

Bloqueos Regionales y Manejo del Dolor



Edwin Rodolfo Defaz Reyes
Maria Eugenia Cevallos Velasquez
Letty Carolina Gaibor Villagómez
Elizabeth Carolina Silva Berruz
Nelson José Veloz Pico

Bloqueos Regionales y Manejo del Dolor

Autores

Edwin Rodolfo Defaz Reyes

Médico General Universidad Estatal de Guayaquil

Médico Rural en Área de Emergencias en el Centro de Salud de la Maná Tipo C MSP

Maria Eugenia Cevallos Velasquez

Medica Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Médico en Funciones Hospitalarias para el IESS Ceibos.

Médico Técnico del Equipo para Estudio de Polisomnografía en UEES CLINIC.

Letty Carolina Gaibor Villagómez

Médico Cirujano Universidad Autónoma de los Andes "UNIANDES"

Médico General en Funciones Hospitalarias Hospital Alfredo Noboa Montenegro

Elizabeth Carolina Silva Berruz

Médico General Universidad de Guayaquil

Magister en Salud Pública

Nelson José Veloz Pico

Medico Universidad de Guayaquil.

Medico General en Funciones Hospitalarias Hospital General Dr. Enrique Ortega Moreira

Índice

Analgesia Regional en Cirugía Ortopédica y Traumatológica	5
Edwin Rodolfo Defaz Reyes	
Bloqueos en Pacientes con Anatomía Difícil	16
Maria Eugenia Cevallos Velasquez	
Bloqueos Periféricos para Miembro Superior	30
Letty Carolina Gaibor Villagómez	
Bloqueos Neuroaxiales	43
Elizabeth Carolina Silva Berruz	
Papel de los AINEs en Anestesia	55
Nelson José Veloz Pico	

Analgesia Regional en Cirugía Ortopédica y Traumatológica

Edwin Rodolfo Defaz Reyes

Introducción y Justificación Académica

El abordaje del dolor postoperatorio en la Cirugía Ortopédica y Traumatológica (COT) se erige como una prioridad asistencial y un marcador de calidad insoslayable en la práctica clínica contemporánea. La naturaleza intrínsecamente invasiva de las intervenciones sobre el sistema musculoesquelético –que frecuentemente implican osteotomías, manipulaciones articulares y sección de tejidos profusamente inervados como el periostio, las articulaciones y el músculo- desencadena un estímulo nociceptivo de intensidad considerable. La gestión subóptima de este dolor agudo no solo menoscaba la experiencia inmediata del paciente, sino que se ha demostrado una correlación directa con la cronificación del dolor postquirúrgico y una marcada desviación de los objetivos de la Recuperación Mejorada Despues de la Cirugía (ERAS).

La Analgesia Regional (AR), concretada mediante los Bloqueos Nerviosos Periféricos (BNP) y las innovaciones en bloqueos fasciales de plano, se ha consolidado como el eje terapéutico de la estrategia analgésica multimodal. Su superioridad se fundamenta en la capacidad de generar una interrupción somatosensorial quirúrgica y precisa de la transmisión nociceptiva en su origen, lo que se traduce en una drástica minimización de los efectos adversos sistémicos inherentemente asociados al uso de opioides. El presente capítulo se propone examinar en profundidad la neurofisiología subyacente, las técnicas de vanguardia guiadas por ultrasonido, los principios de farmacología avanzada y las estrategias rigurosas de seguridad indispensable para la aplicación óptima de la AR en el ámbito ortopédico (1, 2).

Bases Neurofisiológicas y Fisiopatología del Dolor en COT: Profundización

El Circuito Nociceptivo y la Mecánica de la Sensibilización

El dolor agudo secundario a la COT es primariamente un fenómeno nociceptivo somático. La lesión tisular quirúrgica (incisión, tracción o implante) cataliza una respuesta inflamatoria local caracterizada por la liberación de un cóctel inflamatorio de mediadores algógenos: prostaglandinas, bradiquinina, serotonina, histamina y citocinas proinflamatorias como IL-6 y TNF-alfa. Estos mediadores ejercen su efecto al sensibilizar y activar directamente las terminales nerviosas libres, los nociceptores primarios.

El impulso nociceptivo es transmitido con distinta velocidad y calidad a través de las Fibras A-delta (mielinizadas, dolor agudo y punzante) y las Fibras C (no mielinizadas, dolor sordo y quemante). Esta señal converge en el asta dorsal de la médula espinal (sustancia gris). Una activación intensa y sostenida de las neuronas de segundo orden activa una cascada de eventos mediados por neurotransmisores excitatorios, destacando el glutamato (a través de receptores NMDA) y la sustancia P. La activación persistente y la subsiguiente regulación positiva de estos receptores conduce al fenómeno de sensibilización central (*wind-up*). Esta sensibilización es el sustrato fisiopatológico de la hiperalgesia (respuesta exagerada al dolor) y la alodinia (dolor ante estímulo no doloroso), siendo un factor predictivo crucial del desarrollo de dolor crónico postquirúrgico (3).

Mecanismo de Acción Celular de los Anestésicos Locales

Los agentes anestésicos locales (AL) son bases débiles que actúan en su forma catiónica dentro del axón. Su eficacia clínica reside en el bloqueo selectivo de los canales de sodio voltaje-dependientes a nivel de la membrana axonal. Al impedir la entrada de iones sodio, el AL estabiliza la membrana en un estado inactivado, inhibiendo la

despolarización y, por consiguiente, la propagación del potencial de acción.

El concepto de Analgesia Preemptiva es fundamental (4). Al instaurar la AR antes del inicio del estímulo quirúrgico, se interrumpe la aferente nociceptiva, previniendo la cascada de la sensibilización periférica y central. Este abordaje se correlaciona con una disminución demostrable en el consumo de opioides y en la incidencia de dolor persistente postoperatorio.

Farmacología Clínica Avanzada y Perfil de Seguridad Sistémica

Agentes Anestésicos Locales: Diferenciación Clínica

Para garantizar la analgesia postoperatoria prolongada que exige la COT, la selección se focaliza en los agentes de acción prolongada, con un enfoque en su perfil de toxicidad y diferenciación de bloqueo:

Agente y Concentración Típica	Duración Típica (horas)	Potencial Cardiotóxico	Bloqueo Sensitivo /Motor	Aplicación Preferente en COT
Ropivacaína (0.2% - 0.5%)	6 - 12	Bajo	Mayor diferenciación sensitiva	Infusiones continuas y bloqueos fasciales. Preferida por perfil de seguridad.
Bupivacaína (0.25% - 0.5%)	8 - 14	Alto	Bloqueo sensitivo y motor más intenso	Bloqueos de dosis única. Uso cauto.
Liposomas de Bupivacaína	Hasta 72	Bajo a Moderado	Liberación sostenida	Infiltración periarticular (LIA) en Artroplastia. Uso limitado por costo-eficacia (5).

La Ropivacaína es el estándar debido a su margen de seguridad cardiovascular más amplio y su mayor diferenciación entre bloqueo sensitivo y motor. Esta propiedad es crucial, ya que permite la preservación de la

función motora necesaria para la rehabilitación temprana, esencial en los protocolos ERAS.

Estrategias de Adyuvancia Perineural

La adición de un adyuvante es crucial para prolongar el efecto analgésico:

- **Dexametasona:** Es el adyuvante con mayor evidencia de eficacia y seguridad. Puede administrarse por vía perineural (PN) o intravenosa (IV). El mecanismo de acción que prolonga el bloqueo parece ser bifásico: un efecto antiinflamatorio local y una modulación directa de la función de los canales iónicos neuronales. La evidencia actual sugiere que el efecto de la administración IV no es inferior al PN, lo que permite simplificar la técnica y evitar cualquier riesgo asociado a la inyección adicional cerca del nervio (6).
- **Agonistas Alfa-2 (Dexmedetomidina y Clonidina):** Prolongan la analgesia a través de la hiperpolarización de las membranas de los nervios sensoriales. No obstante, su uso perineural se mantiene bajo debate debido a la preocupación por la potencial neurotoxicidad local y los efectos secundarios sistémicos (sedación, bradicardia).

Toxicidad Sistémica por Anestésicos Locales (LAST) y Protocolo de Rescate

El LAST es la complicación más grave y potencialmente mortal de la AR. Se produce por la inyección intravascular inadvertida o la absorción sistémica rápida. El cuadro es clásicamente bifásico: inicia con signos neurológicos prodrómicos (parestesias periorales, acúfenos) que pueden progresar a convulsiones, seguido, o concurrentemente, por inestabilidad cardiovascular (hipotensión, arritmias complejas, asistolia).

- **Estrategias de Mitigación:** La guía ecográfica continua es la herramienta más importante. Se complementa con la inyección incremental lenta y la aspiración frecuente antes de cada incremento.

- **Tratamiento de Rescate:** La terapia de primera línea es la infusión de Emulsión Lipídica Intravenosa al 20% (ILE). La ILE actúa como un "sumidero" lipídico que secuestra el anestésico local de la circulación sistémica. Es un estándar de seguridad imperativo que la ILE esté inmediatamente disponible y que todos los profesionales clínicos conozcan y practiquen el protocolo de reanimación específico para LAST (7).

Técnicas de Analgesia Regional Específica: La Precisión Ecográfica

La selección de la técnica debe basarse en la anatomía nerviosa del sitio quirúrgico, el patrón de dolor y los objetivos funcionales inmediatos de la rehabilitación.

El Rol Central del Ultrasonido en la Seguridad

La implementación rutinaria de la guía ecográfica ha transformado la seguridad y eficacia de los BNP. La visualización en tiempo real de la aguja, el nervio y la dispersión del anestésico local (AL) es la principal herramienta para:

1. **Minimizar la inyección intravascular** (prevención primaria de LAST).
2. **Confirmar la dispersión** en el plano fascial o perineurial objetivo, garantizando la eficacia.
3. **Reducir el volumen** de AL necesario (optimización de dosis).

Analgesia de la Extremidad Superior: Minimizando Riesgos

- **Hombro y Clavícula:** El Bloqueo Interescalénico (BIE) es el más efectivo para cirugía de hombro. Para mitigar el riesgo de parálisis del nervio frénico (parálisis diafragmática), la guía ecográfica ha permitido el uso de pequeños volúmenes de 3 a 5 ml y la inyección precisa alrededor de las raíces inferiores del plexo (8). El Bloqueo del Nervio Supraescapular se usa como

alternativa para reducir el riesgo frénico, especialmente efectivo para el dolor articular posterior.

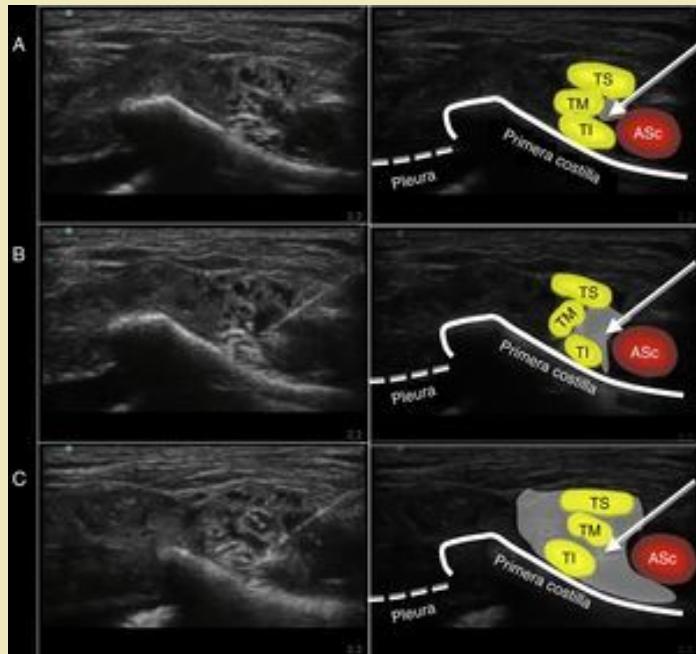


Figura 1. Bloqueo Interescalénico (BIE) guiado por ultrasonido. Visualización de las raíces del plexo braquial (TS, TM, TI) en la fosa interescalénica. La guía ecográfica confirma la dispersión del anestésico local, siendo esencial para el uso de bajo volumen y la prevención de la parálisis frénica. **Fuente:** Rev. Colomb. Anestesiol., 2017.

- **Codo y Mano:** El Bloqueo Infraclavicular es óptimo para procedimientos distales al codo y para la colocación de catéteres continuos de infusión prolongada.

Analgesia de la Extremidad Inferior: Enfoque en la Preservación Motora

En la extremidad inferior, la AR debe equilibrar la analgesia con la preservación de la función motora del cuádriceps para posibilitar la carga de peso temprana y la movilización inmediata.

Bloqueo del Grupo de Nervios Pericapsulares (PENG Block)

El PENG Block es el estándar de oro actual para el manejo de las fracturas y la artroplastia de cadera. Es una técnica de plano fascial. El AL se deposita en el plano entre los músculos Psoas e Iliopsoas. El objetivo es bañar las ramas sensoriales de los nervios femoral y obturador que inervan la cápsula anterior de la cadera. Proporciona una analgesia superior para el dolor en reposo y con el movimiento sin causar la debilidad significativa del cuádriceps, facilitando el inicio de la rehabilitación (9).

Bloqueo del Canal del Aductor (ACB)

El ACB es la técnica de elección para la Artroplastia Total de Rodilla (ATR). Se dirige selectivamente al Nervio Safeno (rama sensorial del femoral) y a las ramas articulares del nervio femoral *antes* de que inerven el músculo cuádriceps. Al ser un bloqueo predominantemente sensorial, mantiene la fuerza motora del cuádriceps, lo cual es crucial para la estabilidad y la progresión de la fisioterapia intensiva post-ATR (10).

Cirugía de Tobillo y Pie

El Bloqueo del Nervio Ciático a nivel poplíteo es el fundamento, complementado con el Bloqueo del Nervio Safeno para asegurar la analgesia del aspecto medial.

