

DOI: 10.25237/revchilanestv53n6-06

Bloqueos de nervios periféricos en pacientes pediátricos con fracturas femorales

Peripheral nerve blocks in pediatric patients with femoral fractures

María Paula Rojas Leal^{1,2}, Felipe Alvarez Trujillo¹, Sergio Antonio Contreras Ferreira¹, Valentina Camelo Patiño¹, Santiago Vega Gutiérrez¹, Ricardo Salamanca Parra^{1,2}, Mariana Reyes^{1,2}, Sebastián Amaya MD.^{2,*}  Marcelino Murillo MD.²

¹ Universidad El Bosque Escuela Colombiana de Medicina. Bogotá, Colombia.

² Anesthesiology and Critical Care Interest Group UEB, Universidad El Bosque. Bogotá, Colombia.

Conflictos de Interés: No.

Funding: No.

Fecha de recepción: 28 de septiembre de 2023 / Fecha de aceptación: 12 de diciembre de 2023

ABSTRACT

Background: Unfortunately, femoral fractures are common in pediatric patients, so a comprehensive multidisciplinary approach is important to achieve complete recovery without sequelae. Several different techniques of regional anesthesia have been described, however, many of them have not been adequately studied in these patients. **Methods:** A narrative literature review was conducted searching for articles in English and Spanish in Pubmed, Embase, Proquest, and Scopus using the keywords "Pediatrics", "Nerve Blocks", "Femoral Fractures", "Distal Femoral Fractures", and "Proximal Femoral Fractures". Articles describing anatomy, current recommendations, and studies on different regional anesthesia techniques were included. Articles that were not available in English or Spanish and those that did not specifically address the use of peripheral nerve blocks in the management of femoral fractures pain were excluded. **Results:** Substantial work has been done on regional anesthesia techniques for femoral fractures in the adult population; however, there is a lack of extrapolation to the pediatric population. Femoral nerve block (FNB) is the most studied in pediatric patients showing excellent efficacy. Other blocks, such as the fascia iliaca compartment block (FICB), pericapsular nerve group block (PENG), and lumbar plexus block (LPB), have some studies in adults and very few in pediatric patients with femoral fractures, which does not allow for an account of their efficacy in the study population. **Conclusions:** FNB has long been acclaimed as the gold standard for patients undergoing femur surgery. FICB in adult patients has been shown to be more efficient in terms of analgesia compared to intravenous fentanyl, however, this study has not been replicated in the pediatric population. PENG block currently lacks enough prospective studies to define its absolute utility in pain management, as well as the superiority of single-dose or continuous infusion technique, but it has shown an excellent analgesic profile avoiding motor block. LPB has not shown superiority compared to FICB and due to its administration technique, may not be a viable analgesic option in children. With this, we want to call on the international scientific community to explore regional analgesic alternatives in pediatric patients with femoral fractures, to provide more comprehensive and safe analgesic approaches to reduce opioid use in this patient population.

Key words: Regional Anesthesia, peripheral nerve blocks, pediatrics, pain management.

RESUMEN

Introducción: Desafortunadamente, las fracturas femorales son comunes en pacientes pediátricos, por lo que es importante un manejo multidisciplinario integral para lograr una recuperación completa, sin secuelas. Se han descrito varias técnicas diferentes de anestesia regional, sin embargo, muchas de ellas no se han estudiado, adecuadamente, en estos pacientes. **Métodos:** Se realizó una revisión narrativa de la literatura buscando artículos en inglés y en español en Pubmed, Embase, Proquest y Scopus utilizando las palabras clave "Pediatrics", "Nerve Blocks", "Femoral Fractures", "Distal Femoral Fractures", y "Proximal Femoral Fractures". Se incluyeron artículos que describen anatomía, recomendaciones actuales y estudios sobre las diferentes técnicas de anestesia regional. Se excluyeron aquellos artículos que no estuviesen disponibles en inglés o español y aquellos que no abordan, específicamente, el uso de bloqueos nerviosos periféricos en el manejo de dolor de fracturas femorales.

Sebastian Amaya

sebass13@live.com

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1256-2476>

ISSN: 0716-4076



Resultados: Se han realizado trabajos sustanciales sobre técnicas de anestesia regional para fracturas femorales en la población adulta; sin embargo, falta extrapolar estos hacia la población pediátrica. El bloqueo del nervio femoral (BNF) es el más estudiado en pacientes pediátricos mostrando una excelente eficacia. Otros bloqueos, como el bloqueo del compartimento de la fascia iliaca (BCFI), el bloqueo del grupo de nervios pericapsulares (PENG), y el bloqueo del plexo lumbar (LPB), tienen algunos estudios en adultos y muy pocos en pacientes pediátricos que padecen fracturas femorales, lo que no permite dar cuenta de la eficacia de estos en la población a estudio. **Conclusiones:** El BNF ha sido aclamado durante mucho tiempo como el estándar de oro para los pacientes sometidos a cirugía del fémur. El BCFI en pacientes adultos ha demostrado ser más eficiente en términos de analgesia en comparación con el fentanilo intravenoso, sin embargo, este estudio no ha sido replicado en la población pediátrica. El bloqueo PENG carece, actualmente, de suficientes estudios prospectivos para definir su utilidad absoluta en el manejo del dolor, así como la superioridad de la técnica de dosis única o de infusión continua, pero ha demostrado tener un excelente perfil analgésico evitando el bloqueo motor. El LPB no ha demostrado superioridad en comparación con la BCFI y debido a su técnica de administración, puede no ser una opción analgésica viable en niños. Con esto, queremos hacer un llamado a la comunidad científica internacional para explorar alternativas analgésicas regionales en pacientes pediátricos con fracturas femorales, con el fin de proporcionar enfoques analgésicos más integrales y seguros para disminuir el uso de opioides en esta población de pacientes.

Palabras clave: Anestesia Regional, bloqueos de nervio periférico, pediatría; manejo de dolor.

Introducción

Desafortunadamente, las fracturas de fémur son comunes en pacientes pediátricos, por lo que es importante realizar un manejo integral multidisciplinario para lograr una recuperación completa y sin secuelas. Dentro de este abordaje integral, el manejo del dolor es un pilar vital que permite una recuperación más rápida[1]. El tratamiento analgésico de estos pacientes debe tener un enfoque multimodal para evitar el uso de opioides o intentar utilizar la dosis mínima eficaz para evitar efectos secundarios sistémicos. Una herramienta vital primordial para ello es el uso de bloqueos de nervios periféricos (PNB), que han demostrado ser muy eficaces para disminuir el consumo de opioides y generar analgesia de alta calidad.

Existen diversos bloqueos que se pueden utilizar solos o en combinación, como el BNF y BCFI. Sin embargo, existen otras técnicas de PNB que se utilizan con menos frecuencia y carecen de evidencia de alto nivel para su uso en la población pediátrica, como el PENG y LPB. Muchos de estos bloqueos han mostrado resultados prometedores en adultos, pero no se han extrapolado al ámbito pediátrico o carecen de pruebas sólidas para su uso en pacientes más jóvenes, lo que genera importancia en torno a la promoción de esfuerzos de investigación colectivos. Es de suma importancia que los médicos comprendan qué técnicas de PNB están disponibles, actualmente, para brindar las mejores opciones analgésicas a sus pacientes jóvenes. El objetivo de este artículo es resaltar los métodos actuales de PNB utilizados en pacientes pediátricos con fracturas femorales, discutir la literatura actual, y explorar posibles nuevos métodos y perspectivas futuras.

