UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRÍA

PROTOCOLO DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN:

ANESTESIOLOGÍA PEDIÁTRICA

"Comparación de la efectividad de control analgésico postoperatorio del bloqueo de plexo braquial guiado por ultrasonido en abordaje supraclavicular vs infraclavicular en niños sometidos a cirugía de extremidades superiores en el Instituto Nacional de Pediatría"

PRESENTA:

DRA. ALEJANDRA RUIZ MARTÍNEZ

TUTOR CLÍNICO:

DRA. MARÍA DE LOURDES GONZÁLEZ FLORES
Médico Adscrita al servicio de Anestesiología del INP

TUTOR METODOLÓGICO:

DR. ÓSCAR ALBERTO PÉREZ GONZÁLEZ.
Profesor de metodología de la investigación del INP

CIUDAD DE MÉXICO, 2025.

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de firmas

AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mis padres por el apoyo y el acompañamiento durante los años de mi formación académica como médico y ahora como especialista. Su apoyo fue invaluable para lograr concluir una meta más. Agradezco también a mis hermanos por ser parte de mi motivación e inspiración.

A mis profesores y médicos adscritos por todo el conocimiento compartido, siempre con mucho cariño y paciencia. Un agradecimiento especial a mis tutores; la doctora Lulú y el doctor Oscar por el tiempo y las atenciones que me brindaron para concluir este protocolo.

A mis compañeros, que a través del recorrido se convirtieron en grandes amigos e hicieron de la residencia una gran experiencia.

Finalmente agradezco a todo el personal administrativo del hospital que siempre estuvieron en la mejor disposición de brindarme la ayuda para ver concluido este trabajo.

I. ÍNDICE

II. RESUMEN 5

III. MARCO TEÓRICO 7

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12

V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN 13

VI. JUSTIFICACION 13

VII. HIPÓTESIS 13

VIII. OBJETIVOS 14

VIII.I. Objetivo general 14

VIII.II. Objetivos específicos 14

IX. MATERIAL Y MÉTODOS 14

IX.I. Clasificación de la investigación 14

IX.II. Universo de estudio 14

IX.II.I. Población objetivo 14

IX.II.II. Población elegible 14

IX.III. Criterios de selección 15

IX.III.I. Criterios de inclusión 15

IX.III.II. Criterios de eliminación 15

IX.III.III. Criterios de exclusión 15

IX.IV. Variables 15

IX.V. Tamaño de la muestra 17

X. ANÁLISIS ESTADÍSTICO 17

XI. CONSIDERACIONES ÉTICAS 17

XII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 18

XIII. RESULTADOS 19

XIV. DISCUSIÓN 22

XV. CONCLUSIONES 23

XVI. REFERENCIAS 23

RESUMEN	
Título de Tesis	“Comparación de la efectividad de control analgésico postoperatorio del bloqueo de plexo braquial guiado por ultrasonido en abordaje supraclavicular vs infraclavicular en niños sometidos a cirugía de extremidades superiores en el Instituto Nacional de Pediatría”
Autor y Tutor	Autor: Dra. Alejandra Ruiz Martínez. Residente de anestesiología pediátrica. Tutor científico: Dra. María de Lourdes González Flores. Médico adscrito anestesiología pediátrica. Tutor metodológico: Dr. Oscar Pérez. Médico Adscrito, Médico Oncología Experimental. Instituto Nacional de Pediatría. Universidad Nacional Autónoma de México.
Introducción	El manejo del dolor en la población pediátrica es una preocupación crucial en el ámbito médico, especialmente en el contexto de procedimientos quirúrgicos. Las técnicas de anestesia regional han ganado popularidad como una técnica efectiva para proporcionar analgesia postoperatoria en niños, reduciendo la necesidad de opioides y sus efectos secundarios asociados. Los bloqueos supraclavicular e infraclavicular del plexo braquial son técnicas comunes utilizadas para cirugías de la extremidad superior. En este estudio buscamos comparar la efectividad analgésica y la seguridad entre los bloqueos infraclavicular y supraclavicular en niños. Ambas técnicas han demostrado ser efectivas en adultos, pero la falta de evidencia clara en la población pediátrica subraya la necesidad de una investigación específica para informar y guiar las decisiones clínicas.
Justificación	Los bloqueos nerviosos regionales se han destacado como opciones prometedoras para el control del dolor en diversas intervenciones quirúrgicas en niños. El bloqueo de plexo braquial, en particular, ha demostrado ser eficaz en adultos, pero existe una necesidad de una evaluación sistemática de su aplicabilidad, seguridad y eficacia en la población pediátrica. La anatomía y la fisiología únicas de los niños presentan desafíos específicos en comparación con los adultos en términos de la administración de anestesia regional. La falta de estudios exhaustivos en este ámbito específico resalta la necesidad de una investigación más profunda y específica para entender mejor los beneficios y posibles complicaciones asociadas con el bloqueo de plexo braquial en niños. Esta tesis se propone abordar esta brecha en la literatura médica mediante la realización de una revisión exhaustiva de la literatura existente, así como la recopilación y análisis de datos clínicos pertinentes. Se investigarán aspectos cruciales, como la eficacia del bloqueo de plexo braquial, en sus dos abordajes guiados por ultrasonido, en el control del dolor postoperatorio, la incidencia de efectos secundarios y complicaciones en niños, y la adaptabilidad del procedimiento a diferentes grupos de edad.
Planteamiento del problema	Los bloqueos del plexo braquial no son comunes en niños debido al riesgo de neumotórax, sin embargo, se ha demostrado en la práctica clínica que, con las técnicas guiadas por ultrasonido

	desarrolladas en las últimas décadas, tanto el abordaje supraclavicular e infraclavicular guiado por ecografía son eficaces y seguros en niños. Las principales ventajas del uso del ultrasonido son la visualización de las estructuras circundantes y el control en tiempo real de los movimientos de la aguja, los cuales reducen el riesgo de neumotórax. Otra ventaja de la anestesia regional es reducir el consumo de medicamentos intravenosos como opioides. Al contar con dos técnicas descritas para realizar el bloqueo de plexo braquial se decide realizar una comparación entre ambas para conocer su efectividad en cirugías de miembro superior. De acuerdo a la literatura ambos abordajes; son eficaces en los niños. Sin embargo, existe una falta de consenso sobre cuál de ellos ofrece mejores resultados en términos de eficacia analgésica postoperatoria.
Objetivo	Comparar la efectividad del bloqueo de plexo braquial guiado por ultrasonido en su abordaje infraclavicular versus supraclavicular en niños sometidos a cirugía ortopédica en el Instituto Nacional de Pediatría.
Tipo de estudio	Estudio observacional, analítico, retrospectivo, longitudinal.
Criterios de Selección	Pacientes de 3 a 17 años de edad, sometidos a cirugía ortopédica de miembro superior bajo anestesia regional con abordaje de bloqueo de plexo braquial supra o infraclavicular, categorizados por la American Society of Anesthesiologists como ASA I-IV. Se consideran como criterios de eliminación pacientes que por cuestiones médicas requieran continuar bajo sedo analgesia posterior al evento quirúrgico. No consideramos ningún criterio de exclusión.
Descripción del estudio	El estudio buscará comparar la efectividad del bloqueo de plexo braquial en su abordaje supra vs infraclavicular, para ello se recopilarán los datos de los expedientes e informes correspondientes de cada uno de los pacientes sometidos a cirugía ortopédica de miembro superior en el período de enero 2020 a diciembre de 2022 de acuerdo a la base de datos del área de estadística de quirófano; se analizarán los datos recabados en una tabla de Excel.
Análisis estadístico	Se compilará los datos en una tabla de recolección en el software Microsoft Excel 365. Se depurará los datos a fin de volverlos homogéneos. Se ejecutará el análisis de los datos utilizando el software SPSS 24 (IBM Inc. USA). El análisis descriptivo se realizará para los datos cuantitativos con medidas de dispersión y medidas de tendencia central, y para las variables cualitativas se usará porcentajes. El análisis inferencial mediante la estimación de riesgos relativos y del número necesario a tratar para cada uno de los desenlaces en relación al grupo de medicación.

