

Bloqueo caudal ecoguiado con ropivacaína en cirugías infraumbilicales en pacientes pediátricos

Aportación original
Vol. 61
Supl. 3

Ultrasound-guided caudal block with ropivacaine in infraumbilical surgeries in pediatric patients

Karla Itzel Gutiérrez-Riveroll^{1a}, Juan José Dosta-Herrera^{2b}, Héctor Jorge Mejía-Picazo^{1c}, Karla Guadalupe Lozada-Rosete^{1d}, Martha Aránzazu Pérez-Penilla^{3e}

Resumen

Introducción: el uso de anestésicos locales como parte de la analgesia multimodal es un concepto atractivo en pacientes pediátricos, ya que la evaluación y manejo del dolor es un reto en menores de 7 años. A pesar de contar con guías y múltiples estudios del cálculo de volumen no se ha emitido una recomendación segura y eficaz.

Objetivo: demostrar que el bloqueo caudal ecoguiado con dosis de 0.75 mL/kg de ropivacaína 0.2% tiene el mismo efecto analgésico que la dosis de 1.2 mL/kg.

Material y métodos: ensayo clínico aleatorizado de equivalencia, prospectivo, longitudinal, comparativo. Se enrolaron 100 pacientes de 0-7 años programados para cirugía infraumbilical electiva o de urgencia entre abril del 2021 y enero del 2022. Los niños fueron aleatorizados 1:1 para asignarse a la realización del bloqueo caudal guiado por ultrasonido.

Resultados: de los 100 pacientes divididos en dos grupos con volúmenes de ropivacaína 0.2% (0.75 mL frente a 1.2 mL). Ambos grupos demostraron las variables de sedoanalgesia transanestésicas y postanestésicas sin diferencias significativas para ambos grupos en la escala de FLACC de dolor después de la cirugía y en recuperación ($p > 0.5$), en la revaloración de dolor en la escala de FLACC en el consultorio denominado dolor crónico ($p > 0.5$) en ambos grupos. No se reportaron complicaciones en las consultas de seguimiento y tampoco arritmias en ambos grupos durante la cirugía.

Conclusiones: los resultados en ambos grupos no mostraron diferencias entre un volumen de 0.75 mL y 1.2 mL, la administración de ropivacaína 0.2% se favorece con el empleo de ultrasonido, lo que permite administración eficaz de dosis menores de anestésico local con reducción del riesgo de complicaciones.

Abstract

Background: The use of local anesthetics as part of multimodal analgesia is an attractive concept in pediatric patients, since the evaluation and management of pain is a challenge in children under 7 years of age. Despite having guidelines and multiple studies on volume calculation, no safe and effective recommendation has been issued.

Objective: To demonstrate that ultrasound-guided caudal block with a dose of 0.75 mL/kg of 0.2% ropivacaine has the same analgesic effect as a dose of 1.2 mL/kg.

Material and methods: Randomized, prospective, longitudinal, comparative equivalence clinical trial. One hundred patients 0-7 years of age scheduled for elective or emergency infraumbilical surgery were enrolled between April 2021 and January 2022. Children were randomized 1:1 to be assigned to ultrasound-guided caudal block.

Results: 100 patients divided into two groups with 0.2% ropivacaine volumes (0.75 mL vs. 1.2 mL). Both groups demonstrated the trans-anesthetic and post-anesthetic sedoanalgesia variables without significant differences for both groups on the FLACC pain scale after surgery and in recovery ($p > 0.5$), in the pain reassessment on the FLACC scale in the office called chronic pain ($p > 0.5$) in both groups. No complications were reported in the follow-up consultations and no arrhythmias were reported in both groups during surgery.

Conclusions: The results of both groups did not show differences between a volume of 0.75 mL and 1.2 mL, the administration of 0.2% ropivacaine is favored with the use of ultrasound, which allows effective administration of lower doses of local anesthetic with reduced risk of complications.

¹Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional La Raza, Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza", Departamento de Anestesia Pediátrica. Ciudad de México, México

²Instituto Mexicano del Seguro Social, Centro Médico Nacional La Raza. Hospital General "Dr. Gaudencio González Garza", Jefatura del Servicio de Anestesia. Ciudad de México, México

³Sanatorio Durango, Jefatura de Anestesia. Ciudad de México, México

ORCID: 0000-0001-6421-4436^a, 0000-0002-0766-362X^b, 0000-0002-3596-1659^c, 0000-000245316063^d, 0000-0002-5331-0649^e

Palabras clave
Anestesia Caudal
Ropivacaína
Ultrasonido
Niños

Keywords
Anesthesia, Caudal
Ropivacaine
Ultrasonics
Child

Fecha de recibido: 26/01/2023

Fecha de aceptado: 13/03/2023

Comunicación con:

