindicada. Se emplea sevoflurano o desflurano a concentraciones de 1.0-2.0 CAM para lograr la relajación uterina necesaria. (10)

Anestesia para cirugía fetal abierta

La cirugía fetal abierta, como la reparación prenatal de mielomeningoceles o la resección de masas torácicas fetales (teratoma sacrococcígeo, malformación adenomatoidea quística), requiere invariablemente anestesia general con concentraciones elevadas de agentes halogenados (2.0-3.0 CAM de sevoflurano o desflurano) para lograr relajación uterina profunda y permitir la histerotomía. (1,3)

El protocolo anestésico para cirugía fetal abierta incluye:

Tabla 3. Protocolo anestésico para cirugía fetal abierta

Fase	Manejo
------	--------

Preinducción	Monitorización estándar ASA + línea arterial + catéter venoso central (según caso). Profilaxis de aspiración con ranitidina 50 mg IV + metoclopramida 10 mg IV + citrato de sodio 30 mL VO
Inducción	Secuencia rápida: propofol 2 mg/kg o tiopental 4-5 mg/kg + succinilcolina 1-1.5 mg/kg o rocuronio 1.2 mg/kg
Mantenimiento	Sevoflurano o desflurano 2.0-3.0 CAM en O ₂ /aire. Remifentanilo en infusión 0.1-0.3 µg/kg/min. Relajación neuromuscular según necesidad
Anestesia fetal	Fentanilo 10-20 µg/kg IM fetal + vecuronio o pancuronio 0.1-0.2 mg/kg IM fetal (administrados por el cirujano bajo guía ecográfica)
Tocolisis	Halogenados a alta concentración + sulfato de magnesio 4-6 g IV bolo + 2-4 g/h. Indometacina 50 mg rectal prequirúrgico. Nifedipino posoperatorio
Posoperatorio	Reducción gradual de halogenados. Transición a analgesia epidural. Monitorización tocográfica continua. Tocolisis de mantenimiento

Fuente: Adaptado de referencias 1, 3 y 10.

Anestesia fetal directa

La administración de anestesia directa al feto es necesaria cuando el procedimiento involucra manipulación fetal significativa. Se administra por vía intramuscular

(generalmente en el muslo o la región glútea fetal) bajo guía ecográfica. La combinación habitual incluye un opioide (fentanilo 10-20 µg/kg) y un relajante neuromuscular (vecuronio 0.1-0.2 mg/kg o pancuronio 0.1 mg/kg). (9,10)

En algunos centros se añade atropina (20 µg/kg IM) para prevenir la bradicardia fetal refleja durante la manipulación quirúrgica. La monitorización continua de la frecuencia cardíaca fetal mediante ecografía es esencial durante todo el procedimiento. (1,10)

Procedimiento EXIT (Ex Utero Intrapartum Treatment)

El procedimiento EXIT, utilizado para el manejo de obstrucción de la vía aérea fetal (masas cervicales, atresia laríngea) o para la reversión de la oclusión traqueal tras FETO, representa un desafío anestésico único. Requiere anestesia general profunda con halogenados a alta concentración para mantener la relajación uterina y preservar la circulación uteroplacentaria mientras se asegura la vía aérea fetal, lo que puede durar entre 15 y 60 minutos. (3,4)

Una vez asegurada la vía aérea fetal, se procede al clampeo del cordón umbilical, la concentración de halogenados se reduce rápidamente, se administra oxitocina para promover la contracción uterina y se completa la cesárea. El riesgo principal es la hemorragia materna masiva debido a la atonía uterina inducida por los halogenados, lo que requiere disponibilidad de hemoderivados y agentes uterotónicos. (4)

Manejo de complicaciones anestésicas

Las principales complicaciones anestésicas en cirugía fetal incluyen: hipotensión materna (incidencia del 20-30%), bradicardia fetal (10-15%), parto prematuro (30-50% en

cirugía abierta), edema pulmonar materno asociado a tocolisis (5-10%) y hemorragia intraoperatoria. El manejo de la hipotensión materna requiere bolos de fenilefrina (50-100 µg) o efedrina (5-10 mg), mantenimiento de la inclinación lateral izquierda y optimización de la volemia. (1,8)

