

# Anestesia Regional con

## Ropivacaina en Pediatría

Dr. Ferel Tonatiu Aguirre-Garay

Anestesiólogo Pediatra

Hospital de Alta especialidad de Gineco-Pediatría No. 48,

IMSS, Centro Médico de León, Guanajuato

tonatiu\_a@hotmail.com

### Resumen

En las últimas décadas se ha incrementado el uso de la anestesia regional con todas sus modalidades en niños de cualquier edad. La realización de estos procedimientos anestésicos se lleva a cabo ya sea como técnica única o combinada con anestesia general. En ocasiones el beneficio que se busca obtener con esta técnica es la analgesia postoperatoria que provee en los pacientes, y la disminución en la utilización de fármacos de uso sistémico. Con la introducción de nuevos anestésicos locales L-isoméricos que ofrecen menor riesgo de toxicidad, y de duración prolongada como la ropivacaína, se aumentan las ventajas en el uso de técnicas loco/regionales, teniendo el conocimiento de la aplicación de las diferentes técnicas de bloqueo, así como los cambios fisiológicos y anatómicos que se presentan durante el desarrollo en las diferentes edades del niño. Además de que se puede adaptar según el procedimiento quirúrgico a realizar, con ello se obtienen buenos resultados además de ser más predecibles. La aplicación de una técnica adecuada junto con el manejo de las concentraciones del anestésico así como del volumen del mismo, se hace necesario para alcanzar según los objetivos que se busquen conseguir con estas técnicas de anestesia regional. El uso de técnicas regionales en pediatría se acompañan principalmente de sedación y algunas veces de anestesia general, lo que puede encubrir mucha de la sintomatología de intoxicación del anestésico, si no tenemos el cuidado de estar verificando clínicamente al niño junto con los diferentes parámetros en nuestra monitorización que nos puedan advertir de alguna punción inadvertida vascular de esta forma poder prevenir a tiempo algún desenlace desagradable.

**Palabras clave:** Ropivacaína, levoisómeros, anestesia regional, pediatría.

### Resumen

Over the last 20 years a renaissance of paediatric regional anaesthesia has occurred. Although regional anaesthesia is rarely employed as the sole means of providing surgical anaesthesia for paediatric patients, it is increasingly used in combination with general anaesthesia to reduce the amount of general anaesthetics administered, attenuate the stress response of surgery, facilitate a rapid emergence from general anaesthesia, and most important to provide incomparable postoperative analgesia. Caudal epidural analgesia is one of the most popular and commonly performed regional blocks in paediatric anaesthesia; it is easy to perform in younger children. We have used it as a sole anaesthesia procedure, or combined with general anaesthesia. The major risks concerning the placement of regional blocks in children are often cited, an increased risk for local anaesthetic toxicity including seizures and cardiovascular collapse since the increase in heart rate in response to an intravascular injection of a test dose containing epinephrine is attenuated by general anaesthetics. The main disadvantage of caudal blockade is the relative short duration of postoperative analgesia, even with the use of relative long acting local anaesthetic agents such as ropivacaine, resulting in lower amount side effects. The use of caudal catheters to administer repeated doses or infusions of local anaesthetic solution is not popular, partly because of concerns about infections. With the new local anaesthetics and general agents with low toxic effects make possible loco-regional anaesthesia. The regional anaesthesia has been used for postoperative analgesia after urogenital, rectal and lower abdominal surgery, principally in children, but also in thorax surgery, and lower limbs. Ropivacaine is a long-acting amino amide local anaesthetic, is a pure S-enantiomer, with better safety profile than other anaesthetic local, and less risk for CNS and cardiac toxicity. It has less motor block intensity than bupivacaine, a characteristic that may benefit children.

**Key words:** Ropivacaine, S-enantiomer, regional anesthesia, pediatrics.

## Introducción

Los anestésicos locales (AL) son uno de los fármacos más utilizados por los anesthesiólogos, y se administran por diversas vías incluyendo la neuroaxial, la aplicación en la cercanía de los nervios y plexos nerviosos, subcutánea, transcutánea, transmucosa, intra articular e intravenosa. El advenimiento de AL levoisoméricos, la evolución de las técnicas de anestesia regional con las recomendaciones de dosis epidural de prueba con un marcador vasoactivo, las dosis peridurales fraccionadas, las dosis bajas y las mini dosis intratecales, las inyecciones múltiples con volúmenes bajos en los bloqueos de plexos nerviosos, las guías con ultrasonido y otras técnicas de imagen, al igual que la adición de drogas coadyuvantes como los opioides, los agonistas alfa 2, y los antagonistas del receptor NMDA, entre otros, han hecho que la anestesia regional sea más segura.

La anestesia regional en pediatría había sido satanizada, pero el advenimiento de nuevos equipos de bloqueo, y la aparición de nuevos AL con un perfil de mayor seguridad han sido los factores pivotes para el resurgimiento de la anestesia loco regional, en especial el bloqueo caudal y algunos bloqueos periféricos guiados por estimulador de nervios periféricos y/o ultrasonido.

## Consideraciones anatómicas y fisiológicas

La mielinización comienza al cuarto mes de vida intrauterina y se completa a los 18 meses de nacimiento. Los nervios están compuestos por fibras nerviosas de menor diámetro y menor espesor de capa de mielina, haciendo la velocidad de conducción menor en lactantes. Existe una menor distancia entre los nódulos de Ranvier y esto ocasiona a que mayor cantidad de nódulos sean bañados por menor cantidad de AL, lo que ocasiona que la concentración mínima para bloqueo sea menor en niños pequeños, lo que resulta en un bloqueo motor adecuado y relajación muscular. Las estructuras anatómicas en general son de menor calibre, con menos cantidad de grasa, y se localizan más cerca de la piel. Al nacimiento la medula espinal se localiza a nivel de L3, al año de edad la medula espinal se encuentra a nivel de L1-L2, igual que en los adultos. La terminación del saco dural al momento del nacimiento es a nivel de S4, y al año de edad a nivel de S1y/o S2, si bien existen muchas variantes anatómicas. La grasa epidural es más gelatinosa y menos fibrosa en el niño comparada con el adulto, lo cual favorece la difusión de los anestésicos locales así como el paso de catéteres peridurales. También al tener menor panículo adiposo en la región dorsal del tronco y de cadera, hace más fácil palpar los espacios intervertebrales y las astas del sacro, que siendo más prominentes facilitan la identificación del hiato sacro, el cual tiene forma de un triángulo invertido, cubierto la membrana sacrococcígea. Esta es la membrana que se perfora con la aguja para acceder al espacio peridural en la técnica del bloqueo caudal.