III. MARCO TEÓRICO:

Las técnicas de anestesia regional se han convertido en una parte integral de la atención y manejo anestésico actual. Su alcance en la práctica anestésica pediátrica se ha ampliado significativamente como un resultado de la mejora reciente en la calidad de la imagen del ultrasonido. El uso de ultrasonido también ha dado como resultado un tiempo de ejecución y de inicio de acción más rápido con mejoría significativa del control del dolor posoperatorio y ha resultado en una recuperación más rápida, además de optimización de las dosis utilizadas; minimizando el riesgo de intoxicación por anestésicos locales (1).

La evidencia de los beneficios de la anestesia regional en niños ha comenzado a surgir; mejora la estabilidad hemodinámica, reduce la incidencia de complicaciones respiratorias postoperatorias, disminuye la producción de catecolaminas y la respuesta de estrés metabólico a la cirugía y promueve un rápido retorno de la función intestinal y la alimentación. Los estudios en los niños mayores también han demostrado que reduce el consumo postoperatorio de opioides (1). En las nuevas actualizaciones de la última versión del registro de red de anestesia regional pediátrica de América del Norte (PRAN) de más de 100.000 bloqueos nerviosos mostraron que la anestesia regional en niños tiene un aceptable nivel de seguridad comparable con la práctica de adultos, reemplazando progresivamente las técnicas de estimulación nerviosa y con la mayoría de los bloqueos nerviosos realizados bajo anestesia general (1). A pesar de que el bloqueo del plexo braquial es una opción perfectamente viable y eficaz; la anestesia general sigue siendo el método de elección porque pocas instituciones realizan anestesia regional del miembro superior de forma rutinaria en niños (1).

El dolor es un parámetro significativo que influye en la recuperación, en la movilización temprana y en los días estancia hospitalaria. Más del 80% de los pacientes que se someten a cirugía experimentan dolor postoperatorio agudo y aproximadamente el 75% de aquellos con dolor posoperatorio informan que la gravedad es moderada, grave o extrema. Los médicos deben considerar el uso de técnicas de anestesia regional periférica específicas del sitio quirúrgico tanto en adultos como en niños como parte de la analgesia multimodal, particularmente en pacientes que se someten a procedimientos quirúrgicos de extremidades superiores e inferiores (2). El bloqueo de plexo braquial es una elección eficaz en el manejo de dolor postoperatorio en pacientes sometidos a cirugías de brazo y antebrazo (3).

El plexo braquial es un plexo nervioso somático con anatomía intra e interneural compleja. Se origina más comúnmente en las divisiones anteriores (ramas ventrales) de los cuatro nervios espinales cervicales inferiores (C5-C8) y el primer nervio espinal torácico (T1). El mayor papel del plexo braquial es proporcionar inervación a la extremidad superior, pero también tiene inervación sensorial y motora de pared torácica superior y algunas estructuras cervicales. Las divisiones convergen en la axila, debajo del músculo pectoral menor, para formar los cordones posterior, lateral y medial. Los cordones reciben su nombre según su posición con respecto a la arteria axilar (4).

Las divisiones posteriores de los tres cordones se unen para formar el fascículo posterior, por lo tanto, este cordón recibe información de todos los niveles del plexo braquial (C5 a T1). Tres nervios se originan en el cordón posterior: el nervio subescapular superior e inferior y torácico largo. El cordón posterior continúa y termina como el nervio axilar y nervio radial. El cordón lateral está formado por la unión de las divisiones anteriores de los troncos superior y medio, recibiendo aferencias de C5, C6 y C7. Emite el nervio pectoral lateral y luego termina como el nervio musculocutáneo y la raíz lateral del nervio mediano. El cordón medial es la continuación de la división anterior del tronco inferior, tomando su entrada principalmente de C8 y T1. Las ramas que surgen del cordón medial incluyen el nervio pectoral medial, el nervio cutáneo braquial medial y nervio cutáneo antebraquial medial, termina como el nervio cubital y la raíz medial del nervio mediano, que se une con la raíz lateral cordón lateral para formar el nervio mediano propiamente dicho (4).

La anestesia de las extremidades superiores puede establecerse bloqueando el plexo braquial a lo largo de su trayecto (tronco, divisiones, cordones, ramas) desde la médula espinal braquial (5). El bloqueo del plexo se realizó primero con cocaína, bajo exposición directa en el cuello. En 1911 se describió la primera técnica percutánea del bloqueo del plexo braquial (6).

En las indicaciones para realizar el bloqueo de plexo braquial a nivel supra e infraclavicular se encuentras las cirugías extensas de la mano, antebrazo, codo y brazo por debajo del hombro (1). Se debe de excluir cualquier paciente que presente alguna contraindicación absoluta. Estos incluyen la negativa por parte del paciente o padre, alergia a los anestésicos locales e infección en el sitio de inyección. Las contraindicaciones relativas incluyen sepsis generalizada, coagulopatía, enfermedad neurológica progresiva y lesión nerviosa (1). De José y sus colegas describieron el primer bloqueo supraclavicular guiado por ultrasonido en niños mayores de 5 años, y la comparó a la técnica infraclavicular descrita previamente por Marhofer y colegas. Ellos depositaron el anestésico local entre los troncos o divisiones del plexo braquial (7). En cuanto a la dosis para la realización de bloqueos nerviosos periféricos de las extremidades superiores guiados por ecografía en niños la Sociedad Europea de Anestesia Regional y Terapia del Dolor y la Sociedad Americana de Anestesia Regional y Dolor recomiendan que se puede realizar con éxito y seguridad utilizando una dosis de anestésico local recomendada de bupivacaina, levobupivacaína o ropivacaína de 0,5 a 1,5 mg/kg (6). En el estudio “Bloqueo del plexo braquial con guía ecográfica para cirugía de trauma en miembro superior en niños: un estudio de cohorte retrospectivo de 565 casos” publicado en el 2020 en la revista británica de anestesiología, siendo este el estudio retrospectivo más grande de anestesia del plexo braquial guiada por ecografía en pediatría, no se observaron complicaciones y la tasa de éxito general fue del 94,9%. Con una tasa de fracaso general del 5,1%, comenzando con una tasa de 1,2% en el grupo de pacientes más jóvenes de hasta 3 años de edad con un aumento continuo con la edad hasta al 12,5% en el grupo de mayor edad, de 15 a 18 años (5). En un estudio ensayo controlado aleatorizado realizado en 2023 el bloqueo infraclavicular

no mostró superioridad en el manejo del dolor, la realización del bloqueo se percibió como más práctica que el bloqueo supraclavicular. El bloqueo costoclavicular del plexo braquial es una buena opción en las cirugías de las extremidades superiores con las ventajas de un tiempo de realización del bloqueo más corto y un menor riesgo de parálisis del hemidiafragma ipsilateral en pacientes pediátricos (8).