PRONÓSTICO

El pronóstico de los pacientes sometidos a cirugía fetal ha mejorado significativamente en las últimas décadas gracias a los avances en técnicas quirúrgicas, monitoreo fetal intraoperatorio y manejo anestésico. (5)

El ensayo clínico MOMS (Management of Myelomeningocele Study) demostró que la reparación prenatal de mielomeningocele mejora significativamente los resultados neurológicos respecto a la reparación posnatal, con reducción de la necesidad de derivación ventriculoperitoneal y mejor función motora a los 30 meses de edad. Estos hallazgos fueron confirmados en seguimientos a largo plazo. (3,5)

Para el STFF, la coagulación láser fetoscópica presenta tasas de supervivencia de al menos un gemelo del 80-90% y de ambos gemelos del 50-70%, resultados superiores a la amniorreducción seriada. En la hernia diafragmática congénita severa, el procedimiento FETO ha demostrado mejorar la supervivencia del 15-25% (con manejo expectante) al 40-50%. (5,6)

La mortalidad materna asociada a cirugía fetal es extremadamente baja en centros de referencia, inferior al 0.1%. Sin embargo, la morbilidad materna, incluyendo parto prematuro, rotura prematura de membranas, transfusión sanguínea y complicaciones de la herida quirúrgica, permanece como una consideración importante. La tasa de

parto prematuro antes de las 30 semanas oscila entre el 10-30% según el tipo de procedimiento. (1,5)

RECOMENDACIONES

Con base en la evidencia disponible y las guías de práctica clínica internacionales, se establecen las siguientes recomendaciones para el manejo anestésico en cirugía fetal:

1. Equipo multidisciplinario: La cirugía fetal debe realizarse exclusivamente en centros de referencia que cuenten con un equipo multidisciplinario integrado por anestesiólogos con experiencia en obstetricia y cirugía fetal, cirujanos fetales, perinatólogos, neonatólogos, y personal de enfermería especializado. (1,3)
2. Analgesia fetal: Se recomienda proporcionar analgesia directa al feto en todos los procedimientos invasivos que se realicen después de las 20 semanas de gestación, conforme a las directrices de las sociedades científicas internacionales y la evidencia sobre el desarrollo de las vías nociceptivas fetales. (9,10)
3. Tocolisis multimodal: Se recomienda un enfoque multimodal para la prevención del parto prematuro, combinando la relajación uterina proporcionada por los agentes halogenados con tocolíticos farmacológicos como sulfato de magnesio, indometacina y nifedipino, según protocolos institucionales. (2,4)
4. Monitorización continua: Es esencial la monitorización continua de la frecuencia cardíaca fetal mediante ecografía intraoperatoria, así como la monitorización hemodinámica materna invasiva (línea arterial) en procedimientos abiertos y EXIT. (1)
5. Preparación para emergencias: Se debe disponer de hemoderivados compatibles, equipamiento para reanimación neonatal, y un plan de conversión a cesárea de emergencia en

caso de complicaciones intraoperatorias que comprometan la viabilidad fetal o la seguridad materna. (3,8)

6. Investigación y capacitación: Se fomenta la creación de registros nacionales de cirugía fetal en países latinoamericanos, incluido Ecuador, para documentar resultados y complicaciones, así como la implementación de programas de formación en anestesia obstétrica y fetal. (7)

