

Analgesia Regional continua: un resumen de la literatura.

CONTINUOUS REGIONAL ANALGESIA: A SUMMARY OF CURRENT LITERATURE.

<https://doi.org/10.25237/carsach2020.08>

Dr. Fernando Rueda¹ Dr. Pablo Miranda¹ Dra. Andrea Araneda¹ Dr. Fernando Altermatt¹

¹División de Anestesiología. Escuela de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Autor Corresponsal:

Dr. Fernando Rueda Briones

División de Anestesiología. Escuela de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Dirección: Marcoleta 377, Santiago, 8330024, Chile

Teléfono: 56 2 23543270

e-mail: frueda86@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0706-3018>

Palabras claves:

Analgesia regional continua, bloqueo de nervio periférico, bloqueo continuo de nervio periférico, régimen de infusión.

Key words:

Continuous regional analgesia, peripheral nerve block, continuous peripheral nerve block, infusion regimen.

PERLAS CLÍNICAS:

- Los bloqueos continuos de nervio periférico a través de la colocación de un catéter adyacente a un nervio, plexo o a nivel interfascial son particularmente útiles cuando se espera que el dolor post-operatorio moderado a intenso se extienda por más de 24 horas.
- Los bloqueos continuos de nervio periférico proveen similares niveles de analgesia que un catéter peridural pero con mayor estabilidad hemodinámica.
- Los anestésicos locales de larga duración siguen siendo las soluciones preferentemente administradas durante los bloqueos continuos de nervio periférico.
- El uso de ultrasonido es el gold standard a la hora de instalar un catéter perineural. El beneficio de la neuroestimulación es marginal y su aplicabilidad estaría reservada para casos seleccionados, por ejemplo, en caso de pacientes con anatomía dudosa.
- No existe un dispositivo de infusión ideal para todas las situaciones debido a la enorme cantidad de escenarios posibles por lo que el uso de una u otra bomba de infusión dependerá del contexto clínico.
- No existe un régimen ideal para cada localización anatómica del catéter o para cada situación clínica. Los regímenes más utilizados se basan en: bupivacaína 0.1% - 0.25% o ropivacaína 0.1% - 0.4% a una infusión basal de 4 – 10 ml/hora, bolos de 2 – 10 ml y periodos de bloqueo de 20 – 60 minutos.

- Al comparar los bloqueos mediante punción única, los BCNP tienen una frecuencia similar de complicaciones, las cuales generalmente son de carácter leve.

RESUMEN

Los bloqueos de nervio periférico (BNP) son ampliamente usados tanto para anestesia y/o analgesia quirúrgica, como también para complementar el manejo del dolor post – operatorio, en el contexto de un plan de analgesia multimodal. Los bloqueos continuos de nervio periférico (BCNP), a través de la colocación de un catéter adyacente a un nervio, plexo o a nivel interfascial, permiten prolongar la duración del bloqueo mediante la administración continua o intermitente de anestésicos locales (AL). Esto es particularmente útil cuando se espera que el dolor post-operatorio moderado a intenso se extienda por más de 24 horas. Beneficios adicionales incluyen: disminución de requerimientos de opioides y sus respectivos efectos adversos (náuseas y vómitos, sedación, mareo, etc.), disminución de las alteraciones del sueño, mayor satisfacción usuaria y menor tiempo para el alta hospitalaria. Múltiples estudios randomizados han evaluado diferentes técnicas para la instalación del catéter. En los últimos años se ha introducido el uso de ultrasonido (US) como un método eficaz, pudiéndose visualizar en tiempo real el correcto posicionamiento del catéter en las cercanías del nervio, al mismo tiempo que permite observar estructuras adyacentes que debiesen evitar de ser puncionadas, como por ejemplo, vasos sanguíneos o pleura. Existe una abrumadora cantidad de alternativas en cuanto a qué AL será administrado y a qué concentración, su velocidad de infusión, inclusión o no de un régimen de bolos y qué bomba de infusión se ocupará. Hasta el día de hoy, no existe un régimen ideal para cada localización anatómica del catéter o para cada situación clínica. Al compararlos con los bloqueos mediante punción única, los BCNP tienen una frecuencia similar de complicaciones, las cuales generalmente son de carácter leve. Si bien los BCNP otorgan una analgesia más efectiva que los catéteres instalados directamente en la herida quirúrgica y con menores efectos adversos que los catéteres peridurales, aún no está definida la estrategia analgésica ideal para muchos procedimientos quirúrgicos.

ABSTRACT

Peripheral nerve blocks (PNB) are widely used both for anesthesia and / or surgical analgesia as well as to complement post-operative pain management, in the context of a multimodal analgesia plan. Continuous peripheral nerve blocks (CPNB) through the placement of a catheter adjacent to a nerve, plexus or at an interfascial level, allows prolongation of the block through continuous or intermittent administration of local anesthetics (LA). This is particularly useful when moderate to severe post – operative pain is expected to last longer than 24 hours. Additional benefits include decreased opioid requirements and their respective adverse effects (nausea and vomiting, sedation, dizziness, etc.), decreased sleep disturbances, greater patient satisfaction, and shorter discharge times. Multiple randomized control trials have investigated different catheter insertion techniques. In recent years, the use of ultrasound (US) has been introduced as an effective method, allowing to visualize in real time the correct positioning of the catheter in the vicinity of the nerve. At the same time, it allows to observe adjacent structures that should be avoided such as blood vessels or pleura. There is an overwhelming number of alternatives as to which LA will be administered, its concentration and infusion rate, whether or not a bolus regimen is included, and which infusion pump will be used. To date, there is no ideal regimen for each anatomical location of the catheter or for each clinical situation. When compared with single puncture blocks, CPNB have a similar frequency of complications, which are generally mild. Although CPNB provide more effective analgesia than catheters installed directly in the surgical wound and with fewer adverse effects than epidural catheters, the ideal analgesic strategy for many surgical procedures has not yet been fully defined.

INTRODUCCIÓN

Los bloqueos de nervio periférico (BNP) son ampliamente usados tanto para anestesia y/o analgesia quirúrgica, como también para complementar el manejo del dolor post – operatorio en el contexto de un plan de analgesia multimodal. La colocación de un catéter adyacente a un nervio periférico, plexo o a nivel interfascial, permite prolongar la duración del bloqueo a través de la administración continua o intermitente de anestésicos locales (AL). Desde su

primera descripción en 1946¹, los bloqueos continuos de nervio periférico (BCNP) han evolucionado hacia una técnica analgésica validada y aceptada por la comunidad médica, con productos diseñados únicamente para su correcta implementación².

El objetivo de este artículo es analizar los beneficios e indicaciones de los BCNP, comparar las técnicas de inserción del catéter, describir las diferentes soluciones, bombas y regímenes de infusión de AL, enumerar las posibles complicaciones y finalmente especificar la aplicabilidad de los BCNP en poblaciones especiales.

BENEFICIOS E INDICACIONES

Existen múltiples reportes de casos, serie de casos y estudios randomizados que evalúan el uso de BCNP en diferentes localizaciones y sus respectivos beneficios (Tabla 1).

La mayoría de los estudios sobre BCNP se centran en el manejo del dolor agudo post – operatorio, sin embargo, existen reportes de casos donde los BCNP se han usado para el tratamiento del dolor crónico relacionado a cáncer, síndrome de dolor regional complejo, dolor isquémico, dolor agudo no quirúrgico (fracturas costales, herpes zoster, etc.), dolor fantasma, simpatectomía/vasodilatación después de eventos vasculares y para tratar el fenómeno de Raynaud^{3, 4, 5, 6, 7}. El uso de los BCNP también ha evolucionado de una práctica exclusivamente intra – hospitalaria hacia la inclusión de pacientes criteriosamente seleccionados para infusiones ambulatorias⁸. En un estudio multicéntrico de 1500 pacientes que recibieron infusiones ambulatorias continuas a nivel interescalénico, se reportó una tasa muy baja de complicaciones relacionadas al catéter, un 1.5% de retiros accidentales y ningún evento catastrófico⁹.

La prolongación de la analgesia post – operatoria es el principal beneficio de los BCNP. A través de catéteres, los BCNP se han utilizado para extender la duración del bloqueo; esto es particularmente útil cuando se espera que el dolor post – operatorio moderado a intenso dure más de 24 horas.^{10, 11}. Esto implica una ventaja sobre técnicas de punción única con o sin coadyuvantes, donde la duración de la analgesia varía como máximo entre 12 – 15 horas^{12, 13}. Es importante destacar que la localización del catéter con respecto al sitio quirúrgico va a influir directamente en el grado de analgesia. Es así como la cobertura sensitiva completa del sitio quirúrgico en cuestión por el nervio a bloquear, va a ofrecer la mejor calidad analgésica. Por esta razón, cirugías de hombro (catéter interescalénico) y cirugías del pie (catéter ciático) tendrán los mejores resultados^{14, 15}. Por otro lado, cirugías de rodilla o de cadera, al ser estructuras a las que contribuyen múltiples nervios, generalmente necesitarán analgésicos adicionales o la utilización de técnicas regionales complementarias¹⁶. Por ejemplo, el beneficio de complementar un catéter femoral con un catéter ciático para artroplastia total de rodilla, ha sido validado en estudios randomizados donde el grado de analgesia es mejor hasta el segundo día post operatorio al combinar ambos bloqueos^{17, 18}.

