

Bloqueos Periféricos en Anestesia

Pediátrica

Dra. Belén de José María

Especialista Senior del Departamento de Anestesiología Pediátrica

Hospital Sant Joan de Déu, Universidad de Barcelona

Francesc Llunell, 4 Sat 2ª 08950 Esplugues de Llobregat

Barcelona, España

bdejosemaria@hsjdbcn.org

Dr. Luc Tielens

Departamento de Anestesiología y Reanimación

Sint Radboud Ziekenhuis, Universidad de Nijmegen.

Holanda.

Resumen

Recientes avances se han centrado sobre la estimulación de los nervios periféricos para su localización, evitando con ello la punción arterial no intencionada, o evitando la parestesia tradicional que se hace en estos casos. En el paciente pediátrico la profundidad y la angulación de los nervios dependen de la edad y del desarrollo del niño. El uso del estimulador de nervios periféricos puede mejorar, tanto la práctica regular del anesthesiologo, como del uso ocasional del bloqueo de nervios periféricos, y disminuir el riesgo teórico de daño a nervios periféricos. Avances recientes en tecnología de ultrasonido han mostrado su utilidad en imágenes de nervios, ya que la mayoría de los nervios tienen una envoltura delgada visible al ultrasonido, que le permiten al anesthesiologo conocer su trayecto. Varios investigadores han reportado en el adulto imágenes satisfactorias de nervios periféricos, rodeados de una capa altamente ecográfica. En contraste con el niño en donde existe una excelente visibilidad de nervios periféricos, sugiriendo un beneficio clínico adicional para usar el ultrasonido como una guía en el bloqueo de trayectos nerviosos, para anestesia o analgesia. Las técnicas de bloqueo de nervios periféricos en el paciente pediátrico con ayuda del ultrasonido, pueden además de mejorar la calidad de la anestesia, ser más seguras y disminuir los volúmenes de anestésico local administrado, evitando así el daño a estructuras vasculares y observando la difusión directa del anestésico local sobre el nervio.

Palabras clave: bloqueos periféricos, pediatría, neuroestimulación, ultrasonido

Abstract

Recent improvements have centered on the use of the peripheral nerve stimulator to localize nerves accurately, while avoiding deliberate arterial puncture or the eliciting of paresthesia. In pediatric patients where anatomic distance depths and angles depend on the age and development of the child, ultrasound guidance is like to prove beneficial practically. The use of peripheral nerves stimulator can improve success rates for both; regular practitioners of regional anesthesia and the occasional user, combined with a reduced theoretical risk of nerve damage. Recent advances in ultrasound technology have enabled direct imaging of nerves. Most nerves have a fascicular appearance with hypoechoic fascicles surrounded by hyperechoic connective tissue. Several investigators have reported satisfactory imaging of the adult peripheral nerves in the thing, where the nerve has a round or oval appearance. In contrast, excellent nerve visibility is anticipated in pediatric patients, suggesting a reliable clinical benefit to the use of ultrasound to guide in the peripheral nerves. Ultrasound guided technique may improve the success and safety of the peripheral nerves blocks in multiple ways, including decreasing the volume of local anesthetics to be injected,

assisting in avoiding vascular structures and allowing direct observation of the spread of local anesthetic around neural targets.

Key words: peripheral nerve blocks, pediatrics, neurostimulator, ultrasound guidance

Introducción

Hoy en día la mayoría de los anestesiólogos pediátricos están de acuerdo que las técnicas loco regionales en pediatría se suelen realizar bajo sedación profunda o anestesia general suave (sin relajante muscular).^{1,2} La pieza clave para conseguir el éxito de un bloqueo anestésico regional es asegurar la distribución óptima del anestésico local alrededor de las estructuras nerviosas. Para la localización de los plexos (braquial y lumbosacro), ya no se deben buscar parestesias como se hacía antaño, sino que se utiliza la neuroestimulación, siendo el mapeo previo con estimulación eléctrica cutánea de gran utilidad en el paciente pediátrico.³ Además, las últimas tendencias en anestesia regional aconsejan utilizar la ecografía de alta frecuencia como método guía de los bloqueos, no sólo para localizar los plexos braquial o lumbosacro sino también para localizar otros nervios periféricos.^{4,5}

En este artículo se revisan las principales peculiaridades de la neuroestimulación en pediatría, se introducen algunos breves conceptos de ecografía en anestesia regional y se repasarán los bloqueos periféricos más frecuentes a nivel de miembro superior, inferior y tronco propios de la edad pediátrica.

Peculiaridades de la neuroestimulación en pediatría

En pediatría se recomienda trabajar con estímulos de 100 seg., a 2Hz e intensidades bajas. Se inicia la búsqueda de la respuesta motora con una intensidad de 0.8 mA y una vez localizada, se disminuye la intensidad a 0.4-0.5 mA, comprobando que persiste la respuesta deseada y administrando en este momento el anestésico local. Tras la inyección de 1mL de anestésico la respuesta motora desaparece, no por efecto del anestésico local sino por un cambio en la conductancia,⁶ pero si se aumenta entonces la intensidad a 0.6-0.7 mA, reaparece la contracción muscular y con ello se confirma la correcta localización de la aguja (efecto Raj). Se administra entonces el resto de anestésico local, pudiendo desconectar el neuroestimulador. La administración del anestésico local debe hacerse lentamente y tras una prueba de aspiración negativa.