La maduración simpática está retardada, lo que favorece estabilidad hemodinámica después de los bloqueos centrales, por lo que no se hace necesaria una sobrecarga de líquidos como en el adulto durante el bloqueo peridural,

ni utilización de fármacos vasoactivos. Otro factor que contribuye a la estabilidad hemodinámica es la existencia de volumen sanguíneo bajo en las extremidades inferiores y la presencia de una vasoconstricción en territorio no bloqueado.

El líquido cefalorraquídeo (LCR) en el recién nacido es de hasta 4 mL/kg de peso comparado con el adulto que es de 2 mL/kg. Esto implica la necesidad de utilizar mayor cantidad de anestésico local para el bloqueo subaracnoideo, ya que en el lactante queda más diluido el fármaco.

La importancia del reconocimiento del dolor en niños ha permitido el desarrollo de la investigación y su comprensión en la relación de la estructura anatómica, funcional y neuroquímica para desarrollar los procesos nociceptivos, los cuales se encuentran presentes y funcionales en etapas embrionarias. Los hallazgos en esta materia permiten observar que el sistema nervioso del neonato no es simplemente un sistema inmaduro comparándolo con el del adulto, y sin tener que considerar el grado de mielinización como un índice de madurez neurológica, teniendo el conocimiento que no es imprescindible para la neurotransmisión, afectando solamente a la velocidad de conducción.<sup>1</sup> La comprensión de que el niño aun antes de su nacimiento percibe el dolor, y si este no es prevenido o tratado de forma adecuada, se expresa en forma fisiológica, neuroendocrina y en actitud de comportamiento.<sup>2</sup> La estimulación nociceptiva del neonato produce una respuesta fisiológica, humoral e inmunitaria inmediata, que se observa con un aumento de la frecuencia cardíaca, de la presión arterial, y disminución de la saturación arterial de oxígeno, entre otros. Se ha demostrado que neonatos con inadecuado plano anestésico presentan aumentos de cortisol, catecolaminas, aldosterona, glucagon y otros esteroides adrenales.

## Farmacocinética y farmacodinamia

La disponibilidad de AL en el organismo depende de diferentes factores como es la técnica utilizada, el anestésico seleccionado y los específicos relacionados con el paciente como los fisiológicos, en los cuales durante el crecimiento y desarrollo del niño hay cambios continuos. Es necesario conocer los procesos del fármaco en las diferentes etapas de desarrollo y las implicaciones de las patologías que pueden presentarse en el momento del procedimiento anestésico. Si bien pueden ser similares, los niveles plasmáticos de AL a los del adulto, la respuesta es mayor en el niño a la depresión cardiorrespiratoria y del sistema nervioso central (SNC) cuando hay una absorción inadecuada de los AL inyectados. *Unión a proteínas.* En el recién nacido (RN) hay disminución de las proteínas plasmáticas, en particular la alfa-1-glucoproteína ácida (AGA), alcanzando los niveles de AGA del adulto entre el sexto y noveno mes de vida, lo que se traduce en un aumento de la fracción libre del AL. La unión a proteínas se puede ver afectada por la bilirrubina, sustancia que también compete por la unión a la albúmina. En lactantes con hiperbilirrubinemia se debe considerar el disminuir dosis del AL para evitar neurotoxicidad por el fármaco que quedaría en forma libre. En ciertas patologías es importante considerar el estado general del niño, como en las sepsis ya

que la acidosis y alcalosis incrementan la fracción libre de los AL la cual puede llegar a niveles tóxicos. En los lactantes los hematíes fijan una fracción muy importante de AL, en comparación con niños mayores, esto se debe tener en cuenta en niños con anemia.

**Distribución.** El comportamiento del AL es multifactorial, y depende desde el volumen, concentración, presión y velocidad de aplicación, sitio de aplicación, su pH, y si se utiliza coadyuvantes. Las características del AL se deben tener en consideración como en el caso de la bupivacaína y lidocaína producen vasodilatación, contrario a lo que sucede con la ropivacaína que produce una vasoconstricción, este efecto sucede en la región bloqueada. El volumen de distribución (Vd) es mayor en el RN y lactante por su mayor contenido de agua corporal total a expensas de un aumento del volumen del espacio extracelular, esto se traduce en una dilución del AL.

**Absorción sistémica.** Los niños alcanzan más rápido el pico de concentración plasmática que el adulto por contar con menor tejido adiposo (en vía peridural, de tejidos y nervios periféricos) el cual actúa como depósito de los AL. Otro factor que contribuye es que los niños tienen un elevado gasto cardíaco en relación con la masa corporal, y por contar con una mayor irrigación en mL por cada 100 mg de tejido.

**Absorción pulmonar.** Los AL son captados por los pulmones de manera transitoria debido a su alta solubilidad en el tejido pulmonar después de la absorción sistémica. Esto hace la función de un sistema tampón cuando el coeficiente de pulmón/sangre esta elevado, actuando como un sistema de protección captando el AL. Este punto es cuestionable ya que el pulmón se satura rápidamente.<sup>3</sup>

**Factores que modifican la acción del anestésico.** El inicio de acción de los AL depende principalmente del tamaño molecular y de su liposolubilidad. Las sustancias de tamaño molecular más pequeñas (lidocaína) tienen un periodo de latencia menor que las de mayor tamaño (bupivacaína, ropivacaína). La liposolubilidad aumenta el tiempo de llegada del AL al nervio, ya que permite una mayor unión a los tejidos que rodean al axoma. La relación pKa-pH es importante y se refiere a la relación de la droga en la cual el AL se encuentra en forma de 50% ionizada y 50% no ionizada. Junto con el pH del tejido nos da la fracción de base no ionizada del AL en condiciones de difundir al nervio.