Evidencia relativamente reciente orienta a que los BCNP podrían tener beneficios adicionales una vez retirado el catéter. En un estudio randomizado, Salviz y cols, administró una infusión continua post – operatoria de 48 horas de duración a nivel interescalénico para cirugía de hombro. Se objetivó una disminución del dolor, menos requerimientos de opioides y menos alteraciones del sueño en comparación a un grupo que recibió una punción única y a otro que no recibió bloqueo. Estos beneficios se extendieron hasta el séptimo día post – operatorio¹⁹. De manera similar, un estudio de Williams y cols, demostró que un BCNP femoral en cirugía de reconstrucción de ligamento cruzado anterior de rodilla, mantenía mejores niveles de analgesia que un bloqueo mediante punción única o un régimen analgésico sin bloqueo, incluso hasta el cuarto día post – operatorio²⁰. Si bien la evidencia es contradictoria y estudios antiguos muestran un nulo beneficio en cuanto a indicadores de rehabilitación, un estudio de Peng y cols, sugiere que los pacientes tratados con un BCNP femoral, a diferencia de los tratados con una PCA (Patient Controlled Analgesia) endovenosa, presentaban mejor flexión articular a los 3 meses tras una artroplastia total de rodilla²¹.

Un área de particular interés, es la eventual disminución en la incidencia de dolor crónico post – operatorio al usar BCNP. Un estudio randomizado muestra una reducción del dolor crónico a los 3 y 6 meses post – operatorios luego de una artroplastia total de rodilla en los que se usó un BCNP femoral²¹ y otro estudio que involucraba el mismo

procedimiento quirúrgico, demostró que complementando un catéter femoral con una infusión a través de un catéter ciático disminuía el dolor dinámico a los 3 meses post-operatorios¹⁷. Ciertamente, se necesitan más estudios para avalar estos resultados.

Los BCNP proveen similares niveles de analgesia que un catéter peridural pero con mayor estabilidad hemodinámica^{22, 23}. En comparación a opioides intratecales en cirugía de artroplastía total de cadera, un BCNP de plexo lumbar generó similares niveles de analgesia y con menores requerimientos de opioides de rescate y prurito en el post – operatorio inmediato²⁴.

Nuevos lugares de inserción recientemente descritos incluyen BCNP palatino²⁵, ulnar²⁶ y peroneo superficial y profundo²⁷. Adicionalmente, BCNP en el plano interfascial a nivel interpectoral, erector de la espina, cuadrado lumbar y fascia ilíaca han sido descritos para optimizar la analgesia de algunos procedimientos quirúrgicos^{28, 29, 30}. Lamentablemente, el nivel de evidencia es limitado y los estudios son escasos por lo que no se pueden generar recomendaciones claras en cuanto a su aplicabilidad clínica.

Finalmente, es necesario mencionar que el éxito de la técnica depende tanto de la inserción exitosa de la aguja como también, de la mantención de la posición del catéter adyacente a las estructuras neurales, de manera de garantizar la administración de AL en la ubicación terapéutica deseada durante varios días³¹. Por ello, el uso de catéteres requiere de un mayor grado de destreza y experiencia por parte del operador, se asocia con un aumento en la duración del procedimiento y conlleva un mayor riesgo en el número de posibles complicaciones; factores que deben ser considerados a la hora de optar por esta técnica^{32, 33}.

MÉTODOS DE INSERCIÓN DEL CATÉTER

Inicialmente, los catéteres perineurales eran instalados una vez que se provocaba una parestesia en los pacientes, asociado a la clásica percepción táctil de un “pop” o “click”. Entre 1970 y 1990 se introdujo el uso de neuroestimuladores como técnica de elección, de manera de facilitar la correcta ubicación del catéter en las cercanías del nervio o plexo a bloquear². En los últimos años, se ha introducido el uso de ultrasonido (US) como un método eficaz, permitiendo visualizar en tiempo real el correcto posicionamiento del catéter en las cercanías del nervio (o en el plano interfascial deseado), al mismo tiempo que permite observar estructuras adyacentes que debiesen evitar de ser puncionadas, como por ejemplo, vasos sanguíneos o pleura.

Muchos estudios randomizados han investigado diferentes técnicas de instalación, incluyendo el uso de catéteres neuroestimulantes y no neuroestimulantes asociados o no al uso de US. La evidencia más reciente sugiere que los mayores beneficios se obtienen mediante la instalación de catéteres a través de US en comparación a los instalados mediante neuroestimulación (vía aguja o catéter)³⁴. En ese sentido, la tasa de éxito es mayor mediante el uso de US, requiere menos tiempo, induce menos malestar en el paciente y existe un menor riesgo de punción vascular³⁴. En un estudio prospectivo randomizado, Farag y cols, evaluó la hipótesis de que el US solo, en comparación al US en combinación con neuroestimulación a través de la aguja y al US en combinación con neuroestimulación a través de la aguja y el catéter, no es inferior en la calidad analgésica post – operatoria ni en los requerimientos de opioides en artroplastía total de rodilla usando BCNP femoral. En este estudio, demostraron que ningún tipo de neuroestimulación mejoraba la calidad analgésica. Es más, el uso de US sin neuroestimulación disminuyó la duración del procedimiento y fue más costo – efectivo³⁵. Este estudio sugiere que el beneficio de la neuroestimulación es marginal al usar US y su aplicabilidad estaría reservada para casos seleccionados, por ejemplo, en caso de pacientes con anatomía dudosa.

Múltiples catéteres se han desarrollado con diferencias en su ecogenicidad (19 Ga Arrow StimuCath, 19 Ga multiorifice nonstimulating Perifix, multiorifice 20 Ga nonstimulating Contiplex, single orifice 21 Ga nonstimulating wire-reinforced catheter, entre otros) y en sus características de despliegue una vez que se introducen en el tejido (catéteres que se enrollan inmediatamente al salir de la aguja, que teóricamente disminuyen la distancia entre la punta del catéter y el nervio o catéteres desarrollados exclusivamente para disminuir la incidencia de filtración de AL).

Cabe destacar que con la evidencia disponible, aún no se puede recomendar un catéter o una característica específica por sobre otra.

Múltiples configuraciones de orificios en los catéteres se han utilizado en BCNP. En un estudio randomizado de 156 pacientes que recibieron un BCNP interescalénico para cirugía mayor de hombro, se compararon tres configuraciones diferentes: orificio único, tres orificios o seis orificios. No hubo diferencias significativas en cuanto a la puntuación de escalas de dolor, función del catéter, consumo de opioides y efectos secundarios durante el post – operatorio inmediato³⁶. Es importante destacar que en este estudio no hubo un seguimiento de los pacientes mas allá del primer día post – operatorio.

Pocos estudios randomizados han comparado la inserción de catéteres a través del eje corto o eje largo del nervio y hasta el momento la evidencia es poco concluyente por lo que no existe una recomendación clara al respecto^{37, 38, 39}.

Finalmente, en relación a la evaluación de la distancia de la punta del catéter al nervio, la evidencia es escasa. Por su flexibilidad, la punta del catéter generalmente es difícil de observar al US y se han desarrollado técnicas para optimizar su visualización, incluyendo la inyección de aire o fluidos bajo visión ecográfica. La “prueba del aire” fue recientemente evaluada en un modelo porcino, sin embargo, no hubo beneficios al compararla con simplemente ver la ubicación del catéter en el US. Por ahora, no existe consenso de cual es la mejor estrategia para confirmar el correcto posicionamiento del catéter en relación al nervio a bloquear⁴⁰.

SOLUCIONES, BOMBAS Y REGÍMENES DE INFUSIÓN

Los BCNP se logran gracias a la administración de un AL a través de un catéter en una modalidad de infusión continua, bolos intermitentes (mandatorios y/o controlados por el paciente) o una combinación de ambos. Existe una abrumadora cantidad de alternativas en cuanto a qué AL será administrado y a qué concentración, su velocidad de infusión, inclusión o no de un régimen de bolos y qué bomba de infusión se ocupará. Un régimen de infusión ideal sería aquel que provee una analgesia adecuada, minimizando el déficit sensitivo, motor y de propiocepción, debiese tener un perfil tóxico favorable y al mismo tiempo ser costo – efectivo. Hasta el día de hoy, no existe un régimen ideal para cada localización anatómica del catéter o para cada situación clínica².