Karla Itzel Gutiérrez Riveroll

✉ anespedkg@gmail.com

☎ 55 8135 8374

Cómo citar este artículo: Gutiérrez-Riveroll KI, Dosta-Herrera JJ, Mejía-Picazo HJ *et al.* Bloqueo caudal ecoguiado con ropivacaína en cirugías infraumbilicales en pacientes pediátricos. Rev Med Inst Mex Seguro Soc. 2023;61 Supl 3:S445-52. doi: 10.5281/zenodo.8319756

Introducción

La finalidad de la anestesia regional es manejar adecuadamente la analgesia en el posoperatorio inmediato. La analgesia profiláctica con anestésicos locales es un concepto atractivo, especialmente porque la evaluación del dolor es un reto en menores de siete años. En contraste con los opioides, los anestésicos locales pueden administrarse de manera segura, y en guías clínicas recientes se han considerado *pedra angular* para el manejo del dolor pediátrico.¹

La mayoría de estas técnicas se realizan con el paciente pediátrico anestesiado, es una práctica aceptada que requiere de una técnica cuidadosa y de habilidades específicas para el manejo de esta población especial.²

Con respecto a la farmacología y farmacocinética en el paciente pediátrico, las concentraciones bajas de anestésicos locales son clínicamente efectivas en niños; el inicio de acción en el bloqueo ocurre más rápido, pero la duración es más corta.³

El paciente pediátrico tiene un gran volumen de distribución y un bajo aclaramiento, así como una fracción grande sin unión a proteínas plasmáticas. El gran volumen de distribución incrementa una toxicidad potencial a los anestésicos locales por la fracción libre de proteínas. El agua corporal total disminuye, aproximadamente, del 80% en el recién nacido al 60% a los cinco meses de edad. La maduración del metabolismo hepático, principalmente de la enzima CYP1A2 encargada de metabolizar la ropivacaína, es inmadura hasta los 4 años, así como la enzima CPY3A4/7.³

En neonatos e infantes, las fibras nerviosas son delgadas, tienen menos mielina y los nódulos de Ranvier tienen un espacio menor entre uno y otro, razón por la cual las fibras nerviosas son más susceptibles a dosis menores de anestésico local. Es un requisito cubrir más de tres nódulos de Ranvier para generar un bloqueo de conducción saltatoria característico en el paciente pediátrico.^{3,4}

Por todas las características ya mencionadas del paciente pediátrico la toxicidad ocurre cuando los niveles plasmáticos del anestésico local son altos o se inyecta de manera accidental a nivel vascular. Por esta razón es importante en la anestesia pediátrica calcular la dosis ajustada a cada paciente de acuerdo con sus características alométricas.^{5,6}

La inyección vascular accidental durante el bloqueo caudal se reporta en la literatura desde un 0.4-12% en la población pediátrica y es la principal causa de arritmias letales, por tal razón la ADARPEF (*French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologist*), en Francia, recomienda valo-

rar el uso de anestesia regional troncular en lugar de central para disminuir las complicaciones.^{7,8}

Es importante recordar la descripción de la anatomía del hiato sacro donde se realiza el bloqueo caudal, un orificio en forma de U invertida o V, que se corresponde con la falta de cierre dorsal de los arcos vertebrales de la quinta o cuarta vértebras lumbares y delimitado por los lados por dos crestas óseas: los cuernos sacros.⁹ Recubierto por la membrana sacrococcígea (ligamentos sacrococcígeos superficiales y profundos) continuación sacra del ligamento amarillo, el hiato sacro se abre al conducto sacro (terminación del conducto espinal que contiene las raíces de la cola de caballo).

El espacio peridural sacro contiene tejido celular graso que se hace denso y fibroso con el crecimiento. El hiato sacro se cierra hacia los siete años por fusión incompleta de vértebras sacras.^{9,10}

Calculando el volumen de anestésico local

Los tres determinantes más importantes en calidad, duración y extensión del bloqueo caudal son: *cálculo del volumen evitando dosis tóxicas, dosis total del anestésico local por kilogramo de peso y la concentración anestésica o analgésica*.¹⁰ Tomando en cuenta la fórmula más utilizada en pediatría propuesta por la Dra. Melman del Hospital Infantil de México¹¹ para cirugías infraumbilicales, la constante a elegir fue 1.2 mL/kg.