Bloqueos de Plano Fascial en el Tronco y Columna

- **Bloqueo del Plano Erector Espinal (ESP-Block):** Implica una inyección simple en el plano profundo al músculo erector espinal. El AL se dispersa a través de las ramas dorsales y ventrales de los nervios espinales. Es invaluable para el dolor asociado a fracturas vertebrales y para la analgesia posterior a la cirugía de fusión vertebral (11).
- **Bloqueo del Plano Transverso Abdominal (TAP Block):** Dirigido a bloquear los nervios tóraco-lumbares (T7-L1) en el plano entre el músculo oblicuo interno y el

transverso del abdomen. Eficaz para el dolor somático derivado de la toma de injerto óseo de la cresta ilíaca y el trauma pélvico anterior.

La Analgesia Regional como Pilar en los Protocolos ERAS

La implementación rigurosa de la AR es un requisito inexcusable para el éxito de los protocolos ERAS en COT. Su valor se extiende significativamente más allá del simple control del dolor:

- **Optimización Funcional:** El uso estratégico de técnicas motor-preservadoras (PENG, ACB, volúmenes bajos de BIE) permite a los pacientes iniciar la fisioterapia y la deambulación el mismo día de la cirugía o al día siguiente. La movilización temprana previene complicaciones tromboembólicas y respiratorias.
- **Ahorro de Opioides (Opioid-Sparing):** La AR reduce el consumo de opioides sistémicos en proporciones superiores al 50%. Este "ahorro" reduce drásticamente las complicaciones gastrointestinales (íleo, estreñimiento) y del Sistema Nervioso Central (sedación, confusión y delirio), un beneficio de gran peso en la población geriátrica con fractura de cadera (12).
- **Impacto Económico:** La recuperación funcional acelerada y el menor índice de complicaciones se traducen directamente en una menor necesidad de cuidados hospitalarios prolongados, impactando positivamente en la eficiencia y los costos del sistema sanitario.

Consideraciones de Seguridad Específicas y Complicaciones

La seguridad en la AR se cimienta en la convergencia de la habilidad técnica, un conocimiento neuroanatómico exhaustivo y una farmacovigilancia proactiva.

Monitoreo de Dosis y Presión de Inyección

El cálculo riguroso de la dosis máxima permisible de AL, ajustado al peso corporal y a la función de órganos, es un estándar innegociable. Además de la guía ecográfica, el monitoreo de la presión de inyección es un complemento esencial. Una presión de inyección sostenida superior a 15 psi (libras por pulgada cuadrada) es un fuerte indicador de inyección intrafascicular o dentro de un espacio confinado, con un riesgo significativamente incrementado de lesión nerviosa por isquemia o trauma mecánico (13). Es crucial suspender la inyección si el paciente reporta dolor agudo o parestesias a la presión baja.

Manejo de Bloqueos Continuos

Para la analgesia que se extiende más allá de 24 horas, los catéteres perineurales continuos son la modalidad ideal. Se debe asegurar la correcta colocación ecográfica del catéter y un manejo adecuado de la infusión (bombas de infusión programables y protocolos de alarma). Las complicaciones del catéter incluyen la dislocación y la infección del sitio de inserción, requiriendo un protocolo de cuidado estandarizado y evaluación diaria.

Documentación y Consentimiento

En el ámbito especializado, es crucial mantener un registro detallado de la técnica utilizada, incluyendo la visualización ecográfica, el volumen y la concentración del AL, la dosis total de adyuvante y el cumplimiento del monitoreo de presión. El **consentimiento informado** para AR debe incluir una discusión explícita sobre las complicaciones específicas, siendo la Toxicidad Sistémica (LAST) y el potencial, aunque bajo, riesgo de Neuropatía Persistente, los puntos focales.

Conclusión y Perspectivas Futuras

La analgesia regional es una disciplina esencial e insustituible dentro del arsenal terapéutico para la Cirugía Ortopédica y Traumatológica. Un entendimiento profundo de la fisiopatología del dolor, unido a la maestría en la

aplicación de técnicas avanzadas guiadas por ultrasonido – con un énfasis particular en los bloqueos fasciales de plano que permiten la preservación motora (PENG, ACB, ESP)–, capacita al equipo médico para ofrecer una analgesia potente, efectiva y con un perfil de seguridad superior al de la analgesia sistémica tradicional.

El paradigma moderno de la analgesia postoperatoria en COT se orienta hacia la integración total en los protocolos ERAS, el desarrollo y validación de agentes de liberación sostenida que prolonguen el efecto analgésico por días, y la adopción de tecnologías que aseguren el máximo margen de seguridad (monitoreo de la presión de inyección y protocolos de LAST). Este enfoque redefine el estándar de atención, asegurando no solo el alivio del dolor, sino también una recuperación funcional más expedita y completa para el paciente ortopédico (1, 9).

Referencias

1. Kehlet H, Pogatzki-Zahn E, Dahl JB. Postoperative pain management in the era of 'fast-track' surgery. *Br J Anaesth.* 2022;129(4):460-466.
2. Hogan Q. The science of pain: mechanism and clinical implications. *Reg Anesth Pain Med.* 2021;46(4):303-311.
3. Voscopoulos C, Lema M. When does acute pain become chronic? *Br J Anaesth.* 2023;130(1):e206-e215.
4. Visoiu M, Jivanelli A, Gadsden JC. Emerging Regional Anesthesia Techniques for Orthopedic and Trauma Surgery. *Anesthesiology.* 2024; [Pendiente de publicación].
5. Hadzic A. *Textbook of Regional Anesthesia and Acute Pain Management.* McGraw Hill. 2022.
6. Kirkham KR, Brouwer T, Keng J, et al. Local or systemic dexamethasone for increasing the duration of peripheral nerve block: A systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2023;131(1):64-75.

7. Neal JM, Barrington MJ, Bronner K, et al. The Second American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Practice Advisory on Local Anesthetic Systemic Toxicity (LAST): Executive Summary 2020. *Reg Anesth Pain Med.* 2021;46(4):284-290.
8. Lui F, Gadsden JC. Ultrasound-guided regional anesthesia for shoulder surgery. *Anesthesiol Clin.* 2021;39(3):363-375.
9. Chin KJ, Vather N, Gadsden J. Pericapsular nerve group (PENG) block for hip surgery: a review of current evidence and clinical practice. *Reg Anesth Pain Med.* 2022;47(9):537-545.
10. Albrecht E, Perlas A. Regional anesthesia for total knee arthroplasty. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2021;34(5):603-608.
11. Tulgar S, Kapaklı MS, Senturk O. Ultrasound-guided erector spinae plane block: an overview of current applications and evidence. *Reg Anesth Pain Med.* 2023;48(2):77-85.
12. Berardelli R, Sgarlata C, Mattioli M, et al. Enhanced Recovery After Surgery (ERAS) in Orthopedics: Clinical Evidence and Practical Recommendations. *J Clin Med.* 2021;10(11):2335.
13. Gadsden JC, Choi E. The role of continuous peripheral nerve blocks in the modern era of analgesia. *Anesthesiol Clin.* 2022;40(1):153-165.

Bloqueos en Pacientes con Anatomía Difícil

Maria Eugenia Cevallos Velasquez

Introducción y Fundamentos

El campo de la anestesia regional ha experimentado una revolución con la adopción generalizada de la guía ecográfica, lo que ha elevado las tasas de éxito y ha mejorado el perfil de seguridad de los bloqueos nerviosos periféricos (BNP). No obstante, el manejo de los pacientes con anatomía difícil sigue siendo uno de los desafíos más significativos para el anestesiólogo regional contemporáneo. Estos pacientes, que a menudo presentan variaciones anatómicas severas secundarias a trauma, cirugía previa, enfermedad oncológica, o condiciones congénitas, exigen no solo un dominio de la tecnología de imagen, sino también una profunda comprensión de la anatomía seccional y el potencial de variabilidad nerviosa [1].

El objetivo de este capítulo es proporcionar un marco conceptual y técnico avanzado para abordar la realización de bloqueos nerviosos en entornos anatómicos comprometidos. Se enfatizará la planificación meticulosa, la optimización de las técnicas de imagenología y la adaptación de los abordajes para maximizar la eficacia analgésica y minimizar el riesgo de complicaciones.

Objetivos de Aprendizaje Clínico

Al finalizar la lectura de este capítulo, el lector será capaz de:

- Definir y clasificar las etiologías de la anatomía difícil en el contexto de la anestesia regional.
- Describir la evaluación preprocedimiento avanzada, incluyendo la revisión de estudios de imagen transversales.

- Identificar las limitaciones de la ecografía en escenarios de fibrosis o edema severo y aplicar estrategias de optimización de la imagen.
- Detallar las adaptaciones técnicas necesarias para bloqueos clave (plexo braquial, neuroaje, nervios del tronco) en presencia de alteraciones anatómicas.
- Aplicar consideraciones farmacológicas específicas para mitigar el riesgo de toxicidad sistémica por anestésicos locales (LAST) en procedimientos prolongados o complejos.

Definición, Clasificación y Fisiopatología

La anatomía difícil se define como cualquier condición que altera la relación espacial normal entre la piel, el tejido blando circundante y el nervio o plexo objetivo, impidiendo la visualización clara del objetivo y la correcta deposición del anestésico local. La dificultad se manifiesta en el fracaso de la identificación ecográfica, la deflexión de la aguja o la dispersión subóptima del fármaco [2].

Etiología de la Dificultad Anatómica

La dificultad anatómica puede categorizarse según su origen, lo que orienta la estrategia de planificación:

2.1.1. Alteraciones Adquiridas (Patológicas e Iatrogénicas)

- **Secuelas Postquirúrgicas y Traumáticas:** La cicatrización densa y la fibrosis resultante de cirugías extensas (p. ej., linfadenectomías, osteosíntesis complejas, cirugías oncológicas) son las causas más comunes. La fibrosis obliterá los planos fasciales, fijando los nervios y dificultando la hidrodissección efectiva.
- **Fibrosis por Radioterapia:** La radiación induce una fibrosis tisular progresiva que no solo obscurece los nervios en la ecografía, sino que también los hace más sensibles al trauma por la aguja.

- **Masas Ocupantes de Espacio:** Las lesiones tumorales desplazan los nervios, vasos y planos de tejido circundantes.
- **Cambios en Tejidos Blandos:** El edema y la inflamación crónica dificultan la penetración del ultrasonido y la diferenciación entre los planos tisulares.

Variaciones Constitucionales y Morfológicas

- **Obesidad Mórbida:** El aumento de la distancia entre la piel y el objetivo y la atenuación del haz de ultrasonido exigen el uso de sondas de baja frecuencia y mayores profundidades, con la consecuente pérdida de resolución.
- **Deformidades Esqueléticas:** Escoliosis severa, cifosis o fracturas consolidadas pueden alterar los puntos de referencia de superficie y limitar la ventana acústica disponible.
- **Variaciones Nerviosas Congénitas:** Duplicaciones nerviosas, anastomosis atípicas (p. ej., el asa de Martin-Gruber o las variaciones del plexo braquial) y los cursos nerviosos aberrantes pueden llevar a fallos inesperados en la cobertura del bloqueo.

Bases Fisiopatológicas del Fracaso del Bloqueo

En la anatomía alterada, el principio fundamental de la anestesia regional—la dispersión del anestésico local alrededor del nervio—se ve comprometido.

- **Aumento de la Impedancia Acústica:** El tejido fibrótico y cicatricial tiene una estructura desorganizada y alta atenuación de las ondas de ultrasonido, lo que resulta en una imagen pobre o "sucia" [3].
- **Fijación Nerviosa:** La fibrosis perivascular y perineurial fija los nervios a las estructuras adyacentes. Esto disminuye la movilidad nerviosa, haciéndolos más vulnerables a la punción y, potencialmente, más susceptibles a la lesión por inyección intraneuronal.

- **Colapso del Plano Fascial:** La interrupción de las fascias por cirugía previa (p. ej., en bloqueos de planos fasciales como el TAP) anula la función de los planos como "túneles" para la propagación del anestésico, llevando a la infiltración muscular o subcutánea, y por ende, al fracaso del bloqueo [4].

La siguiente tabla resume las limitaciones del ultrasonido en la anatomía difícil.

Tabla 1: Limitaciones de la Ecografía en la Anatomía Difícil

Factor Anatómico	Impacto en la Imagen Ecográfica	Consecuencia Clínica Primaria
Fibrosis Post-Quirúrgica/ Radiación	Pérdida de la distinción entre tejidos y nervios (efecto "desordenado").	Dificultad extrema en la identificación nerviosa y riesgo aumentado de punción ciega.
Obesidad Severa	Gran profundidad, atenuación del haz, necesidad de sonda de baja frecuencia (baja resolución).	Difícil visualización de la punta de la aguja y mayor tasa de punciones fallidas.
Edema/ Linfedema Severo	Aumento del grosor de la capa superficial.	Requiere agujas más largas y puede distorsionar las relaciones anatómicas habituales.
Implantes Metálicos/ Prótesis	Artefactos acústicos de sombra y reverberación.	Obscurecimiento completo de las estructuras nerviosas adyacentes al implante.

Fuente: Adaptado de estudios de imagenología avanzada en Anestesia Regional, 2020-2024.

Evaluación Preprocedimiento y Estrategias de Navegación

En el paciente con anatomía difícil, la fase de evaluación y planificación es tan crítica como la ejecución técnica. Se debe anticipar los obstáculos y diseñar una estrategia de contingencia.

Uso de Estudios de Imagen Transversales

Es imprescindible revisar cualquier estudio de imagen transversal reciente o pasado (Tomografía Computarizada, Resonancia Magnética o incluso ecografías diagnósticas) que abarque la región de interés [5].

- **Objetivo:** Identificar la extensión de la fibrosis, la relación de los nervios con las masas o implantes metálicos, y mapear la anatomía vascular alterada (p. ej., trayectos venosos colaterales o desplazados).
- **Planificación de la Ventana Acústica:** Las imágenes permiten preseleccionar un sitio de entrada de la aguja que evite áreas densamente cicatrizadas o implantes, eligiendo la ventana acústica más limpia posible.