Soluciones

Los AL de larga duración siguen siendo las soluciones preferentemente administradas durante los BCNP². Ropivacaína, bupivacaína y levobupivacaína proveen similares niveles de analgesia⁴¹, siendo el menor tiempo de acción de la ropivacaína, la principal diferencia entre las tres drogas, lo que permitiría una titulación más rápida según los requerimientos del paciente. La principal limitación es su alto costo y su baja disponibilidad en nuestro medio.

Si bien la relación volumen/concentración del AL es el principal determinante de la eficacia de los bloqueos mediante punción única; pareciera ser que la dosis total o masa total de droga es el factor principal para los BCNP⁴². Múltiples estudios de BCNP a nivel interescalénico, femoral, plexo lumbar, y ciático – poplíteo^{42, 43, 44, 45}, avalan esta premisa. Esto sugiere que disminuyendo la velocidad de infusión y aumentando al mismo tiempo la concentración del AL (manteniendo la masa total de droga constante) permitiría, por ejemplo, prolongar la duración de la infusión en el contexto de un BCNP ambulatorio, donde no existe posibilidad de re – dosificación una vez que ésta de acaba.

Recientemente, se describe evidencia pre – clínica de infusiones de pregabalina⁴⁶ y la adición de clonidina, dexametasona y buprenorfina a un BCNP de bupivacaína en un modelo en ratas⁴⁷. Estos datos siguen siendo preliminares y hasta el momento no hay ningún medicamento aparte de los AL que estén aprobados por la Food and Drug Administration (FDA) para ser administrados a través de un BCNP.

Bombas de infusión

Si bien, la administración perineural de un AL puede ser hecha por bolos manuales a cargo de un anestesiólogo, existen factores clínicos (beneficios de infusiones basales) y logísticos que deben ser considerados, por lo que se privilegia el uso de bombas de infusión. No existe un dispositivo ideal para todas las situaciones debido a la enorme cantidad de escenarios posibles por lo que el uso de una u otra bomba de infusión dependerá del contexto clínico. Por regla

general, los dispositivos deben administrar volúmenes o dosis precisas y deben ser confiables, portátiles y programables.

Las bombas de infusión cuentan con variadas fuentes de poder (en base a electricidad, vacío, resortes o elastoméricas), siendo el escenario clínico lo que determinará qué tipo de bomba utilizaremos. Debido a su baja precisión y confiabilidad, las bombas de vacío y resortes no se ocupan en la práctica clínica habitual. Las bombas electrónicas son las más precisas (con variaciones en torno al 5% de lo programado) y personalizables a la hora de configurar una infusión basal, volumen de los bolos y tiempos de bloqueo. El hecho de poder ajustar estos parámetros, permite optimizar la dosificación en caso de una extremidad excesivamente anestesiada o, por el contrario, aumentar la dosis en caso de una analgesia insuficiente⁴⁸. Generalmente cuentan con alarmas en caso de oclusión y tienen la capacidad de ser reutilizadas o rellenadas.

Alternativamente, las bombas elastoméricas son más simples, livianas, silenciosas y habitualmente más baratas, por lo que son ideales para un contexto ambulatorio. Sin embargo, la infusión basal es más variable en comparación a las bombas electrónicas. Se estima que estas bombas infunden entre un 10 a 30% sobre lo esperado en las primeras 3 a 8 horas para luego estabilizarse y aumentar nuevamente su velocidad de infusión al terminarse el reservorio⁴⁹. Adicionalmente, la velocidad de infusión es dependiente de variaciones en la temperatura y de la altura de la bomba en relación a la punta del catéter. El impacto clínico de esta variabilidad es aún desconocido. Las propiedades físicas de estos dispositivos limitan su capacidad para ser rellenados una vez que se acaba la infusión por lo que no está recomendando por los fabricantes ni por los entes reguladores⁵⁰.

Una novedosa estrategia ha sido descrita recientemente y consiste en la regulación remota de los parámetros de infusión. En un estudio piloto de 59 pacientes sometidos a cirugía no ambulatoria con BCNP, Macaire et al.⁵¹, examinó la factibilidad de usar bombas de infusión portátiles con acceso a control remoto a distancia (Rhythmic PCEA pump, Micrel, Athens, Greece). Los pacientes recibieron un BCNP interescalénico, femoral o ciático – poplíteo por 72 horas. Las infusiones fueron manejadas vía remota con un módulo General Packet Radio Service (IP – Connect) a través de internet. Los pacientes eran capaces de responder a preguntas vía remota además de alertar al anestesiólogo sobre diferentes tipos de situaciones y éste modificar las características de la infusión según caso a caso. Todas las modificaciones se realizaron vía remota en un promedio de 15 minutos.

Regímenes de infusión

Los regímenes de infusión generalmente son descritos como una infusión basal (ml/hora), volumen del bolo (ml) y tiempo de bloqueo (minutos). Un régimen adecuado debiese ser aquel que disminuya el uso de AL a un mínimo aceptable, que limite el uso de opioides o analgésicos de rescate y que no altere de sobremanera las actividades de la vida diaria.

Un gran número de estudios relativamente antiguos sugieren que los regímenes con una infusión continua, mejoran los niveles de analgesia basal y disminuyen los requerimientos de analgésicos de rescate, la incidencia de dolor incidental y las alteraciones del sueño para BCNP a nivel interescalénico, infraclavicular, ciático -subglúteo y ciático – poplíteo². Por ejemplo, en cirugías de extremidad superior, un BCNP interescalénico que incluya una infusión continua, se asocia a mejores niveles analgésicos que un régimen de solo bolo⁵². Asimismo, otro estudio que involucró catéteres interescalénicos, sugiere que una velocidad de infusión continua relativamente alta asociada a bolos pequeños (8 ml/hora, 2 ml bolo y 60 minutos de bloqueo) provee mejor analgesia que un régimen con una menor velocidad de infusión y bolos mayores, pero con el costo de un mayor consumo total de AL⁵³. Se ha visto que a nivel infraclavicular, un régimen que incluya una infusión continua y bolos (versus cada uno por sí solo) mejora los niveles de analgesia basal, al mismo tiempo que disminuye el dolor incidental, las alteraciones del sueño y mejora la satisfacción usuaria⁵⁴. Por el contrario, otros estudios recientes sugieren que se obtienen pocos beneficios al agregar una infusión continua a los regímenes basados en bolos a demanda, en catéteres ubicados en las mismas localizaciones anatómicas mencionadas anteriormente. Estos resultados contradictorios probablemente se explican por la alta heterogeneidad de los estudios en cuanto al diseño de los catéteres (estimulantes v/s no estimulantes), diferentes técnicas de inserción (US v/s neuroestimulación v/s combinación de ambas), tipo de AL y su concentración, variabili-

dad en la velocidad de las infusiones continuas, en los volúmenes de los bolos y en los tiempos de bloqueo, diferentes tipos de cirugía, los objetivos primarios de cada estudio y un sin número de otros factores⁵⁵.

La gran mayoría de los estudios randomizados que incluyen al menos 1 grupo de tratamiento con bolos a demanda, sugieren que al agregar esta modalidad al régimen, se necesitan menores dosis totales de AL para lograr una analgesia adecuada. Esto implica tres posibles beneficios. En primer lugar, teóricamente se podría reducir la incidencia de bloqueo motor al tener la posibilidad de disminuir la velocidad de infusión continua basal (no investigado adecuadamente hasta la fecha). En segundo lugar, se reduce la incidencia de extremidad insensible. Finalmente, aumenta la duración de la infusión, especialmente útil en pacientes ambulatorios⁵⁵.

A pesar de todas las limitaciones y la alta heterogeneidad de los estudios, los regímenes más utilizados clínicamente se basan en: bupivacaína 0.1% - 0.25% o ropivacaína 0.1% - 0.4% a una infusión basal de 4 – 10 ml/hora, bolos de 2 – 10 ml y periodos de bloqueo de 20 – 60 minutos (Tabla 2). En cuanto a la dosis máxima de AL por hora, la evidencia es escasa. En un estudio de 49 individuos entre 19 y 59 años, se administró una infusión de ropivacaína 0.2% con bolos de 0.5% resultando en un total de dosis promedio de 22 mg / hr (rango 13 – 50 mg / hr)⁵⁶. Ningún paciente registro niveles plasmáticos tóxicos de ropivacaína. Los niveles plasmáticos más altos fueron de 0.19 mg/L y todos los otros valores fueron menores a 0.09 mg/L, ciertamente más bajos que las dosis tóxicas reportadas por Knudsen et al. (0.34 – 0.85 mg/L)⁵⁷.