El abordaje infraclavicular se dirige al plexo braquial al nivel de los cordones, que están muy próximos a la primera y segunda parte de la arteria axilar. Proporciona una excelente anestesia para los procedimientos de la mano, muñeca, antebrazo y codo. Los bloqueos infraclaviculares del plexo braquial se han descrito en niños tanto con neuroestimulación como guiados por ultrasonido (9). El bloqueo infraclavicular es una técnica anestésica regional desarrollada para evitar los efectos secundarios y complicaciones de los bloqueos supraclaviculares, particularmente el neumotórax (10).

Las ventajas del bloqueo infraclavicular son que suele dar como resultado un bloqueo casi completo bloqueo del plexo braquial y proporciona estabilidad para colocación de catéter. Tampoco hay necesidad de manipular el brazo para realizar el bloqueo (6). Otra ventaja que presenta sobre otros abordajes de bloqueos del plexo braquial, es disminuir el riesgo de dolor del torniquete, lo que a su vez puede reducir la necesidad de sedantes o analgésicos intraoperatorios adicionales. La disminución del dolor del torniquete se ha atribuido a la diseminación del anestésico local al nervio intercostobraquial (11).

Las desventajas son que el bloqueo infraclavicular es más profundo de bloquear, a veces necesitando ángulos pronunciados de inserción de la aguja que dan como resultado problemas de visibilidad de la punta (6). Los bloqueos periféricos infraclaviculares tienen múltiples abordajes que han sido explicado por varios puntos de referencia de la superficie de la aguja, en los puntos de inserción y en las direcciones. Bazy describió por primera vez el bloqueo infraclavicular en 1914 y Speigel describió la técnica perivascular transpectoral infraclavicular en 1967.Raj modificó la técnica e informó un nuevo enfoque con mayores tasas de éxito utilizando un estimulador nervioso en 1973. El abordaje infraclavicular vertical medial, es el enfoque más popular en adultos debido a su mayor espectro de bloqueo, sin embargo se considera demasiado peligroso para uso en niños debido a la proximidad de la pleura cervical al área de punción y el consiguiente riesgo de neumotórax (12). Sims desarrolló el bloqueo infraclavicular lateral en 1976 para presentar un rendimiento más consistente con un punto de referencia constante: el proceso coracoideo. Se han descrito muchos enfoques desde entonces, pero el enfoque más frecuente hoy en día es una exploración sagital en la fosa infraclavicular lateral (10). La visualización por ultrasonido de la porción lateral del plexo braquial infraclavicular es altamente eficaz en niños (13). Además, en este abordaje se ha observado que se requieren menos maniobras con la aguja (14). Para este abordaje se recomienda utilizar un transductor lineal de 5–8 MHz, realizar un pre-escaneo para ajustar la configuración de la unidad de ultrasonido y proporcionar una visión general de la anatomía infraclavicular y registrar si el cordón lateral, medial o posterior podría visualizarse. La aguja se dirige en el plano con la

sonda de ultrasonido hacia la parte cráneo-posterior de la arteria axilar, la punta de la aguja se coloca cerca de los cordones reconocibles si al menos dos son identificados. Se considera una distribución del anestésico local visualizada suficiente cuando alcanza todos los cordones identificados o cuando rodea la arteria en una distribución en el radio de las 3 a las 11 horas (15).

Para realizar el bloqueo supraclavicular se coloca al paciente en decúbito supino, se rota la cabeza 45° en sentido contralateral. El brazo ipsilateral se mantiene extendido por el costado del paciente. Puede ser necesario un soporte entre las escápulas en pacientes pequeños. Se coloca el transductor lineal de alta frecuencia (10-15 MHz) en la fosa supraclavicular a lo largo del borde superior de la clavícula en el eje oblicuo coronal y luego se mueve lentamente hacia el eje medial. Aparece una estructura hipoecoica en forma de "racimo de uvas" en posición posterolateral a la arteria subclavia y la primera costilla. Aquí es donde los troncos del plexo braquial se dividen para formar sus divisiones (1). En esta vista se puede utilizar una imagen de doppler color para confirmar la ubicación de las estructuras anatómicas objetivo; el plexo braquial es superficial y lateral a la arteria subclavia (16). Usando una técnica en plano, se inserta una aguja de 50 mm de calibre 22G en dirección lateral a medial. Es obligatoria la visualización continua de la aguja para evitar daños en las estructuras circundantes, como la pleura y los vasos. En forma incremental se deben inyectar pequeños volúmenes de anestésicos locales, seguidos de aspiración suave intermitente. Redireccionar la punta de la aguja bajo visión directa permite apuntar a todo el plexo, aumentando potencialmente la tasa de éxito del bloqueo (1).

En los niños pequeños, el plexo braquial se encuentra muy cerca a la pleura; esto aumenta potencialmente el riesgo de que se produzcan errores inadvertidos. Una de las complicaciones más temidas es el riesgo de neumotórax durante la colocación del bloqueo. A pesar de ser una inyección más caudal en comparación con el abordaje interescalénico, todavía es posible que se presente el síndrome de Horner y bloqueo del nervio frénico con la resultante parálisis diafragmática (1).

La toxicidad de los anestésicos locales debe considerarse cuando se utilizan altos volúmenes durante los bloqueos de nervios periféricos, al realizar un bloqueo guiado por ultrasonido se utiliza un menor volumen de anestésico local ya que proporciona una visualización de las raíces nerviosas del plexo braquial y la distribución durante la aplicación (17). En la literatura, los síntomas de intoxicación son generalmente descritos dentro de unos pocos minutos posteriores a su administración. Algunos autores incluso describen casos que ocurre más de cinco minutos después de la administración como "atípicos" (18).

En cuanto a la dosis recomendada; la realización de bloqueos de nervios periféricos de las extremidades superiores guiados por ecografía en niños se puede realizar con éxito y seguridad usando una dosis de anestésico local recomendada de bupivacaina, levobupivacaína, o ropivacaína de 0,5 a 1,5 mg/kg (19).