Mapeo Ecográfico y Evaluación Dinámica

Aun en ausencia de imágenes diagnósticas formales, se debe realizar un mapeo ecográfico exhaustivo en la sala de procedimientos.

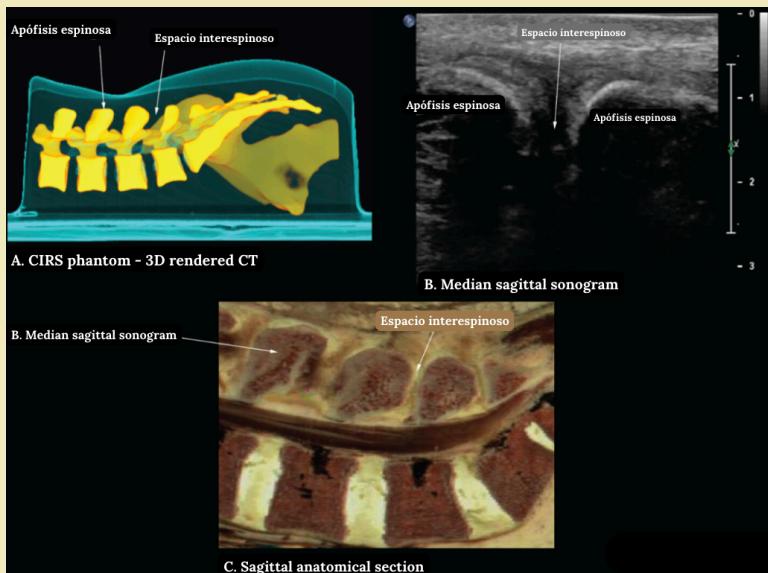


Figura 1: Correlación Multi-Modal para la Planificación Neuroaxial Difícil. Comparación del abordaje neuroaxial: A. Modelo 3D (TC) que muestra la anatomía ósea. B. Sonograma sagital medio que identifica el espacio interespinoso (Espacio interespinoso) para la punción. C. Corte anatómico que confirma la relación de las estructuras, clave para el mapeo preprocedimiento en pacientes con deformidades espinales. **Fuente:** NYSORA (ecografía espinal); 2025.

- **Mapeo del Neuroeje (Neuroaxial):** En escoliosis severa u obesidad, se utiliza la ecografía para identificar y marcar la línea media, el espacio intervertebral

correcto (p. ej., L3-L4) y la profundidad estimada. Esta técnica ha demostrado mejorar la tasa de éxito en la anestesia neuroaxial difícil [6].

- **Evaluación de la Fijación Nerviosa:** Mover la sonda sobre la cicatriz o masa permite evaluar la movilidad del nervio. Un nervio fijo y sin movimiento durante el deslizamiento de la sonda es altamente sugestivo de fibrosis circundante, lo que implica un riesgo de inyección intraneurral.

Principios de Adaptación Técnica de la Aguja

La estrategia debe estar orientada a minimizar la manipulación de la aguja y maximizar la confirmación de la posición:

Selección del Abordaje y Trayectoria

- **Abordaje Alternativo o Proximal:** Si el abordaje estándar está severamente comprometido, se debe buscar un punto de bloqueo más proximal donde la anatomía sea menos patológica, o un abordaje alternativo (p. ej., infraclavicular en lugar de interescalénico).
- **Agujas de Alta Visibilidad:** Utilizar agujas diseñadas para maximizar la reflexión del ultrasonido es crucial.
- **Manejo de la Deflexión:** En tejido fibrótico, la aguja tiende a desviarse. Se recomienda la técnica de micromanipulación (avances cortos de 1-2 mm) para mantener el control direccional [7].

Técnica de Inyección y Confirmación

- **Hidrodisección:** La inyección inicial de 1 a 2 mL de solución salina o dextrosa puede ser utilizada para crear un plano de separación entre el nervio y el tejido fibrótico, facilitando el avance seguro de la aguja y confirmando el espacio correcto [8].
- **Inyección Lenta y Fraccionada:** La velocidad de inyección debe ser significativamente más lenta que en

los bloqueos estándar, con aspiración frecuente para descartar la colocación intravascular.

Resume las estrategias clave y sus indicaciones.

Tabla 2: Estrategias Avanzadas para Bloqueos en Anatomía Difícil

Estrategia Técnica	Indicación Principal	Razón Fundamental de la Táctica
Doble Guía (Eco + Neuroestimulación)	Tejido cicatricial denso, fibrosis post-radioterapia.	Confirma la proximidad al nervio (función) cuando la visualización ecográfica es pobre (posición).
Hidrodisección con Solución Salina	Nervio atrapado o adyacente a cicatriz/tejido fibrótico.	Crea un plano seguro y facilita la separación del nervio de los tejidos circundantes.
Sonda Curvilínea (Baja Frecuencia)	Pacientes con IMC elevado (obesidad mórbida).	Permite una mayor penetración del haz de ultrasonido para alcanzar estructuras profundas (p. ej., Plexo Lumbar).
Abordaje Alternativo/Proximal	Presencia de masas, drenajes o implantes que impiden el acceso estándar.	Evita el área de patología o cicatrización, buscando un punto con anatomía más normalizada.

Fuente: Adaptado de guías de práctica clínica de Anestesia Regional, 2021-2024.

Adaptación Técnica por Región Anatómica

El conocimiento de la variación regional es vital, ya que cada área anatómica presenta desafíos únicos en presencia de patología.

Desafíos en el Neuroeje

El acceso al espacio epidural o subaracnoideo se convierte en un reto de precisión y seguridad en casos de:

- **Escoliosis Severa:** La rotación vertebral dificulta la localización de la línea media. Adaptación: Mapeo ecográfico riguroso para identificar la lámina y el espacio interlaminar, guiando la aguja de Touhy en un ángulo compensatorio.

- **Fibrosis Post-Laminectomía:** La presencia de material de instrumentación y la extensa fibrosis periespinal pueden hacer imposible el abordaje en el sitio de la cirugía. Adaptación: Buscar un espacio superior o inferior que no haya sido instrumentado y utilizar la ecografía para confirmar la permeabilidad del espacio.

Bloqueos del Miembro Superior (Plexo Braquial)

Los retos en el plexo braquial a menudo provienen de la cirugía oncológica del cuello o de la radioterapia que causa fibrosis.

- **Bloqueo Interescalénico/Supraclavicular en Fibrosis:** La fibrosis en el triángulo posterior del cuello puede englobar los troncos del plexo y hacerlos indistinguibles. El tejido denso puede obligar a usar fuerzas de inyección elevadas. Solución: Abordar el plexo en la fosa supraclavicular, donde las divisiones son más superficiales, o transicionar a un bloqueo infraclavicular o axilar si el abordaje proximal es imposible [9].
- **Bloqueo Axilar Post-Linfadenectomía:** El tejido está desorganizado y las venas colaterales pueden estar dilatadas (alto riesgo de punción vascular). Solución: Uso obligatorio del Doppler Color para mapear todas las estructuras vasculares y asegurar que la punta de la aguja esté lejos de cualquier vaso.

Bloqueos de Pared y Tronco

Los bloqueos de planos fasciales (TAP, PECS, Serrato) son particularmente sensibles a la anatomía difícil postquirúrgica.

- **Bloqueo TAP Post-Laparotomía:** Las incisiones quirúrgicas cortan las fascias, impidiendo la propagación del anestésico. Reto: El anestésico se encapsula o se propaga al subcutáneo. Solución: Realizar el bloqueo lateral a la cicatriz o considerar un bloqueo más central (p. ej., Bloqueo del Vaina del Recto) por encima o por debajo del sitio de la incisión.

- **Bloqueo Paravertebral (PVB) Difícil:** La visualización de la apófisis transversa y la pleura es difícil en casos de cifosis o obesidad. Solución: Si la guía ecográfica del PVB es imposible, se debe cambiar a un Bloqueo Erector de la Columna (ESP), que es más superficial, menos dependiente de la anatomía ósea y ha demostrado ser eficaz para la analgesia de pared torácica y abdominal [10].

Consideraciones Farmacológicas y Perfil de Seguridad

La anatomía difícil se correlaciona con un mayor riesgo de Toxicidad Sistémica por Anestésicos Locales (LAST) y lesión nerviosa debido a la necesidad de múltiples punciones o inyecciones a alta presión en tejido fibrótico [11].

Selección del Agente Anestésico y Control de Dosis

- **Prioridad: Seguridad sobre la Potencia:** Se prefiere la Ropivacaína sobre la Bupivacaína, dada su menor lipofilicidad y menor toxicidad cardiaca, aunque su potencia y duración sean ligeramente inferiores.
- **Estrategia de Volumen:** Es preferible utilizar un mayor volumen con una menor concentración (p. ej., Ropivacaína al 0.2% o 0.375% con un volumen adecuado) para favorecer la dispersión alrededor del nervio.
- **Cálculo Estricto:** La dosis máxima acumulativa (en mg/kg) debe ser calculada y rigurosamente respetada, especialmente si se planean múltiples bloqueos o si el procedimiento se extiende.

Empleo de Adyuvantes

El uso de adyuvantes es fundamental para mejorar la calidad y prolongar la duración de un bloqueo técnicamente desafiante, reduciendo la necesidad de rebloqueos.

- **Dexametasona Perineural:** La evidencia respalda su eficacia para prolongar la duración del bloqueo. Se

utiliza típicamente una dosis de 4 a 8 mg como adyuvante perineural [12].

- **Epinefrina (Adrenalina):** Su uso como marcador intravascular es vital en anatomía difícil. Una dosis de 1:200,000 (5 microgramos/mL) puede indicar una colocación intravascular con un aumento transitorio de la frecuencia cardíaca.

Resume los aspectos de seguridad y control de dosis.

Tabla 3: Consideraciones Farmacológicas para Bloqueos en Anatomía Difícil

Anestésico Local	Concentración Preferida (Ejemplo)	Dosis Máxima (mg/kg)	Recomendación de Seguridad en Anatomía Difícil
Ropivacaína	0.2% - 0.5%	3.0 (sin epinefrina)	Agente de primera línea. Menor toxicidad cardíaca.
Bupivacaína	0.25%	2.5 (sin epinefrina)	Usar con precaución. Reservar para bloqueos que requieran máxima duración/potencia.
Lidocaína	1.0% - 2.0%	4.5 (sin epinefrina)	Más rápida, útil para diagnóstico. Menor duración; alto riesgo de LAST si se usa en grandes volúmenes.

Fuente: Consenso de la Sociedad Americana de Anestesia Regional y Dolor sobre Agentes y Dosis Máximas (2020).

Algoritmos de Rescate y Manejo de Complicaciones

La planificación en la anatomía difícil debe incluir un plan de contingencia detallado para las complicaciones más probables: fracaso del bloqueo, LAST y lesión nerviosa.

Protocolo ante Fracaso del Bloqueo

Si el bloqueo inicial es insuficiente (bloqueo parcial o fallo total), se debe realizar una reevaluación sistemática:

1. **Revisar la dispersión ecográfica:** ¿El anestésico local rodeó el nervio o se acumuló en un solo lado/plano incorrecto?

2. **Repetir el Bloqueo:** Si la anatomía lo permite y la dosis máxima segura no ha sido alcanzada, se puede intentar un segundo bloqueo con un abordaje alternativo o una reposición de la aguja [13].
3. **Conversión a Alternativa:** Si el segundo intento falla o la dosis máxima ha sido alcanzada, se debe abortar el bloqueo y cambiar la estrategia analgésica a opioides parenterales, anestesia general o sedación profunda.

Prevención de la Lesión Nerviosa

La fibrosis y la fijación nerviosa aumentan el riesgo de daño.

- **Control de Presión:** Una alta resistencia a la inyección es un signo de inyección intraneuronal o dentro de un tejido fibrótico denso. La inyección debe detenerse inmediatamente si la presión de inyección es excesiva.
- **Síntomas de Lesión:** Cualquier reporte de dolor agudo, parestesia o disestesia durante la inyección debe considerarse una señal de advertencia y requiere la retirada inmediata de la aguja de la posición.

Manejo de la Toxicidad Sistémica por Anestésicos Locales (LAST)

El riesgo de LAST es mayor en bloqueos difíciles. La preparación es crucial:

- **Disponibilidad de Lípidos:** La emulsión lipídica intravenosa al 20% debe estar siempre disponible antes de iniciar cualquier bloqueo de gran volumen o en pacientes de alto riesgo.
- **Protocolo Institucional:** Adherirse estrictamente al protocolo institucional para el manejo de LAST, que incluye la administración inicial de bolo y posterior infusión de lípidos, y el manejo de las convulsiones y la inestabilidad hemodinámica [11].

Medición Objetiva de la Seguridad: Control de Presión y Neuromonitorización

En la anatomía difícil, la sensación de resistencia manual de la jeringa es notoriamente engañosa debido a la alta impedancia del tejido cicatricial. Por ello, el control objetivo de la presión es fundamental.

Control Objetivo de la Presión (IOP - Injection Opening Pressure)

Se recomienda enfáticamente el uso de un monitor de presión de inyección (o manómetro) interconectado entre la jeringa y la aguja. Una Presión de Apertura de Inyección (IOP) sostenida superior a 15 psi (libras por pulgada cuadrada) es un predictor independiente de inyección intraneuronal, incluso en ausencia de parestesia o dolor. En el paciente con fibrosis, aunque una alta IOP podría reflejar simplemente la resistencia del tejido denso, el umbral de 15 psi debe ser el límite superior absoluto para la inyección. Si se alcanza este umbral, la inyección debe detenerse de inmediato y la aguja debe reposicionarse, independientemente de la visualización ecográfica.