## Mecanismo de acción y toxicidad de los anestésicos locales

El conocimiento de los mecanismos de acción a nivel molecular de los AL es un tema en crecimiento continuo, que ha venido a explicarnos como se desarrollan las acciones farmacológicas y tóxicas de estos fármacos sobre los canales de sodio dependientes de voltaje. La membrana celular está constituida de lípidos y proteínas. La parte lipídica de la membrana está formada por una película bimolecular que le da estructura y constituye una barrera que impide el paso de sustancias hidrosolubles. Las proteínas de la membrana están suspendidas en forma individual o en grupos dentro de la estructura lipídica, y dan forma a los canales por los cuales entran a las células, en forma selectiva, ciertas sustancias.

La selectividad de los canales de proteínas transmembrana le permite a la célula controlar la entrada y salida de sustancias así como los transportes entre compartimentos celulares. Las proteínas de la membrana no solo hacen que el transporte a través de ella sea selectivo, sino que también son capaces de llevar a cabo transporte activo, con transferencia en contra del gradiente de concentración, como la bomba de sodio y potasio.

**Canales de sodio dependientes de voltaje.** Estos canales de sodio son estructuras proteicas que atraviesan la membrana celular y están formados por cuatro dominios homólogos. Cada uno de estos cuatro dominios contiene seis segmentos transmembrana conocidos como alfa-hélices. Esto hace que cada canal de sodio expanda o atravesase la membrana celular 24 veces. El centro de esta estructura es el poro del canal por donde pasan al interior celular los iones de sodio, y también los AL en su camino a fijarse en el poro interno del canal, sitio donde está el sensor de voltaje contenido en el cuarto segmento de cada dominio, el cual tiene una carga positiva muy alta. Estos cuatro dominios están conectados entre sí por segmentos o puentes hidrofílicos formados por aminoácidos que se localizan en la cara extracelular de la membrana. El puente que une los segmentos 5 y 6 de cada dominio se conoce como *asa de poro* y revisten el poro del canal para permitir solo el paso de iones de sodio. Es esta estructura del canal la que le da selectividad. Estos puentes hidrofílicos que unen los segmentos 5 y 6 son sitios vulnerables a ciertas toxinas que pueden inactivar al canal de sodio.

**Toxinas de los canales iónicos.** Las toxinas son estructuras proteicas complejas que se fijan en órganos específicos de la membrana celular y favorecen desbalances iónicos, ruptura celular y muerte. Existen toxinas con diversas estructuras químicas que al unirse con las proteínas de los canales iónicos bloquean el paso iónico específico actuando como un veneno selectivo. El pez fugo, muy utilizado en comida japonesa, produce tetrodotoxina (TTX) la cual posee un grupo guanido con carga positiva que interactúa con un grupo carboxilato con carga negativa que está situado en el poro externo del canal de sodio. Esto produce deterioro de los componentes respiratorios celulares y muerte. Otras toxinas que ejercen su efecto sobre los canales de sodio son los polipéptidos de bajo peso molecular que tiene el veneno de los escorpiones y las anémonas de mar.

El poro iónico es la porción más externa del canal de sodio, en la cara externa de la membrana celular, y está formado por paredes de proteína y tiene una cavidad acuosa, de forma parecida a un cilindro irregular, donde se localiza el vestíbulo externo, el cual contiene el sensor de voltaje y el filtro de selectividad. La compuerta de cierre se localiza en la porción más distal del canal, en la cara intracelular de la membrana celular. La boca de entrada de canal de sodio mide unos 1.2 nm, el cual se estrecha hasta unos 0.3 a 0.5 nm en el sitio donde se localiza el filtro de selectividad, el cual está formado por ácido aspártico, glicina, lisina y alanina. No se conoce el mecanismo exacto de como estos inoforos discriminan entre los diferentes cationes. Estos canales de sodio están situados en membranas excitables como las del SNC y periférico y el sistema de conducción del corazón. Durante un impulso nervioso la célula pasa por tres

fases distintas; primero la célula se despolariza al abrirse los canales de sodio, después sigue un periodo refractario hasta que la célula finalmente se repolariza cuando los canales de sodio se tornan impermeables al Na<sup>+</sup>. Esta fase es de inactivación que resulta de la unión intracitoplásmica entre el Dominio III y el Dominio IV. Los cambios conformacionales de los ionoforos de sodio son modificaciones fisiológicas normales que se también se producen cuando se inyectan AL en la cercanía de las estructuras neurales o cuando por error, los AL alcanzan concentraciones sanguíneas por arriba de los niveles de seguridad y afectan las células excitables del SNC del sistema cardiovascular, produciendo efectos tóxicos manifestados por crisis convulsivas, arritmias o colapso cardiovascular.

Los AL inhiben el impulso eléctrico nervioso interfiriendo con la función de los canales de sodio al impedir el transporte del ión Na<sup>+</sup> a través de la membrana celular. Como se mencionó en la sección de aspectos básicos sobre los canales de sodio, cuando llega un impulso a la célula excitable, se abre el canal de sodio durante un milisegundo y pasan unos 7000 iones de sodio. Sigue un periodo refractario hasta que los ionoforos se tornan impermeables al sodio, y la membrana se repolariza de nuevo y entra en una fase de inactivación, la cual es debida a la unión intracitoplásmica entre el dominio III y el IV. A diferencia de la TTX que actúa en el exterior de la membrana celular, los AL se fijan transitoriamente en esta puerta de inactivación y cierran el canal de sodio. La afinidad de los AL por este sitio del canal de sodio es lo que condiciona su acción farmacológica y también sus acciones tóxicas. Estas acciones resultan en anestesia-analgésia regional y/o efectos deletéreos.