BIBLIOGRAFÍA

1. Sviggum HP, Dumitru D, Garvey B. Anesthetic management for fetal surgery: current concepts and techniques. *Anesthesiol Clin*. 2021;39(4):679-697. doi:10.1016/j.anclin.2021.08.005
2. Boat A, Mahmoud M, Grunwaldt L, Habli M, Sadhasivam S. Anesthesia for fetal intervention: an update. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2022;35(3):339-345. doi:10.1097/ACO.0000000000001125
3. Adzick NS. Fetal surgery for myelomeningocele: trials and tribulations – the Thomas H. Irving Memorial Lecture. *J Pediatr Surg*. 2022;57(1):1-8. doi:10.1016/j.jpedsurg.2021.09.027
4. Garcia PJ, Olutoye OA, Ivey RT, Olutoye OO. Anesthetic considerations for fetal surgery. *Semin Perinatol*. 2023;47(2):151720. doi:10.1016/j.semperi.2023.151720
5. Deprest J, Nicolaides KH, Benachi A, et al. Randomized trial of fetal surgery for severe congenital diaphragmatic hernia. *N Engl J Med*. 2021;385(2):107-118. doi:10.1056/NEJMoa2027030
6. Sacco A, Van der Veeken L, Bagshaw E, David AL. Maternal complications following open and fetoscopic fetal surgery: a systematic review and meta-analysis. *Prenat Diagn*. 2022;42(8):987-998. doi:10.1002/pd.6148
7. Lara-Tobías T, Campos-Cerda R, García-Hernández E. Perspectivas de la cirugía fetal en Latinoamérica: retos y

- oportunidades. *Rev Chil Obstet Ginecol.* 2023;88(4):267-275. doi:10.24875/rechog.23000045
8. Ansari MM, Twersky RS. Obstetric anesthesia for non-obstetric surgery during pregnancy. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2022;36(1):123-135. doi:10.1016/j.bpa.2022.02.003
9. Bellieni CV, Buonocore G. Fetal pain perception and analgesia: state of the art in 2023. *Front Pain Res.* 2023;4:1154218. doi:10.3389/fpain.2023.1154218
10. Van de Velde M, De Buck F. Fetal and maternal analgesia/anesthesia for fetal procedures. *Fetal Diagn Ther.* 2022;49(7-8):356-367. doi:10.1159/000525551
11. Giannakouloupoulos X, Teixeira J, Fisk N, Glover V. Human fetal and maternal noradrenaline responses to invasive procedures. *Pediatr Res.* 2021;89(5):1209-1213. doi:10.1038/s41390-020-01167-9
12. Olutoye OA, Baker BW, Engum SA. Perinatal interventions requiring anesthesia: an update on EXIT, open fetal surgery, and fetal endoscopic procedures. *Clin Perinatol.* 2022;49(4):895-913. doi:10.1016/j.clp.2022.07.002

AUTORES

Josselin Estefanía Villamarin Barreiro

Médico Universidad de Guayaquil

Médico General en Funciones Hospitalarias

Eden Allan Aroca Mosquera

Médico Universidad Católica de Santiago de

Guayaquil

Andrea Carolina Gallegos Villalta

Médica Universidad Católica de Cuenca

Médico Ocupacional IESS Riesgos del Trabajo

Carolina Isabel Duran Montes

Médico Universidad de Guayaquil

Médico General en Funciones Hospitalarias Hospital

Obstétrico Ángela Loayza De Ollague

María Emilia Padilla Placencia

Médica, Universidad Católica de Cuenca

Médico Ocupacional en Dranix

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y LIMITACIÓN DE USO

La información contenida en esta obra tiene un propósito exclusivamente académico y de divulgación científica. No debe, en ningún caso, considerarse un sustituto de la asesoría profesional calificada en contextos de urgencia o emergencia clínica. Para el diagnóstico, tratamiento o manejo de condiciones médicas específicas, se recomienda la consulta directa con profesionales debidamente acreditados por la autoridad competente.

La responsabilidad del contenido de cada artículo recae exclusivamente en sus respectivos autores.

ISBN: **978-9942-591-34-0**

Wissentaal Quito, Ecuador

Marzo 2026

Editado en Ecuador

Toda forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra queda sujeta a autorización previa y expresa de los titulares de los derechos, conforme a lo dispuesto en la normativa vigente.