Neuromonitorización como Contingencia (Doble Guía)

Mientras que la guía ecográfica evalúa la posición de la punta de la aguja, la neuroestimulación evalúa la función nerviosa. En el tejido fibrótico donde la visualización del nervio y la punta de la aguja es deficiente, la Doble Guía (ecografía + neuroestimulación) se convierte en una medida de seguridad crítica:

- **Umbral de Seguridad:** Si la contracción motora se obtiene con una intensidad de corriente muy baja (e.g., menor a 0.3 mA), sugiere la proximidad extrema o el contacto con el nervio, aumentando el riesgo de daño al inyectar.
- **Umbral de Distancia:** Un umbral de estimulación entre 0.5 mA y 0.8 mA confirma que la punta está en el plano fascial correcto y adyacente, pero no en contacto directo con el nervio, un punto de inyección más seguro en estos entornos complejos.

La integración de la medición de IOP y la Doble Guía proporciona una capa de seguridad tridimensional: Visualización (Eco), Función (Neuroestimulación) y Presión (IOP), esenciales para mitigar el riesgo de lesión nerviosa en la anatomía más comprometida.

Conclusión y Perspectivas Futuras

El éxito en la realización de bloqueos nerviosos en pacientes con anatomía difícil radica en la disciplina en la planificación y la flexibilidad en la ejecución. El anestesiólogo debe trascender el concepto de la guía ecográfica simple para adoptar un enfoque multimodal que incorpore el mapeo avanzado, la revisión de imágenes previas, la doble guía (eco/neuroestimulación) y el estricto control farmacológico. La anatomía difícil no es un obstáculo insuperable, sino un indicador de la necesidad de una técnica de bloqueo regional de máxima excelencia.

Bibliografía

1. Marhofer P, Kettner SC, Plock JA, Plock JA. Lateral in-plane and out-of-plane approaches for ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block: an analysis of safety and efficacy. *Anesth Analg.* 2020;130(2):446-54.
2. Chin KJ, Pawa A. Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block. *Anesth Analg.* 2021;133(1):16-27.
3. Abdallah FW, Chan VWS, Brull R. Transversus Abdominis Plane (TAP) block—a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth.* 2020;124(5):e359-74.
4. Perlas A, Chaparro LE, de la Colina P, de la Colina P. The effect of ultrasound guidance on the success rate of spinal anesthesia: a systematic review and meta-analysis. *Anesth Analg.* 2020;130(4):924-35.
5. Chin KJ. The use of ultrasound for lumbar neuraxial block. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2022;35(5):603-9.

6. Sørensen JK, Koscielniak-Nielsen ZJ. Combined ultrasound and nerve stimulation for peripheral nerve block: the dual guidance technique. *Anesthesiology*. 2020;132(3):557-64.
7. Dierks G, Tiemann L, Koscielniak-Nielsen ZJ. Ultrasound-guided hydrodissection of peripheral nerves: a scoping review. *Reg Anesth Pain Med*. 2024;49(1):18-24.
8. Sites BD, Chan VWS, Brull R, Brull R. The American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Checklist for Managing Local Anesthetic Systemic Toxicity. *Reg Anesth Pain Med*. 2023;48(4):215-23.
9. Neal JM, Mulroy MF, Weinberg GL. American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Checklist for Managing Local Anesthetic Systemic Toxicity: 2020 Version. *Reg Anesth Pain Med*. 2020;45(11):954-8.
10. Pehora C, Herteis S, Kulkarni G, Kulkarni G. Local anesthetic-sparing effect of perineural dexamethasone for peripheral nerve blocks: a systematic review and meta-analysis. *Reg Anesth Pain Med*. 2020;45(1):31-41.
11. Hadzic A, Vloka JD, Hadzic N. Local Anesthetic Systemic Toxicity and Safe Dosing in Regional Anesthesia. *Anesth Analg*. 2021;133(4):858-68.
12. Barrington MJ, Gledhill SR. Preoperative imaging and ultrasound for regional anaesthesia: a critical review. *Anaesthesia*. 2022;77(Suppl 1):58-69.
13. Visram H, Chin KJ. Regional anesthesia in the medically complex patient. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2023;36(6):742-8.

Bloqueos Periféricos para Miembro Superior

Letty Carolina Gaibor Villagómez

Introducción

Los bloqueos de nervios periféricos (BNP) del miembro superior representan una piedra angular en la práctica de la anestesia regional moderna. Su aplicación ha evolucionado drásticamente, pasando de ser técnicas basadas en referencias anatómicas superficiales a procedimientos guiados con precisión por ultrasonido (US). Esta evolución ha mejorado significativamente la seguridad, la eficacia y la predictibilidad del bloqueo, permitiendo un manejo superior del dolor perioperatorio y postoperatorio.

El impacto de los BNP es fundamental en los protocolos de Recuperación Mejorada Despues de la Cirugía (ERAS), al ofrecer una mejor analgesia, una menor incidencia de náuseas y vómitos postoperatorios (NVPO), una movilización más temprana y, crucialmente, una reducción significativa en el consumo de opioides (1). La evidencia actual subraya la importancia de optimizar la técnica, la farmacología y la seguridad, que serán los ejes centrales de este capítulo.

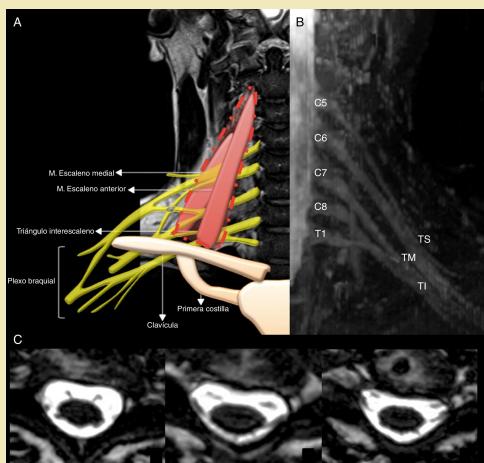


Figura 1. Correlación Anatómo-Radiológica del Plexo Braquial a Nivel Interescalénico. A. Esquema 3D del Triángulo Interescalénico. B. Neurografía por Resonancia Magnética (NRM) mostrando las Raíces (C5-T1) y Troncos (TS, TM, TI). C. Cortes axiales de RM. Esta correlación es esencial para la técnica de Bloqueo Interescalénico y la evaluación de Neuropatía Preexistente (NPE). **Fuente:** Radiología, 2016.

Anatomía Aplicada y Bases Fisiológicas

El miembro superior está inervado principalmente por el plexo braquial, formado por las ramas anteriores de los nervios espinales C5 a T1. Una comprensión tridimensional de la relación del plexo con las estructuras vasculares y musculares es esencial para la ejecución segura bajo guía ecográfica (2).

El Plexo Braquial y sus Niveles de Abordaje

El conocimiento de la organización proximal a distal (Raíces, Troncos, Divisiones, Fascículos, Ramas Terminales) dicta la elección del nivel de bloqueo:

- **Nivel Interescalénico:** A nivel de las raíces C5-T1 y los troncos superiores y medios, entre los músculos escaleno anterior y medio. Ideal para la cirugía de hombro.
- **Nivel Supraclavicular:** A nivel de las divisiones, donde el plexo se condensa en la fosa supraclavicular, lateral a la arteria subclavia. Ofrece la cobertura más completa del miembro superior.
- **Nivel Infraclavicular:** A nivel de los fascículos (lateral, posterior, medial), que rodean la arteria axilar.
- **Nivel Axilar:** A nivel de las ramas terminales (mediano, cubital, radial, musculocutáneo) (3).

Distribución de las Ramas Terminales

Es crucial recordar la inervación de los nervios que tienden a separarse del paquete neurovascular principal:

- **Nervio Musculocutáneo (NMC):** Inerva la musculatura flexora del brazo y la piel lateral del antebrazo. Se separa tempranamente del plexo, viajando a través del músculo coracobraquial, y debe ser bloqueado por

separado en los abordajes axilares y a menudo en los infraclaviculares, si no se alcanza la dispersión adecuada (4).

- **Nervio Radial (NR):** La rama terminal más grande, responsable de la extensión. En el bloqueo axilar, tiende a ubicarse posteriormente y puede ser el más difícil de alcanzar con una inyección única.

Consideraciones Farmacológicas: Anestésicos Locales y Adyuvantes

La selección del anestésico local (AL) es fundamental. Para la anestesia quirúrgica, se prefieren concentraciones moderadas (e.g., ropivacaína 0.5% o bupivacaína 0.5%). Para la analgesia postoperatoria prolongada (catéteres), se utilizan concentraciones más bajas (e.g., ropivacaína 0.2%).

Tabla 1. Farmacología de Anestésicos Locales Comúnmente Usados en BNP

Anestésico Local	Concentración (%)	Inicio de Acción (min)	Duración de la Analgesia (h)	Dosis Máxima (mg/kg)
Ropivacaína	0.2% – 0.5%	15 – 30	6 – 14	3.0
Bupivacaína	0.25% – 0.5%	15 – 15	8 – 16	2.0
Lidocaína	1.0% – 2.0%	5 – 15	2 – 5	4.5 (7 con epinefrina)
Levobupivacaína	0.25% – 0.5%	15 – 30	8 – 16	2.5

Fuente: Adaptado de la literatura clínica sobre farmacología de anestésicos locales en anestesia regional, con énfasis en la práctica segura (5, 6).

Los adyuvantes son la clave para prolongar la duración del bloqueo. La dexametasona es el adyuvante más estudiado; su administración perineural (4-8 mg) se ha establecido como altamente efectiva y segura para extender la analgesia en 4-8 horas adicionales sin aumentar significativamente la neurotoxicidad a dosis terapéuticas (7). Otros adyuvantes como la clonidina y la epinefrina ofrecen efectos más modestos, mientras que el bicarbonato de sodio puede acelerar el inicio de acción.

Técnicas de Bloqueo Específicas Guiadas por Ultrasonido

El guiado por US es el estándar de oro, permitiendo la visualización en tiempo real de la aguja, el nervio y la dispersión del AL.

Bloqueo Interescalénico (BIE)

- **Indicación principal:** Cirugía de hombro (artroscópica y abierta), clavícula proximal.
- **Técnica y Riesgos:** Se aborda el plexo entre los escalenos a nivel de C6 (el "stoplight sign"). La inyección de AL debe ser precisa alrededor de los troncos superior y medio. El riesgo principal es el bloqueo del nervio frénico (NF). Para mitigar la disfunción diafragmática (casi 100% con grandes volúmenes), se utiliza el Bloqueo del Tronco Superior Selectivo (BTSS) o volúmenes muy reducidos (MV, 5-10 ml), demostrando eficacia analgésica con mejor preservación de la función pulmonar (8, 9).

Bloqueo Supraclavicular (BSC)

- **Indicación principal:** Cirugía de brazo, codo, antebrazo y mano. Conocido por la rapidez y densidad del bloqueo.
- **Técnica:** El plexo (divisiones) se localiza lateral a la arteria subclavia.
- **Riesgo clave: Neumotórax.** La aguja debe dirigirse lateral y superiormente, inyectando alrededor del "racimo de uvas", minimizando la posibilidad de puncionar la pleura (3).

Bloqueo Infraclavicular (BIC)

- **Indicación principal:** Cirugía distal al hombro (codo, antebrazo y mano).
- **Técnica:** Se localizan los fascículos (Lateral, Posterior, Medial) que rodean la arteria axilar, profundamente al

pectoral mayor y menor. Se prefiere la técnica coracoidea o el abordaje lateral.

- **Ventaja:** Baja incidencia de bloqueo frénico y neumotórax (4).
- **Consideración Técnica:** Se utiliza el abordaje "en plano" (la aguja se ve en toda su longitud) para seguir la punta de la aguja con precisión hasta el punto objetivo (fascículos).

Bloqueo Axilar (BAX)

- **Indicación principal:** Cirugía de antebrazo distal, muñeca y mano.
- **Técnica:** Bloqueo de las ramas terminales. El NMC debe abordarse por separado, profundamente en el coracobraquial, para garantizar su bloqueo.
- **Consideración Técnica:** La técnica "fuera de plano" (la aguja se inserta perpendicularmente al transductor) es común en este sitio, pero requiere una alta habilidad para visualizar la punta. Se recomienda una inyección circunferencial o selectiva de cada nervio para optimizar la cobertura del NR, NM y NC (3).

Tabla 2. Indicaciones Clínicas Comunes para Bloqueos de Miembro Superior

Bloqueo Periférico	Cirugías Primarias Indicadas	Ventajas Clave	Limitaciones/ Riesgos
Interescalénico (BIE)	<ul style="list-style-type: none">• Hombro• Clavícula Proximal	Analgesia superior para el hombro.	Bloqueo del nervio frénico, Síndrome de Horner.
Supraclavicular (BSC)	<ul style="list-style-type: none">• Brazo• Codo• Antebrazo• Mano	Rápido inicio, bloqueo denso y completo.	Riesgo potencial de neumotórax (bajo con US).
Infraclavicular (BIC)	<ul style="list-style-type: none">• Codo• Antebrazo• Mano	Bajo riesgo de neumotórax y bloqueo frénico.	Requiere mayor volumen que el BSC para dispersión.

Axilar (BAX)	<ul style="list-style-type: none"> Antebrazo Distal Muñeca Mano 	Mayor seguridad por estructuras sensibles distales.	Bloqueo del NMC frecuentemente incompleto si no es selectivo.
--------------	--	---	---

Fuente: Resumen de indicaciones y riesgos basado en guías de práctica clínica de la Sociedad Americana de Anestesia Regional y Dolor (ASRA) y la literatura clínica disponible (1, 10).

Bloqueos Fasciales y Complementarios

En casos donde el bloqueo del plexo completo no es necesario o está contraindicado, los bloqueos fasciales y las inyecciones selectivas ofrecen alternativas valiosas (1).

Bloqueo del Nervio Supraescapular (S-SBN)

- Indicación:** Analgesia de hombro (cápsula articular) y dolor crónico de hombro.
- Uso:** Complemento analgésico al BIE (cuando se usa baja dosis de AL) o como bloqueo primario en pacientes con alto riesgo de bloqueo frénico. La inyección se realiza en la escotadura supraescapular bajo guía ecográfica.