En los últimos años se han publicado trabajos que demuestran que la inyección intraneural accidental del anestésico local se asocia a un mayor riesgo de lesión neurológica que la inyección perineural.⁷ Algunos trabajos experimentales más recientes⁸ muestran como la intensidad de la neuroestimulación no es un parámetro suficientemente sensible para descartar la inyección intraneural y parece ser que controlar la presión de inyección es el mejor método para intentar evitarla. Por ello, aunque en la actualidad aún se recomienda no utilizar intensidades de neuroestimulación demasiado bajas (nos acercarían demasiado al nervio), el

principal control para evitar la localización intraneural de la aguja será inyectar el anestésico local lentamente evitando una resistencia a la inyección demasiado alta. Con el fin de disminuir la posible morbilidad asociada a las técnicas regionales, también se está investigando para describir la apariencia ecográfica de una inyección intraneural.⁹ La aguja de neuroestimulación utilizada habitualmente en pediatría es una aguja de bloqueo nervioso aislada, con bisel a 45 grados, siendo para el bloqueo de plexo braquial de calibre 23G y 25-35 mm de longitud y para el plexo lumbosacro de 22G y 50-100 mm de longitud.

El resto de componentes del neuroestimulador se utilizan igual que en el adulto. La respuesta motora obtenida, al igual que en el adulto, varía según el nervio estimulado. Sin embargo, a diferencia del paciente adulto, en el niño no siempre resulta fácil la neuroestimulación de un ramo nervioso aislado y a menudo se obtienen respuestas combinadas. De forma simplificada, la neuroestimulación en el miembro superior produce:

- Nervio axilar: abducción del brazo
- Nervio musculocutáneo: flexión del codo con supinación
- Nervio mediano: flexión de la muñeca y dedos y pronación del brazo
- Nervio radial: extensión de la muñeca y de los dedos y supinación del antebrazo
- Nervio cubital: flexión 4º-5º dedos, aducción y abducción de los dedos, aducción y flexión del pulgar y flexión cubital de la muñeca
- La neuroestimulación en el miembro inferior produce:
- Nervio femoral: contracción del músculo cuádriceps
- Nervio ciático: principalmente igual a la respuesta del nervio tibial pues es su mayor componente
- Nervio tibial: flexión dorsal del pie
- Nervio peroneo común: flexión plantar del pie

Componentes básicos de anestesia loco regional guiada por ecografía

El uso de la ecografía¹⁰ para localizar y bloquear nervios periféricos ofrece varios beneficios clínicos potenciales pues facilita la localización de los nervios, mejora la calidad del bloqueo y disminuye las complicaciones asociadas tales como la punción vascular o pleural inadvertidas. Sin embargo, la técnica de bloqueo nervioso guiado por ecografía requiere una inversión inicial de dinero para comprar el equipo y, aunque no es difícil de aprender, inicialmente requiere invertir un tiempo para entrenamiento. Se deben adquirir algunas habilidades nuevas como son la interpretación de las imágenes ecográficas, el mapeo ecográfico de los nervios y la coordinación manual-visual para alinear la aguja con el haz de ultrasonidos. Actualmente se está utilizando en los

bloqueos de plexo, en algunos bloqueos periféricos y en los bloqueos neuroaxiales pediátricos.

Los nervios periféricos pueden tener una apariencia ecográfica relativamente hipo o hiperecoica (Figura 1), dependiendo del tamaño del nervio, de la frecuencia de ultrasonidos y del ángulo del haz de ultrasonidos empleados. En los cortes transversales, los nervios se visualizan como áreas redondas u ovals hipoeoicas en un fondo relativamente hiperecoico. Estas estructuras hiperecoicas son los fascículos de los nervios, y las zonas hipoeoicas representan el tejido conectivo entre las estructuras neurales. En un eje longitudinal, los nervios se visualizan como una banda caracterizada por múltiples líneas hipoeoicas discontinuas separadas por líneas hiperecoicas (patrón fascicular). La ecogenicidad de los nervios sólo puede ser captada si el haz de ultrasonidos se dirige totalmente perpendicular al eje del nervio.

Para visualizar nervios con ecografía se requieren transductores de alta frecuencia de ultrasonidos. Sin embargo, cuanto mayor es la frecuencia, menor es la profundidad de penetración, por lo que se deben optimizar las variables ajustables en cada bloqueo y para cada paciente. En niños la mayoría de los bloqueos de plexo se realizan utilizando frecuencias de 10-14 MHz, transductores lineales o en "palo de hockey" y con una zona focal de 3 cm o menos de profundidad.



Figura 1. Ultrasonografía de un nervio periférico (nervio mediano) con zonas hipoeoica e hiperecoica.

La identificación de la aguja de bloqueo sólo es posible cuando la aguja cruza el nivel ultrasonográfico del transductor: es una estructura hiperecoica que genera una sombra acústica posterior. La aguja puede colocarse de forma longitudinal al eje del transductor (Figura 2) y este se visualizará toda la aguja y su punta, pero sólo cuando el haz de ultrasonidos y la aguja estén exactamente alineados. La aguja también puede colocarse en un eje transversal con el transductor (Figura 3), el cual se visualizará como un punto hiperecoico que, aunque no necesariamente corresponderá al extremo de la aguja (que puede localizarse más profunda), es más fácil de colocar la aguja y el transductor exactamente a 90° de ángulo. Habitualmente se utilizan las mismas agujas

aisladas de punta roma de bloqueo de plexo nervioso. Aunque algunos grupos sugieren que la ecografía debe sustituir totalmente a la neuroestimulación, en nuestra opinión, al menos durante la fase de la curva de aprendizaje del uso de la ecografía, el hecho de comprobar la localización de la aguja con el neuroestimulador puede ser aconsejable y aumenta la confianza personal durante el aprendizaje de la técnica.



Figura 2. Aguja en forma longitudinal al eje del transductor



Figura 3. Aguja en forma transversa al eje del transductor

Bloqueos del miembro superior

Recuerdo anatómico del plexo braquial.