Posterior a la propuesta de la Dra. Melman, se llevó a cabo la determinación de las concentraciones plasmáticas obtenidas al administrar las dosis mencionadas del anestésico local en los diferentes grupos de edades pediátricas manejados clínicamente: neonatos, infantes o lactantes, preescolares (1-4 años) y escolares (4-10 años), lo cual nos permitió corroborar que las concentraciones plasmáticas alcanzadas son seguras, ya que caían por debajo del nivel tóxico.^{11,12}

Se han realizado estudios de acuerdo con el efecto clínico comparando volúmenes menores a 1 mL/kg, 0.5 y 0.75 mL/kg, corroborando el alcance de los niveles vertebrales con radiografías y medio de contraste en niños menores de siete años, corroborando niveles L2, L3 para cirugías infraumbilicales. Concluyendo en los resultados que el valor promedio con respuesta clínica adecuada para el tipo de cirugía fue de 0.75 mL/kg.¹³

El volumen requerido en la analgesia caudal ha sido evaluado por varios autores. La dosis de volumen por kilo-

gramo genera una correlación con el número de dermatomas anestesiados.¹⁴

La meta de este estudio fue usar un volumen mayor con una concentración menor manteniendo la dosis en límites seguros de toxicidad, así 0.225% y 0.15% de ropivacaína fueron consideradas seguras.¹⁴

Basados en los estudios reportados en la literatura y debido a la gran diversidad de fórmulas reportadas decidimos comparar la fórmula de Melman con la constante 1.2 mL/kg frente a 0.75 mL/kg, buscando alcanzar la metámera T10 al tratarse de cirugía infraumbilicales.

Además de los estudios realizados por separado del volumen anestésico, apareció el ultrasonido que se convirtió en una herramienta útil para valorar malformaciones anatómicas del sacro o dificultades en la técnica.

El ultrasonido refiere una onda de sonido oscilatoria a una frecuencia mayor al límite percibido por el oído humano (aproximadamente 20 kHz). Este dispositivo nos permite crear imágenes de 2D Y 3D. Se ha descrito su uso en la anestesia regional desde hace tres décadas.^{15,16}

No invasivo, capaz de localizar e identificar nervios, visualiza el avance *dinámico* de la aguja hacia el nervio en *tiempo real*, visualiza y evita estructuras vasculares, permite mayor precisión en tamaño, profundidad y localización de las estructuras, y reduce la cantidad de volumen de anestésico local.^{15,16}

Los bloqueos fallidos son más comunes al no utilizar alguna técnica de imagen y los eventos de punciones vasculares se reportan a partir del 2% (IC95%: 12 a 21/1000) en la población pediátrica.^{15,16}

Describiendo el anestésico local (ropivacaína)

Ha sido reportada con un margen amplio de seguridad, en especial atención a nivel de sistema nervioso central, con menor toxicidad cardíaca y con un menor efecto en el bloqueo motor, que es muy importante en el paciente pediátrico donde se debe utilizar únicamente bloqueo sensitivo. La dosis segura por kilogramo de peso en el paciente pediátrico no debe pasar los 3 mg/kg para evitar toxicidad, una característica importante de la ropivacaína es el control del dolor después de su administración a nivel caudal.^{17,18}

Fue el primer anestésico local enantioméricamente puro introducido a la práctica médica, es una amida y se metaboliza en el hígado.

Farmacocinética: tiempo máximo para alcanzar concentración pico máxima: 30-60 minutos (t_{max}), vida media (t_{1/2}): 234 minutos, volumen de distribución en estado estable (V_{dss}). Las dosis por kilo reportadas en la literatura van de 1-3.75 mg. La dosis letal reportada (3.75 mg/kg) en la literatura puede presentar cambios en el complejo QR, frecuencia cardíaca (FC) y tensión arterial (TA), así como disritmias, convulsiones y asistolia. La fracción libre en plasma se ha reportado de un 2.5-5-5%, y esta puede ser mayor en preescolares por la deficiencia de la enzima glucoproteína ácida α1.¹⁹

Algunos autores como Hansen *et al.* reportan que la fracción libre de ropivacaína es doble en menores de tres meses. Por tal razón se han recomendado concentraciones de ropivacaína de 0.2-0.25% en un volumen de 1 mL/kg. Los reportes de volumen total van de un rango de 0.5-0.85 mL/kg, demostrando una adecuada anestesia y analgesia.^{19,20}

Khalil *et al.* estudiaron a 80 pacientes de 1-10 años con ropivacaína 0.25%, encontrando un retraso en la recuperación del bloqueo motor durante las tres horas posteriores a la anestesia y liberación de citocinas, que puede empeorar la agudización del dolor después de la cirugía.^{20,21}

Describiendo el dolor pediátrico

Al hablar de dolor pediátrico se deben considerar todos los aspectos que intervienen en su percepción y manifestación. La experiencia dolorosa implica una interacción de factores fisiológicos, psicológicos, conductuales y de desarrollo.²²