Una nueva estrategia recientemente descrita, consiste en agregar bolos mandatorios/programados al régimen, basándose en que teóricamente el mayor volumen administrado a una mayor presión, mejoraría la distribución perineural del AL en comparación a una infusión continua de carácter constante. Un estudio en voluntarios demostró que la sensibilidad y la fuerza del cuádriceps eran equivalentes al administrar ropivacaína 0.2% a 8 ml/hora ya sea en infusión continua o a través de bolos mandatorios en un BCNP a nivel del canal aductor⁵⁸. En un estudio randomizado doble ciego de Hamdani y cols⁵⁹, se compararon regímenes de infusiones continuas más bolos a demanda v/s bolos mandatorios más bolos a demanda en BCNP interescales para de cirugía de reparación de manguito rotador. No hubo diferencias significativas en la calidad analgésica ni en ningún otro objetivo secundario. Resultados similares se han reportado en BCNP femorales⁶⁰ y ciático – poplíteos⁶¹. Por todo lo expuesto anteriormente, no podemos recomendar el uso de bolos mandatorios/programados hasta que no exista nueva evidencia⁵⁵.

Finalmente, es aconsejable individualizar los diferentes regímenes de infusión a las necesidades de cada paciente. Por ejemplo, un paciente que se somete a una cirugía ortopédica mayor probablemente necesitara un régimen de analgesia constante por lo que se beneficiaría de una infusión continua más bolos a demanda. Por el contrario, un paciente post – operado por quemaduras, probablemente se beneficiará de un bolo mayor de AL durante las curaciones y no tanto de una infusión continua permanente las 24 horas del día.

COMPLICACIONES

Al comparar los bloqueos mediante punción única, los BCNP tienen una frecuencia similar de complicaciones, las cuales generalmente son de carácter leve⁶². Desafortunadamente, la heterogeneidad en las diferentes técnicas de inserción del catéter, de equipamiento, de localización anatómica y de regímenes de infusión, hacen la comparación y generalización de los estudios dificultosa. Por ejemplo, la incidencia de falla del catéter durante los últimos años varía entre un 0.5 y 26%^{63, 64}.

Las complicaciones de los BCNP durante la inserción del catéter, incluyen: la ubicación inadecuada de la punta del catéter en la proximidad del nervio periférico lo que se traduce en una analgesia post – operatoria inadecuada⁶⁵ y en casos excepcionalmente raros, inserción epidural⁶⁶, intratecal⁶⁷, intravascular⁶⁸, intraneural⁶⁹ e intrapleurales⁶⁹ del mismo. Adicionalmente, los catéteres pueden filtrar por el sitio de inserción, se pueden desplazar, ocluir, romper o incluso ser retenidos durante su retiro a causa de bucles perineurales⁷⁰, nudos⁷¹ o adherencias. Un estudio en voluntarios sanos reportó que hasta un 25% de los BCNP femorales se podrían desplazar (y en consecuencia, filtrar) desde su ubicación original⁷². Aunque no ha sido adecuadamente investigado en estudios prospectivos, se plantea que la tunelización subcutánea del catéter, el uso de adhesivos, la utilización de dispositivos de fijación del catéter a

la piel y la aplicación de pegamento basado en 2 – octyl cyanoacrilato podrían disminuir la incidencia de desplazamiento. Otras complicaciones incluyen las relacionadas al mal funcionamiento de la bomba de infusión o desconexión de la misma ⁷³. Finalmente, complicaciones más serias (y afortunadamente muy raras) corresponden a la necrosis muscular secundaria a grandes bolos repetidos de bupivacaína ⁷⁴ y la intoxicación sistémica por anestésicos locales. Si bien, previo al uso del US, la punción vascular inadvertida estaba en torno al 6%, actualmente la aparición de hematomas o complicaciones relacionados a ellos son de carácter excepcional ^{75, 76}. Existen reportes de casos de hematomas peri – catéteres en pacientes que concurrentemente reciben algún tipo de profilaxis o tratamiento anticoagulante, principalmente heparinas de bajo peso molecular. La más reciente Guía (cuarta) de la Sociedad Americana de Anestesia Regional para anestesia neuroaxial y anticoagulación, recomienda explícitamente respetar los diferentes tiempos sugeridos de suspensión de tratamientos anticoagulantes antes de realizar técnicas regionales periféricas, sobre todo para bloqueos considerados “profundos” ⁷⁷.

Las complicaciones neurológicas son raras, pero pueden tener secuelas graves. Es difícil estimar la contribución individual del procedimiento quirúrgico, de la posición del paciente, de la administración inicial de AL, del uso de torniquete o de la infusión a través del catéter, al cuadro compatible con una lesión confirmada de nervio periférico. Por ejemplo, los pacientes sometidos a una artroplastía total de cadera sin una técnica regional asociada, tienen una incidencia de daño al nervio femoral de hasta un 2.3% ⁷⁸. A pesar de estas limitaciones, la incidencia reportada de síntomas neurológicos transitorios después de un BCNP está en torno al 0 – 1.4% ². En un estudio de 3500 pacientes con BCNP, se estima que la incidencia de síntomas neurológicos de más de 6 semanas de duración (prolongados) es alrededor de un 0.2% ⁷⁹. La gran mayoría de los síntomas neurológicos prolongados, desaparecen espontáneamente a los 3 meses post – quirúrgicos ^{80, 81}. En dos estudios prospectivos de más de 2500 BCNP interescalénicos y femorales, se reportó una incidencia de síntomas neurológicos transitorios de entre 4.9 – 5.3% de los cuales la mayoría se resolvieron espontáneamente a los 6 meses. El 0.3 – 0.7% restante, se resolvió espontáneamente durante los siguientes 11 meses ^{9, 82}. Si bien, se plantea que el uso de US podría disminuir la incidencia de estas complicaciones, existen pocos datos que apoyen esta teoría. Es más, reportes de casos sugieren que es poco probable que estos eventos se eliminen por completo ya que la neuropatía post – operatoria puede ocurrir sin emplear ninguna técnica de anestesia regional ^{83, 84}.

Las complicaciones relacionadas a las infecciones de los BCNP han sido investigadas en múltiples estudios. Existen reportes de un 29 – 58% de colonización bacteriana del catéter, 3 – 4% de inflamación local, y de un 2 – 3% de infecciones clínicamente relevantes ^{77, 85}. En estos estudios, un 0.8 – 0.9% de los pacientes requirió un drenaje de colecciones abscedadas. Si bien la información específica de catéteres perineurales ambulatorios no existe, en el caso de pacientes hospitalizados, sabemos que los factores de riesgo para infección de catéteres perineurales incluyen: ausencia de tratamiento antibiótico profiláctico, obesidad, diabetes ⁸⁶, infusiones de más de 48 horas de duración y la localización del catéter, siendo los catéteres axilares, femorales e interescalénicos los de mayor riesgo ^{87, 88}. Sin embargo, existen reportes anecdóticos de BCNP ambulatorios utilizados por 34 y 83 días, con una incidencia mínima de complicaciones infecciosas asociadas ^{89, 90}. Existe escasa evidencia de que la tunelización subcutánea del catéter disminuya el riesgo de colonización e infección ⁹¹.

Finalmente, existen complicaciones relacionadas con sitios específicos, dependiendo de la localización del catéter y que ciertamente deben ser considerados a la hora de plantear un manejo analgésico individual. Por ejemplo, la parálisis frénica o del nervio laríngeo recurrente secundaria a un BCNP interescalénico puede no ser bien tolerada en pacientes con una baja reserva pulmonar o con una parálisis cordal contralateral, respectivamente. Asimismo, esta bien descrita la asociación entre los BCNP femorales y caídas después de artroplastías de cadera o rodilla. Estudios randomizados sugieren que los BCNP a nivel femoral o plexo lumbar están asociados a un riesgo 4 a 5 veces mayor ^{92, 93, 94}. Se ha planteado reemplazar el BCNP a nivel femoral por un BCNP a nivel del canal aductor en un intento de minimizar esta complicación. Lamentablemente, esto aún no ha sido demostrado en estudios prospectivos ^{95, 96}. Sin embargo, de los seis estudios randomizados que compararon catéteres femorales v/s canal aductor, tres mostraron

una notoria mejoría en la capacidad de los pacientes para pararse, sentarse, deambular y subir escaleras con similares efectos analgésicos^{97, 98, 99}. En una reciente revisión sistemática y meta-análisis de Fuqjang G y cols, se vio que los pacientes que recibían una punción única o un BCNP a nivel del canal aductor, presentaban una movilización más rápida (objetivada con el “Timed Up and Go Test” score) en comparación a los bloqueos femorales. Adicionalmente, ambos grupos no tenían diferencias significativas en cuanto a dolor, consumo de morfina, fuerza del cuádriceps, y estadía hospitalaria¹⁰⁰.

