



Anestesia Regional en Pediatría 2017

Acad. Dra. Estela Melman Szteyn,* Dra. Guadalupe Zaragoza Lemus**

* Médico Anestesiólogo Pediatra.

** Anestesióloga-Algóloga.

DEPARTAMENTOS DE ANESTESIA DEL CENTRO MÉDICO ABC Y DEL INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN, CIUDAD DE MÉXICO

La historia de los anestésicos locales (ALs) y por lo tanto de la anestesia regional (AR), está íntimamente ligada a dos grandes médicos del siglo XIX, Sigmund Freud, quién descubrió el efecto analgésico de la cocaína, y Carl Koller, oftalmólogo, quien a instancias de Freud experimentó con ésta en cirugía ocular, descubriendo que algunas gotas de una solución de cocaína provocaban un efecto analgésico local que le permitía llevar a cabo la cirugía. Su nombre quedó ligado a los anestésicos locales a partir de 1884. El primer reporte de anestesia espinal utilizando cocaína en niños fue hecho por Bier en 1898 y posteriormente Gray reporta 100 casos con estovaina, en 1909. A partir de entonces hubo reportes esporádicos de estos procedimientos hasta 1933, cuando Campbell reportó en 33 niños un buen resultado con el uso de anestesia caudal para llevar a cabo procedimientos urológicos⁽¹⁾. Fue en la segunda mitad del siglo XX cuando la anestesia regional en niños empieza a desarrollarse y surgen publicaciones que impulsan su utilización⁽²⁻⁶⁾ y el desarrollo de nuevas técnicas como el uso del neuroestimulador (NS)^(7,8) y en el trascurso de este siglo, los bloqueos guiados por ultrasonido (USG)^(9,10).

RIESGOS, BENEFICIOS, VENTAJAS Y SEGURIDAD.

Un buen número de fármacos han sido utilizados para producir analgesia en el neuroeje con estudios clínicos que demuestran su tolerancia y eficacia. Sin embargo, una evidencia muy clara, de alta calidad y seguridad, particularmente en neonatos y lactantes, es escasa. Actualmente a raíz de los conocimientos adquiridos en cuanto a neurotoxicidad y su impacto en el neurodesarrollo hay un énfasis creciente sobre la necesidad de evaluar los riesgos y

beneficios de toxicidad sobre la médula espinal de los diferentes fármacos antes de su aplicación en la clínica. Esto ha sido comentado por el «Anesthetic and Life Support Drugs Advisory Committee of the Food and Drug Administration» (FDA) que señala que: «el riesgo potencial de los agentes anestésicos para inducir neurodegeneración a nivel del cordón medular deberá ser evaluado, particularmente con respecto a los anestésicos locales y opioides administrados en el neuroeje»⁽¹¹⁾.

La anestesia regional, además de disminuir el riesgo potencial a la exposición del cerebro en desarrollo a los anestésicos inhalados, favorece la recuperación postoperatoria en el niño, en particular en aquellos susceptibles a complicaciones respiratorias, como el neonato de pretérmino con enfermedad pulmonar y/o períodos de apnea, o aquellos con malformaciones y/o cardiopatías congénitas^(12,13). Existen reportes comparando la anestesia del neuroeje con la administración sistémica de opioides; la proporción de neonatos que requirió ventilación mecánica postoperatoriamente fue estadísticamente menor cuando se utilizó la vía neuroaxial.

FUNCIÓN RESPIRATORIA

Varios reportes publicados señalan beneficios que aporta la AR, como la importante disminución del apoyo mecánico ventilatorio postoperatorio en niños y particularmente neonatos y lactantes sometidos a cirugía abdominal o toracotomía, debido a que la analgesia epidural mejora la eficiencia ventilatoria y el intercambio gaseoso, disminuyendo el riesgo de complicaciones pulmonares y permitiendo una extubación temprana, lo que evita el riesgo de barotrauma y con ello se acortan los días de hospitalización. Estos efectos favorables contrastan con los resultados obtenidos con el uso de opioides sistémicos en neonatos y lactantes, quienes son particularmente sensibles a los efectos depresores respiratorios de estos fármacos y su uso, por lo tanto, implica la necesidad concomitante de apoyo mecánico ventilatorio⁽¹⁴⁻¹⁶⁾.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/rma>

ESTABILIDAD HEMODINÁMICA

La analgesia central o del neuroeje, llámese epidural o subdural (espinal o raquianestesia), produce bloqueo simpático torácico y lumbar y por ende, vasodilatación por abajo del sitio del bloqueo. Probablemente debido a la incompleta innervación simpática que tiene el niño menor de ocho años, la anestesia regional se caracteriza por una excelente estabilidad hemodinámica, lo que evita la necesidad de precarga de volúmenes importantes de líquidos o el uso de vasoconstrictores profilácticos. Otra de las razones a las que se puede atribuir esta excelente estabilidad es que el volumen sanguíneo en los vasos de capacitancia de los miembros inferiores es menor en este grupo de edad⁽¹⁷⁻¹⁹⁾. La administración concomitante de anestesia general modifica este efecto.

RESPUESTA HORMONAL AL ESTRÉS QUIRÚRGICO

El grado de la respuesta al estrés inducido por la cirugía varía en proporción directa a la calidad de la analgesia, particularmente en individuos malnutridos o inmunocomprometidos, con efectos perjudiciales sobre la respuesta autonómica, hormonal, metabólica, inmunológica e inflamatoria. Numerosos estudios han mostrado que las hormonas relacionadas con la respuesta al estrés (epinefrina, norepinefrina, cortisol, ACTH, prolactina) así como los niveles en sangre de la glucosa son menores después de anestesia epidural con retorno a niveles basales preoperatorios en 24 horas después de la cirugía, lo que no ocurre en el mismo intervalo de tiempo, cuando se administran opioides intravenosos. Este efecto se incrementa aún más cuando se utiliza anestesia o analgesia subaracnoidea, debido a un efecto más intenso sobre la transmisión del dolor en las vías aferentes y eferentes nerviosas^(20,21).

La respuesta inmunológica también es estimulada por los anestésicos locales. El trauma y la cirugía favorecen la susceptibilidad a la infección debido a la supresión inmune. Los anestésicos locales y no así los opioides estimulan la actividad de los linfocitos T, mismos que juegan un papel importante aunque inespecífico en la mediación celular y en la inmunidad antitumoral⁽²¹⁾. Un área de interés particular y relevancia clínica aún en estudio es el efecto de los AIs sobre los leucocitos polimorfonucleares, macrófagos y monocitos⁽²²⁾.

FUNCIÓN GASTROINTESTINAL

Estudios comparativos para evaluar el retorno temprano de la peristalsis y del tono muscular liso gastrointestinal, han mostrado un mayor beneficio con la AR epidural que con la administración sistémica de opioides, ya que hay un retorno temprano de la peristalsis y mejoría de la perfusión esplácnica, más evidente en pacientes con enterocolitis necrosante y gastrosquisis^(13,23,24).