Aunque, por fortuna, hoy en día existen técnicas médicas y psicológicas para tratarlo, prevalece un gran desconocimiento al respecto; esto se evidenció en una encuesta aplicada a pediatras egresados de diversas instituciones, cuyo resultado fue que el 86.67% de ellos ignoraba los métodos psicológicos para el abordaje del dolor.^{22,23} La forma de expresar el dolor es completamente diferente, por lo que las técnicas para apreciar su intensidad tendrán que aplicarse de acuerdo con la edad.^{23,24}

Del nacimiento a los tres meses no existe una comprensión aparente de lo que es, lo cual no quiere decir que no lo haya, dado que se ha demostrado que el recién nacido, ya sea de término o pretérmino, sufre más dolor que un adulto.²⁵

La escala FLACC (cara, piernas, actividad, llanto y consolabilidad) contiene cinco categorías cada una de 0-2 para un total de 10. Se ha demostrado su validez para evaluar el dolor después de cirugía, trauma y otras enfermedades que requieren control del dolor.²⁶

Material y métodos

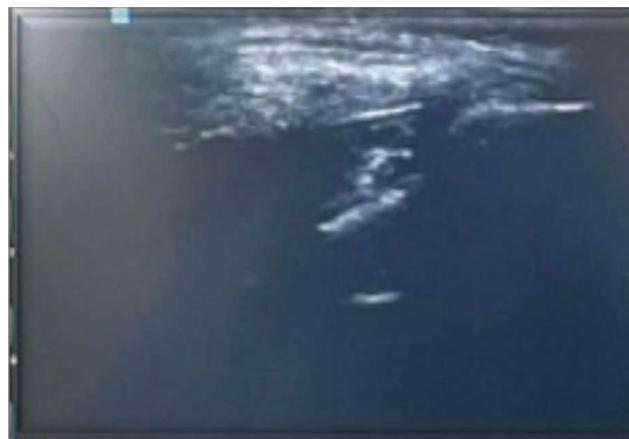
- Criterios de inclusión:
 - Ambos sexos
 - Disponibilidad de ultrasonido para realizar procedimiento
 - Edad de 0-7 años
 - Peso de 1-30 kg
 - Consentimiento informado firmado por los padres
 - Procedimientos electivos o de urgencia urológicos, anorrectales y abdominales infraumbilicales
 - ASA 1 a 3 (paciente sano o con comorbilidades en tratamiento)
 - Criterios de exclusión:
 - ASA 4-5 (comorbilidades graves sin tratamiento)
 - Uso de un anestésico diferente a la ropivacaína
 - Bloqueo caudal sin USG
 - Malformaciones del sacro-coxígeas
 - Antecedentes de mielomeningocele
 - Tiempos de coagulación anormales para la edad
 - Criterios de eliminación:
 - Antecedentes de reacción alérgica a la ropivacaína
 - Cancelación de cirugía
- Grupo 1: Ropivacaína 0.2% 0.75 mL/kg
dosis única – bloqueo caudal guiado por USG
- Grupo 2: Ropivacaína 0.2% 1.2 mL/kg
dosis única – bloqueo caudal guiado por USG

Descripción del estudio: Pacientes pediátricos de 0 a 7 años programados para cirugía infraumbilical hospitalizados una noche antes, así como pacientes de urgencia con estabilidad hemodinámica en el Centro Médico Nacional

La Raza (CMN La Raza) del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), séptimo piso en el quirófano de Pediatría. Aportando el uso del ultrasonido y adecuado manejo del dolor.

Previa autorización del Comité de Ética e Investigación del Hospital General del CMN La Raza, con Registro COFEPRIS: 18 CI 09 002 001 y Registro CONBIOÉTICA: 09 CEI 027 2017101, número de registro institucional R-2021-3502-094, se obtuvo y se firmó el consentimiento informado y, de acuerdo con las normas internacionales y locales para la participación en el presente estudio de diseño experimental prospectivo, longitudinal, comparativo y aleatorizado, se llevó a cabo la selección de pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, para un total de 100 pacientes. Durante la valoración preanestésica se les informó detalladamente sobre la posibilidad de formar parte de estudio experimental de equivalencia para la administración de ropivacaína al 0.2% para el bloqueo caudal en la cirugía infraumbilical guiado por ultrasonido con dos volúmenes diferentes de manera aleatoria, utilizando la técnica de hoja de números seriados se formaron 2 grupos obtenidos por el programa *Randomizer*. Grupo 1: Ropivacaína 0.75 mL/kg y el Grupo 2: 1.2 mL/kg. En el área de preanestesia se realizó premedicación con midazolam 450 mcg/kg vía oral (VO) y 15 minutos después ingresaba al paciente a la sala de quirófano, donde se realizó una inducción inhalatoria con sevoflurano a una dosis no mayor a 4 volúmenes con mascarilla facial y O₂ a > 6 L/min, FiO₂: 80% y monitoreo tipo 1 continuo cada 5 minutos (presión arterial, oximetría de pulso, capnografía y cardioscopio), una vez dormido el paciente pediátrico se canalizó una vía periférica con catéter No. 22-24. Se administró una dosis de fentanilo a 1.5 mcg/kg y se colocó mascarilla laríngea, manteniendo ventilación espontánea con una capnografía no mayor a 35 mmHg. Se fijó dispositivo supraglótico y se colocó al paciente en posición decúbito lateral izquierda, se realizó antisepsia de la región sacra, se colocaron campos estériles en la zona anatómica y en el equipo de ultrasonido con sonda lineal. Se identificaron, a través de un triángulo con los dedos pulgar, índice y medio, las espinas ilíacas y los cuernos alrededor del hiato sacro y se colocó la sonda lineal para identificar el signo de la rana. Se introdujo punzo 22 a través de la membrana sacrococcígea siguiendo el trayecto hasta atravesarla, ahí se depositó el anestésico local (ropivacaína 0.2%), verificando con visión directa que no existiera fuga hacia otras áreas anatómicas, así como aumento de volumen en la piel, que no debe presentarse, corroborando la rectificación de la cauda en el ultrasonido (figura 1).