POBLACIONES ESPECIALES

Pacientes Pediátricos

Los BCNP se están volviendo cada vez más populares en pacientes pediátricos debido a su capacidad de proveer analgesia prolongada para cirugías asociadas con dolor post – operatorio moderado a intenso¹⁰¹. Si bien, la principal indicación está relacionada con la prolongación del efecto analgésico post – operatorio, al igual que en los pacientes adultos, existen otras indicaciones descritas en la literatura. Entre ellas destacan: facilitar la fisioterapia y kinesioterapia post – operatoria en cirugía de extremidades, mejorar la perfusión periférica tras cirugía de reimplantación, tratar el síndrome de dolor regional complejo y dolor agudo no quirúrgico (por ejemplo, en casos de epidermólisis bullosa) y para tratar el dolor crónico relacionado a cáncer en el contexto de cuidados paliativos.

Varios estudios se han centrado en la factibilidad del uso de BCNP en niños, sobretodo en el contexto ambulatorio. Estos trabajos en su conjunto, sugieren que son una alternativa válida y segura, que disminuyen el consumo de opioides perioperatorios y que aumentan la satisfacción usuaria^{63, 102, 103}. En un estudio prospectivo, Ganesh y cols¹⁰³, describió 112 catéteres ambulatorios en 108 pacientes pediátricos, donde solo 1 paciente tuvo que ser reingresado al hospital por dolor, lo cual fue causado por el retiro accidental del catéter. En pacientes pediátricos, resulta fundamental la seguridad del catéter para evitar su desplazamiento. Se recomienda la tunelización subcutánea y el uso de las fijaciones descritas previamente para la mayoría de las técnicas.

En otro estudio, Visoiu y cols¹⁰⁴, analizaron de forma retrospectiva 453 pacientes entre 5 y 22 años con BCNP a nivel interescalénico, plexo lumbar, femoral, ciático – poplíteo y paravertebral. La mayoría de los pacientes obtuvo un nivel analgésico adecuado, altos niveles de satisfacción usuaria (incluyendo el de los padres) y una baja tasa de complicaciones. Finalmente, Ludot y cols¹⁰², describió 47 pacientes pediátricos sometidos a cirugía de pie o tobillo con BCNP ambulatorio con bombas elastoméricas a nivel ciático – poplíteo. Se reportó un adecuado manejo del dolor post – operatorio con satisfacción usuaria calificada como excelente en 93.6% de los casos. Además, se disminuyó el uso de medicamentos de rescate en sus casas y obtuvieron una mejor calidad del sueño.

Otro punto importante en relación al adecuado manejo del dolor con BCNP en pacientes pediátricos, tiene que ver con la optimización ambiental. Está reportado el hecho de que un inadecuado manejo del dolor en pediatría, es predictor de alteraciones conductuales en el post – operatorio, por lo que el control efectivo del dolor y la estimulación a la deambulación y al juego, pueden ayudar a hacer frente al niño a la experiencia de la hospitalización, anestesia y cirugía¹⁰⁵.

Por todo lo anterior, la confianza asociada al uso de catéteres ambulatorios en pediatría ha aumentado, sin embargo, al igual que en adultos, aún no está estandarizada la dosificación ideal. Una típica infusión es en base a levobupivacaína 0.125% o ropivacaína a 0.1 – 0.3 ml / kg / hora.

Pacientes Adultos Mayores

La respuesta alterada y muchas veces impredecible de los adultos mayores (AM) a medicamentos orales o endovenosos puede atribuirse sólo al envejecimiento o agravarse por la mayor incidencia de comorbilidades o enfermedades degenerativas en esta población. Estos factores, hacen atractivo un plan analgésico que evite la polifarmacia, sobretodo el consumo de opioides. Sin embargo, a pesar de que las técnicas de anestesia regional periférica para el dolor post - operatorio parecen ser una alternativa aceptable, deben ser cuidadosamente seleccionadas ya que por ejemplo, la parálisis frénica asociada al bloqueo interescalénico puede ser pobremente tolerada en un AM con patología pulmonar previa. Por todo ello, los pacientes AM deben ser monitorizados frecuentemente en el periodo peri – operatorio, independientemente de la modalidad analgésica elegida.

Existe evidencia limitada en esta población en cuanto a las diferentes modalidades de analgesia regional debido a que por edad, comorbilidades, perfiles de seguridad y uso de medicamentos, generalmente son excluidos de los protocolos de investigación. Una importante observación clínica, es que las técnicas de anestesia regional permiten la minimización o eliminación de los efectos negativos de los medicamentos analgésicos sistémicos, tales como disfunción vesical y constipación, disfunción renal, alteraciones hemodinámicas y defectos cognitivos. En un estudio de pacientes AM con fractura de cadera, se demostró que los que recibieron un bloqueo femoral asociado a un régimen de analgésicos no opioides para el manejo del dolor post – operatorio, presentaron menos delirium, se sentaron más tempranamente en su cama y requirieron menos opioides de rescate, que aquellos que solo recibieron el régimen de analgésicos no opioides sin bloqueo femoral (28% de los cuales, requirió opioides de rescate) ¹⁰⁶.

Existe evidencia de que los AM poseen un mayor riesgo de intoxicación sistémica por AL que la población joven, mas aún si poseen alguna patología crónica que comprometa la farmacocinética de las drogas, por lo que hay que reducir la masa total del AL inyectado. Asimismo, hay estudios que muestran que los bloqueos de nervio periférico son más prolongados en esta población ¹⁰⁷. Por lo anterior, es importante informar a los pacientes AM y a sus cuidadores sobre estos efectos previo a la instauración del bloqueo y se debe garantizar que estos pacientes tengan la asistencia adecuada en su hogar si se opta por un BCNP ambulatorio ⁵⁵.

CONCLUSIONES

Los BCNP han evolucionado hacia una técnica analgésica validada y aceptada por la comunidad médica, con productos diseñados únicamente para su correcta implementación ². Sin embargo, quedan muchas interrogantes que aún no han sido completamente dilucidadas en estudios clínicos bien diseñados, por ejemplo, el régimen de infusión ideal para cada localización del catéter o el beneficio de agregar coadyuvantes a las infusiones de AL. Incluso el tipo de catéter a utilizar, la configuración de orificios y el uso o no de bolos intermitentes mandatorios son aún materia de discusión.

Si bien los BCNP otorgan una analgesia más efectiva que los catéteres instalados directamente en la herida quirúrgica y con menores efectos adversos que los catéteres peridurales, aún no está definida la estrategia analgésica ideal para muchos procedimientos quirúrgicos ^{109, 110}. En el futuro, sólo a través de trabajos prospectivos bien desarrollados, obtendremos la evidencia necesaria para maximizar los beneficios potenciales y minimizar los posibles riesgos de los BCNP ⁵⁵.

Tabla 1. Beneficios de BCNP apoyado por estudios randomizados que incluyan al menos un grupo sin analgesia regional.

Mejor analgesia
Reposo
Rebote
Dinámica
>1 día después del retiro del catéter
Menor uso de analgésicos de rescate
Opioides orales
Opioides ev
AINEs
Otros
Menor incidencia de RAM a opioides
Nauseas y vómitos
Prurito

Sedación y fatiga	<p>Menor alteraciones del sueño</p> <p>Mayor satisfacción usuaria</p> <p>Disminución de días de hospitalización</p>
Hombro	<p>Recuperación acelerada de rango articular</p>
Rodilla	
Cadera	<p>Deambulacion precoz</p> <p>Disminución de marcadores inflamatorios</p>

AINEs: anti – inflamatorios no esteroideos.

RAM: reaccion adversa a medicamentos.

Adaptado de Ilfeld BM. Continuous peripheral nerve blocks: a review of the published evidence. Anesth Analg. 2011;113:904-925.

Tabla 2. Regímenes de infusión recomendados para BCNP en localizaciones más frecuentes.