El plexo braquial se forma por la unión de los ramos ventrales de los nervios espinales de C5 a T1.¹¹ El ramo ventral de C4 habitualmente da un ramo que se une a C5, y el ramo ventral de T1 generalmente recibe también un ramo de T2. Estos ramos ventrales son las raíces del plexo braquial a nivel vertebral y en el cuello (entre los músculos escaleno anterior y medio) se unen para formar los troncos. El tronco superior se forma por la unión de C5 y C6 y el tronco inferior se forma por la unión de C8 y T1, el ramo ventral de C7 forma el tronco medio. Estos tres troncos se dirigen desde el cuello en forma oblicua, en dirección inferior y lateral, y están en estrecha relación con la arteria subclavia. Los tres troncos quedan posteriores y laterales a la arteria. A este nivel, el tronco inferior está en relación con la cúpula pleural. Inmediatamente

prosiguen por la cara superior de la primera costilla. En el espacio comprendido entre la clavícula y la primera costilla, a nivel del borde externo de ésta, los troncos se dividen cada uno de ellos en una división anterior y una posterior. Las divisiones se fusionan de inmediato y forman los fascículos. Estos fascículos pasan por debajo del tercio medio de la clavícula y se colocan alrededor de la arteria axilar, y reciben su nombre por su relación con ésta. La división anterior de los troncos superior y medio se unen para formar el fascículo lateral (lateral a la arteria axilar). La división anterior del tronco inferior forma el fascículo medial (medial a la arteria axilar). Las divisiones posteriores de los tres troncos se unen para formar el fascículo posterior (posterior a la arteria axilar). Los fascículos contribuirán a formar los ramos terminales de la siguiente forma:

- Fascículo lateral: dará lugar al nervio musculocutáneo y contribuye a formar el componente lateral del nervio mediano
- Fascículo medial: formará el componente medial del nervio mediano, la totalidad del nervio cubital y más caudalmente dará lugar a los nervios cutáneos mediales del brazo y antebrazo
- Fascículo posterior: dará lugar al nervio axilar (cefálico) y al nervio radial.
- Los fascículos cursan desde el tercio medio de la clavícula hacia el brazo pasando profundos al músculo subclavio y músculo pectoral menor. Cerca del borde lateral del músculo pectoral menor, empiezan a formarse los ramos terminales del plexo braquial: a nivel de la apófisis coracoides, el nervio axilar y el nervio musculocutáneo abandonan el plexo.
- En la base de la cavidad axilar los ramos terminales se relacionan con la arteria axilar de la siguiente forma:
- Nervios anteriores a la arteria axilar:
 - Nervio musculocutáneo (superior a la arteria)
 - Nervio mediano (anterior a la arteria)
 - Nervio cubital y nervios cutáneos mediales (inferiores a la arteria)
- Nervios posteriores a la arteria axilar:
 - Nervio axilar (superior)
 - Nervio radial (inferior)

El plexo braquial está envuelto por una vaina aponeurótica que es la prolongación de la fascia cervical profunda y que se extiende desde el origen del plexo hasta los fascículos o los ramos terminales. Esta fascia puede identificarse hasta la mitad del brazo y en ocasiones, en los niños, incluso hasta el codo. El espacio perineural, que está limitado por esta fascia, no está totalmente abierto, sino que tiene compartimentos longitudinales, que en ocasiones puede limitar la dispersión circular del anestésico local (frecuente en el bloqueo axilar en adultos). Estos compartimentos son más laxos proximalmente (permiten mejor el paso del anestésico local) y son más estructurados distalmente (limitando más el paso del anestésico). Además, en la vaina aponeurótica puede existir también, según algunos autores, un septo transversal, a nivel de la apófisis coracoides de la escápula, que impide la comunicación del espacio interescalénico con el espacio axilar.¹²

Bloqueos supraclaviculares del plexo braquial.

La patología del hombro es poco habitual en niños, por lo que los abordajes interescalénico y supraclavicular del plexo braquial no son utilizados con frecuencia en pediatría. En la actualidad sólo se deberían realizar estos abordajes bajo control ecográfico. Para realizar el bloqueo interescalénico del plexo braquial con ecografía¹³ el transductor se sitúa en un eje transversal -a nivel del cartílago cricoides- en la cara lateral del cuello. Las raíces del plexo braquial se localizan entre los músculos escaleno anterior y medio y se visualizan como múltiples (de 3 a 5) áreas redondeadas u ovals hipocóicas que “caminan a lo largo” del surco interescalénico al mover el transductor en dirección cráneo-caudal (Figura 4).



Figura 4. Raíces del plexo braquial entre los músculos escaleno anterior y medio.

El bloqueo supraclavicular del plexo braquial se ha realizado en adultos, pero aún no hay publicaciones en pediatría. A este nivel el plexo braquial se visualiza como un conjunto de estructuras hipocóicas (“racimo de uvas”) en la zona laterosuperior de la arteria subclavia por encima de la primera costilla y de la pleura cervical (Figura 5).

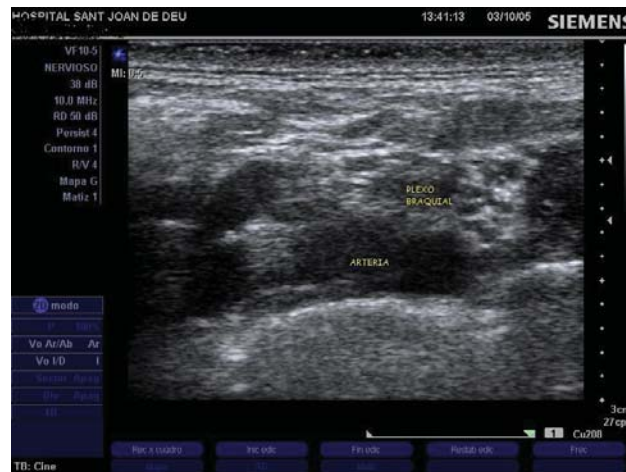


Figura 5. Abordaje supraclavicular del plexo braquial. Conjunto de estructuras hipocóicas (racimo de uvas) por encima de la primera costilla y pleura cervical.

Abordajes infraclaviculares del plexo braquial.