Se evaluó la escala de Ramsay cada 30 minutos al término de la cirugía para evaluar sedoanalgesia y al llegar a recuperación. Se evaluó el dolor a través de la escala de

Figura 1 Identificación del hiato sacro**Figura 1a** Colocación de transductor en posición transversal sobre el hiato sacro para inserción de la aguja y administración de anestésico local**Figura 1b** Identificación del signo de la rana**Figura 1c** Rectificación de la cauda

FLACC y nuevamente la escala Richmond (RASS) para su alta al área de hospitalización. A su alta se le solicitó al cirujano pediatra el seguimiento del paciente en consulta externa para evaluar dolor crónico, que consiste en la persistencia de este por más de uno y hasta tres meses, revalorando con la escala de FLACC.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se dividió en dos partes, y se elaboró en el *software* Stata 16.0; en la primera parte se da cuenta de las características médico-demográficas generales de la muestra a través de frecuencias absolutas y relativas. En la segunda parte del análisis estadístico, para las variables categóricas se compararon los grupos, con la prueba no paramétrica Chi cuadrada, con un intervalo de confianza al 95% (IC95%). Para las variables cuantitativas se compararon los grupos con y sin toxicidad a través del estadístico *t* de Student para muestras independientes. Es importante mencionar que todos los test fueron realizados con un intervalo de confianza al 95%.

Resultados

Los 100 pacientes fueron divididos en 2 grupos con volúmenes de ropivacaína 0.2% 0.75 mL frente a 1.2 mL. Grupo 1: media de edad: 3.3 años (2.7-6), 40 hombres y 10 mujeres, media de peso: 17.5 kg (12-23). Mientras que en el Grupo 2: media de edad: 3.1 años (2.7-5), 35 hombres y 15 mujeres, mediana de peso: 16.5 kg (11.25-16.25). Ambos grupos demostraron que las variables de sedoanalgesia transanestésicas y postanestésicas no presentaron diferencias significativas en la Escala de FLACC de dolor después de la cirugía, en recuperación y en la revaloración del dolor en el consultorio, denominado dolor crónico, ($p > 0.5$) (cuadro I).

Cuadro I Comparación entre grupos

Variables	Grupo 1	Grupo 2	Pob. <i>t</i> de Student (0.05)
	Media / porcentaje	Media / porcentaje	
Edad	3.3	3.1	0.418
ASA	1.6	1.6	0.600
Peso	17.6	16.5	0.310
TAM	71.1	71.3	0.900
FC	108.4	109.2	0.777
SPO2	97.0	96.9	0.725
FLACC después de la cirugía	0.5	0.7	0.505
FLACC en recuperación	0.9	0.9	0.995
Richmond después de la cirugía	-1.5	-1.6	0.276
Richmond en recuperación	0.2	0.2	0.839
Sexo (Mujer)	47%	56%	0.372
Estancia intrahospitalaria (sí)	88%	88%	0.971
Complicaciones a los 7 días (sí)	94%	94%	0.980
Dolor crónico (sí)	2%	4%	0.574

