

## Anestesia neuroaxial pediátrica

Dra. Arianne Samantha Hurtado-González,\* Dra. María de Lourdes Vallejo-Villalobos,\*\*

Dra. Azucena Raquel Torres-Peñaloza\*

\* Médico Anestesiólogo adscrita.

\*\* Médico Anestesiólogo, Jefe de Servicio.

Hospital de Traumatología «Dr. Victorio de la Fuente Narváez».

Los niños con lesiones múltiples son un desafío único para las comunidades médicas de todo el mundo. Es una de las principales causas de mortalidad y morbilidad prevenibles en niños. Las lesiones esqueléticas comunes incluyen fracturas cerradas o abiertas de tibia, fémur y lesiones pélvicas. El manejo inicial se enfoca en salvar vidas y luego salvar extremidades según el soporte vital avanzado pediátrico y el soporte vital avanzado, en caso de trauma. El tratamiento ortopédico de la fractura abierta incluye ferulizar la extremidad, administrar antibióticos profilácticos y desbridamiento quirúrgico de la herida cuando sea seguro. Sin embargo, la contaminación grave, el síndrome compartimental y las lesiones vasculares requieren atención urgente<sup>(1)</sup>.

El impacto adverso de la analgesia-anestesia inadecuada en la morbilidad aguda después de la cirugía pediátrica ha sido reconocido por mucho tiempo<sup>(2-4)</sup>.

El dolor se considera actualmente como una complicación de la cirugía. A pesar de que los analgésicos de los que disponemos actualmente son muy efectivos, las encuestas epidemiológicas en pacientes adultos indican que el dolor persiste, siendo importante en una amplia proporción de los pacientes postoperados. Es más, hasta un 50% de los pacientes refiere padecer dolor en el postoperatorio, cifra que no podemos analizar en pacientes pediátricos debido a los mínimos o nulos reportes disponibles<sup>(5)</sup>.

### HISTORIA

Los bloqueos neuroaxiales pediátricos tienen una historia que se remonta un siglo. Bainbridge publicó un informe sobre anestesia espinal en un bebé de tres meses en mayo de 1900, para la reparación de una hernia estrangulada. La primera publicación que menciona bloqueos caudales en niños fue escrita por Campbell en 1933, y la segunda por Leigh

y Belton en 1951. En 1954, Rouston y Stringer de Canadá describieron anestesia epidural lumbar para la reparación de la hernia inguinal en bebés y niños. En 1967, Fortuna de Brasil informó una serie de 170 pacientes entre uno y 10 años de edad que recibieron anestesia epidural caudal. Sin embargo, las epidurales pediátricas siguen siendo una modalidad poco utilizada para aliviar el dolor perioperatorio. Si bien los «caudales pediátricos» que emplean anestésicos locales (con o sin aditivos) se usan universalmente para la cirugía infraumbilical intraoperatoria y postoperatoria en niños, los catéteres epidurales caudales se usan con menos frecuencia y el uso rutinario de catéteres epidurales lumbares y torácicos, especialmente en bebés, es aún poco común<sup>(6)</sup>.

El manejo efectivo del dolor de procedimientos y postoperatorio en los recién nacidos es necesario para minimizar la angustia fisiológica y conductual aguda y también puede mejorar los resultados agudos y a largo plazo.

Los estímulos dolorosos activan las vías nociceptivas, desde la periferia hasta la corteza, en los neonatos y las respuestas de comportamiento forman la base para las herramientas validadas de evaluación del dolor. En la actualidad, existe una creciente conciencia de la necesidad no sólo de reducir las respuestas de comportamiento agudo al dolor en los recién nacidos, sino también de proteger el sistema nervioso en desarrollo de la sensibilización persistente de las vías del dolor y los posibles efectos perjudiciales de la actividad neuronal alterada en el desarrollo del sistema nervioso central. Los requisitos analgésicos están influenciados por los cambios relacionados con la edad tanto en la respuesta farmacocinética como en la farmacodinámica, y se dispone de datos cada vez mayores para guiar la dosificación segura y eficaz con opioides y paracetamol. Las técnicas analgésicas regionales proporcionan una analgesia perioperatoria efectiva, pero las tasas más altas de complicaciones en los neonatos enfatizan

la importancia del monitoreo y la elección del fármaco y de la dosis más apropiados<sup>(6)</sup>.