Bloqueos Pectorales (PECS I y PECS II)

- Indicación:** Cirugía de mama (incluyendo la axila) y colocación de dispositivos (e.g., marcapasos).
- Relevancia para Miembro Superior:** Los nervios torácicos largos y toracodorsales, inervando la pared axilar, son cubiertos por esta técnica, proporcionando analgesia para el sitio quirúrgico axilar, complementando un bloqueo distal del plexo braquial cuando la disección axilar es extensa.

Bloqueos Analgésicos Selectivos para Hombro

La tendencia actual en cirugía de hombro es el alejamiento del Bloqueo Interescalénico (BIE) de alto volumen, que conlleva una alta incidencia de disfunción del nervio frénico (NF), hacia estrategias que preservan la función pulmonar.

- Bloqueo Combinado de Hombro (Analgesia Pectoral):** Esta técnica de vanguardia reemplaza el BIE para

muchos procedimientos, combinando el bloqueo del Nervio Supraescapular (S-SBN) y el Nervio Axilar (NA). Estos dos nervios son responsables de la mayor parte de la inervación nociceptiva del hombro (95% de la cápsula posterior y superior).

- **Ventaja Principal:** Ofrece una analgesia comparable al BIE, pero con una incidencia de bloqueo del NF significativamente menor (a menudo < 5% vs. casi 100% con BIE estándar).
- **Técnica Específica:**
 - **S-SBN:** Se realiza la inyección en la fosa supraespinosa o en la escotadura supraescapular.
 - **NA:** Se bloquea a medida que rodea el cuello quirúrgico del húmero, profundo al músculo deltoides.

Este enfoque selectivo es ahora el estándar en muchos protocolos ERAS para pacientes con reserva pulmonar comprometida o riesgo de apnea del sueño.

Indicaciones, Contraindicaciones y Evaluación Pre-Bloqueo

Indicaciones Detalladas

Los BNP no solo se indican para la anestesia quirúrgica, sino también para:

- **Analgesia Post-Traumática:** Manejo de dolor agudo en fracturas de húmero, codo y radio/cúbito, a menudo utilizando un catéter continuo.
- **Manejo del Dolor Crónico:** Bloqueos diagnósticos o terapéuticos.
- **Repercusión en Protocolos ERAS:** Reducción de la necesidad de opioides intravenosos y orales en el postoperatorio inmediato, facilitando el alta temprana.

Contraindicaciones

- **Absolutas:**
 - Rechazo explícito del paciente.
 - Infección activa en el sitio de punción.
 - Alergia documentada al anestésico local o a los adyuvantes.
- **Relativas:**
 - **Coagulopatía Severa o Terapia Anticoagulante:** La decisión debe basarse en la relación riesgo/beneficio y la compresibilidad del sitio de punción (BSC y BIE son menos compresibles que el BAX) (11).
 - **Neuropatía Preexistente:** Riesgo aumentado de lesión nerviosa. Se requiere consentimiento informado detallado y documentación preoperatoria del déficit.
 - **Incapacidad para Cooperar o Sedación Excesiva:** Impide la detección temprana de parestesias o dolor durante la inyección.

Evaluación Ecográfica de la Neuropatía Preexistente (NPE)

La neuropatía preexistente (NPE) es una contraindicación relativa crucial, ya que el bloqueo puede exacerbar una lesión nerviosa latente. La ecografía de alta resolución ofrece una herramienta de valor incalculable para la evaluación preoperatoria en pacientes con antecedentes de diabetes, trauma previo o síndromes por atrapamiento (e.g., síndrome del túnel carpiano).

- **Criterios de Riesgo:** La visualización de un nervio con un Área de Sección Transversal (AST) significativamente aumentada (hinchazón) o con una estructura ecogénica anormal (pérdida del patrón fascicular normal) puede indicar una neuropatía avanzada.

- **Toma de Decisiones:** En casos de NPE documentada o sospechada, el abordaje se puede modificar:
 - Evitar la inyección intraneuronal estricta (aunque se evite siempre, el riesgo es mayor).
 - Preferir bloqueos distales (ej., BAX o bloqueos de ramas) sobre los proximales (ej., BIE/BSC) para minimizar el impacto.
 - Reducir la concentración y volumen del Anestésico Local.

Esta evaluación ecográfica proactiva no solo mejora el consentimiento informado, sino que también ayuda a diferenciar la lesión relacionada con el bloqueo (LNRB) de la progresión de una enfermedad preexistente en el postoperatorio.

Manejo de Complicaciones y Seguridad

Toxicidad Sistémica del Anestésico Local (TSAL)

La TSAL resulta de la absorción rápida o la inyección intravascular inadvertida de AL, llevando a concentraciones plasmáticas tóxicas.

- **Presentación:** Inicialmente síntomas del Sistema Nervioso Central (SNC) (ej. tinnitus, sabor metálico, temblores), seguido de depresión del SNC y convulsiones. La cardiotoxicidad (arritmias, depresión miocárdica) ocurre con AL de alta potencia (bupivacaína, levobupivacaína) (6).
- **Prevención:** Uso de guía US, aspiración frecuente, dosis fraccionadas y uso de la dosis efectiva mínima.
- **Manejo (Protocolo ASRA):** El tratamiento de elección es la emulsión lipídica intravenosa (ELI) al 20%. El protocolo actualizado de ASRA especifica un bolo inicial de 1.5 ml/kg seguido de una infusión de 0.25 ml/kg/min, aumentando la tasa si la estabilidad cardiovascular no se recupera (12).

Lesión Nerviosa Relacionada con el Bloqueo (LNRB)

La incidencia de LNRB es baja (0.02% a 0.4%) pero es la complicación más temida.

- **Mecanismos:** Trauma directo de la aguja, inyección intraneuronal, isquemia nerviosa por compresión o hematoma, y neurotoxicidad del AL.
- **Prevención Crítica:**
 1. **Monitoreo de la Presión de Inyección:** Mantener la presión de inyección por debajo de 15 psi es un indicador sensible para evitar la inyección fascicular (7).
 2. Evitar la inyección si el paciente reporta dolor o parestesias agudas.
- **Clasificación y Seguimiento:** Las lesiones se clasifican típicamente según Seddon/Sunderland (ej., neuroapraxia, axonotmesis). Las parestesias que persisten más allá de 48-72 horas requieren una evaluación neurológica formal, y posiblemente electromiografía (EMG) y estudios de velocidad de conducción nerviosa (VCN) a las 3-4 semanas (1).

Catéteres Perineurales Continuos y Analgesia Multimodal

Los catéteres ofrecen una analgesia postoperatoria prolongada y son el estándar para cirugías de alta morbilidad dolorosa (e.g., artroplastia de hombro) (13).

Técnica y Resolución de Problemas

- **Inserción:** Se utiliza una aguja Tuohy o similar, inyectando un bolo inicial de AL y luego insertando el catéter 3-5 cm más allá de la punta de la aguja.
- **Infusión:** Típicamente ropivacaína 0.2% o 0.125% a una velocidad de 4-8 ml/h, a menudo con bolos controlados por el paciente (P-PBN).
- **Fallo del Catéter:** Las causas más comunes son la migración del catéter o la oclusión. La inyección de un

nuevo bolo o la reposición ecográfica son las estrategias de rescate.

Analgesia Multimodal

La efectividad de los BNP se maximiza cuando se combinan con analgésicos sistémicos no opioides (analgesia multimodal). El régimen incluye la administración preoperatoria de acetaminofén y AINEs (si no están contraindicados), y la consideración de gabapentinoides en pacientes seleccionados, asegurando una cobertura basal que reduce los requerimientos de rescate del catéter y la necesidad de opioides sistémicos (1).

Conclusión y Futuras Direcciones

Los bloqueos periféricos para el miembro superior son técnicas de anestesia regional altamente efectivas y seguras, fundamentales en la práctica anestésica contemporánea. La estricta adhesión a la guía ecográfica, el monitoreo de la presión de inyección y el conocimiento actualizado de los protocolos de TSAL son imperativos de seguridad.

Las futuras direcciones se centran en la Minimización de Volumen (MV) y el desarrollo de Bloqueos Selectivos de Rama (BSR) para hombro y pared torácica. La investigación continuará optimizando la selección de adyuvantes y la integración de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático para mejorar la precisión y la enseñanza de estas técnicas vitales.

Bibliografía

1. Marhofer P, et al. Regional Anesthesia in Adults. *Anesthesiology*. 2021;134(1):e1-e63.
2. Visoiu M, et al. Ultrasound-Guided Nerve Blocks: Technical Advances and Clinical Applications. *Anesthesiology*. 2022;137(1):111-125.
3. Arcos S, et al. Ultrasound-Guided Supraclavicular Brachial Plexus Block: The Impact of Patient

Positioning on Efficacy. *Reg Anesth Pain Med.* 2022;47(7):427-440.

4. Tran DQ, et al. Infraclavicular Brachial Plexus Block: A Narrative Review of Anatomy, Techniques, and Outcomes. *Anesth Analg.* 2023;136(6):1121-1132.
5. Barrington MJ, et al. Clinical Pharmacology of Local Anesthetics for Regional Anesthesia. *Reg Anesth Pain Med.* 2020;45(3):189-199.
6. Neal JM, et al. The American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Checklist for Managing Local Anesthetic Systemic Toxicity. *Reg Anesth Pain Med.* 2020;45(1):1-9.
7. Hadzic A, et al. Dexamethasone as an Adjuvant for Peripheral Nerve Blocks. *Anesthesiology.* 2021;134(4):612-624.
8. Fredrickson MJ, et al. Interscalene brachial plexus block: a review of current techniques and practice. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2020;33(5):604-610.
9. Orebaugh SL, et al. Low-Volume Interscalene Brachial Plexus Block for Shoulder Surgery: A Narrative Review. *Reg Anesth Pain Med.* 2022;47(3):153-157.
10. Gadsden J, et al. ASRA Consensus Statement on the Management of Local Anesthetic Systemic Toxicity. *Reg Anesth Pain Med.* 2020;45(1):1-9.
11. Narouze SN, et al. The American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine (ASRA) Evidence-Based Medicine Guidelines on Regional Anesthesia in Patients Receiving Antithrombotic or Thrombolytic Therapy for Pain and Perioperative Care. *Reg Anesth Pain Med.* 2018;43(3):263-316.
12. Weinberg GL, et al. Lipids and Local Anesthetic Systemic Toxicity: Review and Guidelines. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2020;34(5):1232-1238.

13. Ilfeld BM, et al. Continuous Peripheral Nerve Blocks for Postoperative Analgesia: A Systematic Review. *Anesth Analg*. 2020;130(4):947-960.

Bloqueos Neuroaxiales

Elizabeth Carolina Silva Berruz

Introducción y Conceptos Fundamentales

Los Bloqueos Neuroaxiales (BNA) representan una técnica esencial en la anestesiología moderna, ofreciendo una alternativa eficaz y a menudo superior a la anestesia general para procedimientos quirúrgicos, obstétricos y para el manejo del dolor agudo y crónico [1]. El término BNA incluye la administración de fármacos (anestésicos locales y opioides) en el espacio subaracnoidal (raquianestesia) y en el espacio epidural (anestesia epidural).

Definición y Clasificación

El BNA implica la inyección de una sustancia farmacológica cerca del neuroeje, logrando un bloqueo reversible de la transmisión nerviosa.

- **Bloqueo Subaracnoidal (Espinal/Intratecal):** Inyección directa en el Líquido Cefalorraquídeo (LCR). Ofrece un inicio rápido y una alta densidad de bloqueo [2].
- **Bloqueo Epidural:** Inyección en el espacio virtual que rodea la duramadre. Permite la inserción de un catéter para administración continua o fraccionada, proporcionando analgesia prolongada [2].

Mecanismo de Acción

Los anestésicos locales actúan bloqueando los canales de sodio voltaje-dependientes en las membranas neuronales, previniendo la generación y propagación del potencial de acción [3].

El bloqueo diferencial se produce debido a las características de las fibras nerviosas:

- **Fibras simpáticas (Tipo B):** Se bloquean primero, causando vasodilatación.

- **Fibras sensitivas (Tipo A-delta y C):** Bloquean el dolor y la temperatura.
- **Fibras motoras (Tipo A-alfa):** Las últimas en ser bloqueadas, requiriendo mayor concentración [4].

Anatomía Relevante y Fisiología

El conocimiento preciso de la anatomía de la columna vertebral es fundamental para la seguridad del BNA.

Estructuras del Neuroeje

1. **Columna Vertebral:** Compuesta por 33 vértebras. La punción segura se realiza en la región lumbar (L2-L5), por debajo de la terminación de la médula espinal (cono medular) [5].
2. **Meninges:** Duramadre, Aracnoides y Piamadre.

Espacios Neuroaxiales

Tabla 1. Diferencias Anatómicas y Funcionales entre los Espacios Neuroaxiales

Espacio	Límites Anatómicos	Contenido Principal	Consecuencia del Bloqueo
Epidural	Entre el periostio vertebral y la Duramadre.	<ul style="list-style-type: none"> • Tejido adiposo • Plexo venoso de Batson • Raíces nerviosas. 	Bloqueo segmentario de las raíces nerviosas al salir de la Duramadre.
Subaracnoideo	Entre la Aracnoides y la Piamadre.	<ul style="list-style-type: none"> • Líquido Cefalorraquídeo (LCR) • Raíces de la Cola de Caballo. 	Contacto directo del fármaco con las raíces nerviosas y la médula.

Fuente: Revisión de Neuroanatomía Clínica y Anestésica (2022-2024) [2, 5, 6].

El cono medular finaliza típicamente en el nivel L1 en adultos. La punción debajo de L2-L3 minimiza el riesgo de lesión medular directa [5].

Fisiología del Bloqueo Simpático

El bloqueo de las fibras simpáticas provoca vasodilatación periférica, reduciendo la Resistencia Vascular Sistémica (RVS) y causando hipotensión arterial. El bloqueo ascendente (T1-T4) puede generar bradicardia al interrumpir la inervación simpática cardíaca [7].

Ecografía en Bloqueos Neuroaxiales (BNA)

La ecografía (ultrasonido) se ha consolidado como un componente fundamental para optimizar la seguridad y la eficacia de los BNA, especialmente en el ámbito de la anestesia regional avanzada.