Fracturas femorales en la población pediátrica

El mecanismo más frecuente de fractura de fémur en niños menores de 3 años es el traumatismo de alta energía, incluyendo accidentes automovilísticos, caídas accidentales en lugares domésticos o en áreas recreativas[2]. Lamentablemente, también es frecuente ver este tipo de fracturas en casos de maltrato físico[2]. Las fracturas de la diáfisis femoral ocurren con mayor frecuencia en hombres con una proporción hombre:mujer de 3:1. En cuanto a la edad, el 11% de los niños afectados tienen menos de 2 años, el 21% entre 3-5 años, el 33% entre 6-12 años y el 35% entre 13-18 años. La mayoría de los pacientes

pediátricos presentan fracturas en el tercio medio y línea transversal (60%), seguidas del tercio proximal (20%) y del tercio distal (10%), siendo la incidencia de fracturas abiertas inferior al 5%[2].

En relación a lo anterior, podemos clasificar las fracturas en proximales, diafisarias y distales del fémur. Las fracturas del extremo proximal del fémur se definen como aquellas que ocurren entre la epífisis, o cabeza proximal del fémur, y un plano ubicado debajo del trocánter menor, en las que el principal nervio afectado es el nervio femoral, incluyendo sus ramas (ramas cutáneas femorales anteriores y ramas musculares). Las fracturas diafisarias se extienden desde el trocánter menor hasta el inicio del ensanchamiento metafisario distal, a nivel del tubérculo del aductor. A este nivel el nervio más afectado suele ser el nervio ciático y el nervio femoral[3],[4],[5].

Las fracturas femorales distales ocurren cerca de la rodilla, comprometiendo con frecuencia la fisis o la placa de crecimiento. Anatómicamente, el fémur distal incluye la región supracondílea y la región condilar, y en esta ubicación puede haber lesión del nervio ciático poplíteo externo o de los nervios peroneo y tibial. Cabe destacar que la fisis femoral distal es la fisis de mayor crecimiento, con una media de 10 mm/año[6]. Por ende es responsable del 70% del crecimiento del fémur y del 35% del crecimiento de toda la extremidad inferior. Por este motivo, este tipo de fractura es importante en los niños.

Técnicas de anestesia regional para fractura femorales

Bloqueo del nervio femoral

Respecto a la anatomía del nervio femoral, se origina en el plexo lumbar, en los segmentos medulares L2 a L4, ingresa al triángulo femoral del muslo pasando por debajo del ligamento inguinal, posicionándose en la cara lateral de la arteria femoral. Las ramas del nervio femoral son las ramas cutáneas anteriores, que inervan la piel delante del muslo y la rodilla, los nervios motores, que inervan el músculo cuádriceps femoral y el músculo sartorio, y el nervio safeno (nervio cutáneo largo) que inerva la piel hasta la cara medial del pie[4].

Para realizar correctamente este bloqueo nervioso, se debe elegir el anestésico local en función de la velocidad de inicio deseada, la intensidad del bloqueo nervioso y la duración de su

acción. Por ejemplo, 0,2%-0,5% ropivacaina en dosis de 0,5 a 1 mL/kg (o 0,5% bupivacaina 2 mg/kg máximo), hasta un máximo de 40 mL (80 mg) se ha utilizado para obtener anestesia regional por hasta 8 h. Por otro lado, si se busca una duración más corta de la anestesia regional, se puede utilizar lidocaína al 1% o 2%. Es importante recordar calcular la dosis del anestésico según el peso del paciente, para evitar toxicidad[7].

En términos de complicaciones, el BNF generalmente evita aquellas observadas con analgésicos administrados sistémicamente, permite una mejor analgesia que los analgésicos sistémicos, y tiene una baja tasa de complicaciones. Cuando se realiza con ecografía guiada se evita el uso de estimulador nervioso y se mejora el inicio de la anestesia, permitiendo un inicio más rápido de la analgesia, una mayor duración del bloqueo y un menor volumen de anestésico local utilizado[8],[9].

Elsley et al., evaluaron el uso de BNF y su asociación con el uso de opioides en niños. En este estudio, 17 pacientes pediátricos (de 2 a 18 años de edad) sometidos a reparación quirúrgica de una fractura traumática de fémur fueron asignados aleatoriamente a anestesia general con bloqueo del nervio cutáneo femoral lateral (FN-LFCN), usando ropivacaina 0,2%-0,5%, u opioides intravenosos. El principal resultado de este estudio fue el consumo posoperatorio de opioides entre los 2 grupos, mientras que los resultados secundarios fueron la necesidad intra/posoperatoria de opioides, el requerimiento intraoperatorio de anestésico inhalado y el tiempo hasta la administración del primer analgésico opioide en el posoperatorio. En la unidad de cuidados postanestésicos, una enfermera del estudio fue cegada para recolectar la puntuación de dolor utilizando una escala objetiva de dolor a los 5, 10, 20 y 30 minutos. Se administraron dosis suplementarias de fentanilo intravenoso si la escala visual analógica (EVA) del paciente era superior a 4. A las 24 h, se contactó al paciente (o se evaluó si aún estaba hospitalizado) para registrar las puntuaciones de dolor.

Se demostró que el uso del FN-LFCN no mejoró la analgesia según lo evaluado por las puntuaciones de dolor, no disminuyó los requerimientos intraoperatorios de un agente anestésico inhalado, no disminuyó los requerimientos de opioides intraoperatorios y posoperatorios y no aumentó el tiempo hasta la administración del primer opioide después del ingreso en la sala del hospital. En lo que sí hubo una diferencia fue en las puntuaciones de dolor en la unidad de cuidados postanestésicos, sin embargo, esta diferencia no fue, estadísticamente, significativa[10]. Quizás la razón por la que no existen beneficios analgésicos significativos del BNF con bloqueo del nervio femoral cutáneo lateral está relacionado con la inervación del fémur, que varía en cada paciente, así como con el sitio de la fractura femoral, ya que, aunque el periostio está inervado principalmente por el nervio femoral, también lo está por los nervios obturador y ciático[10].