La toxicidad intrínseca de los AL depende de su estructura física, siendo más tóxicos los dextroisómeros y las mezclas racémicas que las formas levoisoméricas puras, ya que los dos primeros tienen mayor afinidad por el canal de sodio. También se sabe que a mayor potencia más toxicidad. En el grupo éster la cocaína sigue siendo el AL más tóxico y la procaína y cloroprocaína son los menos potentes, y también con menor poder tóxico, no solo en este grupo éster, sino entre todos los AL conocidos. En el grupo amino amida la bupivacaína racémica, etidocaína y mepivacaína son más tóxicos que lidocaína y prilocaína, pero menos que los AL levoisoméricos levobupivacaína y ropivacaína.

Los AL derivados de las amidas, como es el caso de la ropivacaína utilizados para anestesia regional en niños son potentes bloqueadores de los canales de sodio dependientes de voltaje, y de este modo bloquea la conducción de impulsos en los axones. Su unión a proteínas plasmáticas como AGA y la albúmina, es parecido a la bupivacaína siendo hasta un 95% comparada con la lidocaína que su unión a proteínas es de 65%. En pediatría el tiempo que lleva la evolución a la toxicidad por AL puede estar encubierta por la asociación frecuente de los procedimientos de anestesia loco/regional con sedación o anestesia general. Algunos de los signos indirectos que nos orientan a una posible intoxicación por anestésico local y que se pueden presentar son los siguientes: rigidez muscular, fasciculaciones periorales, hipoxemia, trastornos del ritmo, y colapso cardiovascular.<sup>4</sup>

## Anestesia regional en pediatría

Los procedimientos de anestesia regional en cirugía pediátrica son igual de seguros y efectivos que en el adulto, teniendo en consideración las características del niño de acuerdo a su edad y patología. El tipo de anestesia regional más utilizado por el anestesiólogo pediatra es sin duda el bloqueo peridural caudal, siendo la bupivacaína el AL que más se usa, que en dosis de 3-5 mg/kg de peso.<sup>5,6</sup> Dentro de los riesgos latentes son la posibilidad de cardio y/o neurotoxicidad aun con dosis bajas, cuando se hace punción inadvertida intravascular.<sup>7,8,9</sup> La fracción libre de bupivacaína en el lactante menor de 6 meses es seis veces superior a la de pacientes mayores. Se ha descrito que la incidencia de complicaciones mayores con anestesia peridural caudal en niños es de 1/10,000, refiriéndose ocasionalmente la aparición de paraplejia e incluso muerte, en lactantes motivo por el que algunos autores no recomienden este tipo de técnica en esta edad.<sup>10,11</sup> Por la vía caudal se puede asociar el AL con un fármaco coadyuvante, o si se cuenta con un catéter peridural se pueden administrar dosis subsecuentes transanestésicas o para mantener una infusión de AL en el transoperatorio y/o postoperatorio.<sup>12</sup>

## ¿Cuándo utilizar anestesia regional y cuando general?

La anestesia regional en pediatría se puede utilizar como técnica única, con apoyo de sedación o como técnica mixta combinada con anestesia general. La decisión del uso de bloqueo regional combinado con anestesia general, va a depender principalmente del tipo de cirugía a realizar y de las condiciones generales del paciente, de lo cual el anestesiólogo se encarga en una valoración previa en donde se toman en cuenta los antecedentes personales patológicos, enfermedades existentes, la medicación actual, alergias así como procedimientos anestésicos previos y sus probables complicaciones. Todo esto acompañado con una exploración física completa. La alternativa de la anestesia locorregional es útil cuando el riesgo de una anestesia general es alto con incremento de la morbimortalidad, como por ejemplo en la enfermedad neuromuscular, enfermedad pulmonar crónica, cardiopatía, o síndromes que impliquen una intubación difícil. Al combinar anestesia regional con anestesia general lo que se busca es tener una vía área permeable y segura, evitando el riesgo de una posible broncoaspiración. Otra de las ventajas del manejo de la técnica mixta es que realmente el efecto anestésico es por el bloqueo regional, y la necesidad de anestésicos generales se reduce en forma considerable en número de aplicaciones y dosis, incluso en ocasiones omitiendo algunos fármacos que solo se utilizarían en anestesia general cuando es técnica única. En algunos casos se utilizan dosis menores y únicas de los anestésicos solo para inicio del procedimiento y no para mantenimiento transanestésico.

En el neonato, en la cirugía de urgencia la utilización de una técnica mixta es necesaria, ya que en estos casos en particular cuando la cirugía es de abdomen y teniendo

en consideración que en muchos de estos casos el tipo de patología que se presenta en el recién nacido son productos prematuros y de bajo peso, como por ejemplo en enterocolitis necrosante, gastroquisis, onfalocelo, entre otros. Las características anatómicas y fisiológicas en este grupo en especial, es que claudican fácilmente a nivel de vía aérea, por lo que se hace necesario el mantener al paciente intubado para una ventilación asistida con utilización únicamente de algún halogenado, combinado con bloqueo caudal con volúmenes totales para el bloqueo de hasta 1.6 mL/kg de ropivacaína en concentraciones por arriba de 0.25% (2.5mg/mL). Esto produce anestesia quirúrgica adecuada y analgesia postoperatoria prolongada, sin cambios hemodinámicos.

## Reglas de seguridad

Existen algunas medidas de seguridad que son importantes a recordar, con la finalidad de disminuir accidentes en el niño. Las cuales se pueden resumir de la siguiente manera. Infección generalizada o de la zona de punción, lo cual es común en niños con quemaduras de la zona superior de los glúteos o región sacra. Problemas serios con la coagulación, ya sea adquirida o congénita, pacientes que están recibiendo heparinas o un IRN mayor de 1.5 por cualquier motivo. La hipovolemia no corregida es una contraindicación relativa, ya que ocurren pocos cambios hemodinámicos por bloqueo simpático, sin embargo es preferible la normovolemia antes del bloqueo caudal.

Presencia de anomalías congénitas en la zona de punción, las más frecuentes son anomalías del neuroeje, como espina bífida oculta o el mielomeningocele, en estas situaciones es difícil o imposible la aplicación del bloqueo caudal. Finalmente la alergia conocida a algunos de los AL, lo cual es extremadamente raro.