Hoy en día los abordajes infraclaviculares del plexo braquial

son cada vez más frecuentes pues se ha visto que disminuyen la incidencia de los síntomas accesorios (síndrome de Horner, parálisis frénica) y las complicaciones graves (neumotórax, difusión peridural del anestésico local) de las técnicas supraclaviculares, manteniendo sin embargo la efectividad del bloqueo. En adultos se han descrito múltiples abordajes infraclaviculares, todos ellos buscando la imagen especular del plexo braquial por debajo de la clavícula.

Aunque la primera publicación de un abordaje infraclavicular del plexo braquial en adultos fue por P. Raj en 1973¹⁴ la técnica no se hizo popular en aquel entonces. Veinte años después, en 1995, Kilka y cols.¹⁵ describieron el bloqueo infraclavicular vertical (VIP-Block) y desde entonces, en adultos se han publicado casi tantos abordajes infraclaviculares como autores que los describen, atendiendo a ligeras variaciones en el punto de punción o en la dirección de la aguja de bloqueo. Sin embargo, en pediatría, existen todavía pocas publicaciones de abordajes infraclaviculares del plexo braquial, tan sólo algunos casos clínicos y tres estudios. El primero de ellos fue en el año 2003, cuando Fleishman y cols.¹⁶ realizaron un estudio en 40 niños comparando la eficacia del abordaje infraclavicular lateral vertical con la del bloqueo axilar. Los resultados mostraron mejor bloqueo motor y sensitivo en el grupo de bloqueo infraclavicular comparado con el grupo del bloqueo axilar y no hubieron complicaciones. Sin embargo, se ha descrito que la apófisis coracoides puede ser difícil de palpar en adultos¹⁷ y en ocasiones no es fácil de palpar en niños pequeños bajo anestesia general, puesto que su desarrollo no se completa hasta los 16 años de edad.¹⁸ Basándonos en la experiencia personal en pacientes adultos y teniendo en cuenta que el abordaje vertical de Kilka se describe como una técnica segura, eficaz, y muy fácil de realizar, publicamos el primer estudio utilizando el bloqueo infraclavicular vertical (VIP Block) en niños.¹⁹ Tras la inducción de la anestesia general sin relajante muscular, el paciente se colocó en decúbito supino, con la cabeza girada hacia el lado contralateral y el miembro superior en la posición más cómoda para el niño: brazo en aducción al cuerpo y antebrazo extendido a lo largo del cuerpo o apoyado en el abdomen. Se utilizaron las referencias anatómicas aconsejadas por Kilka y cols; se traza una línea desde la fosa yugular al borde ventral del acromion, y se localiza el punto medio de esta línea a nivel de la clavícula. El lugar de punción es 0.5-1 cm por debajo de este punto medio clavicular y la dirección de la aguja es vertical, en plomada, perpendicular a la mesa quirúrgica. En niños, el plexo a este nivel suele encontrarse a 0.5-1.5 cm de profundidad según la edad y complexión física. Para disminuir el riesgo de neumotórax, se aconseja no superar los 2-2.5 cm de profundidad (Figura 6). Una vez localizada la respuesta muscular distal a nivel de la mano con el neuroestimulador, se administraron 0.5mL/kg de peso de ropivacaína al 0.5%. Los resultados mostraron que el 85% de los bloqueos se consiguió realizar por un anestesiólogo adjunto o residente sin experiencia previa en la técnica al primer o segundo intento y el 15% restante se consiguió al tercer intento. El tiempo medio de realización del bloqueo fue de tres minutos, el 98% de los bloqueos fue totalmente efectivo para la cirugía y el 100% de los pacientes despertaron sin dolor al finalizar la cirugía. La duración del bloqueo motor fue de aproximadamente 6 horas y la del bloqueo sensitivo fue de 8 horas. No hubo

ningún caso de neumotórax y sólo dos pacientes presentaron un síndrome de Horner (que desapareció al finalizar el efecto del anestésico local). Por ello en este estudio concluimos que el bloqueo infraclavicular vertical del plexo braquial en niños es una técnica fácil de realizar, altamente efectiva y con poco riesgo de complicaciones.



Figura 6. Abordaje infraclavicular del plexo braquial. Punto medio clavicular entre la fosa yugular y el borde ventral del acromion.

En nuestra opinión, el bloqueo infraclavicular vertical del plexo braquial en niños presenta unas ventajas claras frente a otros bloqueos: a) Al igual que otras técnicas infraclaviculares, evita los síntomas accesorios y complicaciones graves de los abordajes supraclaviculares (parálisis frénica y difusión peridural del anestésico local) y disminuye la incidencia de neumotórax. b) En este abordaje el plexo braquial se bloquea a nivel de los fascículos por lo que incluye el bloqueo de los nervios axilar y musculocutáneo que en ocasiones no se cubren totalmente con los abordajes más laterales o coracoides. A nivel de la apófisis coracoides ambos nervios pueden haber abandonado ya el plexo braquial por lo que los abordajes coracoides a menudo pueden comportarse como un bloqueo axilar, no representando entonces ninguna ventaja. Sin embargo, el bloqueo infraclavicular vertical siempre es un bloqueo adecuado para la cirugía de todo el miembro superior (brazo, antebrazo y mano), con muy buena tolerancia del torniquete. c) El abordaje es muy sencillo de realizar por dos motivos: en primer lugar porque la dirección de la aguja es perpendicular a la mesa quirúrgica lo que simplifica mucho la punción y, en segundo lugar, porque las referencias anatómicas son fáciles de palpar en el niño pequeño aún bajo anestesia general pues son referencias óseas superficiales. d) Se realiza con el brazo en una posición cómoda para el paciente, lo que es una ventaja clara frente a otros abordajes en que la movilización del brazo fracturado puede producir dolor. Los posibles inconvenientes del bloqueo infraclavicular vertical del plexo braquial en niños son pocos; en ocasiones se puede producir bloqueo del ganglio estrellado por difusión supraclavicular del anestésico local, o puede producirse neumotórax, pero mucho menos frecuente que en los abordajes supraclaviculares. La posible mayor frecuencia relativa respecto a los abordajes coracoides se minimiza, en nuestra opinión, por ser un abordaje extremadamente fácil de realizar (localización fácil de las referencias anatómicas y dirección inequívoca de la aguja). Sin embargo, no se debe ignorar la posibilidad de que aparezca un neumotórax y para disminuir la incidencia aconsejamos utilizar siempre una técnica cuidadosa sin profundizar la introducción de la aguja

más de 2-2.5 cm (dependiendo de la edad y complejión del paciente).