En *The Journal of Clinical Anesthesia*, Ilker y sus colegas presentan sus hallazgos con respecto a la viabilidad de utilizar un menor volumen de anestésico local para el bloqueo infraclavicular en niños. Los autores reclutaron a niños en edad escolar y adolescentes sometidos a operaciones de codo, antebrazo o mano. Los niños fueron asignados al azar para recibir una mezcla de anestésico local de acción corta y prolongada (lidocaína al 2% y bupivacaína al 0,5%, respectivamente) en una dosis de 0,25 o 0,5ml/kg. Los autores encontraron que los bloqueos duraron alrededor de 6 a 8 horas en ambos grupos (según el tiempo para solicitar rescate y analgesia), pero hubo una mayor duración del bloqueo motor en el grupo de mayor volumen (20).

En un estudio donde se compararon los dos abordajes concluyeron que a pesar de que el bloqueo infraclavicular no mostró superioridad en el manejo del dolor, la realización del bloqueo se percibió como más práctica que el bloqueo supraclavicular, concluyendo que el bloqueo costoclavicular del plexo braquial es una buena opción en las cirugías de las extremidades superiores con las ventajas de un tiempo de realización del bloqueo más corto y un menor riesgo de parálisis del hemidiafragma ipsilateral en pacientes pediátricos (8).

En un estudio comparativo realizado en pacientes adultos sometidos a reducción abierta y fijación interna (RAFI) de fracturas del radio distal, compararon la eficacia de los bloqueos de nervios regionales supraclaviculares versus infraclaviculares para determinar si alguno es superior. Esta serie de casos retrospectivos incluyó pacientes sometidos a RAFI en un centro médico académico terciario entre el 28 de abril de 2016 y el 23 de agosto de 2021. En total, 54 pacientes dieron su consentimiento por escrito para el bloqueo nervioso el día de la cirugía. De estos 54 pacientes, 54 (100%) se sometieron a procedimientos primarios. De los 54 pacientes con RAFI primaria, 28 (52 %) recibieron el bloqueo supraclavicular, mientras que 26 (48%) recibieron el bloqueo nervioso infraclavicular. Los grupos infraclavicular y supraclavicular no difirieron significativamente en cuanto a edad, sexo, Clasificación ASA, peso o índice de masa corporal. Los datos de los resultados primarios (uso de opioides intraoperatorios) y secundarios (uso de opioides posoperatorios, náuseas y vómitos posoperatorios en la unidad de cuidados postanestésicos, puntajes de dolor más altos y promedio y tiempo hasta el alta) se incluyeron en el estudio. Los grupos infraclavicular y supraclavicular no difirieron significativamente en ninguno de los resultados evaluados, excepto en el tiempo hasta el alta. Aunque la duración de la estancia hospitalaria fue significativamente menor en el grupo de bloqueo supraclavicular, la estancia más corta en este grupo puede atribuirse a un menor consumo de opioides, un mejor control del dolor o menos náuseas y vómitos posoperatorios, que no fueron significativamente diferentes del grupo infraclavicular. Ellos concluyeron que el abordaje supraclavicular para la RAFI del radio distal ofrece una alternativa eficaz y no inferior al abordaje infraclavicular en cuanto a analgesia efectiva y segura (22).

En un metaanálisis donde tuvieron como objetivo comparar la eficacia analgésica de ambos abordajes del bloqueo de plexo braquial para cirugías del brazo distal, se realizaron búsquedas en varias bases de datos, incluidas PubMed, Embase, Web

of Science, EBSCO y las bases de datos de la biblioteca Cochrane, y se seleccionaron los ensayos controlados aleatorizados que exploraban la eficacia analgésica del bloqueo supraclavicular frente al bloqueo infraclavicular para cirugías distales del brazo. Se incluyeron 6 ensayos controlados aleatorizados y 440 pacientes en este metaanálisis. Los resultados revelaron que, en comparación con el bloqueo del nervio supraclavicular para cirugías de brazo distal, el bloqueo del nervio infraclavicular pudo aumentar el bloqueo sensitivo completo, pero necesitó un tiempo prolongado para su ejecución. Estos dos métodos mostraron una duración similar de la analgesia o el tiempo de duración del bloqueo sensitivo. Concluyeron que el bloqueo del nervio infraclavicular puede ser superior al bloqueo del nervio supraclavicular para la analgesia de las cirugías del brazo distal, pero requiere un mayor tiempo de ejecución (22).

La anestesia regional es una opción segura y eficaz para analgesia intra y postoperatoria en lactantes y niños, incluidos los recién nacidos prematuros. Disminuye los efectos adversos relacionados a los opioides y facilita el retorno a la ventilación espontánea y extubación traqueal más temprana (23). En una cohorte multicéntrica prospectiva de más de 100.000 bloqueos en niños, no hubo casos de bloqueos permanentes ni déficit neurológico asociado con la anestesia regional. El La tasa de déficit neurológico transitorio fue baja: 2,4 por 10.000 y la incidencia de toxicidad de la anestesia local también fue baja en 0,76 por 10.000 (24).

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los bloqueos del plexo braquial no son comunes en niños debido al riesgo de neumotórax, sin embargo, se ha demostrado en la práctica clínica que, con las técnicas guiadas por ultrasonido desarrolladas en las últimas décadas, tanto el abordaje supraclavicular e infraclavicular guiado por ecografía son eficaces y seguras en niños. Las principales ventajas del uso del ultrasonido son la visualización de las estructuras circundantes (pleura, arteria y vena subclavia) y el control en tiempo real de los movimientos de la aguja, los cuales reducen el riesgo de neumotórax. Otra ventaja de la anestesia regional es reducir el consumo de medicamentos intravenosos como opioides y disminuyendo la aparición de efectos adversos. Al contar con dos técnicas descritas para realizar el bloqueo de plexo braquial se decide realizar una comparación entre ambas para conocer su efectividad en cirugías de miembro superior respecto al control de analgesia postoperatoria mediata. De acuerdo a la literatura ambos abordajes; supraclavicular e infraclavicular guiados por ecografía son seguros en los niños. A pesar de la eficacia demostrada de ambos bloqueos durante el periodo transquirúrgico, existe una falta de consenso sobre cuál de ellos ofrece mejores resultados en términos de eficacia analgésica postoperatoria.

V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cuál es la efectividad del bloqueo de plexo braquial guiado por ultrasonido en abordaje supraclavicular versus infraclavicular para cirugía ortopédica de miembro superior realizadas en el Instituto Nacional de Pediatría?