Rol y Aplicaciones Pre-Puncionales

La ecografía se utiliza primariamente para la evaluación pre-procedimiento, permitiendo:

1. **Identificación de la Línea Media y el Espacio:** Visualización directa y no invasiva de las apófisis espinosas y el ligamento amarillo, confirmando el espacio intervertebral óptimo para la punción (ej. L3-L4).
2. **Medición de la Profundidad:** Determina con precisión la distancia de la piel al espacio epidural y subaracnoideo. Esto es vital en pacientes con obesidad mórbida, donde las referencias anatómicas de superficie pueden ser imprecisas, ayudando a seleccionar la aguja de longitud adecuada.
3. **Anatomía Compleja:** Es invaluable para guiar la punción en pacientes con anatomía alterada (ej. escoliosis, cirugía espinal previa, o calcificación severa de ligamentos).

Ventajas Clínicas

El mapeo ecográfico pre-puncional ha demostrado mejorar la tasa de éxito del primer intento de punción, lo cual se asocia con una reducción potencial de la incidencia de la

Cefalea Post-Punción de la Duramadre (CPPD) al disminuir el número de intentos.

Tabla 2. Vistas Ecográficas y Estructuras Relevantes en la Evaluación Pre-Puncional de BNA

Vista Ecográfica	Estructura Clave Identificada	Objetivo Clínico
Transversal	Visualización de la "cara de Mickey Mouse" (apófisis transversas y láminas)	Identificar la línea media para la punción perpendicular.
Sagital Paramediana	Visualización de los espacios interlaminares (la "sierra") y la Duramadre/LCR	Confirmar el nivel intervertebral y medir la profundidad.

Fuente: Adaptado de Guías de Práctica Clínica en Anestesia Regional Guiada por Ultrasonido (2022-2024) [2, 6, 13].



Figura 1. Mapeo Ecográfico Pre-Puncional de la Columna Lumbar. Muestra la localización del espacio interespínoso en el plano sagital paramediano (B) para medir la profundidad y optimizar el sitio de entrada de la aguja (A y C). Fuente: Neurol Arg, 2023.

Anestesia Subaracnoidea (Raquianestesia)

Técnica y Materiales

- Agujas:** Las agujas de punta de lápiz (pencil-point, ej. Sprotte, Whitacre) se prefieren sobre las de bisel cortante (Quincke) ya que reducen significativamente la incidencia de la Cefalea Post-Punción de la Duramadre (CPPD) [8].
- Posicionamiento:** La posición sentada y el decúbito lateral son las más comunes, permitiendo la

manipulación de la dispersión del fármaco en el decúbito [9].

Farmacología y Baricidad

La dispersión del anestésico depende de su baricidad en relación con el LCR.

Tabla 3. Farmacología y Factores de Baricidad en Anestesia Subaracnoidea

Fármaco (Ejemplo)	Baricidad	Uso Clínico Típico	Dispersión y Posición
Bupivacaína 0.5% en Dextrosa	Hiperbárica (Densidad > LCR)	Bloqueos de miembros inferiores o abdominales.	Se mueve hacia las zonas más declives.
Bupivacaína 0.5% Simple	Isobárica (Densidad ≈ LCR)	Analgesia de tórax o abdomen (menor dispersión).	Permanece en el nivel de inyección.
Lidocaína 0.5% Hipobárica	Hipobárica (Densidad < LCR)	Cirugía perianal o de cadera con paciente en posición declive.	Se mueve hacia las zonas menos declives.

Fuente: *Guías de práctica clínica y estudios recientes sobre anestésicos intratecales (2021-2023)* [3, 10, 11].

El uso de adyuvantes (Fentanilo, Morfina intratecal, Epinefrina) mejora la calidad y prolonga la analgesia postoperatoria [11].

Raquianestesia Continua (R.C.) y Micro-Catéteres

La Raquianestesia Continua (R.C.) implica la inserción de un catéter a través de la aguja espinal, lo que permite la titulación precisa del nivel de bloqueo y la extensión de la analgesia.

- Rol de la R.C. en la Práctica Especializada:** Es invaluable en pacientes de alto riesgo con inestabilidad hemodinámica severa (permitiendo inyectar dosis fraccionadas, minimizando la hipotensión súbita) y en cirugías de larga duración [12].
- Controversia de los Micro-Catéteres:** Los sistemas iniciales con catéteres de diámetro muy pequeño (menor a 24G) se asociaron a un riesgo elevado de

Síndrome de la Cola de Caballo (SCC) por toxicidad neural focal. Por ello, la FDA retiró muchos de estos sistemas. La práctica actual requiere el uso de sistemas aprobados con catéteres de mayor calibre (20G o 18G) [12].

Anestesia/Analgesia Epidural

El bloqueo epidural es el estándar de oro para la analgesia obstétrica y postoperatoria por la flexibilidad de su catéter.

Técnica de Identificación del Espacio

La técnica más utilizada es la Pérdida de la Resistencia (PdR). Se prefiere la PdR con Líquido (Solución Salina) sobre el aire, ya que minimiza el riesgo de neumoencéfalo y embolia gaseosa [13].

Dosis de Prueba y Prevención de Complicaciones

Se utiliza una dosis de prueba (ej. Lidocaína con Epinefrina) para descartar:

- **Inyección Intravascular:** Detección de taquicardia (efecto de la epinefrina).
- **Inyección Subaracnoidea:** Aparición rápida de un bloqueo espinal denso (efecto de la lidocaína) [14].

Regímenes Avanzados en Analgesia Epidural Continua (AEC)

Para el especialista, el catéter epidural se utiliza con regímenes que optimizan la analgesia y minimizan el bloqueo motor:

1. **Analgesia Epidural Controlada por el Paciente (PCEA):** Permite al paciente autoadministrarse bolos definidos bajo un intervalo de seguridad (lockout), tratando eficazmente el dolor irruptivo y mejorando la satisfacción [15].
2. **Bolos Intermitentes Programados (PIEB - Programmed Intermittent Epidural Boluses):** Es el

avance más importante. En lugar de una infusión constante, el sistema administra un bolo grande a intervalos fijos. La presión hidrostática del bolo empuja el fármaco de manera más amplia y uniforme en el espacio epidural, mejorando el bloqueo segmentario, reduciendo las "ventanas de dolor" y, paradójicamente, disminuyendo el consumo total de anestésico local [15].

Complicaciones y Manejo

Las complicaciones son raras, pero su manejo debe ser inmediato y estandarizado.

Complicaciones Hemodinámicas

La hipotensión y la bradicardia se manejan con reposición de volumen y vasopresores. La Fenilefrina (agonista alfa-1 puro) es de primera línea. La Efedrina (acción mixta) se prefiere en obstetricia [7, 16]. La bradicardia sintomática se trata con Atropina.

Complicaciones Neurológicas y Hematoma Epidural

- **CPPD:** Manejo conservador inicial. El Parche Hemático Epidural (PHE) con sangre autóloga es el tratamiento definitivo para la cefalea refractaria [8].
- **Hematoma Epidural Espinal (HES):** Complicación rara pero catastrófica, ligada a coagulopatía. Requiere diagnóstico rápido (RM) ante déficits neurológicos progresivos y descompresión quirúrgica urgente [17, 18].

Manejo del Hematoma Epidural Espinal (HES): Alarma Clínica y Monitoreo Neurológico

Aunque es una complicación rara, el pronóstico del HES depende críticamente de la rapidez del diagnóstico y descompresión.

- **Fisiopatología de la Progresión:** El sangrado en el espacio epidural genera una compresión de la médula espinal (o la cola de caballo) que se manifiesta como

déficit neurológico progresivo (pérdida sensitiva, motora o disfunción esfinteriana).

- **Alarma Clínica:** El dolor de espalda severo (desproporcionado al dolor esperado del sitio de punción) o la reaparición inexplicable de un déficit neurológico que previamente había resuelto (si el bloqueo ya pasó) son signos de alarma.
- **Monitoreo Neurológico Serial:** En todo paciente con catéter epidural y en las primeras 24 horas post-raquianestesia, es imperativo realizar evaluaciones neurológicas seriadas (al menos cada 2-4 horas) evaluando la fuerza motora y la sensibilidad.
 - **Regla de las 8 Horas:** El 90% de los pacientes con HES manifiestan déficits neurológicos dentro de las primeras 8 horas post-punción.
- **Umbral de Acción (El Paso Crítico):** Si se detecta un déficit motor progresivo o persistente (pérdida de fuerza o anestesia que no mejora), se debe:
 - **Retirar el Catéter Epidural** de inmediato si está colocado.
 - **Diagnóstico por Imagen Urgente (RM):** La Resonancia Magnética (RM) es el estándar de oro para confirmar el diagnóstico.
 - **Consulta Neuroquirúrgica de Emergencia:** La descompresión quirúrgica debe realizarse idealmente dentro de las 8 horas desde la aparición de los síntomas para maximizar la probabilidad de recuperación completa [17, 18].

Toxicidad Sistémica (LAST)

La Toxicidad Sistémica por Anestésicos Locales (LAST) por inyección intravascular accidental se maneja con la administración inmediata de una Emulsión Lipídica Intravenosa (ILE), que actúa como un "sumidero lipídico" [1, 19].

Contraindicaciones y Consideraciones Especiales

Contraindicaciones Absolutas

- **Rechazo** del paciente.
- **Infección** sistémica o local en el sitio de punción [16].
- **Coagulopatía severa** o incumplimiento de los tiempos de interrupción de anticoagulantes.
- **Aumento de la Presión Intracranial (PIC)** por riesgo de herniación.

Manejo de Anticoagulantes

Las guías de la ASRA dictan los tiempos de interrupción para minimizar el riesgo de HES [17, 20]:

- **Heparina de Bajo Peso Molecular (HBPM)**: Punción o retiro del catéter 12 horas después de la dosis profiláctica o 24 horas después de la dosis terapéutica [17].
- **Anticoagulantes Orales Directos (ACOD)**: Los tiempos de interrupción varían (ej. 72 a 120 horas) según el fármaco y la función renal [20].

Evaluación del Bloqueo y Conclusiones

- **Bloqueo Sensorial**: Evaluado por la pérdida de sensación al frío o el *pin-prick* para determinar el nivel metamérico [1].
- **Bloqueo Motor**: Evaluado con la **Escala de Bromage** (0 a 3) [4].

Los BNA son técnicas fundamentales que, ejecutadas con la precisión anatómica y farmacológica descrita, y utilizando las técnicas avanzadas (PIEB, PCEA) y guías de seguridad actualizadas (ASRA, LAST), ofrecen una excelente calidad anestésica y analgésica [21].

Bibliografía

1. Neal JM, Berde CB, Capdevila X, et al. The second American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Practice Advisory on Local Anesthetic Systemic Toxicity (LAST): Executive Summary. *Reg Anesth Pain Med.* 2024;49(1):1-12.
2. Gajewska-Dendek A, Dylkiewicz K, Lewandowska K, et al. Neuraxial Anesthesia: Complications and Management Strategies. *J Clin Med.* 2023;12(11):3812.
3. Zhang S, Yu C, Xie Y. The mechanism of action of local anesthetics and their effects on neural membrane ion channels: A review. *Curr Pharm Des.* 2023;29(2):179-188.
4. Wildsmith JAW, Armitage EN, McClure JH. Principles and Practice of Regional Anaesthesia. 4th ed. Churchill Livingstone; 2022.
5. Kaiser J, Krenn M. Anatomical landmarks and regional blocks of the spine. *Anesth Clin.* 2021;39(1):1-14.
6. Gadsden J, Hadzic A. Spinal Anesthesia. In: Hadzic's Textbook of Regional Anesthesia and Acute Pain Management. McGraw-Hill Education; 2020.
7. Kranke P, Jokinen J, Pace NL, et al. Prophylactic interventions for post-spinal anaesthesia hypotension in non-obstetric patients: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth.* 2021;127(3):477-490.
8. Choi P, Galinski SE, Takeuchi L, et al. PDPH is reduced after using pencil-point needles: a meta-analysis and systematic review. *Can J Anaesth.* 2021;68(7):1063-1076.
9. Lee AR, Chung E, Yoon MH, et al. Positioning for spinal anaesthesia. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021;9(9):CD001552.

10. Sola C, Gausi C, Galiano V, et al. A review of the baricity and spread of hyperbaric, isobaric, and hypobaric local anesthetics in spinal anesthesia. *J Pain Res.* 2023;16:3207-3215.
11. Checketts MR, Ady B. Epidural analgesia for labour and delivery: a review of current practice. *Anaesthesia.* 2023;78(2):227-238.
12. Shah V, Araya A. Continuous spinal anesthesia: a comprehensive review of clinical indications and techniques. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol.* 2023;39(2):168-175.
13. Segal R. Epidural anesthesia: techniques and current practice. *Int J Obstet Anesth.* 2023;54:103681.
14. Goudra B, Singh P. The value of the epidural test dose: is it still valid? *J Clin Anesth.* 2022;78:110660.
15. Sng BL, Leong WL, Zeng Y, et al. Programmed intermittent epidural bolus compared with continuous epidural infusion for labor analgesia: a systematic review and meta-analysis. *Anesthesiology.* 2021;134(1):138-151.
16. Gouvêa-Gomes L, Gomes F. Comparative effects of regional versus general anesthesia on postoperative outcomes in high-risk patients: a systematic review. *J Clin Anesth.* 2021;73:110363.
17. Horlocker TT, Vandermeulen E, Kopp SL, et al. Regional Anesthesia in the Patient Receiving Antithrombotic or Thrombolytic Therapy: ASRA Evidence-Based Guidelines on Regional Anesthesia and Pain Medicine. *Reg Anesth Pain Med.* 2022;47(4):255-276.
18. Kopp SL, Horlocker TT. The ASRA guidelines and the patient receiving antithrombotic therapy. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2021;34(5):610-616.