### **Analgesia regional: técnicas y eficacia**

Una gama de técnicas analgésicas regionales es efectiva y útil en neonatos (ver revisiones recientes más edición de *Anestesia pediátrica*, enero de 2012). Aunque la eficacia analgésica ha sido demostrada en muchas ocasiones, ha habido una comparación directa limitada de evaluación de los beneficios y riesgos relativos en ensayos controlados en neonatos. El bloqueo del nervio del pene dorsal fue más efectivo que el anestésico local tópico para circuncisión realizada en neonatos despiertos. Los bloqueos de la vaina inguinal y recto son los más comunes. Bloques regionales intraoperatorios para neonatos son factibles, los bloqueos de plano transversal de abdomen (TAP) y la infiltración con anestesia local son comúnmente realizados, pero se requieren estudios más grandes adicionales para beneficio de confirmación. Se pueden obtener beneficios adicionales si se demuestra que los preparados anestésicos locales de acción prolongada son efectivos y seguros en neonatos.

Las rutas espinales-intratecal, epidural y caudal son utilizadas para anestesia neuroaxial y/o analgesia en recién nacidos y población pediátrica de mayor edad. Las ventajas potenciales incluyen combinación y reducción con la anestesia general y los requerimientos de opioides, además, como beneficios en las series de caso reportadas, una reducción en la necesidad de ventilación mecánica selectiva y beneficio específico para los estados más vulnerables de complicaciones respiratorias<sup>(6)</sup>.

La analgesia epidural ofrece numerosos beneficios en el paciente quirúrgico pediátrico. Se usa comúnmente en combinación con la anestesia general y para controlar el dolor postoperatorio (durante 48-72 horas) con una alteración hemodinámica mínima.

Este último se debe a un tono simpático bajo en reposo y a una disminución de la sangre en las extremidades inferiores de los niños.

El alivio efectivo del dolor postoperatorio de la analgesia epidural facilita la recuperación temprana, el destete rápido de los ventiladores con costos reducidos de UCIP, la reducción del tiempo pasado en un estado catabólico y un descenso de niveles de hormona del estrés circulante. La colocación precisa de agujas y catéteres epidurales para anestesia epidural de inyección única y continua asegura que los dermatomas involucrados en el procedimiento quirúrgico se bloqueen selectivamente con las dosis más bajas resultantes de anestésicos locales.

A pesar de los múltiples beneficios de los bloqueos neuroaxiales y el uso generalizado en adultos y niños, la analgesia epidural y espinal regional a través de catéteres en niños y neonatos sigue siendo controvertida. Aunque las secuelas neurológicas son poco frecuentes, los catéteres

epidurales torácicos y lumbares altos deben colocarse con el debido cuidado.