VI. JUSTIFICACIÓN

La gestión efectiva del dolor en niños es esencial para garantizar un proceso de atención médica integral y positivo. Los bloqueos nerviosos regionales se han destacado como opciones prometedoras para el control del dolor en diversas intervenciones quirúrgicas en niños. El bloqueo de plexo braquial, en particular, ha demostrado ser eficaz en adultos, pero existe una necesidad apremiante de una evaluación sistemática de su aplicabilidad, seguridad y eficacia en la población pediátrica. La anatomía y la fisiología únicas de los niños presentan desafíos específicos en comparación con los adultos en términos de la administración de anestesia regional. La falta de estudios exhaustivos en este ámbito específico resalta la necesidad de una investigación más profunda y específica para entender mejor los beneficios y posibles complicaciones asociadas con el bloqueo de plexo braquial en niños. Esta tesis se propone abordar esta brecha en la literatura médica mediante la realización de una revisión exhaustiva de la literatura existente, así como la recopilación y análisis de datos clínicos pertinentes. Se investigarán aspectos cruciales, como la eficacia del bloqueo de plexo braquial, en sus dos abordajes guiados por ecografía, en el control del dolor postoperatorio, la incidencia de efectos secundarios y complicaciones en niños, y la adaptabilidad del procedimiento a diferentes grupos de edad. Se espera que los resultados obtenidos a partir de esta investigación no solo contribuyan a la base de conocimientos en anestesiología pediátrica, sino que también pueda tener implicaciones significativas en la mejora de las prácticas clínicas. La elección de una técnica de bloqueo de plexo braquial eficaz y segura en niños puede resultar en una mejor calidad de atención, reducción de la necesidad de analgésicos sistémicos y, en última instancia, en una recuperación más rápida y cómoda para los pacientes pediátricos sometidos a intervenciones quirúrgicas.

VII. HIPÓTESIS

El bloqueo infraclavicular guiado por ultrasonido en niños proporciona un control del dolor postoperatorio igual o superior en comparación con el bloqueo infraclavicular, demostrando además ser una técnica anestésica segura y eficaz en la población pediátrica.

El bloqueo de plexo braquial en su abordaje infraclavicular presenta un menor riesgo relativo para el uso de analgésicos en el postoperatorio inmediato comparado con el abordaje supraclavicular.

El número necesario a tratar para que se presente una complicación secundaria al bloqueo de plexo braquial guiado por ultrasonido es menor en el abordaje supraclavicular comparado con el infraclavicular.

VIII. OBJETIVOS

VII.I Objetivo general

- Comparar la efectividad del bloqueo de plexo braquial guiado por ultrasonido en su abordaje infraclavicular versus supraclavicular en niños sometidos a cirugía ortopédica en el Instituto Nacional de Pediatría.

VIII.II Objetivos específicos

- Evaluar el riesgo relativo de uso de analgésicos postoperatorios en pacientes sometidos a bloqueo supraclavicular, en comparación con la técnica de bloqueo infraclavicular.

- Determinar el número necesario a tratar (NNT) para que se presente una complicación específica, como neumotórax, punción vascular, o bloqueo fallido, en pacientes sometidos a bloqueo supraclavicular e infraclavicular.

IX. MATERIALES Y MÉTODOS

IX.I Clasificación de la investigación

Estudio observacional, analítico, retrospectivo, longitudinal.

IX.II POBLACIÓN

IX.II.I POBLACIÓN OBJETIVO:

- Pacientes pediátricos que se sometieron a cirugía ortopédica de miembro superior bajo anestesia regional con abordaje de bloqueo de plexo braquial supra o infraclavicular.

IX.II.II POBLACIÓN ELEGIBLE:

- Pacientes pediátricos sometidos a cirugía ortopédica de miembro superior el Instituto Nacional de Pediatría en el período de enero de 2020 a diciembre de 2022.

IX.III CRITERIOS DE SELECCIÓN

- **IX.III.I Criterios de inclusión:**
  - Pacientes de 3 a 17 años de edad.

- Pacientes sometidos a cirugía ortopédica de miembro superior bajo anestesia regional con abordaje de bloqueo de plexo braquial supra o infraclavicular.
- Pacientes categorizados por la American Society of Anesthesiologists como ASA I-IV

- **IX.III.II Criterios de eliminación:**
  - Pacientes que por cuestiones médicas requieran continuar bajo sedo analgesia posterior al evento quirúrgico.

- **IX.III.III Criterios de exclusión:**
  No consideramos ningún criterio de exclusión.

IX.IV LISTA DE VARIABLES

VARIABLES DEMOGRÁFICAS			
VARIABLE	**DEFINICION OPERACIONAL**	**TIPO**	**ESCALA O MEDICIÓN**
Edad	Tiempo en años transcurrido desde el nacimiento hasta la fecha del procedimiento	Cuantitativa Continua	Años
Género	Está vinculado a la sexualidad y a los valores y conductas que se atribuyen de acuerdo con el sexo	Cuantitativa Nominal Dicotómica	Femenino Masculino
Peso	Peso corporal en kilogramos, registrado el expediente clínico al momento de realizar el procedimiento quirúrgico	Cuantitativa Continua	Kilogramos
VARIABLES CLÍNICAS			
Estado Físico ASA	Clasificación del estado físico de la Asociación Americana de Anestesiólogos (ASA, por sus siglas en inglés) en la evaluación de riesgo anestésico en pacientes que se someterán a eventos quirúrgicos	Cualitativa Categórica	1. IV 2. III 3. II 4. I

Tipo de Cirugía	Región anatómica de la extremidad superior en la que se realiza la intervención quirúrgica	Cualitativa	1. Mano 2. Antebrazo 3. Codo
Tipo de anestesia complementaria	Tipo de anestesia adicional administrada durante un procedimiento quirúrgico.	Cualitativa	1. Sedación 2. Anestesia General Balanceada 3. Anestesia Total intravenosa
Analgésicos utilizados en el transquirúrgico	Administración de medicamentos analgésicos durante el período intraoperatorio.	Cualitativa	1. Paracetamol 2. Ketorolaco 3. Tramadol 4. Paracetamol + ketorolaco 5. Paracetamol + tramadol 6. Ketorolaco + tramadol 7. Paracetamol + ketorolaco+ Tramadol
Duración de la cirugía	Tiempo transcurrido desde el inicio de la incisión quirúrgica hasta el cierre de la misma.	Numérica	Minutos
Analgésicos en las primeras 24 horas postoperatorias	Administración de medicamentos analgésicos durante las primeras 24 horas postoperatorias.	Cualitativa	1. Paracetamol 2. Ketorolaco 3. Tramadol 4. Paracetamol + ketorolaco 5. Paracetamol + tramadol 6. Ketorolaco + tramadol 7. Paracetamol + ketorolaco+ Tramadol
Complicaciones	Evento adverso que ocurra como resultado directo o indirecto de la realización del bloqueo nervioso.	Cualitativa	1. Neumotórax 2. Punción vascular 3. Bloqueo fallido 4. Ninguna
Frecuencia cardiaca basal	Número de latidos cardíacos por minuto registrados previo al procedimiento anestésico.	Cuantitativa	Frecuencia cardíaca

Frecuencia cardíaca transquirúrgica	Promedio de número de latidos cardíacos por minuto registrados durante el transanestésico.	Cuantitativa	Frecuencia cardíaca
Frecuencia cardíaca postquirúrgica	Promedio de número de latidos cardíacos por minuto registrados durante las primeras 24 horas del postquirúrgico.	Cuantitativa	Frecuencia cardíaca

IX.V TAMAÑO MUESTRAL Y MUESTREO

El tamaño muestral se estimó para la hipótesis que compara la efectividad en relación a la proporción de pacientes que utilizaron analgésicos entre los dos grupos de comparación. A este respecto Belén de José María y colaboradores; reportan que el 88% de los pacientes con bloqueo infraclavicular utilizaron analgésicos en el postquirúrgico en comparación con el grupo de bloqueo supraclavicular que fue el 95%. Con lo anterior, utilizamos la comparación de proporciones con un intervalo de confianza de 95% y una potencia de 80%. El resultado fue 247 pacientes por grupo. Se incluirán a todos los pacientes de la población elegible que cumplan los criterios de selección por lo que no usaremos muestreo.