El uso de este bloqueo nervioso se ha visto en contextos similares fuera del quirófano, siendo el primer reporte de un BNF guiado por ultrasonido realizado por médicos de urgencias para el control del dolor en un paciente pediátrica en el servicio de urgencias en el caso de una niña de 3 meses de edad con fractura subtrocantérea de fémur. En este caso, la analgesia se logró con éxito, de forma segura y efectiva, utilizando un BNF. A mayor escala, Turner et al., realizó un estudio de cohorte retrospectivo (antes del uso de BNF en su institución) y posterior a la implementación en su institución entre 2008 y

2010. En 2009, su institución (un hospital infantil de atención terciaria) implementó el uso de BNF guiada por ultrasonido en el departamento de emergencias para el dolor relacionado con fracturas femorales, dando lugar a una comparación del manejo del dolor antes y después de esta fecha. Utilizaron el registro de pacientes pediátricos (de 1 a 18 años de edad) que recibieron BNF para el dolor de la fractura femoral (con ropivacaina al 0,5% en una dosis de 0,5 a 1 mL/kg, máximo 40 mL) con un grupo similar de pacientes con fracturas de fémur que no recibieron bloqueos nerviosos, evaluando un total de 81 pacientes. El resultado principal fue el tiempo transcurrido desde el tratamiento inicial del dolor hasta la siguiente dosis de analgésico.

Los pacientes incluidos fueron ingresados en el hospital y observados en el servicio de urgencias durante 6 h antes de los tratamientos definitivos, para permitir que transcurriera el tiempo adecuado para observar el efecto de la BNF. Se realizó un seguimiento de todos los tiempos desde el tratamiento inicial del dolor en urgencias hasta el traslado de los pacientes al quirófano para tratamiento definitivo. En el grupo previo a la implementación, se midió el tiempo desde la primera dosis de analgésico hasta la siguiente dosis, mientras que en el grupo posterior a la implementación se midió el tiempo desde la colocación del BNF guiado por ultrasonido hasta la siguiente dosis de analgésico.

La dosis media del analgésico disminuyó cuando se utilizó BNF guiado por ultrasonido en comparación con ninguna aplicación de BNF, con el grupo previo a la implementación teniendo una mediana de 0,30 (dosis/h) (IQR 0,25-0,50) mientras que el grupo posterior a la implementación fue de 0,15 (IQR 0,07-0,30) ($p = 0,001$). También, se observó una disminución en el consumo total de morfina, con el grupo previo a la implementación con una mediana de 14,8 (microgramos/kg/h) (IQR 9,4-19,2) y el grupo posterior a la implementación con 6,5 (IQR 0-12,2) ($p = 0,01$).

Esto llevó a la conclusión de que las BNFs guiadas por ecografía para el dolor agudo por fractura de fémur pediátrica dieron un intervalo de 2 a 3 veces más largo entre el tratamiento inicial del dolor y la dosis posterior de analgésico que la medicación sistémica sola, lo que sugiere una duración más prolongada de la analgesia. Además, los pacientes tratados con BNFs guiados por ecografía en el servicio de urgencias, generalmente, requirieron menos dosis de analgésicos y menos intervenciones de enfermería[12].

Con estos hallazgos podemos ver que, aunque Elsley et al., no observaron mayores beneficios analgésicos del BNF, en el estudio de Turner et al., se demostró una menor necesidad de analgésicos en términos de frecuencia de administración de analgésicos opioides y cantidad de opioides utilizados al utilizar el bloqueo. Se pueden tener en cuenta diferentes factores al comparar ambos estudios, ya que el primero mencionado se realizó con menos pacientes que el último, y en el último no hubo diferencias significativas en el tipo o localización de la fractura femoral. Además, el estudio de Elsley et al., se realizó en el posoperatorio, luego de que el paciente hubiera recibido una incisión y manipulación quirúrgica de estructuras óseas que pueden generar mayor dolor, mientras que el estudio de Turner et al., se realizó en el servicio de urgencias antes de realizar cualquier intervención quirúrgica.

Aunque se ha observado utilidad analgésica con el BNF en el servicio de emergencias pediátricas, Chu et al., realiza-

ron un estudio descriptivo retrospectivo para evaluar si el BNF para fractura de fémur se estaba realizando adecuadamente en el servicio de urgencias pediátrico, y encontraron que más del 17,1% de los pacientes con fractura de diáfisis femoral no recibieron un BNF. Esto, posiblemente, pudo ocurrir debido a la analgesia parenteral previa dando una percepción de alivio inicial del dolor, sin urgencia para la BNF, a pesar de que otros autores han señalado que existe un tratamiento insuficiente del dolor en niños. Además, el uso de una férula o tracción antes del BNF puede haber dado como resultado un alivio del dolor percibido como adecuado. Es muy probable que luego, en estos casos, hubiera un manejo inadecuado del dolor, provocando un retraso innecesario en la administración de la analgesia regional[13]. Los BNFs para analgesia después de fracturas femorales en niños pueden tener utilidad en el ámbito del departamento de urgencias, sin embargo, no hay datos suficientes que respalden su uso en el ámbito perioperatorio.

Bloqueo nervioso del compartimento de la fascia iliaca (FICB)

Es importante tener en cuenta que la fascia iliaca se forma por la fusión de la aponeurosis de dos músculos, el músculo psoas y el músculo ilíaco. La finalidad de esta fascia es contener la parte posterior de la cavidad abdominal y la cavidad pélvica. El compartimento de la fascia iliaca se delimita de la siguiente manera: La fascia iliaca es la pared superficial, encima de ella se encuentra una capa de tejido adiposo y tejido areolar laxo y, posteriormente, el peritoneo parietal de la pelvis. En suelo se encuentran las fibras del músculo ilíaco y del músculo psoas mayor. En la pared lateral se encuentra el hueso ilíaco y el músculo ilíaco. En la pared medial se encuentra el músculo psoas mayor y la fascia iliopectínea. En la parte más cefálica se encuentra la fascia transversal y el ligamento inguinal, y la parte más caudal está formada por los músculos del suelo pélvico[14]. Es importante tener en cuenta que además de los bordes musculares anteriores, por este compartimento pasan 3 nervios esenciales: el nervio cutáneo femoral, el nervio femoral y el nervio obturador[14].

Lamentablemente, está claro que existen pocos datos sobre la seguridad del BCFI en niños y más aún en cuanto a las dosis y medicamentos utilizados para el mismo. Sin embargo, en un estudio por Paut et al., con 20 pacientes pediátricos, se pudo establecer que en niños el BCFI continuo podría ser una técnica segura que proporcione un bloqueo neural del muslo y la parte anterior de la rodilla[15].

El estudio incluyó a pacientes pediátricos entre 1 a 16 años de edad sometidos a procedimientos quirúrgicos del muslo. Se realizó un BCFI continuo al final del procedimiento, inyectándose una dosis inicial en bolo de bupivacaína al 0,25% con epinefrina (1:200.000), seguido de la inserción de un catéter con una infusión continua de bupivacaína al 0,1% a una velocidad de 0,5 ml/h por año de edad. El dolor se evaluó 60 minutos después de la aplicación del bloqueo, luego en intervalos de 4 h hasta la hora 48, utilizando la EVA (rango 0-100). Los niveles plasmáticos de bupivacaína se midieron a las 24 y 48 h mediante cromatografía gas-líquido, y las variables fisiológicas (frecuencia cardíaca, presión arterial y frecuencia respiratoria) se controlaron a intervalos de 4 h.