Fuente: Elaboración propia

Cuadro II Análisis de grupos

Variables	Grupo 1				Grupo 2				Valor de <i>p</i> (0.05)
	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	
Edad	3.3	1.0	5.0	1.3	3.1	1.0	5.0	1.4	0.418
ASA	1.6	1.0	3.0	0.7	1.6	1.0	3.0	0.7	0.600
Peso	17	8.0	26.0	4.9	16	8.0	27.0	5.7	0.310
TAM	71	56.0	86.0	6.1	71	50.0	86.0	7.8	0.900
FC	84	85.0	126.	13.3	92	86.0	134	14.5	0.777
SpO2	97	94.0	99.0	1.4	96.	95.0	99.0	1.4	0.725
FLACC después de la cirugía	0.5	0.0	5.0	1.2	0.7	0.0	6.0	1.6	0.505
FLACC en recuperación	0.9	0.0	5.0	1.9	0.9	0.0	6.0	1.9	0.995
Richmond después de la cirugía	-1.5	-2.0	-1.0	0.5	-1.6	-2.0	-1.0	0.5	0.276
Richmond en recuperación	0.2	0.0	1.0	0.4	0.2	0.0	1.0	0.4	0.839

ASA: Clasificación del estado físico de la Asociación Americana de Anestesiología; TAM: Tensión arterial media (mmHg); FC: Frecuencia cardiaca por minuto; SpO2: Saturación de oxígeno (%); FLACC: Escala de dolor (*face, leg, activity, cry, consolability*) (puntuaje 0-10)

Fuente: Elaboración propia

Los tipos de cirugías realizadas fueron: circuncisión (27), hernioplastia (24), hipospadias (7) y orquidopexia (52). Siendo la cirugía más frecuente la orquidopexia, donde se notó que durante la fijación del testículo se presentó una taquicardia transitoria de menos de 20 segundos, por lo que no se consideró necesario aumentar analgesia transoperatoria.

Con respecto a los signos, la TAM Grupo 1: 71 mmHg (56-86), Grupo 2: 71 mmHg (50-86), $p = 0.19$; FC Grupo 1: 84 x' (85-126), Grupo 2: 92 x' (86-134), $p = 0.7$; SPO2 Grupo 1: 97% (94-99), Grupo 2: 96% (95-99), $p = 0.7$ (cuadro II). No se reportaron complicaciones en las consultas

de seguimiento y tampoco arritmias en ningún paciente durante las cirugías. En el área de recuperación tampoco se presentaron eventos de apnea posoperatoria.

Discusión

Los resultados obtenidos en la comparación de ambos grupos no mostraron diferencias entre un volumen de 0.75 mL y 1.2 mL, ambos volúmenes se ocupan en el bloqueo caudal ecoguiado en cirugías infraumbilicales con el mismo resultado en el manejo de dolor y sin presencia de

complicaciones, tales como arritmias en el transanestésico o desarrollo de dolor crónico un mes después en el seguimiento en la consulta de cirugía pediátrica, reportando un valor menor a 1 (*no dolor*) en la escala de FLACC. La equivalencia entre ambas dosis nos permite manejar volúmenes más pequeños en niños menores de 7 años, aportando un nuevo margen de seguridad. La estancia intrahospitalaria fue corta (menor a 48 horas). Como se comentó durante el desarrollo del proyecto, no existen recomendaciones de seguridad con respecto a los volúmenes utilizados, además los grupos etarios de 0-18 años y múltiples cirugías reportadas no logran enfocarse en un rango más corto de edad para unificar y crear guías para la seguridad en el paciente pediátrico. Las debilidades que encontramos en este estudio son: la falta de disponibilidad del ultrasonido, que no se encuentra disponible en todos los hospitales; el tiempo requerido para realizar la técnica, y que no se recomienda en pacientes graves que requieren atención inmediata. Otro punto importante a considerar es el entrenamiento del anestesiólogo pediatra en el uso de ultrasonido, para evitar en lo posible un sesgo más al ser operador dependiente, por tal razón es necesario un entrenamiento especializado en su uso. Serán necesarios más estudios para poder comparar otros volúmenes y otros tipos de cirugía como son las de abdomen y tórax. Así como hacer grupos de edades más cortas para evitar el sesgo en los valores de signos vitales.

La fortaleza, sin lugar a duda, es: la equianalgésia de ambos volúmenes con buenos resultados en ambos grupos, fomentando así una cultura de prevención y seguridad en técnicas de anestesia regional en el paciente pediátrico con el uso de ultrasonido que nos permite mayor precisión.

Conclusiones

De todas las fórmulas publicadas para el cálculo de volumen del bloqueo caudal, casi ninguna puede ser utilizada en niños mayores de 6 años que pasen los 20-30 kg, ya que el riesgo a una toxicidad cardiaca es alto. Sin embargo, con el uso del ultrasonido y una menor constante de volumen es posible incluir a estos niños sin riesgo de complicaciones.