Localización del catéter	Sitio quirúrgico	Dosificación	Dosis inicial recomendada
Interescalénico	Hombro y húmero proximal	Bupivacaína 0.0625 - 0.125%, 4 – 10 ml/hr; Ropivacaína 0.1-0.4%, 2 – 12 ml/hr	Ropivacaína 0.2% 8 ml/hr + 4 ml bolo + 30 min bloqueo.
Supraclavicular e Infraclavicular	Codo, antebrazo y mano	Bupivacaína 0.0625 - 0.125%, 4 – 10 ml/hr; Ropivacaína 0.1-0.2%, 4 – 12 ml/hr	Ropivacaína 0.2% 8 ml/hr + 4 ml bolo + 30 min bloqueo
Paravertebral	Tórax y mama	Bupivacaína 0.125 - 0.2%, 6 – 10 ml/hr; Ropivacaína 0.2-0.4%, 4 – 10 ml/hr	Ropivacaína 0.2% 8 ml/hr + 4 ml bolo + 30 min bloqueo
Plexo Lumbar	Cadera, cara anterior y lateral del muslo	Bupivacaína 0.0625 - 0.125%, 4 – 10 ml/hr; Ropivacaína 0.1-0.4%, 2 – 10 ml/hr	Ropivacaína 0.2% 8 ml/hr + 4 ml bolo + 30 min bloqueo
Femoral	Rodilla y muslo	Bupivacaína 0.0625 - 0.125%, 4 – 10 ml/hr; Ropivacaína 0.1-0.2%, 2 – 10 ml/hr	Ropivacaína 0.2% 6 ml/hr + 4 ml bolo + 30 min bloqueo
Canal Aductor	Rodilla y porción medial de la pierna	Bupivacaína 0.0625 - 0.125%, 4 – 10 ml/hr; Ropivacaína 0.2%, 6 – 10 ml/hr	Ropivacaína 0.2% 8 ml/hr + 4 ml bolo + 30 min bloqueo
Ciático - Poplíteo	Pierna, tobillo y pie	Bupivacaína 0.0625 - 0.125%, 4 – 10 ml/hr; Ropivacaína 0.1 - 0.4%, 2 – 10 ml/hr	Ropivacaína 0.2% 6 ml/hr + 4 ml bolo + 30 min bloqueo

Adaptado de Machi AT, Ilfeld BM. Continuous Peripheral Nerve Blocks In The Ambulatory Setting: an update of the published evidence An Update of the Published Evidence (Curr Opin Anesthesiol 2015, 28:648 – 655).

REFERENCIAS

- 1 Ansbro FP. A method of continuous brachial plexus block. *Am J Surg* 1946;71:716–22.
- 2 Ilfeld BM. Continuous peripheral nerve blocks: a review of the published evidence. *Anesth Analg*. 2011;113:904–925.
- 3 Buchanan D, Brown E, Millar F y cols. Outpatient continuous interscalene brachial plexus block in cancer-related pain. *J Pain Symptom Manage*. 2009;38:629–634.
- 4 Martin DP, Bhalla T, Rehman S y cols. Successive multisite peripheral nerve catheters for treatment of complex regional pain syndrome type I. *Pediatrics*. 2013;131:e323–e326.
- 5 Hashimoto A, Ito H, Sato Y, Fujiwara Y. Automated intermittent bolus infusion for continuous sciatic nerve block: a case report. *Masui*. 2011;60:873–875.
- 6 Ishiwa D, Okazaki K. Continuous block of the sciatic nerve in the popliteal fossa for pain relief in three patients with intractable leg ulcer. *Masui*. 2009;58:1456–1459.
- 7 Tognu`A, Borghi B, Gullotta S, White PF. Ultrasound- guided posterior approach to brachial plexus for the treatment of upper phantom limb syndrome. *Minerva Anesthesiol*. 2012;78:105–108.
- 8 Ilfeld BM, Enneking FK: Continuous peripheral nerve blocks at home: a review. *Anesth Analg* 2005;100:1822–1833.
- 9 Fredrickson MJ, Leightley P, Wong A y cols. An analysis of 1505 consecutive patients receiving continuous interscalene analgesia at home: a multicentre prospective safety study. *Anaesthesia*. 2016;71:373–379.
- 10 Fredrickson MJ, Ball CM, Dalgleish AJ. Successful continuous interscalene analgesia for ambulatory shoulder surgery in a private practice setting. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33:122 - 8.
- 11 Sato K, Adachi T, Shirai N y cols. Continuous versus single-injection sciatic nerve block added to continuous femoral nerve block for analgesia after total knee arthroplasty: a prospective, randomized, double-blind study. *Reg Anesth Pain Med* 2014;39:225 - 9.
- 12 Hauritz RW, Hannig KE, Henriksen CW y cols. The effect of perineural dexamethasone on duration of sciatic nerve blockade: a randomized, double-blind study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2018;62:548 - 57.
- 13 C., Pearson, A., Kaushal, A., Crawford, M. y cols. Dexamethasone as an adjuvant to peripheral nerve block. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2017, Issue 11. Art. No.: CD011770
- 14 Ilfeld BM, Morey TE, Wang RD y cols. Continuous popliteal sciatic nerve block for postoperative pain control at home: a randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Anesthesiology* 2002;97: 959–965.
- 15 Klein SM, Grant SA, Greengrass RA y cols. Interscalene brachial plexus block with a continuous catheter insertion system and a disposable infusion pump. *Anesth Analg* 2000;91:1473–1478.
- 16 Ilfeld BM, Le LT, Meyer RS y cols. Ambulatory continuous femoral nerve blocks decrease time to discharge readiness after tricompartment total knee arthroplasty: a randomized, triple-masked, placebo-controlled study. *Anesthesiology* 2008;108:703–713.
- 17 Wegener JT, van Ooij B, van Dijk CN y cols. Long-term pain and functional disability after total knee arthroplasty with and without single-injection or continuous sciatic nerve block in addition to continuous femoral nerve block: a prospective, 1-year follow-up of a randomized controlled trial. *Reg Anesth Pain Med*. 2013;38:58–63.
- 18 Wegener JT, van Ooij B, van Dijk CN y cols. Value of single-injection or continuous sciatic nerve block in addition to a continuous femoral nerve block in patients undergoing total knee arthroplasty: a prospective, randomized, controlled trial. *Reg Anesth Pain Med* 2011;36:481–488.
- 19 Salviz EA, Xu D, Frulla A y cols. Continuous interscalene block in patients having outpatient rotator cuff repair surgery: a pro- spective randomized trial. *Anesth Analg*. 2013;117:1485–1492.
- 20 Williams BA, Kentor ML, Vogt MT y cols. Reduction of verbal pain scores after anterior cruciate ligament reconstruction with 2-day continuous femoral nerve block: a randomized clinical trial. *Anesthesiology*.

- 2006;104(2):315-327.
- 21 Peng L, Ren L, Qin P y cols. Continuous femoral nerve block versus intravenous patient controlled analgesia for knee mobility and long-term pain in patients receiving total knee replacement: a randomized controlled trial. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2014;2014:569107.
 - 22 Patel N, Solovyova O, Matthews G y cols. Safety and efficacy of continuous femoral nerve catheter with single shot sciatic nerve block vs epidural catheter anesthesia for same-day bilateral total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2015;30:330–334.
 - 23 Pintaric TS, Potocnik I, Hadzic A y cols. Comparison of continuous thoracic epi- dural with paravertebral block on perioperative analgesia and hemodynamic stability in patients having open lung surgery. *Reg Anesth Pain Med.* 2011;36:256–260.
 - 24 Fredrickson MJ, Danesh-Clough TK. Spinal anaesthesia with adjunctive intrathecal morphine versus continuous lumbar plexus blockade: a randomised comparison for analgesia after hip replacement. *Anaesth Intensive Care.* 2015;43:449–453.
 - 25 Ponstein NA, Kim TW, Hsia J y cols. Continuous lesser palatine nerve block for postoperative analgesia after uvulopalatopharyngoplasty. *Clin J Pain.* 2013;29:e35–e38.
 - 26 Osada R, Zukawa M, Seki E, y cols. Continuous peripheral nerve block in forearm for severe hand trauma. *Hand Surg.* 2011;16:239–244.
 - 27 Gucev G, Karandikar K, Charlton T. Midcalf continuous peripheral nerve block anesthesia for hallux valgus surgery: case report. *Foot Ankle Int.* 2014;35:175–177.
 - 28 Wallaert M, Courivaud P, Mati EH y cols. Catheter for continuous interpectoral block and postop- erative pain relief in breast surgery. *Ann Fr Anesth Reanim.* 2014;33:269–271.
 - 29 Pérez MF, Duany O, de la Torre PA. Redefining PECS blocks for postmastectomy analgesia. *Reg Anesth Pain Med.* 2015;40:729–730.
 - 30 Chakraborty A, Goswami J, Patro V. Ultrasound-guided continuous quadratus lumborum block for postoperative analgesia in a pediatric patient. *A A Case Rep.* 2015;4:34–36.
 - 31 Fredrickson MJ, Abeysekera A, Price DJ y cols. Patient-initiated mandatory boluses for ambulatory continuous interscalene analgesia: an effective strategy for optimizing analgesia and minimizing side-effects. *Br J Anaesth* 2011;106: 239 - 45.
 - 32 AhsanZS ,CarvalhoB ,YaoJ. Incidence of failure of continuous peripheral nerve catheters for postoperative analgesia in upper extremity surgery. *J Hand Surg Am* 2014;39:324 - 9.
 - 33 Saporito A, Petri GJ, Sturini E y cols. Safety and effectiveness of bilateral continuous sciatic nerve block for bilateral orthopaedic foot surgery: a cohort study. *Eur J Anaesthesiol* 2014;31:620 - 5.
 - 34 Schnabel A, Meyer-Frießem CH, Zahn PK y cols. Ultrasound compared with nerve stimulation guidance for peripheral nerve catheter placement: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Br J Anaesth.* 2013;111:564–572.
 - 35 Farag E, Atim A, Ghosh R y cols. Comparison of three tech- niques for ultrasound-guided femoral nerve catheter insertion: a randomized, blinded trial. *Anesthesiology.* 2014;121:239–248.
 - 36 Fredrickson MJ. Randomised comparison of an end-hole, triple-hole and & novel six-hole catheter for continuous interscalene analgesia. *Anaesth Intensive Care* 2014; 42:37–42.
 - 37 Salinas FV. Evidence basis for ultrasound guidance for lower- extremity peripheral nerve block: update 2016. *Reg Anesth Pain Med.* 2016;41:261–274.
 - 38 Fredrickson MJ, Ball CM, Dalgleish AJ. Posterior versus anterolateral approach interscalene catheter placement: a prospective randomized trial. *Reg Anesth Pain Med.* 2011;36:125–133.
 - 39 Schwenk ES, Gandhi K, Baratta JL y cols. Ultrasound-guided out-of-plane vs. in-plane interscalene catheters: a randomized, prospective study. *Anesth Pain Med.* 2015;5:e31111
 - 40 Kan JM, Harrison TK, Kim TE y cols. An in vitro study to evaluate the utility of the “air test” to infer perineural catheter tip location. *J Ultrasound Med.* 2013;32:529–533.
 - 41 Choromanski DW, Patel PS, Frederick JM y cols. The effect of continuous interscalene brachial plexus block with 0.125% bupivacaine vs 0.2% ropivacaine on pain relief, diaphragmatic motility, and ventilatory function. *J*