X. ANÁLISIS ESTADISTICO

Se recopilarán los datos de los expedientes e informes correspondientes de cada uno de los pacientes sometidos a cirugía ortopédica de miembro superior en el período de enero 2020 a diciembre de 2022 de acuerdo a la base de datos del área de estadística de quirófano.

Se compilará los datos en una tabla de recolección en el software Microsoft Excel 365. Se depurará los datos a fin de volverlos homogéneos. Se ejecutará el análisis de los datos utilizando el software SPSS 24 (IBM Inc. USA). El análisis descriptivo se realizará para los datos cuantitativos con medidas de dispersión y medidas de tendencia central, y para las variables cualitativas se usará porcentajes.

El análisis inferencial mediante la estimación de riesgos relativos y del número necesario a tratar para cada uno de los desenlaces en relación al grupo de medicación.

XI. ASPECTOS ÉTICOS

AGREGAR REGLAMENTACIÓN INTERNACIONAL CON VASE EN EL CÓDIGO DE HELSINSKI O EL. CÓDIGO DE NUREMBERG. Con base en el reglamento de la Ley general de salud en materia de investigación en salud el presente protocolo se considera de bajo riesgo por lo que no es necesario el uso de un consentimiento informado. Se garantizará la confidencialidad de los datos evitando hacer uso de

datos sensibles y personales de los pacientes y sus familiares, limitándonos a los datos clínicos de interés exclusivamente

XII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividad	Ene 2024	Feb 2024	Mar 2024	Abril 2024	Mayo 2024	Jun 2024	Jul 2024	Agos 2024	Sep 2024	Oct 2024	Nov 2024	Dic 2024
Revisión bibliográfica												
Elaboración de protocolo												
Entrega y revisión por grupo académico												
Revisión de expedientes y recolección de información												
Análisis de resultado												
Redacción de manuscrito												
Aprobación de tesis												

XIII. RESULTADOS

Se presenta el análisis de resultados; del total de expedientes que se solicitaron al área de estadística de quirófano, se revisaron 79 expedientes y se excluyeron 39 que no cumplían el requisito de haber sido operados de cirugía ortopédica de miembro superior, de los 40 expedientes, 2 no se incluyeron por no haber recibido anestesia regional. Al final se incluyeron 38 expedientes, de los cuales 31 pacientes recibieron bloqueo supraclavicular y 7 bloqueo infraclavicular. De los 38 pacientes incluidos, el 76.3% (29) fueron hombres y el 23.7% (9) fueron mujeres. La edad promedio de los pacientes fue de 10.7 años (DE 3.09), con un rango de edades de los 4 a 16 años.

En cuanto a la anestesia adicional al bloqueo, el 84.2% (32) recibió anestesia general balanceada y el 15.8% (6) recibió sedación intravenosa. El tipo de cirugía se clasificó de acuerdo al nivel del miembro superior donde se realizó, siendo el codo el sitio quirúrgico más frecuente, seguido del antebrazo y en menor frecuencia en la mano como se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Tipo de cirugía

Tipo de cirugía	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Mano	3	7.9	7.9	7.9
Antebrazo	15	39.5	39.5	47.4
Codo	20	52.6	52.6	100.0
Total	38	100.0	100.0	

Para el estado físico de los pacientes se tomó en cuenta la escala de la ASA, reportando que la mayoría de los pacientes se encontraron en estado físico de la ASA I, considerándose como pacientes sanos, los porcentajes se observan en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación ASA

Clasificación ASA	Frecuencia	Porcentaje
Ⅳ	2	5.3
Ⅲ	3	7.9
Ⅱ	3	7.9
Ⅰ	30	78.9
Total	38	100.0

Se revisaron los analgésicos más utilizados en el período transquirúrgico y en las primeras 24 horas postquirúrgicas, en el período transquirúrgico la combinación de paracetamol más ketorolaco se utilizó en el 50% de los casos (19), el uso de un opioide débil como el tramadol solo se registró en dos pacientes, en donde fue utilizado en combinación con paracetamol y ketorolaco. El paracetamol como único analgésico se administró en el 44.7% de los pacientes (17). Los resultados se observan en la tabla 3.

Tabla 3. Analgésicos administrados en el posquirúrgico

Variable	Categorías	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Analgesicos PQ	Paracetamol	17	44.7	44.7	44.7
	Paracetamol + Ketorolaco	19	50.0	50.0	94.7
	Paracetamol + Tramadol	1	2.6	2.6	97.4
	Paracetamol + Ketorolaco + Tramadol	1	2.6	2.6	100.0
Analgésicos TQ	Paracetamol	13	34.2	34.2	34.2
	Ketorolaco	9	23.7	23.7	57.9
	Paracetamol + Ketorolaco	13	34.2	34.2	92.1
	Paracetamol + Tramadol	2	5.3	5.3	97.4
	Tramadol	1	2.6	2.6	100.0

Dentro del período postquirúrgico los analgésicos más utilizados fueron el paracetamol solo; se administró en un 34.2% de los casos (13) y con el mismo

porcentaje se reportó su uso en combinación con el ketorolaco, el segundo más utilizado fue el ketorolaco como único analgésico, y el uso de tramadol solo se reportó en 3 casos como se observa en la tabla 3.

En cuanto a las complicaciones no se reportó ninguna en los dos tipos de abordaje de bloqueo.

El análisis de las variables cuantitativas se realizó utilizando la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk; se incluyó la duración de la cirugía, edad, peso, y la frecuencia cardíaca basal, transquirúrgica y postquirúrgica. De acuerdo al valor de P se indica una distribución normal cuando su valor es >0.05, expresando el resultado en medias o desviación estándar, si el resultado de P es significativo (<0.05) indica una distribución no normal, expresando el resultado en rangos o mínimos-máximos. De las Variables analizadas, solamente el tiempo de la cirugía dio un resultado de p significativo, el resto se reportan con una distribución normal. En la tabla 4 se observan los resultados. La media duración de la cirugía fue de 80 minutos. La media de edad fue de 10.74 años con una desviación estándar de 3.09, la frecuencia cardíaca basal reportó una media de 93.26 latidos por minuto con una desviación estándar de 14.41, la frecuencia cardíaca en el período transquirúrgico mantuvo una media de 84.53 con una desviación estándar de 18.06 mientras que en el período postquirúrgico la media se reportó en 84.92 latidos por minuto con una desviación estándar de 13.17, por último el peso tuvo una media de 42.68 con una desviación estándar de 15.48.