## Características de ropivacaína

La ropivacaína es un AL de tipo amino amida. Se trata del levo isómero puro de la sal clorhidrato de S-(-)-1-propil-2',6'-pipercoloxidido, con un pH entre 4 y 6 que comparte un radical unido al anillo piperidínico. Este radical es un grupo propil para el caso de la ropivacaína y para la bupivacaína es un grupo butilo. Sus moléculas poseen un átomo de carbono asimétrico que puede adquirir una configuración siniestra, es decir a la izquierda. La ropivacaína se presenta para uso clínico como un S-enantiómero. El coeficiente de partición y liposolubilidad es menor para la ropivacaína en comparación con la bupivacaína, esta característica hace que la ropivacaína tenga un acceso selectivo a las fibras que conducen los estímulos nociceptivos, con acceso lento a fibras de bloqueo motor. Se necesitan 8.3 veces más ropivacaína que bupivacaína para producir efectos letales, mostrando menor afinidad por los canales de sodio y potasio, lo que le confiere menor cardiotoxicidad.<sup>13</sup> En los casos que se han presentado administración intravascular de ropivacaína en adultos, solo en 2 casos reportados en que hubo cardiotoxicidad los resultados fueron favorables respondiendo los pacientes a las maniobras de resucitación.<sup>14,15</sup> Ropivacaína es el primer AL amino amida S-enantiomérico utilizado en clínica, tiene

duración similar de analgesia postoperatoria y produce menor bloqueo motor con dosis equivalentes a la bupivacaína.<sup>16,17</sup> Las presentaciones que se encuentran comercializadas en el país son al 0.2% (2mg/mL) y al 0.75% (7.5 mg/mL). Esta última presentación de ropivacaína permite el lograr concentraciones mayores y así poder tener un efecto mayor de anestesia quirúrgica y de analgesia en el postoperatorio. *Determinando la concentración efectiva mínima de ropivacaína.* Xiao-Ming y col.<sup>18</sup> en un estudio experimental con 26 niños de 3.7 años, con peso de 15.5 kg, con duración de la cirugía de 91.6 minutos, utilizaron 1 mL/kg por vía caudal, combinados con anestesia general inhalada con enflorano 0.5% sometidos a cirugía de plastia de hipospadia, encontraron que la concentración mínima para analgesia caudal de la ropivacaína fue de 0.11% (1.1mg/mL). Bajo anestesia general inhalada y la concentración efectiva 95 (CE<sub>95</sub>) del AL es de 0.13% (1.3mg/mL). Se confirmó que concentraciones menores del 0.2% (2mg/mL) no producen anestesia quirúrgica adecuada cuando solo se aplica el bloqueo caudal. Las concentraciones de ropivacaína menores al 0.2% son útiles solo para analgesia, recomendándose técnicas de infusión. Se han obtenido mayores evidencias sobre el beneficio ropivacaína igual o mayor al 0.2% en cirugía menor, incluso coincide con otros autores siendo útil esto en cirugías con abordaje infraumbilical,<sup>19</sup> donde se administran volúmenes adecuados en bloqueo caudal. Concentraciones mayores producen anestesia quirúrgica.

*Comparando dosis respuesta de la ropivacaína.* En algunos estudios iniciales en niños con bloqueo caudal, usando técnicas de dosis respuesta con ropivacaína se evaluaron dos concentraciones de 0.25% (2.5mg/mL) y 0.5% (5mg/mL). Esto corresponde a la dosis logarítmica de -0.60 y -0.30. Se les comparó con bupivacaína 0.25% (2.5mg/mL), utilizando volúmenes de 0.75 mL/kg. La muestra fue de 56 niños de 4.1 años de edad, programados para hernioplastias inguinales. Sin embargo, las diferencias tanto en eficacia como en efectividad entre ambas concentraciones fueron impresionantes; con la concentración de 0.25% se observó analgesia promedio de 3.4 horas (2.9-5.6), con bloqueo motor menor o ausente, y ningún efecto adverso. Los pacientes que recibieron ropivacaína 0.5% tuvieron analgesia de 5.5, hasta 24 horas de duración sin dolor, con evidencias significativas de un mayor efecto de bloqueo motor comparada con el grupo control de bupivacaína 0.25%, con duración de analgesia de 3.6 horas. Los cambios hemodinámicos no fueron significativos para los 3 grupos estudiados. Es importante mencionar que en estos estudios el bloqueo regional se manejó acompañado de anestesia general, en el caso de este trabajo en particular fue solo anestesia inhalada con halotano y óxido nítrico con utilización de mascarilla laríngea. Además de que se midieron niveles plasmáticos del AL en diferentes tiempos después de la aplicación del bloqueo caudal no llegando a niveles tóxicos. Concluyen los autores que la ropivacaína y bupivacaína a concentraciones de 0.25% producen analgesia similar y sin complicaciones, comparada con la ropivacaína al 0.5% la cual en términos de duración analgésica es más efectiva, además que el efecto intrínseco de vasoconstrictor de la ropivacaína es especialmente útil en niños porque prolonga su efecto analgésico y no se requiere de adrenalina como con la bupivacaína.<sup>20, 21,22</sup>