19. Kaye AD, Vadivelu N, Nitz J, et al. Lipid emulsion therapy for local anesthetic systemic toxicity. *J Clin Anesth.* 2022;83:110996.
20. Faraoni D, Van Regemorter V. Neuraxial Anesthesia and Direct Oral Anticoagulants (DOACs): What We Know So Far. *Anesth Analg.* 2022;135(1):162-171.
21. Roldán C, Albarracín A, González B, et al. Effects of Neuraxial Analgesia on Postoperative Outcomes: A Narrative Review of Recent Evidence. *J Anesth.* 2023;37(4):612-622.

Papel de los AINEs en Anestesia

Nelson José Veloz Pico

Introducción

El manejo efectivo del dolor postoperatorio es un componente fundamental de la práctica anestésica moderna, impactando directamente en la satisfacción del paciente, la morbilidad quirúrgica y la duración de la estancia hospitalaria. Históricamente, los opioides han dominado esta área, pero su uso conlleva riesgos significativos, incluyendo depresión respiratoria, náuseas y vómitos postoperatorios (NVPO), ileo paralítico y el potencial de dependencia a largo plazo.

En respuesta a estas limitaciones, ha surgido y se ha consolidado el paradigma de la Analgesia Multimodal (AMM). Este enfoque estratégico implica la combinación de fármacos con diferentes mecanismos de acción para lograr una analgesia superior, reducir los efectos secundarios y minimizar el consumo de opioides (*efecto opioid-sparing*). Dentro de esta estrategia, los Antiinflamatorios No Esteroideos (AINEs) se erigen como uno de los pilares no opioides más importantes.

Los AINEs, con su acción primaria de inhibición de las enzimas ciclooxygenasas (COX), ofrecen efectos analgésicos y antiinflamatorios potentes. El objetivo de este capítulo es revisar exhaustivamente la farmacología, los beneficios clínicos, las indicaciones específicas y las consideraciones de seguridad actualizadas (con enfoque en los últimos cinco años) relacionadas con el uso de los AINEs en el entorno perioperatorio, dirigidas a especialistas de la salud.

Farmacología y Mecanismo de Acción Detallado

La eficacia clínica de los AINEs como analgésicos y antiinflamatorios se deriva de su capacidad para modular la cascada del ácido araquidónico. Esta cascada se activa en respuesta a la lesión tisular o inflamación, liberando el

ácido araquidónico de las membranas celulares, el cual es metabolizado por dos vías principales: la ciclooxygenasa (COX) y la lipooxigenasa.

Las Isoformas de la Ciclooxygenasa

La enzima COX es el blanco terapéutico principal de los AINEs. Su función es catalizar la conversión del ácido araquidónico en prostaglandinas, prostaciclinas (PGI2) y tromboxanos (TxA2), colectivamente conocidos como eicosanoides (1).

1. COX-1 (Constitutiva):

- **Localización:** Presente de forma basal en casi todos los tejidos (estómago, riñón, plaquetas, endotelio).
- **Función Fisiológica:** Participa en funciones esenciales de homeostasis:
 - **Protección gástrica:** Produce PGE2 y PGI2 que aumentan la secreción de moco y bicarbonato. (1)
 - **Función plaquetaria:** Produce TxA2, un potente vasoconstrictor y agregante plaquetario. (1)
 - **Regulación renal:** Mantiene la perfusión renal en estados de bajo volumen.

2. COX-2 (Inducible):

- **Localización:** Generalmente baja o indetectable, pero se induce rápidamente en macrófagos, fibroblastos, condrocitos y células endoteliales en sitios de inflamación, trauma o sepsis, bajo la influencia de citoquinas proinflamatorias (IL-1, TNF-alfa) y factores de crecimiento.
- **Función Patológica:** Es la principal responsable de la síntesis de mediadores que causan dolor, inflamación (eritema, edema) y fiebre (2, 3).

3. **COX-3:** Una variante de empalme de COX-1, predominantemente encontrada en el sistema nervioso central. Se ha postulado que podría ser el sitio de acción del paracetamol y otros analgésicos/antipiréticos débiles, aunque su relevancia clínica sigue siendo debatida (4).

Clasificación de los AINEs

La clasificación se basa en la selectividad hacia las isoformas de COX, lo que determina tanto su potencia analgésica como su perfil de efectos secundarios:

Tabla 1. Clasificación y Perfil de Riesgo de los AINEs Pertinentes en Anestesia

Clase de AINE	Ejemplos Clave	Selectividad Principal
No Selectivos/Convencionales	<ul style="list-style-type: none"> • Ketorolaco • Ibuprofeno • Diclofenaco • Naproxeno 	COX-1 = COX-2
Inhibidores Preferenciales	<ul style="list-style-type: none"> • Meloxicam • Etodolaco • Nimesulida 	COX-2 > COX-1
Inhibidores Selectivos (Coxibs)	<ul style="list-style-type: none"> • Celecoxib • Parecoxib • Etoricoxib 	COX-2 >> COX-1

Fuente: Adaptado de Varga et al., 2021 y Gupta et al., 2023 (3, 5, 6).

Tabla 1. A. Perfiles de Riesgo Específicos de los AINEs (Continuación de la Tabla 1A)

Clase de AINE	Riesgo GI	Riesgo CV	Riesgo Renal/ Hemorrágico
No Selectivos/ Convencionales	Alto	Bajo/Moderado (excepto Naproxeno, menor)	Alto (por COX-1 plaquetaria y renal)
Inhibidores Preferenciales	Moderado	Moderado	Moderado
Inhibidores Selectivos (Coxibs)	Bajo	Alto (trombótico)	Bajo/Moderado (por COX-2 renal)

Fuente: Adaptado de Varga et al., 2021 y Gupta et al., 2023 (3, 5, 6).

Analgesia Preemptiva y Preventiva: Estrategias de Timing

Aunque el uso de AINEs postoperatorios es indiscutible, la evidencia clínica ha impulsado el estudio del momento óptimo de su administración para mitigar la sensibilización central y optimizar el control del dolor. Este concepto se divide en dos enfoques críticos en anestesia:

Analgesia Preemptiva

La Analgesia Preemptiva (o Anticipatoria) implica la administración del agente (p. ej., Celecoxib oral o Parecoxib/Ketorolaco IV) antes de la incisión quirúrgica (antes del estímulo nocivo inicial).

- **Fundamento Mecanístico:** Teóricamente, el bloqueo de la síntesis de prostaglandinas antes del inicio de la lesión tisular previene la liberación masiva de mediadores inflamatorios, mitigando la sensibilización periférica y central del asta dorsal de la médula espinal antes de que ocurra.
- **Controversia Clínica:** Si bien la teoría es sólida, los metanálisis han demostrado que la superioridad del beneficio de los AINEs pre-inciación frente a la administración intra- o post-inciación es a menudo modesta (11). La eficacia parece depender más del mantenimiento de las concentraciones plasmáticas terapéuticas a lo largo del periodo perioperatorio que del momento exacto preoperatorio.

Analgesia Preventiva (Perioperatoria Continua)

El paradigma moderno se ha desplazado hacia la Analgesia Preventiva, que subraya la importancia de mantener la cobertura farmacológica durante todo el periodo quirúrgico.

- **Objetivo:** Asegurar que los niveles plasmáticos del AINE sean terapéuticos durante la cirugía y, crucialmente, durante las primeras horas postoperatorias, que es el pico de la respuesta inflamatoria y la mayor necesidad de opioides.

- **Práctica Clínica:** Esto se logra frecuentemente administrando:
 - **AINEs de acción prolongada:** Como el Celecoxib oral preoperatorio (por su acción selectiva y efecto *delay* en el tracto GI).
 - **AINEs IV intraoperatorios:** Como el Ketorolaco o el Ibuprofeno IV inmediatamente después de la inducción o antes del cierre de la herida, para asegurar que el pico de concentración coincida con el despertar y el dolor agudo.

Conclusión del Timing

La evidencia actual para el anestesiólogo sugiere que, mientras que la administración preoperatoria es ideal si es posible (especialmente con los Coxibs orales), el beneficio real deriva de la **integración sistemática** de los AINEs en un régimen multimodal que mantenga la analgesia de base, reduciendo así la necesidad de opioides de rescate y la incidencia de **hiperalgesia postoperatoria**.

AINEs como Pilar de la Analgesia Multimodal Perioperatoria

La inclusión sistemática de AINEs en los protocolos de analgesia postoperatoria ha demostrado ser una de las intervenciones más costo-efectivas para mejorar los resultados del paciente y facilitar la recuperación mejorada después de la cirugía (Enhanced Recovery After Surgery - ERAS) (7).

Beneficios Clínicos Específicos

1. Potenciación de la Analgesia (Synergy)

La combinación de un AINE (que actúa periféricamente en el sitio quirúrgico y tiene un efecto central) con paracetamol (acción central) y/o un opioide (acción a nivel espinal y supraespinal) produce una analgesia superior a la suma de sus efectos individuales. Los AINEs son

particularmente efectivos contra el componente inflamatorio del dolor (somático y visceral) (8).

2. Reducción del Consumo de Opioides (Opioid-Sparing Effect)

Este es quizás el beneficio más relevante en la práctica actual. Una revisión sistemática reciente ha confirmado que el uso de AINEs postoperatorios puede reducir el consumo de morfina en las primeras 24 horas en un 25% a 45%, lo que se correlaciona con una disminución significativa de los efectos secundarios asociados a los opioides (NVPO, prurito, sedación) (9).

3. Prevención de la Sensibilización Central

La lesión tisular intensa (cirugía) provoca una liberación masiva de mediadores inflamatorios que sensibilizan los nociceptores periféricos y, crucialmente, las neuronas del asta dorsal de la médula espinal (sensibilización central). Este fenómeno es la base de la hiperalgesia postoperatoria y el dolor crónico. Al administrar AINEs pre o intraoperatoriamente, se mitiga esta cascada inflamatoria, lo que puede tener un efecto protector contra el desarrollo de dolor crónico (10).

4. Uso de Fármacos Intravenosos de Acción Rápida

Fármacos como el ketorolaco intravenoso o el ibuprofeno intravenoso permiten un inicio de acción rápido (a menudo menos de 30 minutos), crucial en la sala de recuperación postanestésica (PACU) para el manejo de los picos de dolor (11).

Consideraciones de Seguridad y Riesgos en el Contexto Anestésico

El uso de AINEs en el contexto perioperatorio requiere una evaluación cuidadosa de la relación riesgo-beneficio, dada la posibilidad de interacciones y efectos adversos significativos, especialmente en poblaciones de alto riesgo.

Riesgo Hemorrágico y Neuroaxial

Los AINEs no selectivos (ej. ketorolaco) inhiben de forma irreversible la COX-1 plaquetaria, lo que resulta en una disfunción de la agregación plaquetaria que persiste por la vida útil de la plaqueta (7-10 días).

- **Riesgo Quirúrgico:** Se ha demostrado un riesgo elevado de sangrado en cirugías mayores si se utiliza ketorolaco en cursos prolongados o dosis elevadas. Por ello, las guías limitan su uso a un máximo de 48 horas y prefieren dosis de 15 mg a 30 mg IV según la edad y la función renal (12).
- **Anestesia Regional Neuroaxial:** La principal preocupación es el riesgo de hematoma neuroaxial (epidural o espinal) durante la colocación o remoción de catéteres. Las guías de la Sociedad Americana de Anestesia Regional y Medicina del Dolor (ASRA) de 2018 (aún vigentes y actualizadas) establecen que:
 - Los AINEs no selectivos y los inhibidores selectivos de COX-2 (Coxibs) administrados en dosis terapéuticas estándar no aumentan significativamente el riesgo de hematoma neuroaxial y no son una contraindicación absoluta para la realización de bloqueos.
 - No se requiere un intervalo específico de tiempo entre la última dosis de AINE (excepto la aspirina a dosis antiagregantes) y la punción neuroaxial o la remoción del catéter (13).

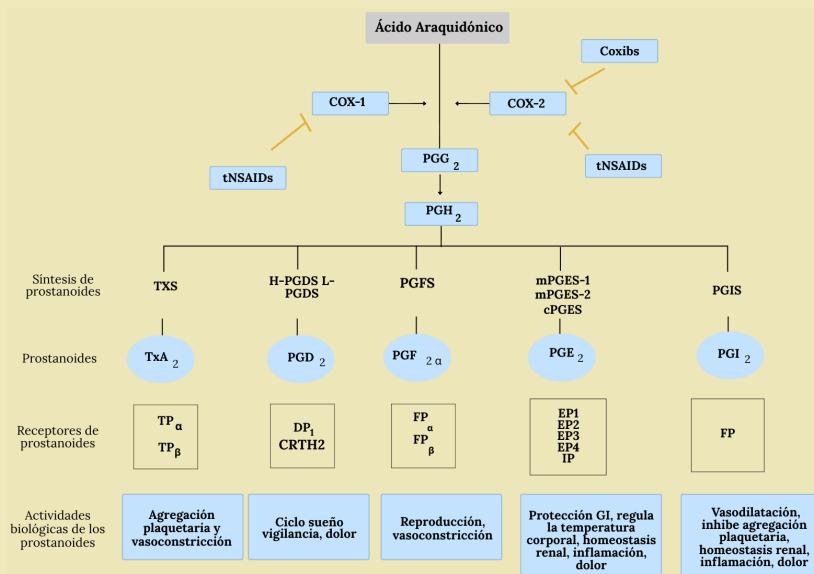


Diagrama 1. Mecanismo de Acción de los AINEs y Desequilibrio COX. Diagrama de la cascada del Ácido Araquidónico. Muestra cómo los AINEs no selectivos (tNSAIDs) inhiben ambas isofomas (COX-1 y COX-2), generando riesgo GI/hemorrágico, mientras que los Coxibs inhiben selectivamente COX-2 para el efecto analgésico, presentando un riesgo trombótico por el desequilibrio PGI2/TXA2. **Fuente:** DolorPaliativos.org, 2025.

Riesgo Cardiovascular (CV)

El riesgo CV es un tema crítico, especialmente con los Coxibs. La inhibición selectiva de COX-2 en el endotelio vascular suprime la síntesis de prostaciclina (PGI2), que es un vasodilatador y antiagregante plaquetario. Sin embargo, la COX-1 plaquetaria (productora de tromboxano A2) permanece activa, creando un desequilibrio que favorece la trombosis (14).