Tabla 4. Variables cuantitativas

Variable	N		Media	DE	p*
	Válido	Perdidos			
Duración Qx	38	0	80.18	52.906	0.000
Edad	38	0	10.74	3.090	0.112
FC basal	38	0	93.26	14.418	0.432
FC PQ	38	0	84.92	13.177	0.420
FC TQ	38	0	84.53	18.063	0.343
Peso	38	0	42.68	15.482	0.085

* Proueba de normalidad con Shapiro-Wilk

En el análisis comparativo de las variables de interés entre ambos grupos de bloqueo (tabla 5) se encontró que en edad no hubo una diferencia significativa con una media de 11 (DE 3.011) para bloqueo supraclavicular y de 9.57 (DE 3.409) para bloqueo infraclavicular, con una P de 0.138.

Tabla 5. Análisis compartivo

Variable	Tipo de bloqueo	N	Media	Desv. estándar	Media de error estándar	p*
Edad	Supraclavicular	31	11.00	3.011	0.541	0.138
	Infraclavicular	7	9.57	3.409	1.288	
Duración Qx	Supraclavicular	31	84.58	56.300	10.112	0.144
	Infraclavicular	7	60.71	29.500	11.150	
FC basal	Supraclavicular	31	93.77	14.310	2.570	0.326
	Infraclavicular	7	91.00	15.832	5.984	
FC TQ	Supraclavicular	31	84.61	18.668	3.353	0.476
	Infraclavicular	7	84.14	16.406	6.201	
FC PQ	Supraclavicular	31	83.71	13.189	2.369	0.119
	Infraclavicular	7	90.29	12.645	4.779	
Peso	Supraclavicular	31	45.00	15.644	2.810	0.025
	Infraclavicular	7	32.43	10.196	3.854	

** Prueba de T*

En el análisis de la frecuencia cardíaca tampoco se encontró una diferencia significativa en los tres momentos; basal, transquirúrgica y postquirúrgica. En la frecuencia cardíaca basal se obtuvo una P de 0.326, la media para el grupo que recibió bloqueo supraclavicular fue de 93.77 (DE 14.310) y para el grupo infraclavicular la media fue de 91 (DE 15.832). La frecuencia cardíaca transquirúrgica tuvo una media de 84.61 (DE 18.668) en los pacientes que recibieron bloqueo supraclavicular y en los que recibieron bloqueo infraclavicular la media fue de 84.14 (DE 16.406), con un valor de P de 0.476. En la frecuencia cardíaca postquirúrgica la media fue de 83.71 (DE 13.189) en el bloqueo supraclavicular y en el infraclavicular la media que se obtuvo fue de 90.29 (DE12.645) con una P no significativa de 0.119. La variable que si arrojó una diferencia significativa entre los dos tipos de bloqueo fue el peso, la media en bloqueo supraclavicular fue de 45 con una desviación estándar de 15.644 mientras que en el infraclavicular la media fue de 32.43 con una desviación estándar de 10.196, resultando en un valor de P significativo de 0.025 y un tamaño del efecto grande de acuerdo a la prueba de D de cohen que arrojó un valor de 14.875.

El tiempo de la cirugía se analizó como variable con distribución no normal, utilizando la prueba de U de Mann-whitney, no se encontró diferencia significativa con un valor de significancia bilateral de 0.326, con una mediana de 60 para ambos grupos de bloqueo, con un rango de 217 para bloqueo supraclavicular y de 90 para el grupo infraclavicular. (Tabla 6)

Tabla 6. Duración de la cirugía

Prueba		Tipo de bloqueo			
U de Mann-Whitney	82.000	Supraclavicular	N	Válido	31
W de Wilcoxon	110.000			Perdidos	0
Z	-1.008		Mediana		60.00
Sig. asin. (bilateral)	0.313		Rango		217
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	.335[b]	Infraclavicular	N	Válido	7
Significación exacta (bilateral)	0.326			Perdidos	0
Significación exacta (unilateral)	0.163		Mediana		60.00
Probabilidad en el	0.005		Rango		90

IX. DISCUSIÓN

La anestesia regional guiada por ultrasonido se utiliza cada vez más y los bloqueos supra e infraclaviculares guiados por ecografía del plexo braquial ya han sido descritos en niños. Su uso ha disminuido el uso de opioides trans y postoperatorios.

Este estudió realizó una comparación de bloqueo supraclavicular vs infraclavicular en cuanto a efectividad, tomando en cuenta la variación de frecuencia cardíaca en el período transquirúrgico y postoperatorio, sin encontrar diferencias significativas entre ambos, tampoco se reportaron complicaciones con ninguna de las dos técnicas. La ausencia de diferencias significativas puede sugerir que ambas técnicas, supraclavicular e infraclavicular, son igualmente efectivas en la práctica clínica cuando se realiza un bloqueo del plexo braquial para procedimientos de cirugía del codo, el antebrazo o la mano.

Los estudios prospectivos revisados reportan el mismo resultado, que tanto los bloqueos supraclavicular e infraclavicular guiados por ultrasonidos son eficaces y seguros en niños, comparando el tiempo de bloqueo motor y sensitivo y el uso de analgésicos complementarios en el transquirúrgico entre ambas técnicas. Como ventaja del bloqueo supraclavicular encontraron que los anestesiólogos que participaron en el estudio realización el bloqueo en un tiempo más corto.

Un sesgo presentado en este estudio fue la diferencia en el peso de los pacientes entre ambos bloqueos, sin embargo, al momento de evaluar la frecuencia cardíaca tanto basal, como trans y postquirúrgica no se encontraron diferencias significativas entre los dos grupos. Una limitación importante es que el estudio fue retrospectivo, lo que impide evaluar y estandarizar la técnica y la dosis utilizada en cada paciente durante los bloqueos.

A pesar de la ausencia de diferencias significativas, los resultados sugieren que ambas técnicas pueden ser igualmente útiles para la anestesia del plexo braquial

en pediatría, lo que permite a los anestesiólogos elegir entre ellas en función de factores prácticos como la preferencia personal, la facilidad técnica y la experiencia, así como las características anatómicas del paciente.

X. CONSLUSIONES

En conclusión, este estudio sugiere que no existen diferencias significativas entre el bloqueo supraclavicular y el infraclavicular en la población pediátrica en términos de efectividad evaluados por el control del dolor tomando en cuenta la variación de la frecuencia cardíaca. Tampoco se presentaron complicaciones en ninguno de los dos abordajes. Ambos procedimientos pueden ser opciones viables para la anestesia del plexo braquial en la práctica clínica. Sin embargo, se necesitan estudios adicionales con muestras más grandes y con un seguimiento más extenso para confirmar estos resultados y explorar posibles diferencias.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Merella F, Mossetti V. Ultrasound-guided upper and lower extremity nerve blocks in children. BJA Educ. 2020 Feb;20(2):42-50. doi: 10.1016/j.bjae.2019.11.003. Epub 2020 Jan 8. PMID: 33456929; PMCID: PMC7807837.