Finalmente, el grupo austriaco de Marhofer²⁰ publicó un estudio de bloqueo vía infraclavicular guiado por ecografía en pediatría. Este grupo aconseja el uso de la ecografía de plexo en lugar de la neuroestimulación pues sus resultados muestran una instauración más rápida y mayor eficacia del bloqueo. Con ecografía, el plexo braquial a nivel infraclavicular se visualiza como tres estructuras redondeadas hipoeoicas de localización medial, dorsal y lateral a la arteria axilar. La pleura es fácilmente identificable como una línea hiperecoica (Figura 7).

En nuestra opinión, si sólo se dispone de neuroestimulación como método de localización del plexo, creemos que el VIP-Block descrito por nosotros en pediatría es la técnica infraclavicular de elección, debido a su facilidad de realización y tasa de éxito. Sin embargo, con el advenimiento general del uso de la ecografía, el tipo de abordaje infraclavicular quizás deje de ser tema de discusión, pues el bloqueo se realiza donde mejor se visualiza el plexo braquial, no siendo tan importante si es a nivel medio-clavicular o coracoideo.



Figura 7. Abordaje infraclavicular del plexo braquial. La pleura es fácilmente identificable como una línea hiperecoica.

Abordaje axilar del plexo braquial

El bloqueo axilar del plexo braquial está indicado en cirugía del antebrazo y de la mano, pues bloquea los ramos terminales del plexo.²¹ El paciente debe colocarse en decúbito supino con el brazo abducido en ángulo recto con el cuerpo, el antebrazo flexionado en ángulo recto con el brazo y en supinación. La punción se realiza en la intersección del músculo pectoral mayor con el músculo bíceps braquial, con la aguja a 45 grados medial, dorsal y caudal a nivel del borde superior de la arteria axilar en dirección al punto medio clavicular (Figura 8). Con neuroestimulación se recomienda buscar la respuesta de al menos dos nervios (radial y mediano o cubital) para asegurar la eficacia del bloqueo y cuando el niño es mayor, debido a la existencia de las vainas aponeuróticas, se debe realizar neuroestimulación de cada nervio Terminal. El nervio musculocutáneo abandona el paquete vasculonervioso antes de llegar a la cavidad axilar, por lo que se debe bloquear aparte en el espesor del músculo coracobraquial para que se

tolere bien la colocación del torniquete. La principal ventaja del abordaje axilar es que no presenta riesgo de lesionar estructuras importantes y es el abordaje más conocido y con más experiencia en niños. Tiene sin embargo el inconveniente de que la posición del brazo dolorosa en las fracturas.



Figura 8. Abordaje del plexo braquial vía axilar. Intersección del músculo pectoral mayor con el músculo bíceps braquial, con aguja a 45 grados, medial, dorsal y caudal, en el borde superior de la arteria axilar.

Con el uso de la ecografía se ha visto como la localización de los nervios en relación a la arteria axilar puede variar de acuerdo a la presión ejercida sobre la arteria, y eso puede ser la causa de la baja tasa de éxito (70-80%) con las técnicas tradicionales. La localización más frecuente es encontrar el nervio cubital medial a la arteria, el nervio mediano ligeramente cefálico a la arteria, y el nervio radial debajo la arteria. El nervio musculocutáneo abandona la vaina del plexo braquial cranealmente en la axila y discurre entonces distalmente en el espesor del músculo coracobraquial.

Bloqueos de miembro inferior

Recuerdo anatómico del plexo lumbosacro

El plexo lumbar se forma a partir de los ramos espinales L1-L4 y en ocasiones T12 y L5 y el plexo sacro está formado por los ramos de L4-S3. El plexo lumbar da lugar a los nervios femoral, nervio cutáneo lateral del muslo y nervio obturador. El plexo sacro da lugar al nervio ciático que en el tercio inferior de la cara posterior del muslo se divide en nervio tibial anterior y nervio peroneo común. La anestesia regional completa del miembro inferior requerirá bloquear el plexo lumbar y el plexo sacro. Esto no es de uso frecuente en pediatría pues se requeriría gran volumen de anestésico local (con el consiguiente riesgo de toxicidad) y resulta técnicamente más complejo que un bloqueo caudal. Por lo habitual se utiliza alguno de los bloqueos del miembro inferior para analgesia perioperatoria complementaria. Se describen los abordajes utilizados más frecuentemente en pediatría.

Bloqueo iliofascial

El bloqueo iliofascial en pediatría fue descrito por Dalens y cols.²² para resolver el problema de que el bloqueo femoral clásico "tres en uno" tiene solamente un 80% de tasa de éxito. Está indicado para analgesia complementaria de la cirugía

del muslo y la punción se realiza perpendicular a la piel 0.5-1 cm por debajo de la unión del 1/3 lateral con los 2/3 mediales de una línea que pasa por el ligamento inguinal. Para este bloqueo no se requiere utilizar neuroestimulación pero se ha de realizar con una aguja de punta roma para percibir dos resaltes o "clic"; el primero corresponde a la fascia lata y el segundo a la fascia ilíaca. Una vez atravesada la fascia ilíaca se administra 1mL/Kg del anestésico local deseado. La tasa de bloqueo descrita para cada nervio es según su autor del 100% para el nervio femoral, 90% bloqueo del nervio cutáneo lateral del muslo y 75% del nervio obturador. Además se bloquea la rama femoral del nervio genitofemoral en un 60% casos.