El objetivo principal de un catéter epidural es proporcionar una anestesia específica intraoperatoria efectiva y una analgesia postoperatoria óptima. Los protocolos de atención establecidos, realizados en una sala o unidad adecuada y con la vigilancia continua del personal capacitado, son requisitos previos para establecer un servicio de infusión epidural continua. Para prevenir la posible toxicidad local y sistémica del anestésico local (AL), especialmente en neonatos y lactantes en los que el riesgo de acumulación de fármaco después de una infusión continua aumenta, la elección de la concentración y el volumen de la solución deben evaluarse cuidadosamente. Los nuevos agentes de AL (ropivacaína y levobupivacaína) proporcionan una concentración baja, un efecto de bloqueo diferencial en las fibras nerviosas, el bloqueo motor intenso y, por consiguiente, una analgesia satisfactoria, en comparación con la bupivacaína. Se ha demostrado que una infusión continua de una solución de baja concentración de AL a 0.2 mg/kg/h en bebés y 0.4 mg/kg/h en niños mayores es un dosaje eficaz y seguro. Se puede obtener un alivio efectivo del dolor en algunos niños mediante el uso de analgesia epidural controlada por el paciente con los requisitos subsiguientes de dosificaciones más bajas que una infusión epidural continua. Los medicamentos adyuvantes se usan comúnmente para mejorar la duración y la calidad del bloqueo con AL. Los opioides como el fentanilo, la morfina y el sufentanilo se usan a menudo, pero requieren un control de la función respiratoria. Los agonistas alfa-2, como la clonidina, a menudo pueden desempeñar un papel clave en la mejora de la analgesia postoperatoria sin preocupaciones respecto al compromiso respiratorio.

El uso de técnicas guiadas por ultrasonido para bloqueos centrales o de nervios periféricos ha revolucionado la práctica de la anestesia regional, particularmente en niños pequeños debido a la claridad con la que las estructuras anatómicas pueden visualizarse. Esta técnica muestra clara superioridad sobre la técnica basada en el uso del neuroestimulador, o las referencias anatómicas, al permitir una visualización directa de las estructuras neuroaxiales, menor tiempo para llevar a cabo el bloqueo, menor tiempo de inicio de acción del anestésico local y menor volumen depositado *in situ*.

La anestesia regional continúa evolucionando hacia técnicas de mayor calidad y seguridad, para beneficio de nuestros pacientes pediátricos<sup>(6-8)</sup>.

Además, los catéteres epidurales pediátricos (**comúnmente la aguja 19 G con catéteres de unipuerto 22 G y 23 G**) pueden no estar siempre disponibles. A menudo hay renuencia o falta de experiencia en colocar catéteres epidurales en población pediátrica con necesidad de seguimiento concomitante. Los catéteres caudales tienen un mayor riesgo de colonización bacteriana en comparación con los catéteres

epidurales (29 versus 9%) con *Staphylococcus epidermidis*, responsable de la mayoría de la colonización; la tunelización de catéteres caudales ha demostrado reducir (hasta 11%) el riesgo de infección. Algunas autoridades sugieren que el síndrome compartimental puede estar enmascarado por infusiones epidurales. Sin embargo, el manejo adecuado del dolor no «oculta» esta complicación, pero puede facilitar el diagnóstico temprano, ya que el aumento en el requerimiento de analgésicos precede a otros síntomas clínicos en un promedio de 7.3 horas.

La bupivacaína y la ropivacaína son los dos anestésicos locales más utilizados para la anestesia neuroaxial en niños. Para la dosis en bolo, se puede emplear un 0.2% de bupivacaína o un 0.2% de ropivacaína con 1 mL/kg para «caudales pediátricos» y de 0.3 a 0.5 mL/kg para epidurales toracolumbares. Para infusión epidural intraoperatoria continua, generalmente se usa 0.1-0.2% de bupivacaína o ropivacaína, en dosis de 0.2 mg/kg/h (en neonatos) y 0.4 mg/kg/h (en niños mayores). Para el alivio del dolor postoperatorio, los adyuvantes como la morfina, el fentanilo, la ketamina, el midazolam, la neostigmina, la clonidina y, recientemente, la dexmedetomidina se han utilizado con éxito variable. El fentanilo (1 a 2 µg/mL) agregado a bupivacaína al 0.1% para infusiones epidurales continuas postoperatorias es justificadamente popular en neonatos y niños adecuadamente monitorizados.