NEUROTOXICIDAD

Los anestésicos generales inhalados no sólo deprimen al sistema nervioso central (SNC), sino también la circulación y la respiración promoviendo una menor perfusión tisular e hipoxia. Estudios en ratas jóvenes y primates en etapa de desarrollo, han reportado muerte neuronal (apoptosis) después de la administración de anestésicos (GABA receptor-antagonista o NMDA receptor-agonista); este efecto se ha visto en el cerebro en desarrollo coincidiendo con el período de máxima sinaptogénesis que es a su vez, el de máxima vulnerabilidad para la apoptosis. En roedores se ha señalado el día siete postnatal como el día de máxima apoptosis cortical y los efectos de los fármacos son más aparentes en las regiones donde la apoptosis espontánea está ocurriendo. En la médula espinal se ha visto que la apoptosis espontánea ocurre predominantemente en las astas posteriores y alcanza su pico máximo entre el segundo y quinto día postnatal, disminuyendo entre el octavo y décimo día. Debido a esto se considera que el período proapoptótico o de máxima susceptibilidad a fármacos es más corto para la médula que para la corteza cerebral, aunque en el animal sometido a anestesia general prolongada se ha observado apoptosis en la médula en el día siete postnatal.

Como señala Walker⁽²⁵⁾ la anestesia neuroaxial es un componente importante del manejo perioperatorio en niños de todas las edades, particularmente neonatos y lactantes, ya que el manejo inadecuado del dolor puede tener efectos adversos^(21,25). Considera sin embargo, que es evidente el riesgo potencial de toxicidad espinal por medicamentos en las etapas tempranas de la vida, debido a las propiedades dinámicas intrínsecas del desarrollo del neuroeje y por lo tanto, al momento de considerar la opción de anestésicos locales y adyuvantes, no sometidos a valoraciones sistemáticas de toxicidad espinal, se debe preferir incluir solo medicamentos con el mayor margen comprobado de seguridad.

SEGURIDAD

La morbilidad relacionada con la anestesia regional es baja de acuerdo a numerosos estudios retrospectivos. En 1996, la Sociedad de la Lengua Francesa de Anestesia Pediátrica (ADARPEF por sus siglas en francés), publicó sus resultados prospectivos durante un año, evaluando diferentes técnicas de anestesia regional en niños de diferentes grupos etarios. De 24,409 bloqueos, 60% fueron bloqueos centrales y de éstos, el 81% caudales con una frecuencia de complicaciones menores del 0.09%⁽²⁶⁾.

En el 2010, la misma sociedad en un estudio prospectivo similar al anterior publicó el estudio para evaluar complicaciones en 31,132 niños; de éstos, 29,870 se manejaron con AR asociada a anestesia general y 1,272 recibieron únicamente anestesia regional, por lo que el total de los bloqueos

del neuroeje representó el 34% aunque en el grupo de niños menores de tres años, estos bloqueos representaron el 45%, de los cuales el 80% fueron caudales. Los bloqueos de nervios periféricos constituyeron el 66% y se observa ya la transición en número y preferencias de bloqueos centrales a bloqueos periféricos debido a la introducción desde principios de este siglo, de las técnicas guiadas por ultrasonido, mismas que ofrecen una mayor seguridad que las técnicas ciegas basadas únicamente en el conocimiento de las referencias anatómicas. En este reporte, del 66% de los bloqueos periféricos, un 10% fueron de miembro superior, 19% de miembro inferior y el restante 71% en cara y tronco. El porcentaje total de complicaciones fue de 0.12%, significativamente seis veces mayor en los bloqueos centrales (con la técnica habitual), que en los periféricos⁽²⁷⁾.

En esta serie se reportan también las complicaciones por grupos de edad para los bloqueos centrales del neuroeje, observando que el mayor número ocurrió en el grupo de lactantes menores de seis meses. Todas las complicaciones fueron leves y no causaron incapacidad⁽²⁷⁾.

En cuanto a la seguridad con el uso de catéteres, entre el 2001 y 2005 se realizó una auditoría prospectiva en el Reino Unido en 10,633 niños que recibieron analgesia epidural por infusión continua⁽²⁸⁾. Se reportaron 96 incidentes, de los cuales 56 se asociaron con la inserción del catéter o con el mantenimiento de la infusión, todos catalogados como incidentes de baja severidad o grado 3, (escala del 1 al 3) o sea una proporción de 1:189. Como grado 2 de la escala hubo nueve casos, todos moderados o sea con una incidencia de 1:1,100 y cinco incidentes fueron calificados como serios o grado 1 de la escala, aproximadamente 1:2,000 casos y de los cuales dos fueron abscesos epidurales, un caso de meningismo, un caso de cefalea postpunción que requirió parche hemático, un caso por error en la administración del fármaco correcto que causó un síndrome de cauda equina y un lactante de tres meses de edad que presentó durante un año de seguimiento déficit neurológico residual (1:10,000). Los 36 casos restantes no alcanzaron graduación y fueron considerados como leves y asociados a la administración de la infusión continua del anestésico local epidural⁽²⁸⁾. En todos estos casos la vía de inserción de los catéteres fue:

Caudal 921 Lumbar 6,226 Torácica 3,486

Conviene recalcar que el 52% de los catéteres introducidos en neonatos fue por la vía caudal y un 28% en menores de un año, para un total de 80% por esta vía en estos grupos de edad. Los autores concluyen que la técnica está asociada con incidentes adversos usualmente menores y aunque los incidentes mayores afortunadamente son raros (1:10,000) tienen el potencial de poder causar daño severo por un tiempo largo.

ANALGESIA

La AR proporciona una excelente analgesia con mínimos efectos secundarios; es una alternativa efectiva a los opioides sistémicos, sobre todo en niños con riesgo de depresión respiratoria aguda inducida por estos fármacos, como ocurre en neonatos, o en aquellos que han desarrollado tolerancia a los opioides, como en el tratamiento del dolor crónico.

Es también una excelente alternativa, en cualquier grupo de edad pediátrica, cuando la anestesia general inhalada está contraindicada, o es técnicamente difícil (vía aérea difícil) o está asociada a una mayor morbilidad (bronco-aspiración) y/o mortalidad, como ocurre en las enfermedades neuromusculares y metabólicas donde el riesgo de hipertermia maligna asociada a los anestésicos inhalados es alto; en las cardiopatías congénitas o en la broncodisplasia pulmonar el efecto de los fármacos inhalados es más deletéreo para la función, que los anestésicos locales.

La analgesia proporcionada depende de la potencia y duración del anestésico local (AL) utilizado. Actualmente se cuenta con anestésicos locales de acción prolongada como la bupivacaína y menor toxicidad como la ropivacaína y levobupivacaína. La duración del efecto analgésico de estos fármacos se puede modificar con el empleo de infusiones continuas mediante la inserción por vía central o periférica de catéteres diseñados para ello. La calidad de la analgesia no depende de la administración de dosis masivas, sino de una técnica correcta. El uso del ultrasonido permite en los bloqueos periféricos, no sólo administrar menores volúmenes de AL, sino corroborar con precisión la posición del catéter y por lo tanto proporciona mayor seguridad.

El uso combinado de anestesia general inhalada y anestesia regional reduce la CAM de los anestésicos inhalados, la necesidad de relajantes neuromusculares y permite una emersión más rápida con un postoperatorio sin dolor.