2. Chou R, Gordon DB, de Leon-Casasola OA, Rosenberg JM, Bickler S, Brennan T, Carter T, Cassidy CL, Chittenden EH, Degenhardt E, Griffith S, Manworren R, McCarberg B, Montgomery R, Murphy J, Perkal MF, Suresh S, Sluka K, Strassels S, Thirlby R, Viscusi E, Walco GA, Warner L, Weisman SJ, Wu CL. Management of Postoperative Pain: A Clinical Practice Guideline From the American Pain Society, the American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine, and the American Society of Anesthesiologists' Committee on Regional Anesthesia, Executive Committee, and Administrative Council. J Pain. 2016

3. Li, J., Rai, S., Liu, R. *et al.* One additional shot of brachial plexus block equates to less postoperative pain for younger children with elbow surgeries. *J Orthop Surg Res* **15**, 246 (2020)

4. Kattan AE, Borschel GH. Anatomy of the brachial plexus. J Pediatr Rehabil Med. 2011.

5. Zadrazil M, Opfermann P, Marhofer P, Westerlund AI, Haider T. Brachial plexus block with ultrasound guidance for upper-limb trauma surgery in

children: a retrospective cohort study of 565 cases. Br J Anaesth. 2020 Jul;125(1):104-109.

6. Kaye AD, Allampalli V, Fisher P, Kaye AJ, Tran A, Cornett EM, Imani F, Edinoff AN, Djalali Motlagh S, Urman RD. Supraclavicular vs. Infraclavicular Brachial Plexus Nerve Blocks: Clinical, Pharmacological, and Anatomical Considerations. Anesth Pain Med. 2021.

7. Suresh S, Ecoffey C, Bosenberg A, Lonnqvist PA, de Oliveira GS Jr, de Leon Casasola O, de Andrés J, Ivani G. The European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy/American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Recommendations on Local Anesthetics and Adjuvants Dosage in Pediatric Regional Anesthesia. Reg Anesth Pain Med. 2018

8. Guzel M, Bingul ES, Salviz EA, Senturk E, Cosgun MF, Savran Karadeniz M. Comparison of ultrasound-guided supraclavicular and costoclavicular brachial plexus blocks in pediatric patients: a randomized clinical trial. J Anesth. 2023 Apr;37(2).

9. De José María B, Banús E, Navarro Egea M, Serrano S, Perelló M, Mabrok M. Ultrasound-guided supraclavicular vs infraclavicular brachial plexus blocks in children. Paediatr Anaesth. 2008

10. Williams LM, Singh K, Dua A, Singh A, Cummings A. Infraclavicular Nerve Block. 2022 Nov 9. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022

11. Chin KJ, Alakkad H, Adhikary SD, Singh M. Infraclavicular brachial plexus block for regional anaesthesia of the lower arm. Cochrane Database Syst Rev. 2013.

12. Fleischmann E, Marhofer P, Greher M, Waltl B, Sitzwohl C, Kapral S. Brachial plexus anaesthesia in children: lateral infraclavicular vs axillary approach. Paediatr Anaesth. 2003.

13. Marhofer P, Sitzwohl C, Greher M, Kapral S. Ultrasound guidance for infraclavicular brachial plexus anaesthesia in children. Anaesthesia. 2004.

14. Cosgun MF, Salviz EA, Bingul ES, Guzel M, Senturk E, Dinc MO, Aktas S, Savran-Karadeniz M. Comparison of ultrasonography-guided lateral versus medial costoclavicular brachial plexus block in pediatric patients : A randomized clinical trial. Anaesthesiologie. 2024.

15. Sauter AR, Dodgson MS, Stubhaug A, Halstensen AM, Klaastad Ø. Electrical nerve stimulation or ultrasound guidance for lateral sagittal infraclavicular blocks: a randomized, controlled, observer-blinded, comparative study. Anesth Analg. 2008.

16. Amiri HR, Espandar R. Upper extremity surgery in younger children under ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus block: a case series. J Child Orthop. 2011.

17. Ince I, Aksoy M, Dostbil A, Tuncer K. Can we use lower volume of local anesthetic for infraclavicular brachial plexus nerve block under ultrasound guidance in children? J Clin Anesth. 2017.

18. Schweitzer-Chaput A, Callot D, Bouazza N, Lesage F, Oualha M, Paret N, Boyer-Gervoise M, Treluyer JM, Chouchana L. Local anesthetics systemic toxicity in children: analysis of the French pharmacovigilance database. BMC Pediatr. 2023.

19. Suresh S, Ecoffey C, Bosenberg A, Lonnqvist PA, de Oliveira GS Jr, de Leon Casasola O, de Andrés J, Ivani G. The European Society of Regional Anaesthesia and Pain Therapy/American Society of Regional Anesthesia and Pain Medicine Recommendations on Local Anesthetics and Adjuvants Dosage in Pediatric Regional Anesthesia. Reg Anesth Pain Med. 2018.

20. Kukreja P, Kofskey AM, Ransom E, McKenzie C, Feinstein J, Hudson J, Kalagara H. Comparison of Supraclavicular Regional Nerve Block Versus Infraclavicular Regional Nerve Block in Distal Radial Open Reduction and Internal Fixation: A Retrospective Case Series. Cureus. 2022.

21. Walker BJ. What's in a dose? Advantages and disadvantages of reducing local anesthetic requirements in children. J Clin Anesth. 2017.

22. Chang L, Yan Y, Zhang X, Hao X. Comparison of supraclavicular block with infraclavicular block for distal arm surgeries: A meta-analysis of randomized controlled studies. Medicine (Baltimore). 2024

23. Heydinger G, Tobias J, Veneziano G. Fundamentals and innovations in regional anaesthesia for infants and children. Anaesthesia. 2021.

24. Walker BJ, Long JB, Sathyamoorthy M, Birstler J, Wolf C, Bosenberg AT, Flack SH, Krane EJ, Sethna NF, Suresh S, Taenzer AH, Polaner DM, Martin L, Anderson C, Sunder R, Adams T, Martin L, Pankovich M, Sawardekar A, Birmingham P, Marcelino R, Ramarmurthi RJ, Szmuk P, Ungar GK, Lozano S, Boretsky K, Jain R, Matuszczak M, Petersen TR, Dillow J, Power R, Nguyen K, Lee BH, Chan L, Pineda J, Hutchins J, Mendoza K, Spisak K, Shah A, DelPizzo K, Dong N, Yalamanchili V, Venable C, Williams CA, Chaudahari R, Ohkawa S, Usljebrka H, Bhalla T, Vanzillotta PP, Apiliogullari S, Franklin AD, Ando A, Pestieau SR, Wright C, Rosenbloom J, Anderson T; Pediatric Regional Anesthesia Network Investigators. Complications in Pediatric Regional Anesthesia: An Analysis of More than 100,000 Blocks from the Pediatric Regional Anesthesia Network. Anesthesiology. 2018.