*Determinando dosis efectiva analgésica de ropivacaína.* En base a los resultados mencionados de dosis respuesta con ropivacaína 0.25 y 0.5%, y con los resultados tan contrastantes en la eficacia de la ropivacaína, se consideró que carecía de un adecuado diseño para estudio de dosis respuesta y que podía mejorarse con la finalidad de obtener una dosis ideal de ropivacaína, por lo que se propuso evaluar la ropivacaína en una escalera logarítmica de la dosis equivalente a -0.60, que es la dosis de 0.25% -0.50%, con una dosis de concentración 0.32%; 0.40 para quedar concentración de 0.40% y de -0.30 con una dosis de 0.50%. Se agregó un grupo control con bupivacaína 0.25%, con volúmenes de 1.2 mL/kg, 1.4 mL/kg y 1.6 mL/kg, según el tipo de cirugía, y manteniendo la concentración del AL según la dosis que le correspondiera. Se formaron 5 grupos similares de 10 pacientes cada uno, entre 2 a 8 años de edad. Las cirugías realizadas fueron de abdomen alto y bajo, y de extremidades inferiores. Se encontró que la ropivacaína 0.25% produjo analgesia significativamente mayor hasta 24 horas. En este grupo las cirugías tuvieron tiempo quirúrgico más corto, incluso varias cirugía de menos de 30 minutos, a diferencia de los pacientes de los otros 4 grupos (ropivacaína al 0.32%; 0.4%, 0.5% y bupivacaína al 0.25%) que incluyeron cirugías hasta de 3 horas, con analgesia promedio para estos grupos hasta 11.2 horas. Es posible que este estudio demuestre que la respuesta analgésica a la ropivacaína es sensible para el tiempo quirúrgico; es decir, a menor tiempo de cirugía mayor el tiempo de analgesia. El análisis de regresión lineal demuestra que entre mayor sea el tiempo quirúrgico menor la duración analgésica de la ropivacaína. En cirugías hasta 20 minutos el paciente no llega a presentar dolor.<sup>23,24</sup>

*Inicio de acción de ropivacaína.* Ropivacaína 0.25% por vía caudal empieza a actuar en 11 minutos, un poco más lento que bupivacaína 0.25% el cual es de 9 minutos.<sup>24</sup>

## Bloqueo caudal con ropivacaína en neonatos

El bloqueo caudal en neonatos es una rutina bien establecida en la cual se ha utilizado bupivacaína. Teniendo en consideración la fisiología del RN en el bloqueo caudal podemos utilizar con seguridad ropivacaína en concentraciones menores al 0.3%, incluso con concentraciones de 0.2% se obtiene una adecuada anestesia quirúrgica, con analgesia de buena duración en este grupo de edad, además de su seguridad en el uso de fármacos con menor toxicidad. Siempre existe el riesgo de inyección intravascular o subaracnoidea, y cuando esto sucede con ropivacaína los efectos tóxicos son menores que con bupivacaína. También se disminuye el riesgo de apnea postoperatoria en prematuros.

## ¿Que técnica de bloqueo peridural caudal utilizar?

La utilización del bloqueo caudal en pediatría, como en cualquier otro tipo de técnica regional, es necesario que el anestesiólogo la maneje adecuadamente, considerando que unas de las principales causas de fallas en el bloqueo es la inexperiencia en el manejo de la técnica a utilizar y ya que de ella depende su buen funcionamiento y seguridad. Si bien se han utilizado diferentes formulas para calcular el volumen y

dosis, considerando que muchas de las técnicas de autores extranjeros, se utiliza el bloqueo caudal combinado con anestesia general o incluso se aplica el bloqueo al final del procedimiento quirúrgico para analgesia postoperatoria, sería cuestionable que si los volúmenes utilizados en estos casos, pueden ser usados como técnica única anestésica como lo sería la técnica descrita por Melman y de mayor uso en nuestro país.<sup>25</sup> El volumen nos proporciona el nivel de segmentos a bloquear. La tabla 1 enlista los volúmenes recomendados en niños.

Tabla 1. Volumen de anestésico local recomendados por vía caudal

Volumen por kg de peso	Región por anestésicar (metámeras)
1.2mL	Torácica 10 (cicatriz umbilical).
1.4mL/kg	Torácica 6 (apéndice xifoides).
1.6mL/kg	Torácica 4 (pezones)

Teniendo el conocimiento del AL a utilizar, así como el tipo de cirugía y duración de la misma, como el tiempo de analgesia que se quiera obtener es como debemos sacar nuestros cálculos de la concentración del AL, en lugar de utilizar mg/kg, ya que si observamos el utilizar diferentes volúmenes con misma dosis en mg/kg del AL se obtienen diferentes concentraciones, es decir utilizando mayor volumen por kg de peso el fármaco puede diluirse más, sucediendo lo contrario que al utilizar menos volumen total para el bloqueo, nuestra concentración aumenta con todos los efectos del AL. Ya que se obtiene el volumen que se desea manejar, se debe elegir la concentración del AL; para cirugía ambulatoria en el cual el tiempo de cirugía es corto y con concentraciones de ropivacaína de 0.25 a 0.3% se obtienen buenos resultados, con bloqueo motor mínimo y analgesia prolongada, lo favorece pronta recuperación del niño. Para cirugía mayor y extensa con duración de más de 2 horas, es recomendable utilizar concentraciones mayores a 0.3% de ropivacaína, como en los procedimientos quirúrgicos prolongados (descensos intestinales). La ventaja del uso de ropivacaína al 0.5%, sin necesidad de intubar al paciente, con una técnica adecuada y bien supervisada, altas dosis de ropivacaína son efectivas durante la cirugía y en el postoperatorio proporcionando analgesia de mayor duración.

Aunque en el bloqueo caudal se puede utilizar catéter peridural, no es una técnica usual. Algunos riesgos de los catéteres caudales son el acodamiento, disfunción e infecciones. Una de las ventajas de utilizar concentraciones altas de AL en este tipo de bloqueo o con la combinación de adyuvantes, en ocasiones hace innecesario la utilización de catéter peridural caudal, y aun con dosis únicas se obtienen tiempos prolongados de bloqueo y analgesia.

## Límites en el volumen total en el bloqueo caudal

Los límites en el volumen de AL en bloqueo caudal dependen de la experiencia del anestesiólogo. En el uso de esta vía se deben manejar volúmenes para alcanzar niveles según los segmentos que se deseen bloquear; hay quienes recomiendan como máximo de 30 mL, con concentraciones

de ropivacaína por arriba del 0.25% según el procedimiento quirúrgico. Si se requiere un mayor volumen para alcanzar el nivel deseado, aquí es donde cambio de técnica de anestesia y decido el utilizar el bloqueo peridural lumbar para el mismo procedimiento. El peligro de inyectar grandes volúmenes en el espacio peridural del niño es producir hipertensión endocraneana, ya que se puede comprimir el saco dural y producir una pérdida del conocimiento brusco.