Se encontró que las puntuaciones de dolor eran 17,5, 10

y 0 a las 4, 24 y 48 h respectivamente. Las concentraciones medias de bupivacaína estuvieron entre 0,71 y 0,84 µg/mL, mientras que la concentración máxima del grupo fue de 1.877 y 1.466 µg/mL a las 24 y 48 h respectivamente. La frecuencia cardíaca, la presión arterial y la frecuencia respiratoria no se vieron afectadas en ningún momento entre la 4.^a y 48.^a h de recolección de datos. Con esto, los autores concluyeron que el BCFI continuo proporcionó concentraciones plasmáticas seguras de bupivacaína sin efectos secundarios, así como puntuaciones de dolor satisfactorias[15].

Por otro lado, un ensayo aleatorizado realizado con 60 pacientes no pediátricos (de 25 a 75 años) que sufrieron una fractura de fémur, buscó comparar la eficacia analgésica entre BCFI versus fentanilo intravenoso en términos de reducción del dolor y mejor posicionamiento para la anestesia espinal[16]. Los pacientes del grupo BCFI recibieron el bloqueo con 30 mL de ropivacaína al 0,375% 15 minutos antes del bloqueo subaracnoideo, mientras que los pacientes del grupo de fentanilo intravenoso recibieron 0,5 µg/kg (repetidos hasta un máximo de 3 dosis con un intervalo mínimo de 5 minutos entre dosis). La analgesia se evaluó, subjetivamente, mediante una escala de dolor (0-100) antes de la intervención y después de la intervención en intervalos de 5 minutos. Se pidió a los pacientes que intentaran sentarse en una posición adecuada para recibir un bloqueo subaracnoideo antes de la intervención analgésica para registrar la posición "antes", y luego esto se repitió 15 minutos después de recibir la intervención analgésica para registrar la posición "después". Luego se midió, objetivamente, el ángulo de sentado utilizando un goniómetro antes y después de la intervención, y otro anestesiólogo (que no conocía el modo de analgesia administrada) también registró la calidad del posicionamiento del paciente en una escala de 0 a 3 (siendo 0 no satisfactorio y 3 siendo óptimo).

La disminución en la EVA fue de $53,33 \pm 16,47$ y $21,12 \pm 16,49$ ($p = 0,01$) entre el grupo BCFI y el grupo de fentanilo intravenoso, respectivamente. También, se observó que la mejora en el ángulo de sentado era mayor en el grupo BCFI ($56,17 \pm 16,54$) en comparación con el grupo de fentanilo intravenoso ($21,83 \pm 23,90$) ($p = 0,01$). Finalmente, la calidad del posicionamiento también mostró una mejora significativa en el grupo BCFI ($2,06 \pm 0,78$) sobre el grupo de fentanilo intravenoso ($1,25 \pm 0,85$) ($p = 0,02$). Por lo tanto, este estudio concluyó que el BCFI ofrece una mejor analgesia en comparación con el fentanilo intravenoso en pacientes con fracturas femorales y también permite una mejor posición del paciente para la anestesia espinal. Lamentablemente, esta evidencia no ha sido extrapolada al mundo de la pediatría, lo que nos deja un vacío respecto a la respuesta que podrían tener estos pacientes[16].

Hay 2 variaciones interesantes de este apartado que actualmente son motivo de debate. El método suprainguinal propone, inicialmente, una difusión lateral a nivel inguinal, sin embargo, se propone realizar una inyección más cefálica con el fin de facilitar la llegada de la anestesia hacia las estructuras proximales, lo que logra constituir una alternativa segura al LPB[17]. Respecto al método infrainguinal, la información es más limitada, y aunque puede describirse en términos metodológicos, su eficacia clínica está en el punto de mira de la investigación.

Un estudio aleatorizado, controlado y doble-ciego realizado en 10 voluntarios adultos sanos, en el que se inyectaron 40 mL de lidocaína al 0,5% para el BCFI guiado por ultrasonido tanto

en el método suprainguinal como en el infrainguinal, evaluó el bloqueo sensorial y motor, así como la difusión de la anestesia local. Este estudio logra demostrar que el método suprainguinal produce un bloqueo sensorial más completo en la región anterior, medial y lateral del muslo en comparación con el método infrainguinal. Además, es posible establecer que el método infrainguinal en realidad se queda corto y no logra una analgesia completa de los tres nervios diana de este compartimento en comparación con el otro método[18]. Teniendo esto en cuenta, la técnica adecuada para realizar el BCFI y obtener resultados óptimos en cuanto a la modulación del dolor sería a través del método suprainguinal según la evidencia, aun así se debe explorar más a fondo el método infrainguinal para llegar a conclusiones más concretas.

En cuanto al método de administración del FICB, Paut et al., propuso que el BCFI continuo ha comenzado a ganar fuerza como alternativa al BNF continuo, sin embargo, la adición de bloqueos de los nervios obturador y cutáneo lateral al BNF (3 en 1) es útil para modular el dolor en el muslo o en la cara anterior o medial del muslo en niños[15]. En un estudio prospectivo aleatorizado que comparó el bloqueo BCFI y el bloqueo 3 en 1 en 120 niños, el bloqueo BCFI proporcionó una analgesia adecuada en el 90% de los casos, mientras que el bloqueo 3 en 1 proporcionó una analgesia adecuada en el 20% de los pacientes[19]. Paut et al., sí mencionaron algunos efectos secundarios en el posoperatorio encontrados en su estudio sobre el FICB. Dos de los niños en el estudio tuvieron retención urinaria que los llevó a un cateterismo vesical, sin embargo, se desconoce la importancia de este efecto y no se ha reportado para un BCFI de inyección única. Por otro lado, tres pacientes presentaron debilidad muscular en el muslo y dos pacientes presentaron parestesia en el mismo sitio, sin embargo, esta reacción fue transitoria, bien tolerada y resolvió, rápidamente, después de suspender la infusión de bupivacaína administrada. Asimismo, los autores pudieron demostrar que el BCFI continuo no se asoció con una modificación de las variables fisiológicas, y que los puntajes de dolor correspondieron a una adecuada modulación hacia el alivio del dolor en la mayoría de los casos (esto fue evaluado a los 60 min y, posteriormente, en intervalos de 4 h hasta completar 48 h), aun así es importante corroborarlo con grupos control[15].

La extensión cefálica de la analgesia con BCFI ha sido motivo de investigación. Es posible que una dispersión proximal insuficiente del anestésico local con el BCFI no proporcione una cobertura dermatomal suficiente para una cirugía de extremidad proximal. Por ello, Ponde y colegas realizaron un estudio en 25 pacientes pediátricos sometidos a cirugías del miembro inferior para ver la extensión del anestésico local y si lograba llegar al plexo lumbar a pesar de que era un bloqueo del compartimento de la fascia ilíaca. Se concluyó que en realidad la anestesia sólo podía llegar a L4 y al músculo psoas. Pero lo interesante de este estudio es el hecho de que, aunque el bloqueo del compartimento de la fascia ilíaca con una sola inyección genera una difusión limitada del anestésico local utilizado en niños, sigue siendo eficaz. En perspectiva, el bloqueo continuo como método de anestesia postoperatoria resultó factible y eficaz para este grupo de edad[20].