La colocación del catéter epidural en neonatos y población pediátrica mayor es diferente, aunque no necesariamente difícil. La posición de decúbito lateral con el enfoque de la línea media se elige comúnmente, aunque algunos defienden el enfoque paramedial. En los recién nacidos, la línea intercris-tal bisecta L5 (a diferencia del interespacio L3/4 en adultos) y la médula espinal terminan en L3 (a diferencia de L1 en adultos). El espacio epidural es más superficial con un «dar» más sutil a medida que se perfora el *ligamentum flavum*. En general, el espacio epidural se encontrará a 1 mm/kg de peso corporal de la piel, con una variación individual significativa. El catéter epidural pediátrico también tiende a retorcerse o retroceder, y las sugerencias para facilitar la inserción del catéter incluyen el uso de 21 G en lugar de los catéteres 23 G, aumentando la angulación cefálica de la aguja epidural, flexionando (o extendiendo la columna vertebral), el uso del introductor «azul», e inyección de solución salina para abrir el espacio epidural.

Se ha demostrado que el avance de los catéteres epidurales hacia la región torácica a través de la vía caudal es factible en neonatos y lactantes, ya que la grasa epidural está poco empaquetada y no hay lordosis lumbar.

La posición de un tercio de los catéteres epidurales torácicos colocados en sentido caudal en lactantes se consideró inadecuadamente después de la revisión de la radiografía confirmatoria. En un artículo reciente, los autores compararon el avance del catéter epidural 18 G con el catéter 23 G desde

el espacio lumbar al torácico en los niños, con una colocación exitosa del catéter en sólo el 10-15%, pero una analgesia significativa en el 87%. La importancia clínica de la colocación precisa del catéter en los niños puede ser cuestionable. Los autores abogaron por estudios de radiocontraste para confirmar la posición del catéter en caso de analgesia inadecuada, a pesar de la exposición a la radiación ionizante. Las nuevas modalidades de confirmación de la punta del catéter epidural incluyen el uso de catéteres epidurales estimulantes (la «prueba Tsui») para la localización segmentaria y la guía de ultrasonido para la observación en tiempo real de la punción con aguja y el avance del catéter, que puede ser una mejor opción que exponer al niño a radiación.

Las epidurales pediátricas están aumentando en popularidad y ofrecen distintos beneficios. Sin embargo, su verdadero lugar en la anestesia pediátrica debe establecerse mediante ensayos prospectivos, aleatorizados y controlados que aborden todos los aspectos de la técnica<sup>(6)</sup>.

## ANESTESIA REGIONAL

Indicaciones. La anestesia regional es utilizada frecuentemente en niños por los siguientes motivos: provee buena analgesia perioperatoria al reducir los requerimientos de anestesia general y promueve un despertar placentero, libre de dolor. Disminuye el riesgo potencial asociado a planos de anestesia profundos. En procedimientos cortos puede evitar la instrumentación de la vía aérea, permitiendo un despertar más rápido y confortable en el quirófano, un alta precoz y por lo mismo un tiempo de ocupación menor de las unidades de cuidados postanestésicos. Sin embargo, se debe considerar que la mayoría de los bloqueos toman hasta 20 minutos en instalarse, durante los cuales la profundidad de la anestesia general debe ser mantenida. Si después de ello el anestésico inhalatorio no puede ser reducido, debemos asumir que el bloqueo no está funcionando y se deben implementar planes alternativos de analgesia. Provee analgesia postoperatoria óptima como parte del manejo multimodal balanceado del dolor, en el cual se incluye el paracetamol, apoyo no farmacológico y ocasionalmente opiáceos. Dado que una única dosis de opiáceos puede inducir vómitos, deberían ser evitados en lo posible. Por ello, la anestesia regional podría reducir la incidencia de vómitos. Ayuda a aliviar el dolor no quirúrgico como en el cáncer, enfermedad de células falciformes, fractura de fémur o distrofia simpática refleja<sup>(7,8)</sup>.

Como anestésico único en prematuros, quienes tienen una elevada incidencia de apnea especialmente después de la anestesia general<sup>(9-12)</sup>.