En resumen, las ventajas y desventajas de la AR se enumeran a continuación:

Ventajas	Desventajas
Analgesia intra- y postoperatoria	Exige destreza
Relajación muscular	Conocimiento de anatomía
Supresión de reflejos autónomos	Tiempo:
Modificación de respuesta al estrés	Para explicar el procedimiento
Menor impacto económico	Para realizar el procedimiento
	Para alcanzar el efecto analgésico

FARMACODINÁMICA DE LOS ANESTÉSICOS LOCALES

Los anestésicos locales bloquean la propagación de los impulsos nerviosos al inactivar los canales de sodio. Los ALs atraviesan la membrana celular como bases libres no ionizadas. Dentro de la célula se ligan con aminoácidos específicos dentro del poro del canal, y lo bloquean mecánicamente. Los ALs también bloquean los canales de potasio y calcio en concentraciones mayores que las necesarias para bloquear los canales de sodio. Los canales de K⁺ inician la repolarización en el nervio. Tanto los canales de sodio como potasio son estereoespecíficos y por ello los enantiómeros S⁻ (ropivacaína y levobupivacaína) inducen menor bloqueo que los R⁺ (bupivacaína). Los ALs se unen a los receptores de rianodina y canales de calcio tipo L pero no es un hecho claro si el bloqueo de estos canales afecta la cardiotoxicidad de los ALs de larga duración. En el miocardio, algunos canales de sodio, como los hERG (human éter-a-go-go) son los responsables de las arritmias inducidas genéticamente, como son los síndromes de QT largo, QT corto y Brugada.

Las fibras nerviosas son mielinizadas o no-mielinizadas. La mielinización comienza en el tercer trimestre del embarazo y es incompleta al nacimiento. Después progresa rápidamente y se completa entre los 3 y 4 años de edad. La mielina aísla a las fibras y esta capa se encuentra interrumpida regularmente por los nódulos de Ranvier. La despolarización repentina del nódulo induce un campo eléctrico que se extiende a 2 o 3 nódulos. Los potenciales de acción saltan de un nodo al siguiente. La velocidad de conducción es más rápida en las fibras motoras que en las pequeñas fibras sensitivas y más rápida en estas últimas, que en las fibras de alto umbral que conducen señales de dolor. Éstas a su vez se bloquean por concentraciones más bajas de ALs y durante más tiempo que las fibras muy mielinizadas⁽²⁹⁾.

Sorpresivamente, los lactantes requieren mayores dosis de ALs para el bloqueo espinal y su duración también es más corta. El factor más importante que explica este efecto, parece depender del número de nodos de Ranvier bloqueados⁽²⁹⁾, pero otros autores lo explica con base en el volumen de LCR lo que comentaremos más adelante.

TOXICIDAD DE LOS ANESTÉSICOS LOCALES

La toxicidad cardíaca y neurológica está relacionada con concentraciones excesivas. Los anestésicos locales se unen a las proteínas del plasma en más del 90%, principalmente a la albúmina. Los lactantes son más propensos que los adultos, debido a que los niveles de la proteína alfa-1-glico-proteína ácida (AAG), no alcanzan el nivel normal sino hasta el primer año de edad⁽³⁰⁾. La anestesia general en niños, puede ocultar los signos tempranos de toxicidad, como taquicardia o taquia-

rritmias, ya que la frecuencia cardíaca basal en los neonatos y lactantes de por sí es rápida.

Las primeras manifestaciones de toxicidad de los ALs son alteraciones en la conducción ventricular, alargamiento del QRS, bradicardia y *Torsade des pointes* o taquicardia helicoidal, seguidos de fibrilación ventricular o asistolia. El tratamiento incluye oxigenación, compresiones cardíacas, epinefrina y/o desfibrilación de acuerdo a las Guías de la AHA (PALS). El tratamiento específico de la toxicidad por ALs, es la administración rápida de una emulsión de lípidos (Intralipid al 20%) en dosis de 1.5 mL/kg en bolo intravenoso durante un minuto, seguido de una infusión de la emulsión en dosis de 15 mL/kg/h⁻¹; si no hay retorno de la función cardíaca normal después de cinco minutos, se debe repetir la administración máxima de tres bolos con la misma dosis, en intervalos de cinco minutos entre cada bolo y continuar con una infusión con el doble de la dosis o sea 30 mL/kg/h⁻¹⁽³¹⁾.

Weinberg recomienda 1.5 mL/kg⁻¹ (kilogramos de masa corporal magra) de la emulsión, seguido por una infusión de 0.25 mL/kg/min⁻¹ hasta alcanzar la estabilidad hemodinámica; si esto no ocurre, repetir los bolos en dosis de 0.5 mL/kg/min⁻¹ y en caso de hipotensión, hasta alcanzar una dosis máxima de 10 mL/kg/min⁻¹ durante los primeros 30 minutos, continuando con una infusión de 0.25 mL/min⁻¹⁽³²⁾.

Debido a que la emulsión de lípidos retarda la eliminación del AL, la arritmia puede recurrir por lo que se requiere extender el tiempo de vigilancia hasta 12 horas.

ADYUVANTES

Los más comúnmente usados son la epinefrina, clonidina y los opioides como el fentanyl y morfina y recientemente el tramadol.

En neonatos no es recomendable el uso de estos agentes por las razones antes mencionadas.

Epinefrina. Se utiliza al 1/200,000 equivalente a 5 µg/mL para prolongar el efecto de la bupivacaína. No debe añadirse a los S-enantiómeros como la ropivacaína o la levobupivacaína porque estos agentes tienen propiedades vasoconstrictoras intrínsecas. Tampoco debe utilizarse en bloqueo como el del nervio dorsal del pene, interdigital, del pabellón auricular u ocular debido a la isquemia que puede causar.

La clonidina puede causar en neonatos apnea, al igual que los opioides⁽³³⁾. En niños mayores de tres meses se recomienda para prolongar el efecto del AL utilizar dosis de 1-2 µg/kg^(33,34).

Opioides. Usados como adyuvantes epidurales después de los 6-9 meses de edad, prolongan la duración del efecto analgésico de los ALs hasta por 24 horas⁽³⁴⁾.

Fentanyl. Opiode hidrofóbico; en bolo la dosis comúnmente empleada por esta vía es de 1 µg/kg. Dosis más altas inducen el vómito. En infusión continua la dosis es de 0.1 hasta 0.4 µg/kg/h⁻¹.

Morfina. Opióide hidrofílico. La dosis epidural en bolo es de 25-30 µg/k y en infusión continua 1 µg/k-1/h¹.

En casos de retención urinaria o prurito secundario al uso de opioides, la naloxona es útil en dosis de 1-2 µg/k por vía iv⁽²⁹⁾.

MEDIDAS GENERALES PARA LA UTILIZACIÓN SEGURA DE LA ANESTESIA REGIONAL⁽³⁵⁾

- Conocer la anatomía y las referencias anatómicas.
- Establecer una vía endovenosa previa al bloqueo.
- Medicación preoperatoria (sin atropina) en niños mayores de seis meses de edad.
- Monitorización adecuada.
- Mantenimiento de la temperatura corporal.
- Equipo anestésico para resolver cualquier emergencia que se presente y específico para analgesia regional pediátrica como agujas hipodérmicas cortas y sobre todo de bisel corto, Tuohy para caudal y/o lumbar-torácico, así como catéteres radio-opacos.
- Técnica estéril estricta.
- Tunelizar el catéter cuando se elige la técnica continua.

INDICACIONES

- Riesgo de aspiración de contenido gástrico.
- Cirugía abdominal, urológica y de miembros inferiores, electiva y/o urgente.
- Esta misma clase de cirugía en pacientes con vía aérea difícil y/o traumatismo craneoencefálico.
- Patología pulmonar aguda o crónica (por ejemplo: bronco-displasia).
- Manejo del dolor agudo postoperatorio o crónico.