Aún así, la pregunta sigue siendo: ¿El BCFI es eficaz para modular el dolor en pacientes pediátricos? Hay un estudio comparativo en el que se revisaron los expedientes de 259 pacientes

pediátricos, de los cuales 108 recibieron el BCFI y se compararon con los que recibieron control del dolor sistémico en fracturas de fémur en el servicio de urgencias pediátricas. Los autores lograron establecer que la eficacia, medida tanto por los puntajes de la modulación del dolor como por la analgesia sistémica, mejoró, significativamente, en el grupo de pacientes con BCFI en comparación con el grupo control, sin evidenciar diferencias en los efectos adversos entre esos grupos[21].

En apoyo a lo anterior, Wathen et al., llevaron a cabo un ensayo clínico aleatorizado, en el que se comparó el BCFI con un analgésico sistémico tradicional (morfina) para fracturas de fémur en el departamento de emergencias pediátricas. Se estableció que el BCFI proporcionó un tratamiento de modulación del dolor superior al analgésico sistémico tradicional utilizado en niños de 16 meses a 15 años con fracturas de fémur agudas. Sin embargo, este estudio presenta un sesgo en cuanto al concepto mismo del dolor, aún así demuestra la importancia que el BCFI puede tener en el manejo del dolor en pacientes pediátricos con fracturas de fémur[22].

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede establecer que la gran brecha en la literatura actual se encuentra en la seguridad del FICB, con un interés específico en la evolución de estos pacientes pediátricos a lo largo de un período prolongado. Aun así, la evidencia muestra que el BCFI debería comenzar a considerarse para el tratamiento de fracturas de fémur y la modulación del dolor en el período posoperatorio, teniendo en cuenta que el método suprainguinal, así como la administración continua, presentan mejores resultados en comparación con sus contrapartes.

Bloqueo del grupo de nervios pericapsular (PENG)

La articulación de la cadera tiene muchos grupos de nervios que dificultan su analgesia y anestesia. En un estudio realizado por Short et al., se demostró que la inervación anterior de la cápsula de la cadera involucra ramas de los nervios femoral, obturador y obturador accesorio, y que estos son responsables de la inervación sensorial de esta articulación[23]. Debido a su posición anatómica, las ramas que se encuentran por debajo del ligamento inguinal son difíciles de bloquear (bloqueo de la fascia ilíaca o del nervio femoral) y muchas técnicas, previamente, descritas pueden fallar en bloquear el nervio obturador, el cual suministra gran parte de la inervación de la cápsula anterior de la articulación coxofemoral.

Por esta razón, en un estudio realizado por Girón-Arango et al., se describió y aplicó el bloqueo del grupo pericapsular (PENG) a 5 pacientes adultos con fracturas de cadera con el fin de evaluar su uso. Se utilizó una ecografía con un transductor curvado para depositar el medicamento en el plano musculofascial entre el psoas y el ramus púbico posterior. Antes del procedimiento, todos los pacientes del estudio informaron de un dolor severo en la cadera, incluso con la administración de opioides por vía intravenosa. Cuatro pacientes recibieron una única inyección del bloqueo PENG con 20 mL de bupivacaína al 0,25% con epinefrina 1:400.000, y un paciente recibió 20 mL de ropivacaína al 0,5% con epinefrina 1:200.000 más 4 mg de dexametasona. Se evaluaron las puntuaciones de dolor utilizando una escala numérica de valoración del dolor de 0 a 10 (siendo 0 la ausencia de dolor y 10 el peor dolor imaginable). Estas puntuaciones se tomaron en reposo y con una elevación

recta de la pierna afectada a 15 grados antes del bloqueo y 30 minutos después.

La puntuación media del dolor en reposo fue de 5,4 antes del bloqueo, y disminuyó a 0,4 después de la intervención. Del mismo modo, con el movimiento de la pierna, la puntuación inicial de dolor tuvo una media de 8,8, que disminuyó a 2 después del bloqueo. Por lo tanto, este estudio inicial abrió la puerta a investigaciones más profundas sobre el bloqueo PENG en pacientes con patología femoral, considerando que este estudio mostró una buena analgesia con el beneficio adicional de que la técnica sólo afecta a las ramas sensoriales, lo que conlleva un potencial efecto de preservación motora[24]. Existen varios esquemas de dosificación para el bloqueo PENG, pero generalmente se realiza con 20 mL de bupivacaína al 0,25% o al 0,5% con epinefrina, o 20 mL de ropivacaína al 0,5% con epinefrina y 4 mg de dexametasona[25],[26].

El efecto mínimo en la función motora y la facilidad de administración de la anestesia con la ayuda de la ecografía resulta en un gran beneficio para los pacientes, creando así un efecto positivo en la reducción del dolor causado por el bloqueo femoral sin perder fuerza en los músculos cuádriceps[27]. Sin embargo, una desventaja de la dosis única es la corta duración de la analgesia, ya que los pacientes informan de un rebote de dolor 12 a 24 h después de la administración[27]. De la misma manera, se ha descrito que adyuvantes como la dexametasona y los agonistas alfa 2 pueden prolongar la duración del efecto analgésico de una dosis única, sin embargo, su uso no es sistemático y no hay evidencia de toxicidad en pacientes pediátricos[27].

Por otro lado, el uso del bloqueo periférico continuo es seguro y efectivo en niños, y la infusión permite que la dosis sea óptima para la analgesia sin disminuir la función motora, además de requerir menos opioides en el manejo multimodal del dolor. En un informe de caso sobre el bloqueo PENG en un paciente pediátrico con fracturas del cuello femoral, Wyatt y colaboradores describieron que la administración continua del bloqueo nervioso resultó en una analgesia adecuada y una reducción en el consumo de opioides perioperatorios, al tiempo que se preservaba la función motora[27]. Del mismo modo, en otro informe de caso realizado por Orozco et al., describen un éxito similar en el uso del bloqueo PENG en un paciente pediátrico sometido a osteosíntesis de cadera, demostrando que el bloqueo proporcionó un manejo óptimo del dolor perioperatorio[28].

En una revisión exploratoria realizada en 2020 por Morrison y colaboradores, se incluyeron artículos de Medline, Embase, CINAHL, Pubmed y Google Scholar, y se incluyeron estudios realizados tanto en pacientes adultos como pediátricos, y se encontraron 20 artículos (solo reportes de casos y series de casos) con un total de 74 pacientes. Todos los estudios destacaron que el bloqueo PENG proporcionaba una analgesia adecuada y solo tenía efectos secundarios motores transitorios cuando el anestésico local se deposita en un lugar no deseado[25]. A raíz de estos informes iniciales, varios autores llevaron a cabo estudios más profundos sobre el uso del bloqueo PENG en pacientes sometidos a procedimientos que involucran el fémur, sin embargo, estos estudios no se han replicado en la población pediátrica.