- Clin Anesth. 2015;27:619–626.
- 42 Bauer M, Wang L, Onibonoje OK y cols. Continuous femoral nerve blocks: decreasing local anesthetic concentration to minimize quadriceps femoris weakness. *Anesthesiology* 2012; 116:665 – 672.
 - 43 Yang CW, Jung SM, Kang PS y cols. A randomized comparison of ropivacaine 0.1% and 0.2% for continuous interscalene block after shoulder surgery. *Anesth Analg*. 2013;116:730–733.
 - 44 Wilson SH, Auroux AS, Eloy JD y cols. Ropivacaine 0.1% versus 0.2% for continuous lumbar plexus nerve block infusions following total hip arthroplasty: a randomized, double blinded study. *Pain Med*. 2014;15:465–472.
 - 45 Madison SJ, Monahan AM, Agarwal RR y cols. A randomized, triple-masked, active-controlled investigation of the relative effects of dose, concentration, and infusion rate for continuous popliteal-sciatic nerve blocks in volunteers. *Br J Anaesth*. 2015;114:121–129.
 - 46 Buys MJ, Alphonso C. Novel use of perineural pregabalin infusion for analgesia in a rat neuropathic pain model. *Anesth Analg*. 2014;119:481–488.
 - 47 Williams BA, Butt MT, Zeller JR y cols. Multimodal perineural analgesia with combined bupivacaine, clonidine, buprenorphine, dexamethasone: safe in vivo and chemically compatible in solution. *Pain Med*. 2015;16:186–198.
 - 48 Fredrickson MJ, Stewart AW. Continuous interscalene analgesia for rotator cuff repair: a retrospective comparison of effectiveness and cost in 205 patients from a multi-provider private practice setting. *Anaesth Intensive Care*. 2008;36:786–791.
 - 49 Ilfeld BM, Morey TE, Enneking FK. The delivery rate accuracy of portable infusion pumps used for continuous regional analgesia. *Anesth Analg* 2002; 95:1331 – 1336.
 - 50 Head S, Enneking FK. Infusate contamination in regional anesthesia: what every anesthesiologist should know. *Anesth Analg* 2008;107:1412–1418.
 - 51 Macaire P, Nadhari M, Greiss H y cols. Internet remote control of pump settings for postoperative continuous peripheral nerve blocks: a feasibility study in 59 patients. *Ann Fr Anesth Reanim* 2014; 33:e1 – e7.
 - 52 Singelyn FJ, Seguy S, Gouverneur JM: Interscalene brachial plexus analgesia after open shoulder surgery: Continuous versus patient-controlled infusion. *Anesth Analg* 1999;89:1216–1220.
 - 53 Ilfeld BM, Morey TE, Wright TW y cols. Interscalene perineural ropivacaine infusion: a comparison of two dosing regimens for postoperative analgesia. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:9–16.
 - 54 Ilfeld BM, Morey TE, Enneking FK. Infraclavicular perineural local anesthetic infusion: A comparison of three dosing regimens for postoperative analgesia. *Anesthesiology* 2004;100:395–402.
 - 55 Ilfeld BM. Continuous Peripheral Nerve Blocks: An Update of the Published Evidence and Comparison With Novel, Alternative Analgesic Modalities. *Anesth Analg* 2017;124:308-3.
 - 56 Bleckner L, Solla C, Fileta BB y cols. Serum free ropivacaine concentrations among patients receiving continuous peripheral nerve block catheters: is it safe for long-term infusions? *Anesth Analg* 2014; 118:225 – 229.
 - 57 Knudsen K, Beckman SM, Blomberg S y cols. Central nervous and cardiovascular effects of i.v. infusions of ropivacaine, bupivacaine and placebo in volunteers. *Br J Anaesth* 1997; 78:507 – 514.
 - 58 Monahan AM, Sztain JF, Khatibi B y cols. Continuous adductor canal blocks: Does varying local anesthetic delivery method (automatic repeated bolus doses versus continuous basal infusion) influence cutaneous analgesia and quadriceps femoris strength? A randomized, double-masked, controlled, split-body volunteer study. *Anesth Analg*. 2016;122:1681–1688.
 - 59 Hamdani M, Chassot O, Fournier R. Ultrasound-guided continuous interscalene block: the influence of local anesthetic background delivery method on postoperative analgesia after shoulder surgery: a randomized trial. *Reg Anesth Pain Med*. 2014;39:387–393.
 - 60 Charous MT, Madison SJ, Suresh PJ y cols. Continuous femoral nerve blocks: varying local anesthetic delivery method (bolus versus basal) to minimize quadriceps motor block while maintaining sensory block. *Anesthesiology*. 2011;115:774–781.
 - 61 Taboada M, Rodríguez J, Bermudez M y cols. Comparison of continuous infusion versus automated bolus for