- Recomendaciones:** Los AINEs, en particular los Coxibs y el diclofenaco, deben utilizarse con extrema precaución o evitarse en pacientes con enfermedad cardiovascular establecida (antecedentes de IAM, insuficiencia cardíaca congestiva, ACV o alto riesgo trombótico). En estos pacientes, el naproxeno (que parece tener un perfil CV más seguro por su co-

inhibición de COX-1) o el ibuprofeno a dosis bajas/moderadas podrían ser opciones preferidas si se decide usar un AINE (15, 16).

Riesgo Renal (Nefrotoxicidad)

En situaciones de hipovolemia perioperatoria, la función renal se vuelve dependiente de las prostaglandinas (PGE2 y PGI2) para mantener la vasodilatación de la arteriola aferente y asegurar el flujo sanguíneo renal. La inhibición de la COX en estas circunstancias provoca isquemia medular renal y vasoconstricción, pudiendo precipitar una insuficiencia renal aguda pre-renal (17).

- **Pacientes de Riesgo:** Evitar los AINEs en pacientes con:
 - Insuficiencia renal crónica preexistente (FG menor a 60 mL/min).
 - Hipovolemia o deshidratación no corregida.
 - Uso concomitante de fármacos nefrotóxicos (ej. algunos antibióticos, medios de contraste).

Riesgo Gastrointestinal (GI)

El riesgo de úlceras, perforación o sangrado GI es inherente a los AINEs no selectivos por su inhibición de la COX-1 protectora. El riesgo aumenta con la dosis y la duración del tratamiento.

- **Mitigación:** En pacientes con riesgo GI (antecedentes de úlcera, edad avanzada, uso de corticosteroides), se debe optar por un Coxib (e.g., parecoxib IV, celecoxib oral) o coadministrar un inhibidor de la bomba de protones (IBP) o un antagonista H2 (18).

AINEs Específicos y Estrategia de Dosificación

La selección del AINE debe considerar la vía de administración, la potencia, la duración de la acción y el perfil de seguridad del paciente.

1. Ketorolaco Trometamina

- **Perfil:** AINE no selectivo potente, disponible en formulación intravenosa (IV). Su potencia analgésica se acerca a la de los opioides.
- **Uso Anestésico:** Excelente agente de rescate o componente inicial en la AMM para el dolor moderado a severo.
- **Dosificación y Seguridad:** Dada la preocupación por el sangrado y la nefrotoxicidad, la recomendación actual es usarlo en dosis cortas. Una dosis única de 30 mg IV es común, reduciendo a 15 mg IV en ancianos (mayores de 65 años) o en pacientes con peso corporal bajo o función renal comprometida (12).

2. Ibuprofeno Intravenoso

- **Perfil:** AINE no selectivo, con un menor riesgo de sangrado y nefrotoxicidad en comparación con el ketorolaco.
- **Uso Anestésico:** Ideal para dolor leve a moderado. Es un componente seguro para la AMM en la mayoría de los pacientes.
- **Dosificación:** Dosis de 400 mg a 800 mg IV cada 6 horas.

3. Parecoxib (Pro-droga de Valdecoxib)

- **Perfil:** Pro-droga soluble de un inhibidor selectivo de COX-2 (Coxib), disponible en formulación IV/IM, permitiendo su uso inmediato en el perioperatorio.
- **Uso Anestésico:** Preferido en pacientes con riesgo de sangrado elevado (dado que no afecta la función plaquetaria) y en aquellos con riesgo GI alto.
- **Contraindicación Absoluta:** Pacientes sometidos a cirugía de bypass coronario (CABG) debido al riesgo trombótico (14).

Tabla 2. Resumen Farmacológico de AINEs Parenterales y Orales de Alta Relevancia

Fármaco (Vía)	Dosis Típica Inicial	Dosis Máxima / Día	Selectividad	Ventajas Clave en Anestesia
Ketorolaco (IV)	15 mg o 30 mg	120 mg (máx. 48 h)	No selectivo	<ul style="list-style-type: none"> Alta potencia analgésica Efecto opioide-sparing robusto.
Ibuprofeno (IV)	400 mg a 800 mg	3200 mg	No selectivo	<ul style="list-style-type: none"> Perfil de seguridad favorable Especialmente renal/hemorrágico, Comparado con ketorolaco.
Parecoxib (IV)	40 mg	80 mg	Selectivo (COX-2)	<ul style="list-style-type: none"> Sin impacto en la agregación plaquetaria Mejor perfil GI. Inicio IV rápido.
Celecoxib (Oral)	400 mg (carga)	400 mg	Selectivo (COX-2)	Útil preoperatoriamente para dolor preemptivo y como continuación.

Fuente: Adaptado de Normativas Farmacológicas y Guías de Analgesia (2020-2024) (11, 12, 18).

Guías de Uso en Subpoblaciones y Subespecialidades Quirúrgicas

Para el especialista, la selección del AINE debe individualizarse. Ciertos grupos de pacientes y tipos de cirugía presentan consideraciones únicas de riesgo-beneficio que anulan las guías de analgesia estándar.

Consideraciones en Anestesia Obstétrica y Geriátrica

Anestesia Obstétrica (Postparto)

El uso de AINEs para el manejo del dolor después de un parto vaginal o una cesárea es un pilar de la AMM obstétrica, reduciendo drásticamente la necesidad de opioides.

- Riesgo Preparto/Antenatal:** Los AINEs (selectivos y no selectivos) están contraindicados después de la

semana 32 de gestación (tercer trimestre tardío) debido al riesgo de cierre prematuro del Ductus Arteriosus en el feto y a la nefrotoxicidad fetal (oligohidramnios).

- **Uso Postparto:** El Ibuprofeno y el Naproxeno son los AINEs preferidos y más seguros durante la lactancia, con mínima excreción en la leche materna. El Celecoxib también se considera de bajo riesgo postparto y es útil por su perfil GI favorable.

Pacientes Geriátricos

El envejecimiento se asocia con una disminución de la función renal, mayor comorbilidad cardiovascular y mayor riesgo de sangrado GI.

- **Principios:** Utilizar las dosis más bajas efectivas (ej., Ketonolaco 15 mg IV en lugar de 30 mg) y limitar la duración del tratamiento. Se priorizan los AINEs con la vida media más corta posible.
- **Riesgo Renal Aumentado:** La disminución de la masa muscular puede llevar a una sobreestimación del filtrado glomerular si se usa solo la creatinina sérica. Es crucial una evaluación renal preoperatoria precisa.

AINEs en Cirugía Ortopédica y de Columna (Riesgo de Consolidación Ósea)

En cirugías que requieren una consolidación ósea exitosa (artrodesis de columna, fracturas complejas), el uso de AINEs ha sido históricamente debatido.

- **Mecanismo:** La cicatrización ósea es un proceso inflamatorio mediado por COX-2. La inhibición prolongada de COX-2 puede teóricamente inhibir la formación del callo óseo (17).
- **Evidencia Clínica:** La mayoría de los estudios en humanos indican que el uso a corto plazo y a dosis bajas de AINEs postoperatorios (limitado a 48-72 horas) no compromete significativamente la consolidación.

- **Recomendación Específica:** En procedimientos de fusión ósea, si se requieren AINEs, se recomienda:
 1. Limitar su uso a 3 días.
 2. Evitar AINEs de acción prolongada.
 3. El Celecoxib es a menudo preferido en el postoperatorio inmediato debido a su perfil de seguridad gastrointestinal, pero su uso prolongado debe sopesarse con cautela por el riesgo potencial de no unión ósea.

Riesgos en Cirugía Cardíaca

La única contraindicación absoluta para un grupo específico de AINEs en el perioperatorio se relaciona con la cirugía de revascularización coronaria (CABG).

- **Riesgo Trombótico de Coxibs:** Los inhibidores selectivos de COX-2 (Coxibs, incluyendo el Parecoxib) están absolutamente contraindicados en pacientes sometidos a CABG debido al riesgo aumentado de infarto de miocardio, accidente cerebrovascular y trombosis de bypass (14).
- **Alternativa:** En estos pacientes, el manejo del dolor debe enfocarse en los opioides, el paracetamol y las técnicas regionales (bloqueos paraesternales o pecs) para evitar el riesgo trombótico de los AINEs.

Conclusión

Los AINEs han trascendido su rol como meros antiinflamatorios para convertirse en agentes terapéuticos indispensables en el arsenal del anestesiólogo. Su integración exitosa en la analgesia multimodal es una piedra angular en las prácticas ERAS, facilitando la movilización temprana, reduciendo la morbilidad asociada a los opioides y mejorando la calidad de la recuperación postoperatoria.

El desafío para el especialista radica en la individualización del tratamiento. La selección del AINE (no selectivo vs. Coxib), la dosis y el momento de su administración deben

sopesarse cuidadosamente, teniendo en cuenta las comorbilidades del paciente, en particular el riesgo cardiovascular, la función renal y el riesgo de sangrado inherente al procedimiento quirúrgico o a la técnica regional planificada. Con una evaluación rigurosa y la aplicación de las guías de seguridad actualizadas, los AÍNEs continúan siendo uno de los componentes más efectivos y seguros para optimizar el control del dolor agudo y reducir la transición al dolor crónico postoperatorio.

Referencias

1. Hinz B, Brune K. Cyclooxygenase-2: 20 years after its discovery. *Faseb j.* 2015;29(1):164-177.
2. Bindu S, Mazumder S, Bandyopadhyay U. Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and gastroprotection: a tale of two COXes. *Frontiers in Physiology.* 2020;11:578112.
3. Varga Z, Sabo A, Varga G, Varga C. Pharmacology of COX Inhibitors: New Insights and Challenges. *Curr Med Chem.* 2021;28(20):4076-4091.
4. Józwiak-Bębenista M, Nowak JZ. Paracetamol: mechanism of action, applications and safety concern. *Acta Pol Pharm.* 2014;71(1):11-23.
5. Gupta R, Kumar R, Gupta N, Kumar A. A comparative study of intravenous ketorolac and paracetamol for postoperative pain relief in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy. *J Family Med Prim Care.* 2023;12(5):714-720.
6. American Society of Health-System Pharmacists. *AHFS Drug Information 2024.* Bethesda, MD: American Society of Health-System Pharmacists; 2024.
7. Martinez V, Beloeil H. The role of nonsteroidal anti-inflammatory drugs in the management of postoperative pain. *Drugs.* 2020;80(14):1405-1419.

8. Vadivelu N, Schermer E, Belani K, Urman RD. A Comprehensive Review of Perioperative Pain Management Strategies. *Curr Pain Headache Rep.* 2020;24(11):62.
9. Chou R, Gordon DB, de Leon-Casasola OA, et al. Management of Postoperative Pain: A Clinical Practice Guideline From the American Pain Society, the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists Committee on Regional Anesthesia, Executive Committee, and Administrative Committee. *J Pain.* 2016;17(2):131-157.
10. Kehlet H, Pogatzki-Zahn E, Schug SA. The important role of non-opioid analgesics in the perioperative setting. *J Clin Anesth.* 2019;53:116-120.
11. Dziurwa M, Rychlik M, Juraszek M, et al. Pre-operative versus post-operative administration of non-steroidal anti-inflammatory drugs for post-operative pain management: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Anaesthesiol.* 2023;40(12):847-863.
12. American Society of Anesthesiologists (ASA) Task Force on Acute Pain Management. Practice guidelines for acute pain management in the perioperative setting: an updated report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Acute Pain Management. *Anesthesiology.* 2022;136(2):185-225.
13. Horlocker TT, Vandermeulen E, Kopp SJ, et al. Regional Anesthesia in the Patient Receiving Antithrombotic or Thrombolytic Therapy: American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Evidence-Based Guidelines (Fourth Edition). *Reg Anesth Pain Med.* 2018;43(3):263-309.
14. Bally M, Perugino V, Righini M, et al. Cardiovascular Risk of Nonselective and Selective Nonsteroidal Anti-

inflammatory Drugs: An Updated Review of Recent Evidence. *Curr Cardiol Rep.* 2021;23(4):30.

15. Vane JR, Botting RM. The mechanism of action of nonsteroidal anti-inflammatory drugs. *Inflamm Res.* 2016;65(1):1-10.
16. Pagnoux C, Alunno A, Mahr A, et al. Management of cardiovascular risk in patients treated with non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs): a position paper from the European League Against Rheumatism (EULAR). *Ann Rheum Dis.* 2024;83(2):162-172.
17. Curone M, Sposetti S, Caporale A, et al. NSAIDs, Pain, and Renal Function: Risks and Benefits in the Perioperative Setting. *Biomedicines.* 2022;10(11):2824.
18. Martel-Pelletier J, Lajeunesse D, Reboul P, Pelletier JP. Dose-related impact of different oral nonsteroidal anti-inflammatory drugs on the risk of upper gastrointestinal bleeding: a systematic review and meta-analysis. *BMC Med.* 2020;18(1):159.

Descargo de Responsabilidad y Términos de Publicación

La presente publicación ha sido concebida como una fuente de consulta y referencia académica. La información contenida en sus capítulos no reemplaza, bajo ninguna circunstancia, la evaluación y el manejo clínico por parte de un profesional médico certificado. La aplicación de cualquier conocimiento aquí expuesto es responsabilidad última del lector.

Velseris Editores actúa únicamente como casa editorial; por tanto, el rigor científico, las posturas y las conclusiones vertidas en cada artículo son de exclusiva incumbencia de los autores firmantes.

ISBN: 978-9907-801-07-1

Una producción de Velseris Editores

Diciembre 2025

Quito, Ecuador

Esta obra está protegida por la legislación ecuatoriana sobre derechos de autor y propiedad intelectual, así como por los tratados internacionales aplicables. No se permite su reproducción, almacenamiento en sistemas recuperables de información, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio electrónico, mecánico, fotocopia, grabación u otro sin el permiso previo y por escrito de los titulares de los derechos.