Bloqueo del nervio ciático en el hueco poplíteo

El nervio ciático en pediatría se suele bloquear con mayor frecuencia a nivel del hueco poplíteo pues su principal indicación es la analgesia complementaria de la cirugía de la pierna y del pie.

Las referencias anatómicas para este abordaje son el triángulo formado por los vientres del músculo bíceps femoral, por los músculos semitendinoso y semimembranoso y la línea entre cóndilos femorales. Se traza la bisectriz del triángulo, se divide en tres tercios y se realiza la punción en un punto 0.5-1 cm lateral a la unión del 1/3 superior con los 2/3 inferiores. Con neuroestimulación se busca preferentemente la respuesta de flexión dorsal del pie correspondiente al nervio tibial pues se intenta bloquear el nervio ciático antes de su división en nervio tibial anterior y nervio peroneo común.²³

El uso de la ecografía a este nivel presenta ventajas: por un lado permite asegurar que el bloqueo se realiza por encima de la división en nervio tibial y nervio peroneo común y por otro lado el control ecográfico permite controlar la dispersión del anestésico local alrededor del nervio durante la inyección, por lo que es útil para minimizar la dosis de anestésico local inyectado. El abordaje lateral del nervio ciático por encima del hueco poplíteo y con control ecográfico presenta la ventaja de poderse realizar con el niño en decúbito supino como se observa en la figura 9.²⁴



Figura 9. Abordaje del nervio ciático en el hueco poplíteo. Abordaje lateral en decúbito supino.

Bloqueos periféricos del tronco

Bloqueos de la región inguinal.²⁵

La región inguinal está inervada por el nervio ilioinguinal, el nervio iliohipogástrico, por la rama genital del nervio genitofemoral y en ocasiones, en su porción más superior por alguna rama cutánea de los nervios intercostales T11 y T12. El nervio iliohipogástrico discurre por el borde lateral del músculo psoas dirigiéndose hacia delante y hacia abajo, pasa cerca de la espina ilíaca anterosuperior, perfora el músculo transverso y el músculo oblicuo interno y queda entre el músculo oblicuo interno y el músculo oblicuo externo. A este nivel da dos ramas: una cutánea lateral que se dirige a inervar la zona de la piel posterolateral glútea y una rama cutánea anterior que se dirige hacia la zona suprapúbica donde atraviesa la aponeurosis del músculo oblicuo externo e inerva la piel de la zona suprapúbica.

El nervio ilioinguinal sigue un curso paralelo al nervio iliohipogástrico: a nivel de la espina iliaca anterosuperior perfora el músculo transverso y desciende entre el músculo transverso y el músculo oblicuo interno. A nivel inguinal atraviesa el músculo oblicuo interno (o pasa por debajo de él) y se sitúa en el conducto inguinal. Sale con el cordón espermático por el anillo inguinal superficial e inerva en el hombre el pliegue inguinal, la parte cutánea interna del muslo, la raíz del pene, la parte superior del escroto y en la mujer inerva los genitales externos.

El nervio genitofemoral, después de atravesar el músculo psoas, desciende cubierto por la fascia del músculo psoas y se une a los vasos ilíacos con los que cruza el ligamento inguinal hasta el triángulo femoral. A este nivel da dos ramas: una rama femoral que inerva la piel de la zona del triángulo femoral o de Scarpa y una rama genital que sigue al cordón espermático e inerva en el hombre el cremáster y la zona inferior del escroto y en la mujer inerva la zona suprapúbica. El bloqueo de los nervios ilioinguinal e iliohipogástrico es una técnica regional utilizada muy frecuentemente en niños sometidos a cirugía del canal inguinal. La técnica convencional se realiza percibiendo los resaltes de los músculos de la pared abdominal con una aguja de punta roma. Técnica clásica: se dibuja la línea semilunaris para reconocer el inicio del tendón del músculo oblicuo externo; se traza una línea desde el ombligo hacia la espina ilíaca anterosuperior y el punto de punción es aproximadamente en el tercio externo de esta línea, a 2-3 cm de la cresta ilíaca. Se introduce una aguja de bisel corto en un ángulo de 30 grados con respecto a la piel hasta la espina iliaca anterosuperior, hasta obtener contacto óseo. Se retira unos 2-3 mm para evitar la inyección subperióstica y se administra la mitad del volumen en retirada y lentamente y deteniéndose al llegar a nivel cutáneo. A continuación se cambia la dirección de la aguja y se dirige hacia el anillo superficial externo: notaremos una primera resistencia al atravesar la fascia superficial (de Scarpa) y conforme se avanza se notará una segunda resistencia al atravesar la aponeurosis del músculo oblicuo externo. En este punto se infiltra el volumen restante. Mediante esta técnica de punción el nervio genitofemoral no queda bloqueado debido a su posición retroperitoneal, pero puede hacerlo el cirujano bajo visión directa durante el acto quirúrgico y así evitar lesiones de las estructuras vasculares próximas. Se utiliza cualquier anestésico local a baja concentración (lidocaína 1%, mepivacaína 1% o bupivacaína 0.25%) con un volumen total de 0.5 mL/kg. Sin embargo, esta técnica

clásica tiene sólo una tasa de éxito del 70-80% y aunque son muy poco frecuentes, pueden aparecer complicaciones. El bloqueo de los nervios ilioinguinal e iliohipogástrico guiado por ecografía ha sido descrito recientemente²⁶ utilizando un transductor lineal en palo de hockey de 10MHz.