CONTRAINDICACIONES

- Anomalías anatómicas.
- Obesidad.
- Infección en el sitio del bloqueo, o contiguo al mismo.
- Paciente anticoagulado o con coagulopatía.
- Valoración o preparación inadecuada del paciente.
- Rechazo al procedimiento.

BLOQUEOS NEURAXIALES CENTRALES

Caudal

La analgesia por la vía caudal puede administrarse en bolo, o en forma continua, mediante la introducción de un catéter por el hiato sacro.

Es una técnica muy segura en manos entrenadas. Comparada con otras técnicas neuroaxiales, no hay a la fecha

reporte alguno en la literatura mundial de un solo caso de absceso, hematoma o paraplejía asociado con la técnica de administración en bolo, a diferencia de la técnica continua que involucra el uso del catéter⁽³⁶⁾.

Complicaciones tales como convulsiones o colapso cardiovascular por absorción masiva del AL, debido a una punción inadvertida de la dura, o intravascular puede ocurrir y habitualmente se debe a inexperiencia o negligencia por parte del proveedor; esta complicación debe ser corregida de inmediato y sin dejar secuelas.

Hay que recalcar que a cualquier edad, el niño le tiene temor a las inyecciones lo que conduce a su nula o escasa cooperación, por lo cual es imperativo sedarlo o anestesiario; después de la medicación preoperatoria, habitualmente con midazolam oral, usamos ketamina en dosis 1-2 mg/k por vía iv, o propofol 2-3 mg/k por esta misma vía. Otra alternativa, no muy socorrida en estas edades, pero igualmente eficiente es la vía IM utilizando ketamina 5-10 mg/k o bien anestesia general inhalada. La anestesia local con EMLA en el sitio del bloqueo, sobre todo en neonatos y/o pacientes en malas condiciones de salud es muy común para este grupo de pacientes.

Es importante señalar que la médula espinal al nacimiento se localiza en L3 y alcanza su posición permanente en L1-L2 al año de edad el saco de la dura al nacer se encuentra en S4 y al año de edad entre S1-S2. La columna vertebral está incompletamente osificada y los ligamentos son extremadamente flexibles por lo que permiten la inserción fácil de agujas y catéteres. Debido a la incompleta osificación hay una mejor visualización de las estructuras nerviosas cuando se emplea el ultrasonido. La grasa epidural es más gelatinosa y menos fibrosa que en el adulto, lo que favorece la difusión de los ALs y el paso con facilidad de los catéteres, hasta aproximadamente la edad de seis años o cuando alcanzan un peso alrededor de los 20 kg. El menor grosor del panículo adiposo permite una mejor identificación de las referencias anatómicas. En el caso de la vía caudal, habitualmente se pueden identificar sin problema las astas o «cuernos» sacros (línea ilíaca superior y posterior) mismos que marcan los extremos de un triángulo equilátero invertido, cubierto por la membrana sacrococcígea, la cual al ser perforada permite el acceso directo al espacio epidural (Figuras 1 y 2).

Al perforar la membrana y siempre después de aspirar para cerciorarse de que la punción no es ni hemática ni de líquido cefalorraquídeo (LCR), la aguja con bisel corto, debe ser avanzada lentamente no más de 1-3 mm para evitar la perforación de la dura (Figuras 3 y 4).

La posición prona con un rollo de toalla o campo quirúrgico por abajo del abdomen hace más prominentes las astas sacras lo que favorece su identificación y simplifica la técnica y por ello la preferimos más que el decúbito lateral (Figura 5).

DOSIS DE ANESTÉSICO LOCAL

La bupivacaína al 0.25% y la ropivacaína al 0.2% han sido cuidadosamente estudiadas y existen un gran número de reportes, que para calcular la dosis total de AL requerida, toman en cuenta el peso o el número de segmentos necesarios para obtener la analgesia requerida.

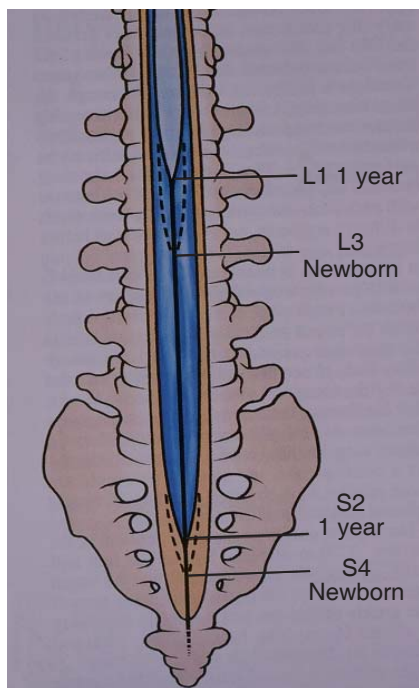


Figura 1.

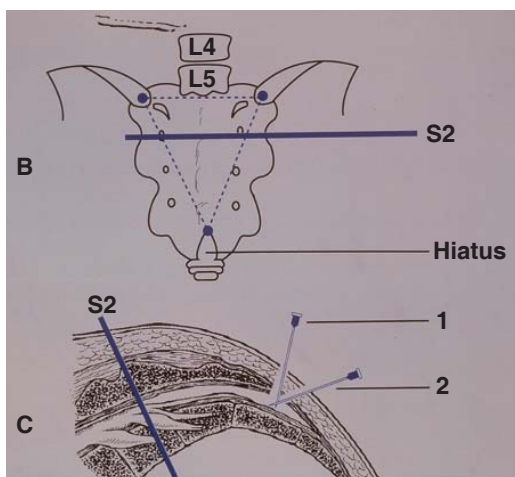


Figura 2. Referencias anatómicas óseas y del saco de la dura en S2, así como la angulación de la aguja para penetrar el canal en un bloqueo caudal.

Basándonos en estudios en cadáver y farmacocinéticos en pacientes⁽³⁵⁾, así como la experiencia clínica durante más de 40 años de utilizar estas dosis sin ningún incidente o accidente secundario a su empleo administramos cualquiera de los dos ALs mencionados por la vía caudal, en dosis de 1.6 mL/k para bloqueos que requieran una altura hasta T3-T4, 1.4 mL/k para T12-T10 y 1.2 mL/k para niveles por debajo de esa metámera. Estos volúmenes nos aportan 4, 3.5 y 3 mg/k de bupivacaína al 0.25% respectivamente^(35,37) y dosis ligeramente menores en el caso de la ropivacaína al 0.2%⁽³⁸⁾, mismas que nos permiten llevar a cabo el procedimiento quirúrgico con excelente bloqueo motor, mayor con bupivacaína que con ropivacaína, y buen bloqueo sensorial con ambos. No se recomienda el uso de un volumen mayor de 25-30 mL de AL por esta vía⁽³⁹⁾. Como se ha mencionado previamente, bajo sedación con ketamina y/o propofol (mezcla 1:1 propofol + ketamina o ketofol)⁽⁴⁰⁾, o con una CAM reducida de anestésico inhalado.

Otros autores recomiendan dosis menores, básicamente para proporcionar analgesia y no bloqueo motor y para ello recurren a una técnica combinada con anestesia general e intubación endotraqueal y no a una técnica regional pura⁽³⁹⁾.

Como se mencionó previamente, de rutina añadimos adyuvante para prolongar o potenciar el efecto analgésico, salvo en neonatos.