Habitualmente, una analgesia insuficiente se percibe mediante la aparición de las reacciones autonómicas como los incrementos en la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la sudoración, el incremento del tamaño pupilar, el aumento de

la frecuencia ventilatoria, el lagrimeo o el movimiento del paciente. Estos cambios indican una inestabilidad del sistema autonómico en respuesta al dolor. Las reacciones autonómicas han sido clásicamente utilizadas como signos indirectos de la existencia de dolor en los pacientes bajo anestesia general<sup>(13)</sup>.

Una analgesia excesiva puede provocar que el paciente sufra los efectos adversos de los analgésicos como las náuseas, los vómitos, la retención urinaria, la sedación, la depresión respiratoria, la prolongación del íleo postoperatorio o el prurito. Con la intención de minimizar la aparición de estos efectos adversos y para evitar el alargamiento de la estancia hospitalaria y de la morbilidad, se definió el término analgesia multimodal. La analgesia multimodal es la combinación de varios agentes analgésicos para reforzar el control del dolor a la vez que se disminuyen los efectos colaterales, al reducir las dosis de cada uno de los analgésicos.

Es habitual combinar opioides con analgésicos no opioides, como el paracetamol o los AINEs (analgésicos no esteroideos).

También se suelen asociar analgésicos endovenosos con técnicas de anestesia regional, con el objetivo de minimizar la respuesta local al dolor e impedir la transmisión del estímulo doloroso al sistema nervioso central<sup>(13)</sup>.

La respuesta refleja neuroendocrina se caracteriza por la liberación de sustancias como respuesta a la lesión orgánica que se ha producido. Las hormonas y mediadores más importantes que están implicados en la respuesta al estrés son:

- **Autocrinas** (sustancia liberada por el sistema autonómico): catecolaminas, glucagón, insulina.
- **Endocrinas** (sustancias liberadas por eje hipotálamo-hipófisis): cortisol, tiroxina, arginina-vasopresina, hormona del crecimiento.
- **Paracrinas** (sustancias liberadas localmente): IL-1, IL-2, IL-6, factor de necrosis tumoral, eicosanoides inhibidos por los fármacos AINEs), serotonina, histamina, calcitriol, quininas.

Aunque la anestesia general limita la percepción de las sensaciones de lesión orgánica, no abole completamente la respuesta a la agresión, ya que el hipotálamo reacciona a los estímulos nociceptivos hasta en planos anestésicos muy profundos.

No obstante, todos los anestésicos a las dosis normales tienen un efecto positivo en las funciones endocrinas y metabólicas relacionadas con la respuesta al estrés. Por ejemplo, los opioides pueden inhibir el eje hipotálamo-hipofisario y la secreción de sus hormonas, aunque no sea de forma total.

La anestesia regional producida mediante inyección de anestésicos locales cerca de la médula espinal o en estructuras nerviosas periféricas tiene un efecto directo en la respuesta al estrés, aboliéndola casi completamente. Al impedir que la señal nociceptiva local se transmita al sistema nervioso central, inhibe las aferencias y las aferencias nociceptivas, lo

que impide la liberación de sustancias tanto a nivel autocrino como paracrino. Esta supresión de la respuesta generalizada al estrés se producirá siempre y cuando el bloqueo regional sea lo suficientemente extenso como para bloquear las metámeras que se han implicado en el estímulo doloroso e inhibir la secreción por estrés del cortisol y las catecolaminas<sup>(13)</sup>.

Los niños con lesiones múltiples pueden desarrollar contaminación grave de la lesión, síndrome compartimental y lesiones vasculares que requieren atención urgente<sup>(1)</sup>.