Bloqueo de los nervios de la región umbilical

*Bloqueo de la vaina de los rectos.*²⁷

La sensibilidad de la región umbilical y paraumbilical viene dada por los nervios intercostales T9 a T11. Los nervios intercostales se dirigen desde atrás hacia la pared anterior del abdomen discurriendo entre el músculo transverso y el músculo oblicuo interno. Aproximadamente a nivel del borde lateral del músculo recto del abdomen, los nervios intercostales perforan la hoja posterior de la aponeurosis del músculo oblicuo interno y quedan justo detrás del músculo recto (entre el cuerpo muscular y la hoja posterior de su vaina), y luego atraviesan al músculo recto y la hoja anterior de la vaina hasta la superficie de la pared abdominal para inervar la piel de alrededor del ombligo. El músculo recto del abdomen y su vaina se encuentran interrumpidos transversalmente por su cara anterior por tres inserciones tendinosas (una a nivel de la apófisis xifoides, otra a nivel del ombligo y otra entre ambas). Estas inserciones no atraviesan todo el grueso muscular por lo que existe un espacio potencial con comunicación libre a nivel del vientre posterior del músculo recto y anterior a la hoja posterior de la vaina del músculo.

El bloqueo de la vaina de los rectos se basa en depositar suficiente volumen de anestésico local en este espacio potencial para que se distribuya alcanzando varios nervios intercostales y está indicado en la cirugía de la región umbilical.

La técnica (Figura 10) consta de dos inyecciones, una a cada lado del ombligo, de 0.5 a 1 cm medial a la línea semilunaris con la intención de depositar el anestésico local entre el músculo y la hoja posterior de su vaina. La aguja se inserta en la piel de forma perpendicular o a 45 grados hasta atravesar el tejido celular subcutáneo y quedar encima de la hoja anterior de la vaina. Al atravesar la hoja anterior de la vaina se nota una resistencia o "clic", luego se sigue introduciendo la aguja con presión controlada atravesando el tejido blando del cuerpo muscular, y al encontrar de nuevo



Figura 10. Bloqueo de los rectos. Inyecciones a cada lado del ombligo en la línea semilunaris

resistencia es que nos hallaremos encima de la hoja posterior de la vaina y depositaremos el anestésico local (después de prueba de aspiración negativa para sangre puesto que en la zona se encuentran los vasos epigástricos). Habitualmente se utiliza bupivacaína 0.25% o lidocaína 1% con un volumen de 0.2mL/Kg. Este bloqueo también se ha descrito con control ecográfico,²⁸ e incluso con algunas variaciones de la técnica, aunque la mejor técnica ecográfica para realizar este bloqueo aun está por determinar.

*Bloqueo peneano.*²⁹

En la inervación sensitiva del pene intervienen los nervios dorsales del pene que son ramas terminales de los nervios pudendos, que a su vez son ramas de los nervios espinales sacros S2-S4. El nervio ilioinguinal y/o la rama genital del nervio genitofemoral (inervación sensitiva de la base del pene). También se encuentra el nervio perineal que es rama terminal del nervio pudendo e inerva el escroto y parte de la base del pene y/o cara ventral del pene. El nervio dorsal del pene corre a lo largo de la rama isquiopubiana y emerge de la pelvis bajo la sínfisis púbica a través del ligamento suspensorio del pene y se introduce en un espacio relleno de tejido graso llamado espacio subpúbico. El espacio subpúbico está delimitado superiormente por la sínfisis púbica, inferiormente por los cuerpos cavernosos y anteriormente por la capa profunda de la fascia superficial (Scarpa), que a este nivel se llama fascia peneana o de Buck. Generalmente el espacio subpúbico está dividido por la línea media en dos compartimentos separados por el ligamento suspensorio del pene. A nivel de la base del pene los nervios dorsales del pene se relacionan con elementos vasculares: los cuerpos cavernosos y la arteria y vena dorsales profundas del pene.

El bloqueo de los nervios dorsales del pene está indicado en la circuncisión y cirugía menor del pene, preferentemente no uretral. Técnica (Figura 11): se identifica el borde inferior de la sínfisis púbica y se ejerce una ligera tracción del pene en sentido caudal para tensar la fascia de Scarpa. La punción se realiza a ambos lados (a 0.5 cm de la línea media en lactantes y a 1 cm en niños mayores) lateral e inmediatamente por debajo de la rama iliopubiana. Se avanza la aguja en un plano casi perpendicular a la piel con una ligera inclinación medial y cefálica. En ocasiones puede notarse un resalte al atravesar la fascia de Buck. Tras una prueba de aspiración negativa para sangre se inyecta el anestésico local. Para minimizar el riesgo de punción vascular y neurológica se recomienda usar



Figura 11. Bloqueo dorsal del pene. Punción en ambos lados de la línea media de la sínfisis del pubis.

agujas de fino calibre y bisel corto. Los anestésicos locales habitualmente utilizados son la bupivacaína y la lidocaína a bajas concentraciones siempre sin adrenalina (pues las arterias dorsales del pene son arterias terminales) con un volumen recomendado de 0.1mL/Kg por lado a bloquear.

Conclusiones

La búsqueda de parestesias de nervios periféricos para buscar la localización de trayectos nerviosos periféricos, ha dejado de ser una técnica a ciegas, con la mayor incidencia de complicaciones, las cuales pueden disminuir de manera importante hoy en día con otras técnicas. La utilización de la neuroestimulación, eléctrica cutánea ha sido de gran utilidad en el paciente pediátrico, para el bloqueo de nervios periféricos, su principal desventaja es que requiere de un mapeo previo a la punción y no es lo suficientemente sensible, para estar libre de fallas. La ultrasonografía de alta frecuencia es un método más moderno, no invasivo, el cual nos permite detectar el trayecto de diversas estructuras y sus relaciones anatómicas, los nervios periféricos, con sus frecuentes variaciones anatómicas individuales. El método ha mostrado ventajas sobre las dos técnicas anteriores, ya que se trata de un método en tiempo real, que evita punciones innecesarias, en estructuras vecinas al trayecto nervioso, mejor distribución del anestésico local alrededor del nervio, mejor calidad de bloqueo sensitivo y motor, marcada reducción de volúmenes de anestésico local, menor incidencia de fallas y de punciones venosas, analgesia postoperatoria residual, sin olvidar la satisfacción y la seguridad primordial del paciente. Desde luego que como todo método auxiliar de diagnóstico tiene sus desventajas, las cuales son inherentes a la tecnología moderna, un equipo costoso y adecuado así como un entrenamiento constante del médico, sin embargo necesitamos más experiencia para obtener mejores evidencias al respecto.