LUMBAR Y TORÁCICA

Al igual que en la vía caudal, el acceso al espacio epidural por la vía lumbar L4-L5 o L5-S1, es técnicamente sencillo por las peculiaridades anatómicas antes mencionadas. Es importante recordar que la distancia por recorrer entre la piel y el espacio epidural (EP) es corta y que el espacio a su vez es poco profundo. Se calcula que la distancia aproximada piel-EP es de 1.5-2 mm/k en niños menores de 30 kg. De acuerdo a Busoni, esta medida es de 10 mm al



Figura 3. Mismo paciente, donde los puntos en la misma línea horizontal (imaginaria), señalan las astas sacras y el punto inferior, el vértice del triángulo invertido que corresponde al hiato sacro.

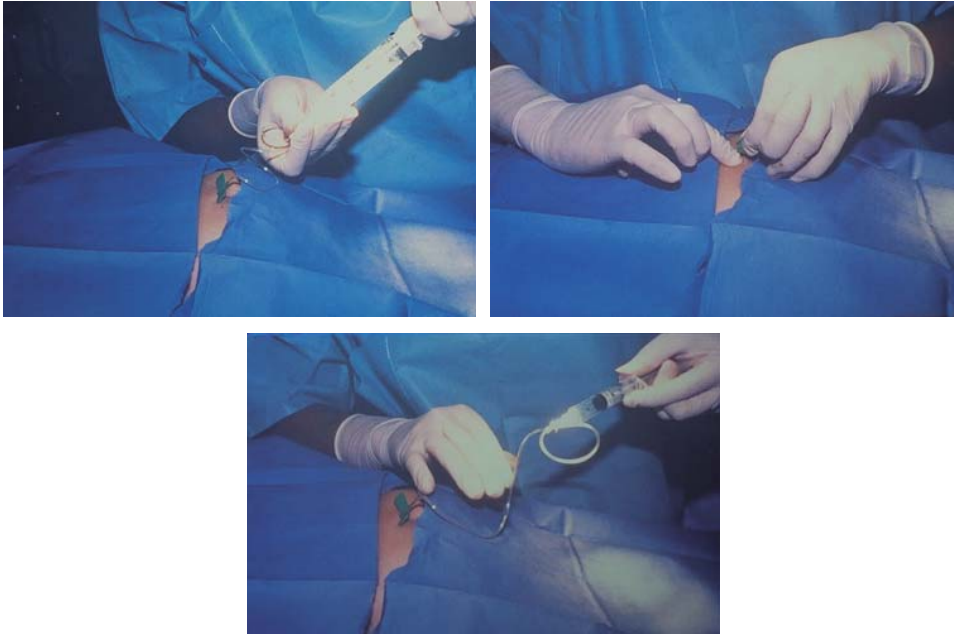


Figura 4.

Secuencia (derecha-izquierda) que muestra la ejecución del bloqueo caudal para administración en «bolo», con aguja tipo «mariposa»: inserción, aspiración, inyección.



Figura 5. Recién nacido de «pretérmino» donde se muestra la posición para el bloqueo caudal.

nacimiento y aumenta linealmente con la edad, de acuerdo a la fórmula por él propuesta: distancia en mm = edad en años/2 + 10⁽³⁵⁾.

El espacio se identifica por la pérdida de resistencia a la inyección de solución salina. La técnica de la gota (Dogliotti) no es útil, ya que la presión negativa generada durante la inspiración es insuficiente y no permite una identificación segura⁽⁴¹⁾.

El acceso al espacio epidural por estas vías facilita la utilización de analgesia continua mediante la inserción de un catéter (Figuras 6 a 8).

Las indicaciones actuales son:

- Cirugía intraabdominal alta.
- Cirugía torácica abierta.

Cirugía de columna vertebral.
Manejo del dolor crónico.

Entre los beneficios de esta técnica comparada con el uso de opioides sistémicos, hay una clara evidencia en el alivio del dolor con un menor retardo en la recuperación de la peristalsis gastrointestinal y menor frecuencia de náusea y vómito postoperatorio⁽⁴¹⁾.

Los riesgos y/o complicaciones son secundarios a la inserción y cuidado del catéter. Como se mencionó anteriormente, el riesgo de complicaciones serias es de 1:2,000 y de 1:10,000 en caso de secuelas muy serias⁽²⁸⁾; de acuerdo a la ADARPEF^(26,36) en 1,500 casos la frecuencia de complicaciones fue mayor en niños menores de seis meses de edad, y en este grupo es cuatro veces mayor que en el grupo de lactantes mayores de seis meses, razón de peso para evitar estas técnicas y preferir la inserción caudal hasta un nivel lumbar o torácico^(39,42). Aunque la proximidad de esta vía con el ano aumenta el riesgo de colonización bacteriana del catéter y por lo tanto el riesgo de infección, esta complicación se puede disminuir o evitar al tunelizar el catéter y cubrir el área con un buen apósito que aisle la región, además de una asepsia estricta durante todo el procedimiento (Figura 9).

El uso del US ha contribuido a un mayor éxito en la inserción y corroboración del sitio en el que queda colocado el catéter⁽⁴³⁾.

Cuando se inserta el catéter por vía torácica debe hacerse en la dermatoma más próxima al sitio de la incisión quirúrgica.

La inserción de catéteres cualquiera que sea la vía debe ser hecha por anestesiólogos pediatras con experiencia para evitar

complicaciones y de rutina siempre confirmar la posición final del catéter mediante el uso de rayos X o del ultrasonido^(43,44).

Entre las complicaciones de la inserción del catéter por estas vías debemos mencionar:

- Infección.
- Celulitis.
- Absceso o hematoma.
- Fractura del catéter.



Figura 6. Niño de siete años en decúbito lateral con aguja Tuohy pediátrica «lumbar» #18, introducida hasta el ligamento.



Figura 7. Muestra la aguja ya avanzada hasta el espacio epidural.



Figura 8. Catéter ya colocado, listo para ser tunelizado.

Las fallas que pueden ocurrir durante la inserción del catéter son:

- Perforación del espacio subaracnoideo.
- Inserción en una vena del plexo epidural.
- Inserción en el ligamento supra o interespinoso.
- Migración del catéter.

SUBARACNOIDEO O ESPINAL

Aunque fue la primera técnica usada en niños en la primera mitad del siglo XX, cayó en desuso, no fue sino hasta la segunda mitad del siglo XX cuando Digby Leigh y Clark publican el primer libro de anestesia en pediatría y nos muestran su experiencia con anestesia regional⁽¹⁾. En 1975 en un estudio prospectivo que incluyó desde lactantes hasta adolescentes comparamos esta técnica contra la epidural, comprobando sus beneficios, así como la desventaja que tiene por el corto tiempo de duración de la analgesia y por lo tanto ésta no se extiende al postoperatorio inmediato⁽⁴⁾. En 1980, Abajian la reintrodujo en infantes de alto riesgo y dada la excelente estabilidad hemodinámica que proporciona, la ausencia de períodos de apnea y el casi inmediato inicio de acción la recomendó como la técnica de elección en este grupo de pacientes, con el inconveniente ya referido de la corta duración de acción⁽⁴⁵⁾.

Las indicaciones y contraindicaciones de esta técnica son las comunes para las técnicas en el neuroeje, con énfasis que en neonatos se puede efectuar sin tener que recurrir a sedación ni adición de adyuvantes en procedimientos urgentes, cortos e infraumbilicales⁽⁴⁶⁾ aunque la adición de éstos prolonga el tiempo de analgesia.