Mosaffa et al., realizaron un ensayo clínico aleatorizado en el que compararon el BCFI con el bloqueo PENG en pacientes adultos con fracturas de cadera. Se evaluó la puntuación de la

EVA antes de la intervención, 15 minutos después del bloqueo, en posición sentada para la anestesia espinal, a la llegada a la sala de recuperación y a las 6 y 12 h después de la cirugía. Después de que los pacientes recibieron el bloqueo, se colocaron en posición sentada para evaluar el dolor, y si la EVA era mayor que 3, recibieron 1 µg/kg de fentanilo intravenoso, que se repitió cada 5 minutos según fuera necesario (se registró la dosis total de fentanilo). Todos los pacientes recibieron bombas PCA intravenosas, y se registraron datos sobre su uso. Finalmente, durante las primeras 24 h después de la operación, siempre que los pacientes tuvieran una EVA mayor que 4, se administró una dosis adicional de 2 mg de morfina (se registró la dosis total de consumo de narcóticos durante las 24 h).

Los resultados del estudio mostraron que no hubo una diferencia significativa entre las puntuaciones de la EVA antes de la intervención, y 15 minutos después de recibir el bloqueo, la puntuación de la EVA fue, significativamente, menor en el grupo PENG ($3,2 \pm 0,55$) en comparación con el grupo BCFI ($3,73 \pm 0,98$) ($p = 0,031$). No hubo una diferencia significativa en las puntuaciones de dolor a las 6 h, pero sí la hubo a las 12 h (PENG: $3,01 \pm 1,08$ vs FICB: $3,91 \pm 1,48$; $p = 0,021$). En cuanto al uso de narcóticos, el tiempo hasta la primera administración de analgésicos fue, significativamente, mayor en el grupo PENG ($4,7 \pm 3,1$) en comparación con el grupo BCFI ($2,58 \pm 2$) ($p = 0,007$), y la dosis total de morfina también fue, significativamente, menor en el grupo PENG ($54 \pm 25,67$) que en el grupo BCFI ($74,37 \pm 18,87$) ($p = 0,008$). Estos resultados llevaron a los autores a concluir que el bloqueo PENG es un buen método analgésico en fracturas de cadera, aunque es importante destacar que el tamaño de su muestra fue pequeño (BCFI $n = 22$, PENG $n = 30$)[29].

Hallazgos similares se encontraron en un estudio realizado por Hua y colaboradores, quienes compararon el BCFI con el bloqueo PENG y mostraron que tanto las puntuaciones de la EVA estática como dinámica (con movimiento) tuvieron una disminución mayor en los pacientes que recibieron el bloqueo PENG en comparación con el bloqueo FICB. Del mismo modo, los pacientes que recibieron el bloqueo PENG también tuvieron una mayor satisfacción con el analgésico y mostraron que 7 pacientes que recibieron el bloqueo BCFI informaron debilidad en los músculos cuádriceps, mientras que ningún paciente que recibió el bloqueo PENG informó síntomas similares[30]. Finalmente, Kong et al., quienes realizaron un estudio similar comparando el BCFI con el bloqueo PENG en pacientes con fracturas femorales intertrocantéricas, mostraron resultados similares. Encontraron que las puntuaciones de la EVA en reposo y dinámicas en el grupo PENG fueron, significativamente, más bajas que en el grupo FICB. Además, las dosis de fentanilo posoperatorio y acumulativo dentro de las 24 h posteriores a la cirugía fueron más bajas en los pacientes que recibieron el bloqueo PENG en comparación con los que recibieron el bloqueo FICB, aunque esta diferencia no se observó de 24 a 48 h después. La incidencia de bloqueo motor, similar a los estudios anteriores, fue mayor en el grupo FICB, sin que ningún paciente experimentara esto en el grupo de bloqueo PENG[31].

Bloqueo del plexo lumbar

El plexo lumbar está formado por la rama anterior de los nervios L1 a L3 y la mayor parte de la rama anterior de L4. Se

debe tener en cuenta que las ramas del plexo lumbar incluyen el nervio iliohipogástrico, ilioinguinal, genitofemoral y cutáneo lateral del muslo (femoral cutáneo lateral), sin embargo, los nervios principales que se originan en el plexo lumbosacro y entran al abdomen y la pelvis hacia la extremidad inferior incluyen el nervio femoral, el nervio obturador, el nervio ciático, el nervio glúteo superior y el nervio glúteo inferior. También hay otros nervios que se originan en el plexo y entran en la extremidad inferior para inervar la piel o el músculo, como el nervio cutáneo lateral del muslo, el nervio obturador interno, el nervio cuadrado femoral, el nervio cutáneo posterior del muslo y el nervio cutáneo del muslo[4].

Actualmente, existen pocos estudios sobre el uso de LPB para el tratamiento del dolor; sin embargo, en un estudio observacional que buscó comparar la eficacia del LPB versus un bloqueo subaracnoideo en adultos mayores que presentaron una fractura intertrocanterea, se concluyó que el LPB ofreció una hemodinámica intraoperatoria más estable y una mayor duración de la cirugía[32].

En cuanto a la forma de realizar los LPB, la fiabilidad clínica de dichos bloqueos guiados por ecografía no está establecida de manera concreta en poblaciones pediátricas. Sin embargo, Boretski et al., lograron demostrar que la guía ecográfica mediante imágenes de la apófisis transversa, el cuerpo vertebral y el músculo psoas permite llegar al plexo lumbar y lograr un bloqueo sensorial con una alta tasa de éxito en pacientes pediátricos[33]. Con respecto a la dosis y tipo de fármacos utilizados para este bloqueo, Ahamed et al., realizó un estudio en adultos donde mencionan que la administración de 20-25 mL de bupivacaína al 0,5% obtuvo resultados satisfactorios para bloquear el plexo lumbar ipsilateral[32]. Por otro lado, en un estudio de Aissa et al., se inyectó en cada bloqueo una mezcla de 20 mL de lidocaína al 2% y bupivacaína al 0,5% (50/50), sin mencionar complicaciones y con resultados satisfactorios[34]. Sin embargo, esta dosis se administró en pacientes adultos y, actualmente, no existe literatura que destaque la dosis pediátrica.

Diversos estudios en adultos han demostrado la utilidad analgésica del LPB. En una serie de 21 pacientes con fracturas del cuello femoral, Brands et al., concluyó que los BPL continuos proporcionaron un alivio eficaz del dolor en 17 casos. Cabe señalar que este estudio menciona la administración del LPB lo más pronto posible después de la llegada del paciente para el tratamiento inmediato del dolor, logrando así mediar el tiempo de intervención, el cual se establece dentro de las 48 h posteriores a la llegada al hospital. Además, el bloqueo se utilizó durante la cirugía para proporcionar analgesia como complemento a la anestesia general, lo que resultó ser exitoso[35].

DeLong et al., realizaron un estudio prospectivo, aleatorizado y doble ciego que incluyó a 15 pacientes pediátricos entre 7 y 16 años sometidos a procedimientos ortopédicos electivos de cadera y/o fémur. Los autores de este estudio compararon el LPB con la BCFI y encontraron que la BCFI proporciona analgesia que es tan efectiva como el LPB, y sugieren que la BCFI puede ser una mejor opción considerando su trayectoria superficial, lo que lleva a un menor riesgo de resultados adversos (aunque no lo informaron ninguno en su estudio)[36].