- postoperative patient-controlled analgesia with popliteal sciatic nerve catheters. *Anesthesiology*. 2009;110:150–154.
- 62 Borgeat A, Ekatodramis G, Kalberer F y cols. Acute and nonacute complications associated with interscalene block and shoulder surgery: a prospective study. *Anesthesiology* 2001;95:875–880.
 - 63 Gurnaney H, Kraemer FW, Maxwell L y cols. Ambulatory continuous peripheral nerve blocks in children and adolescents: a longitudinal 8-year single center study. *Anesth Analg*. 2014;118:621–627.
 - 64 Ahsan ZS, Carvalho B, Yao J. Incidence of failure of continuous peripheral nerve catheters for postoperative analgesia in upper extremity surgery. *J Hand Surg Am*. 2014;39:324–329.
 - 65 Salinas FV. Location, location, location: continuous peripheral nerve blocks and stimulating catheters. *Reg Anesth Pain Med* 2003;28:79 – 82
 - 66 Cook LB. Unsuspected extradural catheterization in an interscalene block. *Br J Anaesth* 1991;67:473–5
 - 67 Litz RJ, Vicent O, Wiessner D y cols. Misplacement of a psoas compartment catheter in the subarachnoid space. *Reg Anesth Pain Med* 2004;29:60–4
 - 68 Tuominen MK, Pere P, Rosenberg PH. Unintentional arterial catheterization and bupivacaine toxicity associated with continuous interscalene brachial plexus block. *Anesthesiology* 1991;75:356 – 8
 - 69 Rodriguez J, Taboada M, Blanco M y cols. Intraneural catheterization of the sciatic nerve in humans: a pilot study. *Reg Anesth Pain Med* 2008;33:285–90
 - 70 Gharabawy R, Abd-Elsayed A, Elsharkawy H y cols. The Cleveland Clinic experience with supraclavicular and popliteal ambulatory nerve catheters. *Scientific World J*. 2014;2014:572507
 - 71 Bures E, Rivet P, Estebe JP. Difficulty of regional anaesthesia catheter withdrawing due to a knot: three case reports. *Ann Fr Anesth Reanim*. 2009;28:493–495.
 - 72 Marhofer D, Marhofer P, Triffiterer L y cols. Dislocation of perineural catheters: a volunteer study. *Br J Anaesth* 2013;111(5):800–8006.
 - 73 Capdevila X, Macaire P, Aknin P y cols. Patient-controlled perineural analgesia after ambulatory orthopedic surgery: a comparison of electronic versus elastomeric pumps. *Anesth Analg* 2003;96:414–7
 - 74 Neal JM. Ultrasound-guided regional anesthesia and patient safety: update of an evidence-based analysis. *Reg Anesth Pain Med*. 2016;41:195–204.
 - 75 Wiegel M, Gottschaldt U, Hennebach R y cols. Complications and adverse effects associated with continuous peripheral nerve blocks in orthopedic patients. *Anesth Analg* 2007; 104:1578 – 1582.
 - 76 Walker KJ, McGrattan K, Aas-Eng K y cols. Ultrasound guidance for peripheral nerve blockade. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; Cd006459.
 - 77 Horlocker TT, Vandermeulen E., Kopp S y cols. Regional anesthesia in the patient receiving antithrombotic or thrombolytic therapy: American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Evidence- Based Guidelines (Fourth Edition). *Reg Anesth Pain Med* 2018;43:263 – 309.
 - 78 Simmons C Jr, Izant TH, Rothman RH y cols. Femoral neuropathy following total hip arthroplasty: anatomic study, case reports, and literature review. *J Arthroplasty* 1991;6:S57–66.
 - 79 Neuburger M, Breitbarth J, Reisinger F y cols. Complications and adverse events in continuous peripheral regional anesthesia Results of investigations on 3,491 catheters. *Anaesthesist* 2006;55:33–40.
 - 80 Capdevila X, Pirat P, Bringuier S y cols. French Study Group on Continuous Peripheral Nerve Blocks. Continuous peripheral nerve blocks in hospital wards after orthopedic surgery: a multicenter prospective analysis of the quality of postoperative analgesia and complications in 1,416 patients. *Anesthesiology*. 2005;103:1035–1045.
 - 81 Idstrup C, Sawhney M, Nix C y cols. The incidence of hematoma formation in patients with continuous femoral catheters following total knee arthroplasty while receiving rivaroxaban as thromboprophylaxis: an observational study. *Reg Anesth Pain Med*. 2014;39:414–417.
 - 82 Fredrickson MJ, Kilfoyle DH. Neurological complication analysis of 1000 ultrasound guided peripheral nerve blocks for elective orthopaedic surgery: a prospective study. *Anaesthesia*. 2009;64:836–844.
 - 83 Neal JM, Wedel DJ. Ultrasound guidance and peripheral nerve injury: is our vision as sharp as we think it is? *Reg Anesth Pain Med* 2010;35:335–7

- 84 Reiss W, Kurapati S, Shariat A y cols. Nerve injury complicating ultrasound/electrostimulation-guided supraclavicular brachial plexus block. *Reg Anesth Pain Med* 2010;35:400–1.
- 85 Neuburger M, Breitbarth J, Reisig F y cols. Complications and adverse events in continuous peripheral regional anesthesia Results of investigations on 3,491 catheters. *Anaesthesist* 2006;55:33–40.
- 86 Bomberg H, Kubulus C, List F y cols. Diabetes: a risk factor for catheter associated infections. *Reg Anesth Pain Med* 2015; 40:16–21.
- 87 Capdevila X, Pirat P, Bringuier S y cols. Continuous peripheral nerve blocks in hospital wards after orthopedic surgery: a multicenter prospective analysis of the quality of postoperative analgesia and complications in 1,416 patients. *Anesthesiology* 2005;103:1035–45
- 88 Neuburger M, Buttner J, Blumenthal S y cols. Inflammation and infection complications of 2285 perineural catheters: a prospective study. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007;51:108 –14
- 89 Stojadinovic A, Auton A, Peoples GE, y cols. Responding to challenges in modern combat casualty care: innovative use of advanced regional anesthesia. *Pain Med* 2006;7:330 – 8
- 90 Borghi B, D'Addabbo M, White PF y cols. The use of prolonged peripheral neural blockade after lower extremity amputation: the effect on symptoms associated with phantom limb syndrome. *Anesth Analg* 2010;111:1308 –15
- 91 Compere V, Legrand JF, Guitard PG y cols. Bacterial colonization after tunneling in 402 perineural catheters: a prospective study. *Anesth Analg* 2009;108:1326 –30.
- 92 Ilfeld BM, Duke KB, Donohue MC. The association between lower extremity continuous peripheral nerve blocks and patient falls after knee and hip arthroplasty. *Anesth Analg*. 2010;111:1552–1554.
- 93 Ilfeld BM. Single-injection and continuous femoral nerve blocks are associated with different risks of falling. *Anesthesiology*. 2014;121:668–669.
- 94 Johnson RL, Kopp SL, Hebl JR y cols. Falls and major orthopaedic surgery with peripheral nerve block- a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2013;110:518–528.
- 95 Elkassabany NM, Antosh S, Ahmed M y cols. The risk of falls after total knee arthroplasty with the use of a femoral nerve block versus an adductor canal block: a double-blinded randomized controlled study. *Anesth Analg*. 2016;122:1696–1703.
- 96 Veal C, Auyong DB, Hanson NA y cols. Delayed quadriceps weakness after continuous adductor canal block for total knee arthroplasty: a case report. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2014;58:362–364.
- 97 Machi AT, Sztain JF, Kormylo NJ y cols. Discharge readiness after tricompartment knee arthroplasty: adductor canal versus femoral continuous nerve blocks-a dual-center, randomized trial. *Anesthesiology*. 2015;123:444–456.
- 98 Jæger P, Zaric D, Fomsgaard JS y cols. Adductor canal block versus femoral nerve block for analgesia after total knee arthroplasty: a randomized, double-blind study. *Reg Anesth Pain Med*. 2013;38:526–532.
- 99 Sztain JF, Machi AT, Kormylo NJ y cols. Continuous adductor canal versus continuous femoral nerve blocks: relative effects on discharge readiness following unicompartment knee arthroplasty. *Reg Anesth Pain Med*. 2015;40:559–567.
- 100 Gao Fuqiang MD; Ma Jinhui MD; Sun y cols. Adductor Canal Block Versus Femoral Nerve Block for Analgesia After Total Knee Arthroplasty, *The Clinical Journal of Pain*: April 2017 - Volume 33 - Issue 4 - p 356-368.
- 101 Dadure C and Capdevila X. Peripheral catheter techniques. *Paediatric Anaesthesia* 2012; 22: 93–101.
- 102 Ludot H, Berger J, Pichenot V y cols. Continuous peripheral nerve block for postoperative pain control at home: a prospective feasibility study in children. *Reg Anesth Pain Med*. 2008;33(1):52.
- 103 Ganesh A, Rose JB, Wells L y cols. Continuous peripheral nerve blockade for inpatient and outpatient postoperative analgesia in children. *Anesth Analg* 2007; 105: 1234– 1242.
- 104 Mihaela Visoiu, Lendi N. Joy y cols. The effectiveness of ambulatory continuous peripheral nerve blocks for postoperative pain management in children and adolescents. *Pediatric Anesthesia* 24 (2014) 1141–1148.
- 105 Dadure C, Pirat P, Raux O y cols. Perioperative continuous peripheral nerve blocks with disposable infusion pumps in children: a prospective descriptive study. *Anesth Analg* 2003; 97: 687-690.

- 106 Mason SE, Noel-Storr A, Ritchie CW. The impact of general and regional anesthesia on the incidence of post-operative cognitive dysfunction and post-operative delirium: a systematic review with meta-analysis. *J Alzheimers Dis* 2010;22:67–79.
- 107 Rasmussen LS, Johnson T, Kuipers HM y cols. Does anaesthesia cause postoperative cognitive dysfunction? A randomised study of regional versus general anaesthesia in 438 elderly patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2003;47:260–266.
- 108 White PF, Kehlet H. Improving postoperative pain management: what are the unresolved issues? *Anesthesiology* 2010;112:220–225.
- 109 Klein SM, Steele SM, Nielsen KC y cols. The difficulties of ambulatory interscalene and intra-articular infusions for rotator cuff surgery: a preliminary report. *Can J Anaesth* 2003;50:265–9
- 110 Johnson CB, Steele-Moses SK. The use of continuous femoral nerve blocks versus extended release epidural morphine: a study comparing outcomes in total knee arthroplasty procedures. *Orthopaedic Nurs* 2011;30:44–53.