En el 2010 Hoesle y Weiss publicaron un estudio comparativo en dos grupos de exprematuros programados para hernioplastía inguinal sin sedación; un grupo con anestesia espinal (n = 339) y otro con epidural caudal (n = 236), reportando que la vía caudal es técnicamente más fácil de aplicar y finalmente tiene los mismos beneficios que la espinal⁽⁴⁷⁾.



Figura 9. Neonato en decúbito prono, con aguja Tuohy pediátrica # 20 que muestra la inserción del catéter por vía caudal.

Es importante recalcar que la punción lumbar en menores de un año debe ser por debajo de L3 ya que la médula alcanza su posición definitiva a esta edad; el espacio intervertebral recomendable es L4/L5 o L5/S1. El volumen de LCR es de 4 mL/kg, o sea el doble que el del adulto, razón que explica la necesidad de dosis mayores por kilo de peso y la menor duración del tiempo de acción de los ALs.

Una vez efectuada la punción y administrado el anestésico deben evitarse cambios bruscos de posición del paciente como son posicionar al paciente, levantar los miembros inferiores y sobre todo, la posición de Trendelenburg para evitar la extensión no intencional del bloqueo a los segmentos cervicales, con el compromiso respiratorio consecuente^(46,48).

La dosis de bupivacaína hiperbárica o isobárica, o ropivacaína sin adyuvantes que proporcionan analgesia con una duración promedio de 60-75 min es:

- < 5 kg: 0.4-0.5 mg/kg
- 5-15 kg: 0.3 a 0.4 mg/k
- > 15 kg: 0.25-0.3 mg/k

El tiempo de acción con el uso de adyuvantes (adrenalina) se prolonga aproximadamente de un 30 hasta un 50% más. Las agujas utilizadas deben ser específicas de uso pediátrico, con estilete, longitud no mayor de 50 mm y muy finas, G 25 o 27, para evitar complicaciones como la cefalea postpunción que se reporta con poca frecuencia en niños, quizá porque el neonato no la percibe o no la manifiesta, pero el niño en edad escolar sí la reporta, aunque no se manifiesta con la frecuencia con la que ocurre en el adulto⁽⁴⁶⁾.

BLOQUEOS DE NERVIOS PERIFÉRICOS POR ULTRASONIDO

Uno de los avances tecnológicos más trascendentales en anestesia regional (AR) en pediatría fue el ultrasonido basado en la introducción de imágenes anatómicas para facilitar la localización nerviosa. La técnica de AR mediante bloqueos de nervios periféricos en niños fue reportada por Marhofer en Viena, en niños mayores de tres meses donde todas las estructuras relevantes pueden ser visualizadas aunque esta visibilidad gradualmente disminuye de manera dependiente de la edad. Las estructuras neuroaxiales pueden ser fácilmente visualizadas, aún en niños mayores; la dura madre es tan visible como el ligamento amarillo en infantes y niños mayores⁽⁴⁹⁾.

El índice de éxito, la eficacia y complicaciones de los bloqueos de nervios periféricos con ultrasonido comparado con técnicas de neuroestimulación o basado en marcaje anatómico fue reportado en 2009, demostrando que la guía por ultrasonido tiene ventajas sobre las técnicas de neuroestimu-

lación: tiempo de realización de bloqueo más corto, índice de éxitos mayor, tiempo de inicio más corto, duración mayor del bloqueo, menor volumen de anestésico local y mejor visibilidad de las estructuras neuroaxiales. Las mediciones en estudios clínicos de bloqueos neuroaxiales, llevados a cabo con ultrasonido contra la pérdida de la resistencia mostraron que las epidurales ejecutadas con USG fueron más rápidas que con la pérdida de la resistencia y que la analgesia intra- y postoperatoria obtenida, fue mejor en el grupo de ultrasonido, al igual que la colocación del catéter y la visualización y administración del anestésico local o solución salina (Cuadro I)⁽¹⁾.

La AR por ecografía en pediatría se revolucionó gracias a los transductores de alta frecuencia (8-18 Mhz) y por ende la visibilidad de alta resolución hasta al menos 0.5 cm de profundidad en una imagen ecogénica estándar. A continuación se muestra uno de los modelos de transductor más usados actualmente en la práctica clínica (Figura 10).

Cuadro I. Principales bloqueos descritos en el paciente pediátrico por USG.

Extremidad superior	Supraclavicular Infraclavicular Axilar	
Extremidad inferior	Femoral Safeno Glúteo Subglúteo Ciático poplíteo Plexo lumbar	
Bloqueos de pared abdominal	Ilioinguinal/Iliohipogástrico TAP Vaina recto anterior Dorsal del pene	
Neuroeje	Abordaje lumbar Abordaje caudal	
Bloqueos especiales	bloqueos Continuos en Dolor Crónico ó Agudo con Colocación de Catéteres	Intercostales PETS



Figura 10. Transductor usado comúnmente en niños.

BLOQUEOS DE EXTREMIDAD SUPERIOR

El abordaje ideal más recomendado en el paciente pediátrico sometido a cirugía de mano, brazo y antebrazo es el infraclavicular; este abordaje tiene la ventaja respecto al interescalénico y supraclavicular que no involucra al nervio frénico (sólo en el 64% de los casos) y por lo mismo se evita la parálisis del diafragma, complicación común con las otras dos técnicas. La técnica también es más sencilla desde el punto de vista anatómico que las dos anteriores, ya que en el paciente pediátrico el cuello es muy corto y **No** permite identificar con precisión los abordajes anteriormente mencionados. En el abordaje infraclavicular el transductor es colocado longitudinalmente sobre la apófisis coracoides, donde se inicia el

Cuadro II. Volúmenes de anestésico local según abordaje.

Abordaje	Dosis x USG	Dosis x anatomía
Supraclavicular	0.3 mL/kg	0.5 mL/kg
Infraclavicular	0.2 mL/kg	0.5 mL/kg
Ciático	0.2 mL/kg	0.2 mL/kg
Femoral	0.15 mL/kg	0.3 mL/kg
Vaina del recto anterior	0.10 mL/kg	0.3 mL/kg
Ilioinguinal	0.10 mL/kg	0.4mL/kg



Figura 11. Bloqueo infraclavicular.

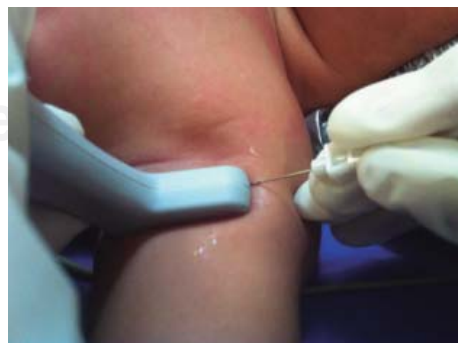


Figura 12.

Abordaje axilar.

escaneo para introducir la aguja en dirección cefálica a caudal «en plano» («*in plane*»), para alcanzar los cordones del plexo braquial y depositar el AL de preferencia en el cordón posterior, verificando la correcta difusión del mismo con los volúmenes descritos en el cuadro II que muestra el volumen según el abordaje.

El paciente debe permanecer bajo sedación profunda para evitar movimientos bruscos que provoquen lesión involuntaria en el momento de la punción⁽⁵⁰⁾ (Figura 11).