Hasta la fecha se siguen reportando toxicidades cardíacas y apneas en el área de recuperación, sin embargo, al realizar este estudio corroboramos que la reducción de volumen nos permite prevenir complicaciones. La analgesia reportada en el grupo con un volumen del 0.75%, representando una reducción del 50% de la dosis de lo reportado en la literatura, que mostró los mismos beneficios que el volumen de 1.2 mL. Por otro lado, incluir al área de cirugía pediátrica es crucial para poder corroborar si contribuimos

a una estancia hospitalaria corta por el adecuado control del dolor agudo y el seguimiento en consulta externa para descartar dolor crónico después de uno y hasta tres meses después del cierre de la herida quirúrgica, como lo marcan las guías de dolor. En México es un reto desarrollar una cultura de eventos adversos, así como el seguimiento de nuestros pacientes fuera de quirófano para la prevención del desarrollo del dolor crónico.

No olvidemos que es un derecho del niño el manejo del dolor y es nuestro compromiso desarrollar una atención especializada, como es la algología intervencionista pediátrica, para alcanzar este objetivo y desarrollar una cultura sin dolor en esta población tan vulnerable que aún se encuentra en desarrollo.

Agradecimientos

A mi director externo Pedro Ávila, por su paciencia y sus conocimientos sobre estadística médica. A mi director interno, Juan Rodríguez Silverio, del Instituto Politécnico Nacional por apoyar mi ensayo clínico y dedicar cada tiempo libre incansablemente para lograr que se llevará a cabo. A mi jefe de servicio de Anestesiología del CMN La Raza, Juan José Dosta Herrera, por el apoyo para la recolección de pacientes y el uso del ultrasonido para mejorar la calidad de atención en nuestros pacientes en el quirófano.

Al Colegio de Anestesia Pediátrica, por permitirme la difusión y presentación del ensayo clínico en múltiples foros y su desarrollo en otras sedes hospitalarias.

Al servicio de Algología Intervencionista del CMN La Raza, a cargo de la Dra Lizzete Corral Kassian que ha creado un servicio con el propósito de prevenir el dolor crónico en nuestra población pediátrica y contribuir en la realización de este proyecto.

Fue una experiencia fantástica este estudio en la población pediátrica por la participación de cada uno de los padres, autorizando la participación de sus hijos, aportando información que mejorará la atención de pacientes futuros haciendo más segura la anestesia pediátrica, y generando una cultura de reporte de evento adverso.

Declaración de conflicto de interés: los autores han completado y enviado la forma traducida al español de la declaración de conflictos potenciales de interés del Comité Internacional de Editores de Revistas Médicas, y no fue reportado alguno que tuviera relación con este artículo.