Uno de los síntomas cardinales del síndrome compartimental es el dolor. Se realizó una revisión de la literatura para evaluar la asociación de la analgesia epidural y el síndrome compartimental en niños, si la analgesia epidural retrasa el diagnóstico e identificar a los pacientes que podrían estar en riesgo. Se buscó evidencia para ofrecer recomendaciones en el uso de analgesia epidural en pacientes con riesgo de desarrollar síndrome compartimental del miembro inferior. El aumento del uso de analgésicos, el aumento/el dolor irruptivo y el dolor remoto al sitio quirúrgico se identificaron como importantes signos de alerta temprana de síndrome de compartimiento inminente en la extremidad inferior de un niño con epidural en funcionamiento. La presencia de cualquiera debe desencadenar un examen inmediato del sitio doloroso y el manejo activo de la situación. La evitación del bloqueo sensorial o motor denso y del bloqueo sensorial innecesario de áreas remotas al sitio quirúrgico permite la evaluación completa del niño y puede prevenir cualquier retraso en el diagnóstico del síndrome compartimental. Centrarse en excluir el diagnóstico de síndrome compartimental en lugar de la falla de la modalidad analgésica es vital. En los casos pediátricos revisados no hubo pruebas claras de que la presencia de una epidural haya retrasado el diagnóstico<sup>(2)</sup>. Por lo que el uso de los nuevos anestésicos locales como ropivacaína se está utilizando actualmente para infiltración local, en bloqueos de nervios periféricos, en bloqueo epidural y por la vía subaracnoidea<sup>(14)</sup>.

Por otro lado, en la práctica anestesiológica, la experiencia clínica en la aplicación de ropivacaína data del año 2000 a la actualidad en la República Mexicana; además, los reportes acerca de este anestésico local también parecen limitarse únicamente a su uso epidural. Los pacientes en los que se ha administrado este anestésico van desde los pediátricos hasta los geriátricos, pasando por los adultos y las embarazadas. La efectividad anestésica, la seguridad para los pacientes por los mínimos efectos adversos que se presentan y las relaciones riesgo-beneficio y costo-beneficio son muy favorables con este anestésico local<sup>(14,15)</sup>.

Comparada con la bupivacaína, la potencia anestésica de ropivacaína es de 1.3 a 1, respectivamente, el bloqueo sensitivo tiene una duración discretamente mayor, produciendo bloqueo motor de menor intensidad y un bloqueo diferencial más adecuado y, por lo tanto, más sensitivo que motor, lo

que facilita una recuperación más rápida, conservando la analgesia postoperatoria con este anestésico en concentraciones del 0.2%<sup>(16)</sup>.

La ausencia de conservadores en la solución comercial de ropivacaína y sus características fisicoquímicas hacen de esta droga un anestésico seguro cuando se inyecta en el espacio subaracnoideo; además, no requiere que se le añada epinefrina, ya que produce un efecto vasoconstrictor leve aun en elevadas concentraciones y que lo diferencia claramente de los demás anestésicos locales, porque ellos causan vasodilatación; este efecto un tanto inusual que ocasiona disminución del flujo sanguíneo medular sin repercusiones clínicas, hizo que se retrasara su aceptación por la vía intratecal por temor a que se presentaran lesiones neurológicas, hasta que se demostró que no había razón para temer y que incluso es menos neurotóxica que otros anestésicos locales a los que se les puede agregar un vasoconstrictor<sup>(17)</sup>.

La latencia con la dosis y la concentración mencionadas es de cinco a 10 minutos con una duración de dos a tres horas y con analgesia postoperatoria de hasta nueve horas, comparada con las cinco horas que proporcionan la bupivacaína y la levobupivacaína<sup>(17)</sup>.

## COMPLICACIONES

Grandes series del Reino Unido, Europa, Estados Unidos y Canadá demostraron tasas de complicación bajas después del análisis de analgesia neuroaxial en niños, pero las tasas son más altas para analgesia vía central versus bloques periféricos. En las primeras series, los neonatos estaban en mayor riesgo y también tuvo peores resultados. Series recientes también han reportado mayor complicación, tasas y más errores de programación de bombeo en neonatos, enfatizando así la necesidad de cuidado seguimiento y seguimiento<sup>(2)</sup>.