El otro abordaje frecuente del plexo braquial usado a menudo en el paciente pediátrico, es el axilar. Una vez que el paciente se encuentra sedado y con el brazo por bloquear en posición de abducción a 90 grados, se coloca el transductor en corte transversal iniciando el escaneo por la cabeza humeral para identificar alrededor de la arteria y vena axilar los cuatro nervios terminales: radial, cubital, mediano, musculocutáneo y coracobraquial (Figura 12).

La cirugía de hombro en niños no es frecuente y dado que el bloqueo del nervio frénico se presenta en el 100% de los casos no es común el abordaje interescalénico en la práctica cotidiana.

El bloqueo supraclavicular puede realizarse a partir de los cinco años donde ya se identifica plenamente la sonoanatomía cervical y no hay influencia sobre la musculatura ventilatoria propiamente dicha. A continuación se muestra una imagen de sonoanatomía y procedimiento supraclavicular.

BLOQUEOS DE EXTREMIDAD INFERIOR

El miembro inferior está inervado principalmente por los plexos lumbar y sacro que abarcan desde L3 hasta S5; el abordaje de cada una de las ramas principales se muestra a continuación y cada una representa una inervación metamérica que corresponde al área de cirugía que se pretende bloquear (Figuras 13 y 14).

Actualmente el nervio ciático puede ser anestesiado a lo largo de todo su trayecto desde la salida del agujero obturador hasta cada una de sus ramas principales: peroneal y tibial ya sea por la vía anterior, lateral o posterior⁽⁵¹⁾. En la figura 15 se muestra el abordaje poplíteo bilateral y la imagen de la sonoanatomía respectiva.



Figura 13.

Abordaje supraclavicular a la izquierda la sonografía.



Figura 14. Abordaje femoral.



Figura 16. Abordaje lateral del nervio ciático.



Figura 15. Abordaje del nervio ciático poplíteo.

Los bloqueos neuroaxiales pueden ser sustituidos por el uso del bloqueo TAP (*transversus abdomino plane*), bloqueo ilioinguinal o iliohipogástrico, por el bloqueo de la vaina de los rectos abdominales, bloqueo del nervio dorsal del pene, bloqueo femoral, y del ciático en el glúteo, o a nivel poplíteo o subglúteo. Es importante tener en mente y pensar que los bloqueos de la pared abdominal no son adecuados para eliminar el dolor visceral producido de la tracción peritoneal o la manipulación del cordón espermático. El bloqueo TAP guiado por ultrasonido (USG) se ha sugerido para laparotomía, apendicectomía, piloromiotomía, funduplicatura tipo Nissen, cirugía de pared abdominal, colocación y/o cierre de colostomía, donde el bloqueo de la vaina del recto anterior ha llegado a ser muy popular para producir analgesia durante la reparación de la hernia umbilical y epigástrica, así como en la cirugía laparoscópica y otras pequeñas incisiones de la línea media. Los bloqueos ilioinguinal e iliohipogástrico son considerablemente más efectivos que las técnicas basadas en marcaje anatómico por lo que se obtiene una mejor calidad analgésica intra- y postoperatoria alcanzada con muy bajas dosis de AL⁽⁵²⁾.

La neuroestimulación en la anestesia regional moderna ha quedado en 3 indicaciones de uso:



Figura 17.
Neuroeje por ultrasonido.



Figura 18. Bloqueo TAP (*transversus abdominus plane*).



Figura 19. Bloqueo de plexo lumbar por neuroestimulación.

1. Cuando no se cuenta con USG.
2. Con fines totalmente académicos-demostrativos para los anestesiólogos en formación que deben conocer la técnica y,



Figura 20. Bloqueo caudal por ultrasonido.

3. Cuando la falta de experiencia en el reconocimiento de las estructuras neurales no permite identificar con precisión el objetivo por bloquear (target).

La figura 16 muestra un bloqueo del plexo lumbar guiado por neuroestimulación en un paciente en edad escolar.

BLOQUEO CAUDAL POR ULTRASONIDO

La técnica por USG tiene su uso principal en pacientes con dismorfias como el mielomeningocele, obesidad, es decir, todo aquel paciente que presente dificultad técnica (Figuras 17, 18 y 19). Para este bloqueo, el transductor se coloca de forma transversal y la entrada se realiza «fuera de plano (*out of plane*)» (Figura 20).

Podemos concluir que la anestesia regional continúa en desarrollo y mejorando. «La transición de una técnica a ciega basada en marcaje anatómico o con neuroestimulación, fue un gran salto que nos ha permitido ver y explorar el cuerpo del niño, mejorando la calidad y seguridad de las técnicas de anestesia regional en la práctica diaria»⁽⁵³⁾.

REFERENCIAS

1. Brown TC. History of pediatric regional anesthesia. *Pediatr Anesth.* 2012;22:3-9.
2. Ruston FG. Epidural anaesthesia in infants and children. *Can Anaesth Soc J.* 1954;1:37.
3. Fortuna A. Caudal analgesia: a simple and safe technique in paediatric surgery. *Br J Anaesth.* 1965;39:165-170.
4. Melman E, Peñuelas J, Marrufo JE. Regional anesthesia in children. *Anesth Analg.* 1975;54:387-390.