Referencias

1. Giaufre E. Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a one-year prospective survey of the French-Language Society of Pediatric Anesthesiologists. *Anesth Analg*. 1996;38:904-912.
2. Krane E.J. The safety of epidurals placed during general anesthesia [editorial]. *Reg Anesth Pain Med*. 1998;23:433-438.
3. Bösenberg AT, Raw R, Boezaart AP. Surface mapping of peripheral nerves in children with a nerve stimulator. *Paediatric Anaesth* 2002;12:398-403.
4. Marhofer P, Frickey N. Ultrasonographic guidance in pediatric regional anesthesia part 1: theoretical background. *Pediatric Anesth* 2006;16:1008-1018.
5. Roberts S. Ultrasonographic guidance in pediatric regional anesthesia part 2: techniques. *Pediatric Anesth*. 2006;16:1112-1124.
6. Tsui B, Wagner A, Finucane B. Electrophysiologic effect of injectates on peripheral nerve stimulation. *Reg Anesth Pain Med*. 2004;29:189-193.
7. Hadzic A, Dilverovic F, Shah S. et al. Combination of intraneural injection and high injection pressure leads to fascicular injury and neurologic deficits in dogs. *Reg Anesth Pain Med*. 2005;29:417-423.
8. T Tsai, S Lakshmanasamy, I Vuckovic, K Eldan. Intensity of the stimulating current is not a reliable indicator of intraneural needle placement. *ASRA Annual meeting Lecture, Palm Springs, California, 2006*.
9. Brull R, Chan V, Shannon P. Intraneural electrical stimulation and ultrasound detection of intraneural injection. *Abstract. ASRA Spring Meeting, 2006*.
10. De Jose Maria B, Tielens L. Abordaje locorregional con ecosonografía en niños. Conferencia en el XVIII Congreso Venezolano de Anestesiología, LASRA. Barquisimeto, Venezuela, Octubre 26-27, 2006.
11. Ellis H, Feldman S, Harrop-Griffiths W. *Anatomy for anesthetists*. EEUU, Blackwell Publishing, 2004.
12. Partridge BL, Katz J, Benirshke K. Functional anatomy of the brachial plexus sheath: implications for anesthesia. *Anesthesiology* 1987;66:743-747.
13. van Geffen GJ, Tielens L, Gielen M. Ultrasound-guided interscalene brachial plexus block in a child with femur fibula ulnar syndrome. *Pediatric Anesth*. 2006;16:330-332.
14. Raj PP, Montgomery SJ, Nettles D et al. Infraclavicular brachial plexus block: a new approach. *Anesth Analg* 1973; 52:897-903.
15. Kilka HG, Geiger P, Mehrkens HH. Infraclavicular vertical brachial plexus blockade. A new method for anaesthesia of the upper extremity. *An anatomical and clinical study*. *Anaesthetist* 1995;44:339-344.
16. Fleishmann E, Marhofer P, Greher M et al. Brachial plexus anaesthesia in children: lateral infraclavicular vs axillary approach. *Pediatric Anesth* 2003;13:103-108.
17. MacLeod DB, Grant SA, Martin G et al. Identification of coracoid process for infraclavicular blocks (letter). *Reg Anesth Pain Med*. 2003; 28:485.
18. Scheuer L, Black S. *The shoulder girdle*. En: *Developmental Juvenile Osteology*. Academic Press Ltd 2000, San Diego, California.
19. De José María B, Tielens L. Vertical infraclavicular brachial plexus block: a preliminary study in children. *Pediatric Anesth* 2004;14:931-935.
20. Marhofer P, Sitzwohl C, Greher M et al. Ultrasound guidance for infraclavicular brachial plexus anaesthesia in children. *Anaesthesia* 2004;59:642-646.
21. Bösenberg A. Pediatric regional anesthesia update. *Paediatric Anaesth*. 2004;14:394-402.
22. Dalens B, Tanguy A, Vanneville G. Lumbar plexus block in children-comparison of two procedures in 50 patients. *Anesth Analg*. 1988;67:750-758.
23. Broadman LM, Rice LJ. Neural Blockade for Pediatric Surgery. En: *Cousins MJ, Brindenbaugh PO. Neural Blockade in Clinical Anesthesia and Management of Pain*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998:615-9.
24. De Jose Maria B, Banus E, Götzens V. Lateral popliteal nerve block with ultrasound guidance in children: our initial experience. *Reg Anesth Pain Med*. 2006;31 Suppl.2: A98, p57.
25. Pinatel T. Bloqueo de la región inguinal. En: Blanco D, reinoso F, Cruz J. *Anestesia locorregional en pediatría*. Ed Aran, Madrid 2005, p. 237-244.
26. Wilshcke H, Marhofer P, Bösenberg A et al. Ultrasonography for ilioinguinal/iliohypogastric nerve blocks in children. *Br J Anaesth*, 2005;95: 226-230.
27. S. Ferguson, V. Thomas and I. Lewis. The rectus Sheath Block in Paediatric Anaesthesia: New Indications for an Old Technique? *Paediatric Anaesthesia* 1996;6:463-466.
28. Wilshcke H, Bösenberg A, Marhofer P, et al. Ultrasonography-guided rectus sheath block in paediatric anaesthesia—a new approach to an old technique. *Br J Anaesth*. 2006;97:244-249.
29. Serour F, Cohen A, Mandelberg A, Mori J, Ezra S. Dorsal penile nerve block in children undergoing circumcision in a day-care surgery. *Can J Anaesth*. 1996;43:954-958.