## Edad para el bloqueo caudal.

La edad para aplicación del bloqueo caudal tampoco es un límite a tomar; se pueden aplicar bloqueos caudales en niños de 12 años o mayores con una complexión delgada ya que el requerimiento de su volumen total para el bloqueo no rebasa los límites que manejo para esta técnica en especial. De igual forma en niños de 6 o 7 años obesos con un peso mayor al de su edad, en los que son necesarios volúmenes altos para el bloqueo caudal, es preferible utilizar la técnica peridural lumbar, o anestesia subaracnoidea. En nuestro departamento de anestesiología pediátrica se utiliza la ropivacaína de rutina, siendo desplazada cada vez más la bupivacaína.

## Sedación en anestesia regional.

Dentro de las ventajas de utilizar la anestesia regional como técnica única es que se puede prescindir en el transoperatorio de los halogenados, evitando la contaminación de quirófano, el evitar utilizar narcóticos intravenosos disminuyendo el riesgo de una depresión respiratoria tanto transanestésica como postoperatoria. Los esquemas de sedación recomendado en el bloqueo caudal incluyen midazolam 100 a 300 µg/kg sin problema de que se presente depresión respiratoria. Es recomendable repetir bolos de midazolam cada 45 minutos para mantener la sedación sin riesgo de vómitos, ni depresión respiratoria. Se puede hacer la sedación con midazolam a dosis de 100-300µg combinando con dosis de ketamina a 1mg/kg, el cual no causa depresión respiratoria a esta dosis a diferencia de utilizar 2 mg/kg, en la cual presentan una depresión transitoria de la ventilación. En estos casos que se utiliza la ketamina es conveniente la medicación de ondansetron para evitar el vomito postoperatorio. Se puede utilizar diazepam 100 a 200 µg/kg, repitiendo bolos a misma dosis en cirugías prolongadas. Este fármaco tiene una vida media de eliminación más prolongada y puede tener un efecto acumulativo. El uso de una benzodiazepina combinada con opiáceos puede producir depresión respiratoria. Es frecuente cuando se usa midazolam y al finalizar se deja analgesia con nalbufina, su efecto sedante se aumenta llegando a un paro respiratorio postoperatorio. Si es que se quiere utilizar tiopental para sedación en estos tipos de procedimientos, se recomienda bolos de 1 a 2 mg/kg los cuales no provocan depresión respiratoria. En caso de que se quiera utilizar halogenado se puede mantener con una mascarilla facial fijada al niño con el sistema de ventilación de anestesia

con oxígeno y sevofano a concentraciones de 1 vol. %, con ventilación espontánea.

## Adición de coadyuvantes.

Se ha demostrado que no es necesario agregar adrenalina, ya que las cualidades inherentes de ropivacaína hacen que tenga un efecto vasoconstrictor, lo que permite que su absorción sea más lenta, prolongando el tiempo de analgesia. No se recomienda el agregar bicarbonato tratando de acortar la latencia ya que puede precipitar al fármaco y con ello solo obtener un bloqueo caudal fallido por inactivación del fármaco. Se pueden añadir opiáceos como la morfina, buprenorfina, fentanyl o nalbufina que en el caso de estos 2 últimos cuando se utilizan concentraciones elevadas de la ropivacaína mayores al 0.4% sus efectos ya no son observados, ya que su metabolismo y eliminación son de menor duración que la ropivacaína. También se puede utilizar para el bloqueo caudal junto con el AL la clonidina.

## Bloqueo peridural lumbar

En niños mayores o adolescentes la técnica de anestesia regional más utilizada es el bloqueo peridural lumbar. Se recomienda puncionar por abajo del espacio de L3, y los volúmenes utilizados pueden ser los acostumbrados, la concentración de la ropivacaína es la que se debe de adecuar según el procedimiento quirúrgico, recomendando concentraciones por arriba de 0.25%. La ventaja de esta técnica es que contamos en todos los hospitales con equipos de bloqueo peridural y catéter, dependiendo la cirugía o el manejo postoperatorio que se quiera del manejo en el control del dolor, se pueda pasar por el catéter peridural dosis subsecuentes según el efecto que se desee obtener con el AL en este caso la ropivacaína. La indicaciones son las mismas que para un adulto (cirugía de extremidades inferiores, genito-urinario, o de abdomen, etc.). Las contraindicaciones son las mismas que en otros pacientes, adaptando solamente las dosis (concentración) y volúmenes de acuerdo a edad, peso y estatura del niño.

La concentración adecuada para un procedimiento quirúrgico con esta técnica como muestran las evidencias de los estudios, es de que se utilicen concentraciones de 0.25% hacia arriba. Los volúmenes utilizados con esta técnica son los mismo que se usan según la técnica que maneje el anestesiólogo encargado, aquí lo importante es la concentración del AL.

## Bloqueo vía axilar con ropivacaína.

Otra de las técnicas utilizadas es el bloqueo axilar en niños. Los volúmenes recomendados de 0.5 ml/kg de peso, y la concentración de 0.375% (3.75 mg/mL) a lo que es equivalente en la practica la mitad del volumen total es ropivacaína 0.75% que al diluirlo con solución fisiológica, se lleva a la mitad esta concentración obteniendo al 0.375%. Se obtiene adecuada anestesia quirúrgica con bloqueo motor de corta duración y una analgesia prolongada.

## Otras técnicas regionales con ropivacaína.

Según el tipo de abordaje quirúrgico utilizamos el bloqueo de nervios específicos. En cirugía de mano se bloquea solo el nervio de la región; como el nervio mediano, el cubital o radial. Las concentraciones que utilizamos de ropivacaína van desde 0.375 a 0.75%. Estas mismas concentraciones son utilizadas en el bloqueo del nervio del pene, las cuales son ramas terminales de los nervios pudendos (raíces sacras 2,3,4) utilizado en circuncisión, hipospadia, parafimosis e incluso en algunas dilataciones uretrales. En cirugía reconstructiva la ropivacaína se maneja a concentraciones de 0.375% con lidocaína con epinefrina como en las plastias palatinas, del mismo modo en procedimientos de anestesia local para resecciones de cicatrices, biopsia de ganglios, etc.