En un estudio realizado por Spansberg et al., intentaron evaluar la eficacia analgésica del BPL continua cuando se agrega a la anestesia espinal y la aspirina para aliviar el dolor después de cirugías del cuello femoral. Los pacientes fueron separados en

uno de 2 grupos, un grupo recibió BPL con bupivacaína y el otro grupo recibió el bloqueo con solución salina (placebo). Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas entre el alivio del dolor logrado en ambos grupos y concluyeron que el LPB continua como complemento del ácido acetilsalicílico rectal no ofrece alivio adicional del dolor después de la cirugía para fracturas del cuello femoral bajo anestesia espinal[37].

Teniendo en cuenta los estudios anteriores, aunque el LPB ha mostrado un perfil analgésico similar al del FICB, el mayor riesgo que presenta debido a la penetración más profunda de la aguja puede no justificar su uso sobre el FICB. No son muchos los estudios que se han realizado en población pediátrica, sin embargo, los resultados que se han visto en adultos parecen ser convincentes para no someterse a estudios similares en población pediátrica. Asimismo, los estudios preliminares que evalúan el LPB en pacientes pediátricos no han mostrado resultados prometedores, lo que respalda aún más que tal vez no sea necesario realizar más esfuerzos de investigación.

Conclusión y perspectivas futuras

Lo expuesto a lo largo de esta investigación permite llegar a distintas conclusiones. Sin embargo, algo en común que se encontró en la búsqueda de información es que aún se carece de datos en la población pediátrica, por lo que las conclusiones en lo que respecta a este tema recae, principalmente, en la información disponible en adultos. En primer lugar, se ha visto que los BCFI en pacientes adultos han demostrado ser más eficientes en términos de analgesia en comparación con el fentanilo y el LPB. Asimismo, se necesita más literatura comparativa sobre la eficacia del método infrainguinal y suprainguinal del FICB. Con respecto al BNF, existe información tanto a favor de éste tipo de bloqueo como hay estudios que no muestran beneficios de este, sin embargo, se puede considerar como estrategia para mejorar la analgesia en los pacientes pediátricos. En referencia al bloqueo PENG, actualmente carece de suficientes estudios prospectivos para definir su utilidad absoluta en el manejo del dolor y las indicaciones del mismo, sin embargo, hay evidencia que sugiere que se puede considerar este tipo de bloqueo para pacientes pediátricos y obtener beneficios analgésicos. A lo largo del artículo se puede notar que existen varios vacíos en la literatura actual con pacientes pediátricos, por lo que es importante tenerlos en cuenta e invitar a la comunidad científica a profundizar sus esfuerzos de investigación en estas.

Agradecimientos: No.

Referencias

1. Sánchez Freytes S. Técnicas de anestesia regional para analgesia postoperatoria en la cirugía de reemplazo total de rodilla. Artículo de revisión. *Rev Argentina Anestesiología*. 2016;74(2):57-63. <https://doi.org/10.1016/j.raa.2016.09.003>.
2. González-Herranz P, Rodríguez Rodríguez ML, Castro Torre MA. Fracturas diafisarias del fémur en el niño: actualización en el tratamiento. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2011;55(1):54-66. <https://doi.org/10.1016/j.recot.2010.09.001> PMID:23177944
3. Netter F, Götzens V. Atlas de anatomía humana. 7a ed. Elsevier; 2019.