5. Eyres RL, Kidd J, Oppenheim R, Brown TC. Local anaesthetic plasma levels in children. *Anaesth Int Care*. 1978;6:243-247.
6. Melman E. Regional anesthesia. In: Meursing AE, Steward DJ (eds.): *Basic considerations of paediatric anaesthesia*. Rotterdam, 1992, pp. 54-60.
7. Greenblatt GM, Denson JS. Needle nerve-stimulator-locator: nerve blocks with a new instrument for locating nerves. *Anesth Analg*. 1962;41:599-602.
8. Bösenberg AT, Raw R, Boezaart AP. Surface mapping of peripheral nerves in children with a nerve stimulator. *Pediatr Anesth*. 2002;12:398-402.
9. Kapral S, Krafft P, Eibenberger K, Fitzgerald R, Gosch M, Weinstabl C. US-guided supraclavicular approach for regional anaesthesia of the brachial plexus. *Anesth Analg*. 1994;78:507-513.
10. Marhofer P, Bösenberg A, Sitzwohl C, Willschke H, Wanzel O, Kapral S. Pilot study of neuraxial imaging by ultrasound in infants and children. *Pediatr Anesth*. 2005;15:671-676.
11. Center for Drug Evaluation and Research Anesthetic and Life Support Drugs Advisory Committee. Available in: www.fda.gov/ohrms/dockets/ac/07/minutes/2007-4285m1-Final.pdf
12. Craven PD, Badawi N, Henderson-Smart DJ, O'Brien M. Regional (spinal, epidural, caudal) versus general anesthesia in preterm infants undergoing inguinal herniorrhaphy in early infancy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2003;3:CD003669.
13. Raghavan M, Montgomerie J. Anesthetic management of gastroschisis: a review of our practice over the past 5 years. *Pediatr Anesth*. 2008;18:731-735.
14. Bosenberg AT, Hadley GP, Wiersma R. Oesophageal atresia: caudothoracic epidural anaesthesia reduces the need for postoperative ventilatory support. *Paediatr Surg Int*. 1992;7:289-291.
15. Ecoffey C, Dubouset AM, Samii K. Lumbar and thoracic epidural anesthesia for urologic and upper abdominal in infants and children. *Anesthesiology*. 1986;65:87-90.
16. Wilson GA, Brown JL, Crabbe DG, Hinton W, McHugh PJ, Stringer MD. Is epidural analgesia associated with an improved outcome following open Nissen fundoplication? *Paediatr Anaesth*. 2001;11:65-70.
17. Murat I, Delleur MM, Esteve C, Egu JF, Raynaud P, Saint-Maurice C. Continuous epidural anesthesia in children: clinical and haemodynamic implications. *Br J Anaesth*. 1987;59:1441-1450.
18. Hong JY, Ahn S, Kil HK. Changes of dorsalis pedis artery flow pattern after caudal block in children; observational study using a duplex sonography. *Paediatr Anesth*. 2011;21:116-120.
19. Murat I, Walker J, Esteve C, Nahoul K, Saint-Maurice C. The effect of continuous epidural anaesthesia on plasma cortisol levels in children. *Can J Anaesth*. 1988;35:20-24.
20. Wolf AR. Effects of regional analgesia on stress responses to pediatric surgery. *Pediatr Anesth*. 2012;22:19-24.
21. Snyder GL, Greenberg S. Effect of anaesthetic technique and other perioperative factors on cancer recurrence. *Br J Anaesth*. 2010;105:106-115.
22. Hollmann MW, Durieux ME. Local anesthetics and the inflammatory response. *Anesthesiology*. 2000;93:858-875.
23. Bösenberg AT. Epidural analgesia for major neonatal surgery. *Paediatr Anaesth*. 1998;8:479-483.
24. Hoehn T, Jetzek-Zader M, Blohm M, Mayatepek E. Early peristalsis following epidural analgesia during abdominal surgery in an extremely low birth weight infant. *Pediatr Anesth*. 2007;17:176-179.
25. Walker SM, Yaksh TL. Neuraxial analgesia in neonates and infants: a review of clinical and preclinical strategies for the development of safety and efficacy data. *Anesth Analg*. 2012;115:638-662.
26. Giaufre E, Dalens B, Gombert A. Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anesthesiologists. *Anesth Analg*. 1996;83:904-912.
27. Ecoffey C, Lacroix F, Giaufre E, Orliaguet G, Courrèges P; Association des Anesthésistes Réanimateurs Pédiatriques d'Expression Française (ADARPEF). Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a follow-up one-year prospective survey of the French-Language Society of Pediatric Anesthesiologists (ADARPEF). *Paediatr Anaesth*. 2010;20:1061-1069.
28. Llewellyn N, Moriarty A. The National Pediatric Epidural Audit. *Paediatr Anesth*. 2007;17:520-533.
29. Mazoit JX. Local anesthetics and their adjuncts. *Pediatr Anesth*. 2012;22:31-38.
30. Lerman J, Strong HA, LeDez KM, Swartz J, Rieder MJ, Burrows FA. Effects of age on the serum concentration of Alpha 1-acid glycoprotein and the binding of lidocaine in pediatric patients. *Clin Pharmacol Ther*. 1989;46:219-225.
31. Lönnqvist PA. Toxicity of local anesthetic drugs: a pediatric perspective. *Pediatr Anesth*. 2012;22:39-43.
32. Weinberg GL. Treatment of local anesthetics systemic toxicity (LAST). *Reg Anesth Pain Med*. 2010;35:188-193.
33. Hansen TG, Hennenberg SW, Walther-Larsen S, Lund J, Hansen M. Caudal bupivacaine supplemented with caudal or intravenous clonidine in children undergoing hypospadias repair: a double-blind study. *Br J Anaesth*. 2004;92:223-227.
34. Akin A, Ocalan S, Esmaglou A, Boyaci A. The effects of caudal or iv clonidine on postoperative analgesia produced by caudal levobupivacaine in children. *Pediatr Anesth*. 2010;20:350-355.
35. Melman E. *Pediatría*. En: Aldrete JA, Guevara U, Capmourteres EM eds.: *Texto de Anestesiología Teórico-Práctica*. 2ª. ed. México, El Manual Moderno, 2004, pp. 1071-1112.
36. Ecoffey C. Safety in pediatric regional anesthesia. *Pediatr Anesth*. 2012;22:25-30.
37. Moyao-García D, Garza-Leyva M, Velázquez-Armenta EY, Nava-Ocampo AA. Caudal block with 4 mg•kg⁻¹ (1.6 mg•l⁻¹) of bupivacaine 0.25% in children undergoing surgical correction of congenital pyloric stenosis. *Pediatr Anesth*. 2002;12:404-410.
38. Bosenberg A, Thomas S, Lopez T, Lybeck A, Huizar K, Larsson LE, et al. The efficacy of caudal ropivacaine 1, 2 and 3 mg/ml x 1(-1) for postoperative analgesia in children. *Pediatr Anesth*. 2002;12:53-58.
39. Jöhr M, Berger TM. Caudal blocks. *Pediatr Anesth*. 2012;22:44-50.
40. Weatherall A, Venclovas R. Experience with a propofol-ketamine mixture for sedation during pediatric orthopedic surgery. *Pediatr Anesth*. 2010;20:1009-1016.
41. Kasai T, Yaegashi K, Hirose M, Tanaka Y. Spinal cord injury in a child caused by an accidental puncture with a single-shot thoracic epidural needle. *Anesth Analg*. 2003;96:65-67.
42. Bösenberg AT, Bland BA, Schulte-Steinberg O, Downing JW. Thoracic epidural anesthesia via caudal route in infants. *Anesthesiology*. 1988;69:265-269.
43. Rapp HJ, Folger A, Grau T. Ultrasound guided epidural catheter insertion in children. *Anesth Analg*. 2005;101:333-339.
44. Moriarty A. Pediatric epidural analgesia (PEA). *Pediatr Anesth*. 2012;22:51-55.
45. Abajian JC, Mellish RW, Browne AF, Perkins FM, Lambert DH, Mazuzan JE Jr. Spinal anesthesia for surgery in the high-risk infant. *Anesth Analg*. 1984;63:359-362.
46. Kokki H. Spinal blocks. *Pediatr Anesth*. 2012;22:56-64.
47. Hoelzle M, Weiss M, Dillier C, Gerber A. Comparison of awake spinal with caudal anesthesia in preterm and ex-preterm infants for herniotomy. *Pediatr Anesth*. 2010;20:620-624.
48. Wright TE, Orr RJ, Haberkern CM, et al. Complications during spinal anesthesia in infants: high spinal blockade. *Anesthesiology*. 1990;73:1290-1292.
49. Ivani G, Suresh S, Ecoffey C, Bosenberg A, Lönnqvist PE, Krane, et al. The European Society of Regional of Anesthesia and Pain Therapy and The American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Joint Committee Practice Advisory on Controversial Topics in Pediatric Regional Anesthesia. *Reg Anest Pain Med*. 2015;40:526-532.
50. Lam DK, Corry GN, Tsui BC. Evidence for the use of ultrasound imaging in pediatric regional anesthesia. *Reg Anest Pain Med*. 2016;41:229-241.
51. Jöhr M. Practical pediatric regional anesthesia. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2013;26:327-332.
52. Tsui BC, Suresh S. Ultrasound imaging for regional anesthesia in infants, children, and adolescents: a review of current literature and its application in the practice of neuraxial blocks. *Anesthesiology*. 2010;112:719-728.
53. Marhofer P, Ivani G, Suresh S, Melman E, Zaragoza G, Bosenberg A. Everyday regional anesthesia in children. *Pediatr Anesth*. 2012;22:995-1001.