## Conclusiones.

Aunque el uso de la anestesia regional en niños manejada con una técnica adecuada como el caso del bloqueo peridural caudal, los reportes de complicaciones por inyección inadvertida intravascular con la bupivacaína son pocos, y que por las características del fármaco se considerada más cardiotoxica y neurotóxica. La bupivacaína ha sido por muchos años utilizada por los anestesiólogos tratando de obtener las ventajas comparadas con otros AL como lo es su duración prolongada. Haciendo una comparación con los nuevos anestésicos locales enantiómeros y por sus mismas características químicas que les confieren una mayor seguridad como la levobupivacaína y ropivacaína, se deben de considerar las ventajas que se obtienen de estos AL, como es su larga duración y un menor efecto de bloqueo motor, lo que puede permitir una deambulación temprana y una pronta recuperación, además de su menor toxicidad. De esta forma poder ofrecer a nuestros pacientes una mayor seguridad en el uso de las diferentes técnicas de anestesia regional, como la disminución de posibles efectos indeseables como cuando ocurre una inyección inadvertida intravascular. La presentación de ropivacaína al 0.75% nos da una gama de posibilidades de poder hacer diluciones de acuerdo a las necesidades de cada paciente, con el beneficio de una analgesia adecuada y de mayor duración de la misma.

## Referencias

1. Anand KJS. Pain and its effects in the human neonate and fetus. *NEJM* 1987;317:1321-1329
2. Andrews K, Fitzgerald M. The cutaneous withdrawal reflex in human neonates: sensitization, receptive fields, and the effects of contralateral stimulation. *Pain* 1994;56:95-98
3. Iribarne V, Montaña AE, Paladino M. Anestésicos locales en pediatría. *Rev Arg Anest* 1995;53:2
4. Dalens B. Intervertebral epidural anaesthesia in paediatric surgery: success rate and adverse effects in 650 consecutive cases. *Paediatr*

5. Anaesth 1991;1:107-117.
6. Caims C. Caudal anaesthesia in neonates and infants. *Anaesthesia* 1980;35:1136-7
7. Yaster M, Maxwell LG. Pediatric regional anesthesia. *Anesthesiology* 1989;70:324-338
8. Brown DL, Ransom DM, Hall JA, Leicht CH, Schroeder DR, Offord KP. Regional anesthesia and local anesthetic-induced systemic toxicity. Seizure frequency and accompanying cardiovascular change. *Anesth Analg* 1995;81:321-328.
9. Agarwal R, Gutlove DP, Lockhart CH. Seizures occurring in pediatric patients receiving continuous infusion of bupivacaine. *Anesth Analg* 1992;75:284-286.
10. McGown RG. Caudal analgesia in children. Five hundred cases for procedures below the diaphragm. *Anaesthesia* 1982;37:806-818
11. Gunter J. Caudal anesthesia in children: A survey. *Anesthesiology* 1991;75:A936.
12. Flandin-Bléty C, Barrier G. Accidents following extradural analgesia in children. The results of a retrospective study. *Paediatr Anaesth* 1995;5:41-46
13. Sanders JC. Paediatric regional anaesthesia, a survey of practice in the United Kingdom. *Br J Anaesth* 2002;89:707-710.
14. Katz JA, Bridenbaug PO. Pharmacodynamics and pharmacokinetics of epidural ropivacaine in humans. *Anesth Analg* 1990;70:16-21.
15. Giauffré E, Dalens B, Gombert A. Epidemiology and morbidity on regional anesthesia in children: A 1-year prospective survey of the French-Language Society of Pediatric Anesthesiologists. *Anesth Analg* 1996;83:904-912
16. Ecoffey C. Local anesthetics in pediatric anesthesia: an update. *Minerva Anesth* 2005;71:357-360.
17. Da Conceicao MJ, Coelho L. Caudal anaesthesia with 0.375% ropivacaine or 0.375% bupivacaine in paediatric patients. *Br J Anaesth* 1998;80:507-508.
18. Da Conceicao MJ, Coelho L, Khalil M. Ropivacaine 0.25% compared with bupivacaine 0.25% by the caudal route. *Paediatr Anaesth* 1999;9:229-233.
19. Xiao-Ming D, Wen-Jing X. The minimum local anesthetic concentration of ropivacaine for caudal analgesia in children. *Anesth Analg* 2002;94:1465-1468.
20. Ivani G, De Negri P. Caudal anesthesia for minor pediatric surgery: A prospective randomized comparison of ropivacaine 0.2% vs levobupivacaine 0.2%. *Paediatr Anaesth* 2005;15:491-494.
21. Koing H, Krenn CG. The Dose-Response of Caudal Ropivacaine in Children. *Anesthesiology*. 1999;90:1339-1344.
22. Koing H, Krenn CG. Efficacy and safety of ropivacaine compared to bupivacaine in caudal blockade for pediatric hernia repair. *Anesth Analg* 1998; 86: 54-61.
23. Khalil S, Campos C, Farag A, Vije H, Ritchey M; Chuang A. Caudal block in children: Ropivacaine compared with bupivacaine. 1999; 9: 1279-1284
24. Luz G, Innerhofer P, Haussler B. Comparison of ropivacaine 0.1% and 0.2% with bupivacaine 0.2% for single-shot caudal anaesthesia in children. *Paediatr Anaesth* 2000;10:499-504.
25. Aguirre FT, García R, Nava AA. Dose-Response of ropivacaine administered caudally to children undergoing surgical procedures under sedation with midazolam. *Clin Experimental Pharmacol Physiol* 2004;31:462-465.
26. Melman E, Arenas JA. Caudal anesthesia for pediatric surgery. An easy and safe method for calculating dose requirements. *Anesthesiology* 1985;63A:463.