La anestesia general prolongada en roedores neonatales aumenta la apoptosis en la médula espinal y en el cerebro. Esto, más la falta de evaluación sistemática de datos. La toxicidad analgésica espinal en el desarrollo temprano tiene la necesidad de una evaluación preclínica de la hilitura de los fármacos administrados. Sin lesión histológica o aumento de la apoptosis se encontró después de la anestesia espinal con bupivacaína o levobupivacaína en roedores neonatales.

Las dosis máximas toleradas de morfina intratecal y clonidina (hasta 300 veces dosis analgésica) no alteraron la histología o función de la médula espinal. Por el contrario, las dosis analgésicas de ketamina intratecal aumentaron la apoptosis y alteraron la función sensorial a largo plazo. Aunque no hay efectos adversos directamente relacionados con aditivos caudales, han sido reportados, no se ha limitado el

seguimiento en ensayos clínicos. Como resultado de efectos histológicos neuroaxiales adversos tanto en neonatos como en adultos animales, el uso clínico de ketamina caudal se ha reducido<sup>(5)</sup>.

## Direcciones futuras

Varios estudios sugieren que un abordaje integral del dolor perioperatorio puede minimizar el uso de fármacos analgésicos, disminuyendo el tiempo de recuperación y los efectos adversos que los analgésicos pueden conllevar.

Igualmente, se reducen de esta forma los gastos directos e indirectos que llevan aparejados, al disminuir la estancia hospitalaria y la aparición de complicaciones<sup>(5,13)</sup>.

Se continúan realizando avances significativos en el manejo integral del dolor en la población pediátrica. Factores que pueden contribuir a otras mejoras incluyen:

1. Mayor evidencia de alta calidad de los ensayos neonatales y población pediátrica de mayor edad. En lugar de confiar en la extrapolación de dosis y técnicas de grupos adultos. Como ético y las dificultades organizativas hacen que el reclutamiento sea difícil, y las muestras pueden ser pequeñas y heterogéneas. Es posible que se requieran pruebas de centro.
2. La comparación directa adicional de técnicas analgésicas en población pediátrica delinearán aún más la seguridad relativa y la eficacia de diferentes fármacos y técnicas, en particular y especialmente a medida que el sistema nervioso en desarrollo responde diferentemente al dolor, anestesia y analgesia, y los impactos adversos potenciales en el desarrollo neurológico.
3. Disponibilidad de farmacocinética y farmacodinamia. Continuar informando los datos de estudios clínicos y de laboratorio para el uso seguro de la dosis específica por edad y lesión.
4. Mayor validación y uso de la evaluación del dolor neonatal y de edades pediátricas mayores.
5. Es importante destacar que, además de las medidas anteriores, las mejoras en la práctica clínica son críticamente dependientes de la implementación de la mejor evidencia actual. Se requiere un enfoque integrado, con educación, intervención y prácticas continuas, uso de sistemas validados. Herramientas de evaluación, protocolos locales para la administración de analgésicos, auditorías y retroalimentaciones regulares, para asegurar la aplicación de mejores resultados para toda la población pediátrica que requiere anestesia, analgesia y cuidados intensivos<sup>(5)</sup>.