Referencias

- Association of Paediatric Anaesthetists of Great Britain and Ireland. Good practice in postoperative and procedural pain management, 2nd edition. *Paediatr Anaesth*. 2012; 22 Suppl 1:1-79. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1460-9592.2012.03838.x>
- Suresh S, Schaldenbrand K, Wallis B, De Oliveira GS Jr. Regional anaesthesia to improve pain outcomes in paediatric surgical patients: a qualitative systematic review of randomized controlled trials. *Br J Anaesth*. 2014;113(3):375-90. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/bja/aeu156>
- Etsuro K, Motoyama PJ. *Smith's anesthesia for infants and children*. Philadelphia, Pa: Mosby; 2006.
- Walker SM, Yaksh TL. Neuraxial analgesia in neonates and infants: A review of clinical and preclinical strategies for the development of safety and efficacy data. *Anesth Analg*. 2012;115(3):638-62. Disponible en: <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31826253f2>
- Polaner DM, Taenzer AH, Walker BJ, Bosenberg A, Krane EJ, Suresh S, et al. Pediatric Regional Anesthesia Network (PRAN): a multi-institutional study of the use and incidence of complications of pediatric regional anesthesia. *Anesth Analg*. 2012;115(6):1353-64. Disponible en: <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31825d9f4b>
- Taenzer AH, Walker BJ, Bosenberg AT, Martin L, Suresh S, Polaner DM, et al. Asleep versus awake: does it matter?: Pediatric regional block complications by patient state: a report from the Pediatric Regional Anesthesia Network. *Reg Anesth Pain Med*. 2014;39(4):279-83. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/AAP.000000000000102>
- Ecoffey C, Lacroix F, Giaufré E, Orliaguet G, Courrèges P, ASSOCIATION DES ANESTHÉSISTES RÉANIMATEURS PÉDIATRIQUES D'EXPRESSION FRANÇAISE (ADARPEF). Epidemiology and morbidity of regional anesthesia in children: a follow-up one-year prospective survey of the French-Language Society of Paediatric Anaesthesiologists (ADARPEF): EPIDEMIOLOGY AND MORBIDITY OF REGIONAL ANESTHESIA IN CHILDREN. *Paediatr Anaesth*. 2010;20(12):1061-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2010.03448.x>
- Fukazawa K, Matsuki Y, Ueno H, Hosokawa T, Hirose M. Risk factors related to accidental intravascular injection during caudal anesthesia. *J Anesth*. 2014;28(6):940-3. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00540-014-1840-8>
- Gregory GA, Andropoulos DB. *Gregory's Pediatric Anesthesia*. 6a ed. Andropoulos DB, Gregory GA, editores. Standards Information Network; 2020.
- Davis PJ, Cladis FP, Motoyama EK. *Smith's anesthesia for infants and children: Expert consult premium edition - enhanced online features and print*. 8a ed. San Luis, MO, Estados Unidos de América: Mosby; 2011.
- Melman-Szteyn E. Anestesia regional en pediatría...30 años y más. *Anestesia en pediatría*. 2009;01(1):S53-5.
- Hong J-Y, Han SW, Kim WO, Cho JS, Kil HK. A comparison of high volume/low concentration and low volume/high concentration ropivacaine in caudal analgesia for pediatric orthiopathy. *Anesth Analg*. 2009;109(4):1073-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1213/ane.0b013e3181b20c52>
- Ahiskalioglu A, Yayik AM, Ahiskalioglu EO, Ekinci M, Gölboyu BE, Celik EC, et al. Ultrasound-guided versus conventional injection for caudal block in children: A prospective randomized clinical study. *J Clin Anesth*. 2018;44:91-6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinane.2017.11.011>
- Guay J, Suresh S, Kopp S. The use of ultrasound guidance for perioperative neuraxial and peripheral nerve blocks in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;2:CD011436. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1002/14651858.CD011436.pub2>
- Marhofer P, Bösenberg A, Sitzwohl C, Willschke H, Wanzel O, Kapral S. Pilot study of neuraxial imaging by ultrasound in infants and children. *Paediatr Anaesth*. 2005;15(8):671-6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1460-9592.2004.01521.x>
- Kil HK. Caudal and epidural blocks in infants and small children: historical perspective and ultrasound-guided approaches. *Korean J Anesthesiol*. 2018;71(6):430-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4097/kja.d.18.00109>
- Khalil S, Lingadevaru H, Bolos M, Rabb M, Matuszczak M, Mapposa D, et al. Caudal regional anesthesia, ropivacaine concentration, postoperative analgesia, and infants. *Anesth Analg*. 2006;102(2):395-9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1213/01.ane.0000194590.82645.4c>
- Bosenberg A, Thomas J, Lopez T, Lybeck A, Huizar K, Larsson LE. The efficacy of caudal ropivacaine 1, 2 and 3 mg x l(-1) for postoperative analgesia in children. *Paediatric Anaesthesia*. 2002;12(1):53-58. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1460-9592.2002.00769.x>
- Aarons L, Sadler B, Pitsiu M, Sjövall J, Henriksson J, Molnár V. Population pharmacokinetic analysis of ropivacaine and its metabolite 2',6'-pipecoloxylidide from pooled data in neonates, infants, and children. *Br J Anaesth*. 2011;107(3):409-24. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/bja/aer154>
- Lönnqvist PA, Westrin P, Larsson BA, Olsson GL, Lybeck A, Huledal G, et al. Ropivacaine pharmacokinetics after caudal block in 1-8 year old children. *Br J Anaesth*. 2000;85(4):506-11. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1093/bja/85.4.506>
- Suresh S, De Oliveira GS Jr. Local anaesthetic dosage of peripheral nerve blocks in children: analysis of 40 121 blocks from the Pediatric Regional Anesthesia Network database. *Br J Anaesth*. 2018;120(2):317-22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bja.2017.10.019>
- Cramton REM, Gruchala NE. Managing procedural pain in pediatric patients. *Curr Opin Pediatr*. 2012; 24(4):530-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/MOP.0b013e328355b2c5>
- Walco GA, Kopecky EA, Weisman SJ, Stinson J, Stevens B, Desjardins PJ, et al. Clinical trial designs and models for analgesic medications for acute pain in neonates, infants, toddlers, children, and adolescents: ACTION recommendations. *Pain*. 2018;159(2):193-205. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1097/j.pain.0000000000001104>
- Anand KJS, Hall RW. Pharmacological therapy for analgesia and sedation in the newborn. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2006;91(6):F448-53. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1136/adc.2005.082263>
- Merkel SI, Voepel-Lewis T, Shayevitz JR, Malviya S. The FLACC: a behavioral scale for scoring postoperative pain in young children. *Pediatr Nurs*. 1997;23(3):293-7.
- Nilsson S, Finnström B, Kokinsky E. The FLACC behavioral scale for procedural pain assessment in children aged 5-16 years. *Paediatr Anaesth*. 2008;18(8):767-74. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1460-9592.2008.02655.x>