4. Drake RL. Gray. Anatomía para estudiantes. 4a ed. Elsevier; 2020. Consultado septiembre 13, 2022. <https://www-clinicalkey-com.ezproxy.unbosque.edu.co/student/content/book/3-s2.0-B9788491136088000060#hl0003600>
5. Molina G, Espona J, Gómez A. FRACTURAS DIAFISARIAS DE FÉMUR.; 2020. https://unitia.secot.es/web/manual_residente/CA-PITULO79.pdf
6. Padilla CC, Quezada JC, Flores NN, Melipillán AY, Ramírez PT. Lesiones y variantes normales de la rodilla pediátrica. *Rev Chil Radiol.* 2016;22(3):121–32. <https://doi.org/10.1016/j.rchira.2016.08.003>.
7. Michael A. Gropper, Neal H. Cohen, Lars I. Ericksson, Lee. A. Fleisher, Kate Leslie, Jeanine P. Wiener-Kronish. Miller: Anestesia. 9a ed. Elsevier; 2021. <https://clinicalkeymeded.elsevier.com/reader/books/9788413820507/epubcfi/6/6%5B%3Bvnd.vst.idref%3Dtitle%5DI/4/2/10/2>
8. Cross KP, Warkentine FH. Ultrasound-Guided Femoral Nerve Blocks in the Initial Emergency Department Management of Pediatric Femur Fractures. *Clin Pediatr Emerg Med.* 2016;17(1):67–73. <https://doi.org/10.1016/j.cpem.2016.01.004>.
9. Veneziano G, Martin DP, Beltran R, Barry N, Tumin D, Burrier C, et al. Dexamethasone as an Adjuvant to Femoral Nerve Block in Children and Adolescents Undergoing Knee Arthroscopy: A Prospective, Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Reg Anesth Pain Med.* 2018 May;43(4):438–44. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000739> PMID:29377866
10. Eley NM, Tobias JD, Klingele KE, Beltran RJ, Bhalla T, Martin D, et al. A prospective, double-blinded, randomized comparison of ultrasound-guided femoral nerve block with lateral femoral cutaneous nerve block versus standard anesthetic management for pain control during and after traumatic femur fracture repair in the pediatric population. *J Pain Res.* 2017 Sep;10:2177–82. <https://doi.org/10.2147/JPR.S139106> PMID:28919813
11. Frenkel O, Mansour K, Fischer JW. Ultrasound-guided femoral nerve block for pain control in an infant with a femur fracture due to nonaccidental trauma. *Pediatr Emerg Care.* 2012 Feb;28(2):183–4. <https://doi.org/10.1097/PEC.0b013e3182447ea3> PMID:22307191
12. Turner AL, Stevenson MD, Cross KP. Impact of ultrasound-guided femoral nerve blocks in the pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care.* 2014 Apr;30(4):227–9. <https://doi.org/10.1097/PEC.000000000000101> PMID:24651214
13. Chu RS, Browne GJ, Cheng NG, Lam LT. Femoral nerve block for femoral shaft fractures in a paediatric Emergency Department: can it be done better? *Eur J Emerg Med.* 2003 Dec;10(4):258–63. <https://doi.org/10.1097/00063110-200312000-00003> PMID:14676500
14. Desmet M, Balocco AL, Van Belleghem V. Fascia iliaca compartment blocks: different techniques and review of the literature. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2019 Mar;33(1):57–66. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2019.03.004> PMID:31272654
15. Paut O, Sallabery M, Schreiber-Deturmeny E, Rémond C, Bruguerolle B, Camboulives J. Continuous fascia iliaca compartment block in children: a prospective evaluation of plasma bupivacaine concentrations, pain scores, and side effects. *Anesth Analg.* 2001 May;92(5):1159–63. <https://doi.org/10.1097/0000539-200105000-00015> PMID:11323339
16. Madabushi R, Rajappa GC, Thammanna PP, Iyer SS. Fascia iliaca block vs intravenous fentanyl as an analgesic technique before positioning for spinal anesthesia in patients undergoing surgery for femur fractures—a randomized trial. *J Clin Anesth.* 2016 Dec;35:398–403. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2016.09.014> PMID:27871563
17. Bravo D, Aliste J, Layera S. Bloqueos de extremidad inferior. *Rev Chil Anest.* 2020;49(1):28–46. <https://doi.org/10.25237/revchilane49n01.05>.
18. Vermeylen K, Desmet M, Leunen I, Soetens F, Neyrinck A, Carens D, et al. Supra-inguinal injection for fascia iliaca compartment block results in more consistent spread towards the lumbar plexus than an infra-inguinal injection: a volunteer study. *Reg Anesth Pain Med.* 2019 Feb;44(4):483–91. <https://doi.org/10.1136/rapm-2018-100092> PMID:30798268
19. Dalens B, Vanneuville G, Tanguy A. Comparison of the fascia iliaca compartment block with the 3-in-1 block in children. *Anesth Analg.* 1989 Dec;69(6):705–13. <https://doi.org/10.1213/00000539-198912000-00003> PMID:2589650
20. Ponde VC, Gursale AA, Chavan DN, Johari AN, Osazuwa MO, Nagdev T. Fascia iliaca compartment block: how far does the local anaesthetic spread and is a real time continuous technique feasible in children? *Indian J Anaesth.* 2019 Nov;63(11):932–7. https://doi.org/10.4103/ija.IJA_344_19 PMID:31772402
21. Neubrand TL, Roswell K, Deakynne S, Kocher K, Wathen J. Fascia iliaca compartment nerve block versus systemic pain control for acute femur fractures in the pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care.* 2014 Jul;30(7):469–73. <https://doi.org/10.1097/PEC.000000000000163> PMID:24977991
22. Wathen JE, Gao D, Merritt G, Georgopoulos G, Battan FK. A randomized controlled trial comparing a fascia iliaca compartment nerve block to a traditional systemic analgesic for femur fractures in a pediatric emergency department. *Ann Emerg Med.* 2007 Aug;50(2):162–71. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2006.09.006> PMID:17210208
23. Short AJ, Barnett JGG, Gofeld M, et al. Anatomic Study of Innervation of the Anterior Hip Capsule. *Reg Anesth Pain Med.* Published online noviembre de 2017:1. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000701>.
24. Girón-Arango L, Peng PWH, Chin KJ, Brull R, Perlas A. Pericapsular Nerve Group (PENG) Block for Hip Fracture. *Reg Anesth Pain Med.* Published online julio de 2018:1. <https://doi.org/10.1097/AAP.0000000000000847>.
25. Morrison C, Brown B, Lin DY, Jaarsma R, Kroon H. Analgesia and anesthesia using the pericapsular nerve group block in hip surgery and hip fracture: a scoping review. *Reg Anesth Pain Med.* 2021 Feb;46(2):169–75. <https://doi.org/10.1136/rapm-2020-101826> PMID:33109730
26. Johnson CM. Continuous femoral nerve blockade for analgesia in children with femoral fractures. *Anaesth Intensive Care.* 1994 Jun;22(3):281–3. <https://doi.org/10.1177/0310057X9402200306> PMID:8085625
27. Wyatt K, Zidane M, Liu CJ. Utilization of a Continuous Pericapsular Nerve Group (PENG) Block with an Opioid-Sparing Repair of a Femoral Neck Fracture in a Pediatric Patient. *Case Rep Orthop.* 2020 Jul;2020:2516578. <https://doi.org/10.1155/2020/2516578> PMID:32733726
28. Orozco S, Muñoz D, Jaramillo S, Herrera AM. Pediatric use of Pericapsular Nerve Group (PENG) block for hip surgical procedures. *J Clin Anesth.* 2019 Nov;57:143–4. <https://doi.org/10.1016/j.jclinane.2019.04.010> PMID:31022606
29. Mosaffa F, Taheri M, Manafi Rasi A, Samadpour H, Memary E, Mirkheshti A. Comparison of pericapsular nerve group (PENG)

- block with fascia iliaca compartment block (FICB) for pain control in hip fractures: A double-blind prospective randomized controlled clinical trial. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2022 Feb;108(1):103135. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2021.103135> PMID:34715388
30. Hua H, Xu Y, Jiang M, Dai X. Evaluation of Pericapsular Nerve Group (PENG) Block for Analgesic Effect in Elderly Patients with Femoral Neck Fracture Undergoing Hip Arthroplasty. *J Healthc Eng.* 2022 Feb;2022:7452716. <https://doi.org/10.1155/2022/7452716> PMID:35186238
 31. Kong M, Tang Y, Tong F, Guo H, Zhang XL, Zhou L, et al. The analgesic efficacy of pericapsular nerve group block in patients with intertrochanteric femur fracture: A randomized controlled trial. *PLoS One.* 2022 Oct;17(10):e0275793. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0275793> PMID:36227845
 32. Ahamed ZA, Sreejit MS. Lumbar plexus block as an effective alternative to subarachnoid block for intertrochanteric hip fracture surgeries in the elderly. *Anesth Essays Res.* 2019;13(2):264–8. https://doi.org/10.4103/aer.AER_39_19 PMID:31198242
 33. Boretsky K, Hernandez MA, Eastburn E, Sullivan C. Ultrasound-guided lumbar plexus block in children and adolescents using a transverse lumbar paravertebral sonogram: initial experience. *Paediatr Anaesth.* 2018 Mar;28(3):291–5. <https://doi.org/10.1111/pan.13328> PMID:29359366
 34. Aissa I, Wartiti LE, Bouhaba N, Khallikane S, Moutaoukil M, Kartite N, et al. Bloc lombaire et sciatique plexique pour la chirurgie urgente des fractures pertrochantériennes: une technique alternative chez les patients à haut risque anesthésique. *Pan Afr Med J.* 2020 Sep;37:12. <https://doi.org/10.11604/pamj.2020.37.12.21392> PMID:33062115
 35. Brands E, Callanan VI. Continuous lumbar plexus block—analgesia for femoral neck fractures. *Anaesth Intensive Care.* 1978 Aug;6(3):256–8. <https://doi.org/10.1177/0310057X7800600315> PMID:717775
 36. DeLong L, Krishna S, Roth C, Veneziano G, Arce Villalobos M, Klingele K, et al. Short Communication: Lumbar Plexus Block versus Suprainguinal Fascia Iliaca Block to Provide Analgesia Following Hip and Femur Surgery in Pediatric-Aged Patients - An Analysis of a Case Series. *Local Reg Anesth.* 2021 Oct;14:139–44. <https://doi.org/10.2147/LRA.S334561> PMID:34703306
 37. Spansberg NL, Anker-Møller E, Dahl JB, Schultz P, Christensen EF. The value of continuous blockade of the lumbar plexus as an adjunct to acetylsalicylic acid for pain relief after surgery for femoral neck fractures. *Eur J Anaesthesiol.* 1996 Jul;13(4):410–2. <https://doi.org/10.1097/00003643-199607000-00020> PMID:8842667