## REFERENCIAS

1. Lahoti OP, Arya AP. Management of orthopaedic injuries in multiply injured child. *Indian J Orthops* 2018. doi: 10.4103/ortho.IJOrtho\_359\_17 <https://www.semanticscholar.org/paper/Management-of-Orthopaedic-Injuries-in-Multiply-Lahoti-Arya/ffc25e0b0d8fe65515114740786dffdd1700230a>.
2. Walker MS. Neonatal pain pediatric anesthesia. 2014;24:39-48. (*Pediatric Anesthesia* ISSN 1155-5645).
3. Johnson DJ, Chalkiadis GA. Does epidural analgesia delay the diagnosis of lower limb compartment syndrome in children? *Paediatr Anaesth*. 2009;19:83-91. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19143952>.
4. Yang J, Cooper MG. Compartment syndrome and patient-controlled analgesia in children-analgesic complication or early warning system? *Anaesth Intensive Care*. 2010;38:359-363.
5. Gruenewald M, Ilies C, Herz J, Schoenherr T, Fudickar A, Höcker J, et al. Influence of nociceptive stimulation on analgesia nociception index (ANI) during propofol-remifentanyl anaesthesia. *Br J Anaesth*. 2013;110:1024-1030.
6. Sethi N, Chaturvedi R. Pediatric epidurals. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*. 2012;28:4-5. doi: 10.4103/0970-9185.92409. January-March 2012 | Vol 28 | Issue 1.
7. Wong J, Lim SS. Epidural analgesia in a paediatric teaching hospital: Trends, developments, and a brief review of literature. First Published October 12, 2017.
8. Melman-Szteyn E, et al. Anestesia regional en pediatría 2018. *Rev Mex Anest*. 2018;41:213-227.
9. Jacob R, et al. Anestesia regional pediátrica práctica. Capítulo 10 6/2/2010, Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/268361547\\_Anestesia\\_Regional\\_Pediatria\\_Practica](https://www.researchgate.net/publication/268361547_Anestesia_Regional_Pediatria_Practica).
10. Johr M, Berger TM. Recent developments in paediatric regional anaesthesia. *Curr Opin Anesthesiol*. 2004; 17: 211-215.
11. Davis PJ, et al. *Anestesiología de Smith para niños y adolescentes*. Tomo I (Octava edición en castellano). Parte Capítulo 7 Elsevier. Farmacología de la anestesia pediátrica. 2016. pp. 182-270.
12. *Ultrasound-Guided Regional Anesthesia in Children* Stephen Mannion, Gabrielle Iohom, Christophe Dadure-2015 - Medical editado por Stephen Mannion, Gabrielle Iohom, Christophe Dadure, Arjunan Ganesh, Mark D. Reisbig, Section 5 Neuroaxial Blockspp. 125-130. [En línea] [https://books.google.com.mx/books?id=NqQyCgAAQBAJ&pg=PA130&lpg=PA130&dq=Johnson+DJ,+Chalkiadis+G+A.+Does+epidural&source=bl&ots=1rXx5JG6Kq&sig=ACfU3U1k2\\_qwyFoLzpvpf\\_IWrGr9GNm3Qw&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiil7iBicjhAhVCOKwKHVNKDMkQ6AEwA3oECAkQAQ#v=onepage&q=Johnson%20DJ%2C%20Chalkiadis%20GA.%20Does%20epidural&f=false](https://books.google.com.mx/books?id=NqQyCgAAQBAJ&pg=PA130&lpg=PA130&dq=Johnson+DJ,+Chalkiadis+G+A.+Does+epidural&source=bl&ots=1rXx5JG6Kq&sig=ACfU3U1k2_qwyFoLzpvpf_IWrGr9GNm3Qw&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiil7iBicjhAhVCOKwKHVNKDMkQ6AEwA3oECAkQAQ#v=onepage&q=Johnson%20DJ%2C%20Chalkiadis%20GA.%20Does%20epidural&f=false).
13. Mathews DM, Clark L, Johansen J, Matute E, Seshagiri CV. Increases in electroencephalogram and electromyogram variability are associated with an increased incidence of intraoperative somatic response. *Anesth Analg*. 2012;114:759-770.
14. Milligan KR. Recent advances in local anaesthetics for spinal anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol*. 2004; 21:837-847.
15. Whizar-Lugo VM. Ropivacaína: una novedosa alternativa en anestesia regional. *Rev Mex Anesthesiol*. 1999;22:122-152.
16. Feriani G, Hatanaka E, Torloni MR, da Silva. Infraorbital nerve block for postoperative pain following cleft lip repair in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;13:4.
17. [En Línea] <http://www.oc.lm.ehu.es/Departamento/Investigacion/TesisPDF/ITXASO%20MERINO.pdf> [Tesis doctoral Itxaso Merino Julián.doc Bilbao] 2016.